

山形大学一般 前期

平成 23 年度入学者選抜試験問題

医学部・医学科
理学部・生物学科
農学部

理 科

(生 物)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は 1 ページから 22 ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気がついた場合は、手をあげて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に大学受験番号を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 5 医学部受験者はⅠとⅡの 2 問を解答してください。
理学部受験者はⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの 4 問を解答してください。
農学部受験者はⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの 4 問を解答してください。
- 6 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

I つぎのA～Cの文を読んで問1～8に答えよ。

A 培養中の細胞は分裂をくり返して増殖するが、細胞外からの刺激が加わることによって、増殖停止・分化・がん化・死といったさまざまな運命をたどる。細胞をすぐに死滅させるような著しい高温や極端な pH といった条件でなくとも、ある種の刺激が加わることによって細胞が自ら死ぬ場合がある。そのような細胞の死に方の1つがアポトーシスであり、図1に示すような特徴的な形態変化を起こす。

アポトーシスによって細胞が死んで行く過程には細胞小器官や多数の分子が関わっている。細胞内にあらかじめ存在していた分子や、不活性な状態にあったタンパク質分解酵素や DNA 分解酵素が活性化されることで、核内 DNA の断片化が起こる。このように、刺激を受けてから細胞がアポトーシスで死ぬまでの反応経路を、アポトーシス経路とよぶ。

細胞核の DNA の断片化を確認することで、アポトーシスを起こしたかどうか分かるので、この DNA の断片化を手がかりにして、アポトーシス経路に関与する分子について調べることができる。アポトーシスには多くの場合、ミトコンドリア内のタンパク質やそのほかの細胞質中の成分が必要である。

アポトーシス経路にミトコンドリアがどのように関わっているかを調べる目的で、実験1と2を行った。

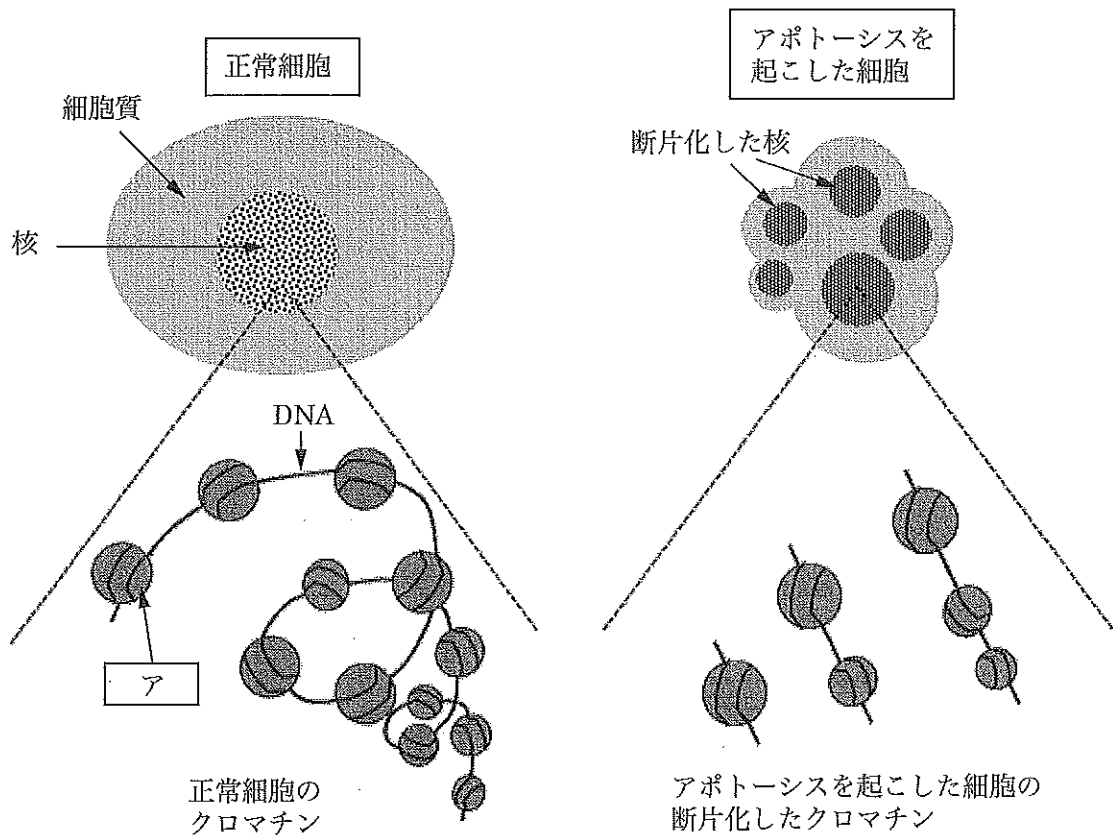


図1 正常細胞とアポトーシスを起こした細胞の形態とクロマチン構造

実験1 無処理の肝臓細胞(細胞 a)と、アポトーシスを誘導する処理を行いアポトーシス経路が活性化されている肝臓細胞(細胞 b)を、細胞小器官を傷つけないように注意して破碎した。強さの異なる2回の遠心分離を行い、ミトコンドリア・核・それら以外の細胞小器官を含む細胞質(細胞質分画とよぶ)、の3つの成分に分画した。

これらの分画を用いて、つぎの反応(i)~(iii)を行った。

- (i) 細胞 a と b からの細胞質分画それぞれに、ミトコンドリアを添加せずに、細胞 a からの核を加えて反応させた。
- (ii) 細胞 a と b からの細胞質分画それぞれに、細胞 a からのミトコンドリアを破碎せずに添加し、細胞 a からの核を加えて反応させた。
- (iii) 細胞 a と b からの細胞質分画それぞれに、細胞 a からのミトコンドリアを破碎した後に添加し、細胞 a からの核を加えて反応させた。

1時間後に(i)~(iii)の反応液中の DNA を抽出し、核の DNA の断片化が起きているかどうか調べた。その結果を表1に示す。

なお、細胞質分画にはアポトーシス経路の活性化に必要なヌクレオチド・無機塩類などの低分子成分が含まれている。また、分画した破碎前のミトコンドリア内のタンパク質は分画前とほぼ同じ状態に保たれており、反応中にミトコンドリア外に流出していない。

表1 細胞質分画とミトコンドリアの混合液に核を加えて反応させた後の DNA の状態
細胞 a からの核の DNA に断片化が見られた場合を+、見られなかった場合を-で示す。

	ミトコンドリアを 添加しない (i)	混合液に添加したミトコンドリア	
		非破碎 (ii)	破碎 (iii)
細胞 a の細胞質分画	-	-	+
細胞 b の細胞質分画	+	+	+

実験2 正常な肝臓細胞を、アポトーシス経路で働くタンパク質分解酵素 X に特異的な阻害剤で処理した。このタンパク質分解酵素 X に対する阻害剤で処理した細胞(細胞 c)の一部をとり、タンパク質分解酵素 X の阻害剤が存在する状態で、実験1と同様のアポトーシスを誘導する処理を行った。この細胞を細胞 d とよぶ。その後、細胞 c と d を破碎・分画し、実験1の反応(i)と同様の処理を行い、1時間後に反応液中の DNA を抽出し、核の DNA の断片化が起きているかどうか調べた。その結果、いずれの場合も DNA の断片化は見られなかった。

なお、タンパク質分解酵素 X は、特定のタンパク質のみに作用し、DNA を直接分解す

ることではない。また、タンパク質分解酵素 X の阻害剤はタンパク質分解酵素 X 以外には影響を与えない。

問 1 図 1 の矢印 ア の示すタンパク質の名称を記せ。

問 2 アミノ酸どうしが連結してタンパク質となるときに形成される、タンパク質中の結合を何とよぶか、記せ。

問 3 下線部について、ミトコンドリア・核・細胞質分画の各細胞成分を、弱い遠心力と強い遠心力による 2 回の遠心分離によって分画する操作の手順を、つぎの用語をすべて用いて、75 字以内で記せ。

用語： 上澄み液 沈殿 弱い遠心力 強い遠心力

問 4 実験 1 の結果のみから判断して、つぎのア)～ケ)から適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア) 細胞 a の細胞質分画のみでは、核の DNA の断片化を起こすことができない。

イ) 細胞 a の細胞質分画のみで、核の DNA の断片化を起こすことができる。

ウ) 細胞 a の細胞質分画のみで、核の DNA の断片化を起こすことができるかどうかは、わからない。

エ) 細胞 b の細胞質分画のみでは、核の DNA の断片化を起こすことができない。

オ) 細胞 b の細胞質分画のみで、核の DNA の断片化を起こすことができる。

カ) 細胞 b の細胞質分画のみで、核の DNA の断片化を起こすことができるかどうかは、わからない。

キ) 細胞 a の細胞質分画と、破碎したミトコンドリアを混ぜても、核の DNA の断片化を起こすことができない。

ク) 細胞 a の細胞質分画と、破碎したミトコンドリアを混ぜることで、核の DNA の断片化を起こすことができる。

ケ) 細胞 a の細胞質分画と、破碎したミトコンドリアを混ぜることで、核の DNA の断片化を起こすことができるかどうかはわからない。

問 5 実験 1 と 2 の結果から、タンパク質分解酵素 X と、DNA の断片化に働く DNA 分解酵素の関係を推察し、そのように判断した理由とともに 100 字以内で記せ。

B 実験1の細胞bの細胞質分画から、アポトーシス経路の活性化に関わる物質として、タンパク質分解酵素Xとともに、タンパク質分解酵素活性をもたないタンパク質Yが同定された。タンパク質Yは、酸化型と還元型で異なる性質を示すことが知られている。タンパク質Yの酸化還元状態と、アポトーシス経路で働くタンパク質分解酵素Xとの関係を調べるために実験3を行った。

実験3 タンパク質Yを還元剤と酸化剤で処理することで、還元型と酸化型のタンパク質Yを得た。実験1で用いた細胞aの細胞質分画と、これらのタンパク質Yを用いて、つぎの処理(iv)~(vii)を行った。

- (iv) タンパク質分解酵素Xの阻害剤を添加しない細胞質分画に、還元型のタンパク質Yを混ぜた。
- (v) タンパク質分解酵素Xの阻害剤を添加した細胞質分画に、還元型のタンパク質Yを混ぜた。
- (vi) タンパク質分解酵素Xの阻害剤を添加しない細胞質分画に、酸化型のタンパク質Yを混ぜた。
- (vii) タンパク質分解酵素Xの阻害剤を添加した細胞質分画に、酸化型のタンパク質Yを混ぜた。

(iv)~(vii)のそれぞれの混合液に、細胞aからの核を加えて反応させて、核のDNAの断片化とタンパク質分解酵素Xの活性について調べた。その結果を図2に示す。

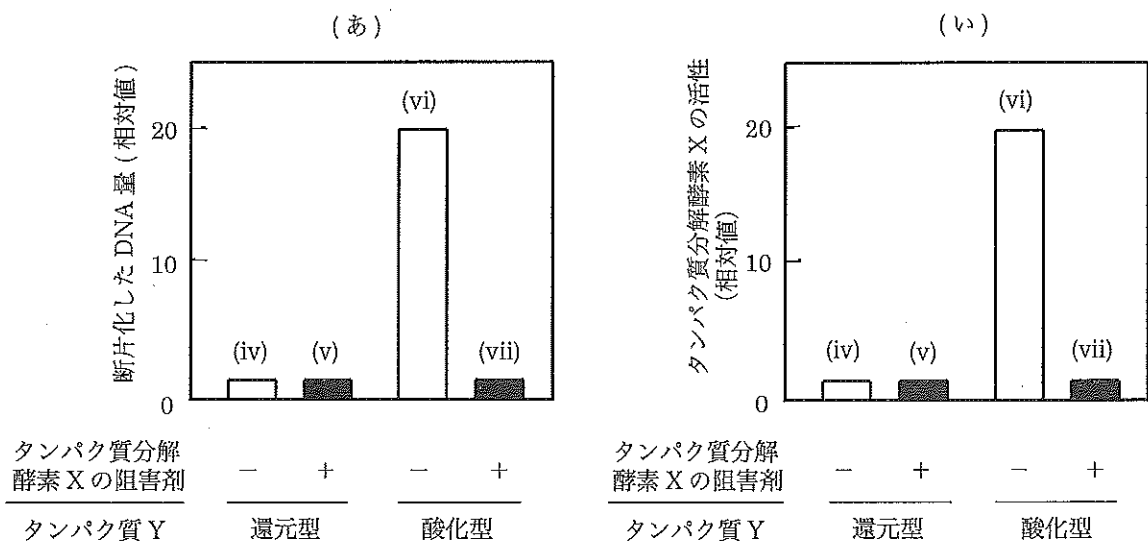


図2 DNA断片化(a)とタンパク質分解酵素活性(i)

タンパク質Yの酸化還元状態、およびタンパク質分解酵素Xの阻害剤のある場合(+)と、ない場合(-)について示す。

問 6 アポトーシス経路の活性化におけるタンパク質 Y の酸化還元状態とタンパク質分解酵素 X の働きについて、実験 3 の結果から適切と考えられるものを、つぎのア)～キ)からすべて選び、記号で答えよ。

ア) 還元型のタンパク質 Y が、アポトーシス経路を活性化する。

イ) 酸化型のタンパク質 Y が、アポトーシス経路を活性化する。

ウ) タンパク質 Y の酸化還元状態と、アポトーシス経路の活性化には関係はない。

エ) タンパク質 Y の酸化還元状態と、アポトーシス経路の活性化に関係があるかどうかは、わからない。

オ) タンパク質 Y の働きによるタンパク質分解酵素 X の活性化が、核の DNA の断片化に必要なである。

カ) タンパク質 Y の働きによるタンパク質分解酵素 X の活性化は、核の DNA の断片化に必要なではない。

キ) タンパク質 Y の働きによるタンパク質分解酵素 X の活性化と、核の DNA の断片化との関係はわからない。

C 細胞の種類によって、同じ刺激を受けてもアポトーシスが起こりやすい細胞と起こりにくい細胞がある。細胞 P と Q について、アポトーシスの起こりやすさに違いが生じる原因を調べるために実験 4 を行った。

実験 4 培養中の細胞 P と Q に、同じ刺激を加えたところ、細胞 P は正常な状態を維持していたが、細胞 Q はアポトーシスを起こして死んだ。アポトーシスを誘導する刺激を加えていない細胞 P と Q では、タンパク質を還元的に保つ働きのあるグルタチオンの含有量に違いが認められた。

グルタチオンは細胞で常に合成・分解されているが、細胞によりその合成量が異なるため、含有量に違いが生じる。グルタチオン合成阻害剤を添加して培養した細胞と、何も添加しないで培養した細胞を準備し、それぞれについてグルタチオン含有量を測定した(図 3-(あ))。また、グルタチオン合成阻害剤を添加して培養した細胞と、何も添加しないで培養した細胞を同様に準備し、それぞれの細胞にアポトーシスを誘導する刺激を加え、断片化した核内 DNA 量を調べた(図 3-(い))。

なお、用いたグルタチオン合成阻害剤は、グルタチオンの合成を阻害する以外には影響を与えない。また、アポトーシス経路にも直接的な影響を与えない。

II つぎのA～Cの文を読んで問1～8に答えよ。

A カイコガの雄は、羽化するとすぐに近くの雌に近づき、交尾する。そこで、雌のカイコガを机の端に置き、20 cm ほど離れたところに雄を放して、雌雄のカイコガの行動を観察した。雌は、机に置かれるとすぐに尾部の先端から側胞腺と呼ばれる分泌腺を突出させた。すると、雄ははねをはげしく羽ばたかせながら接近し、やがて雌のところにたどりついた。

雄がどのような刺激を感じて交尾相手を探し出しているのか知るために、つぎの実験1～6を行った。なお、実験には雌雄ともに成虫になったばかりの未交尾のカイコガを用いた。机に置かれた雌のカイコガは、すべてすぐに側胞腺を突出させた。また、外科的手術そのものの影響はなかった。

実験1 机の端に雌を置き、側胞腺を突出させる前に透明なガラス容器をかぶせて密閉した。その後、雄を放したところ、雄は何の反応も示さなかった。

実験2 机の端に雌を置き、両眼を黒エナメルで塗りつぶした雄を放したところ、雄ははねを羽ばたかせながら歩行し、雌のところにたどりついた。

実験3 机の端に雌をしばらく置いておき、その雌を取り除いた直後に雄を放したところ、雄はすぐにはねをはげしく羽ばたかせながら動き回った。

実験4 ビーカーの中に雄を入れておき、雌の尾部にこすりつけたろ紙をピンセットでつまんで近づけると、雄ははねをはげしく羽ばたかせた。つぎに、別のビーカーの中に両方の触角を根元から切った雄を入れ、雌の尾部にこすりつけたろ紙をピンセットでつまんで近づけたが、触角のない雄は何の反応も示さなかった。

問1 実験1～4の結果から、雄のカイコガは、a)視覚によって雌に接近しているのではないこと、b)雌が発するにおいを手がかりに雌に接近していること、そして、c)触角で雌が発するにおい刺激を受容していること、がわかる。a)～c)の根拠を、実験1～4の結果に基づいて、解答欄a)～c)にそれぞれ50字以内で記せ。

問2 雌の尾部先端の側胞腺からは揮発性の高い性フェロモンが分泌され、雄はその情報をもとに、雌に近づいている。多くの動物は性フェロモン以外にも、ほかの役割をもつさまざまな種類のフェロモンを利用している。性フェロモン以外のフェロモンの種類を1つあげ、その名称を、そのフェロモンを用いている動物名とともに記せ。

問 3 雌のカイコガが発する性フェロモンには雄のカイコガだけが反応し、雌のカイコガやほかの動物は反応しない。感覚受容の観点から、その理由を 50 字以内で記せ。

実験 5 雌を机の端に置き、両方のはねを根元から切断した雄を放したところ、雄はなかなか雌のところへたどりつけなかった。そこで、雌のいる側から雄の方に向けてうちわで風を送ったところ、雄は短い時間で雌にたどりついた。しかし、雄のいる側から雌の方に向けて風を送っても、雄はなかなか雌のところへたどりつけなかった。

実験 6 正常な雄の頭部前方に、火のついた線香を近づけたところ、はねの羽ばたきにより、線香の煙は雄の触角の方へ吸い寄せられるように流れていくことが観察された。

問 4 実験 5 と 6 の結果から、雄のはねの羽ばたきが果たしている役割について、もっとも適切と思われるものを、つぎのア)～エ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 前方から後方へ向かう風の流れを作り、歩行速度を高めている。
- イ) 後方から前方へ向かう風の流れを作り、歩行速度を高めている。
- ウ) 前方から後方へ向かう風の流れを作り、触角で性フェロモンを検出しやすくしている。
- エ) 後方から前方へ向かう風の流れを作り、触角で性フェロモンを検出しやすくしている。

B カイコガをはじめ、ガの仲間の雄は、雌が発する性フェロモンを利用して、数 km 離れた雌の存在を知ることができる。しかし、空気中に存在するにおい物質は、におい源から連続的に広がるのではなく、かたまり(フィラメントとよぶ)となって不均一に分布し、風が吹く自然環境下では刻々とその分布状態が変化している。におい源に近いほど、においのフィラメントの分布密度は高く、におい源から離れるほど、においのフィラメントの分布密度は低くなる。雄のカイコガが雌に向かっていく動きを詳しく解析したところ、図1のように、その歩行パターンは、i) においの刺激方向に直進する反射的行動(直進行動)、ii) ジグザグターンから回転に移る、プログラムされた定型的行動(ジグザグターン - 回転行動)、の2つのパターンからなっていることがわかった。

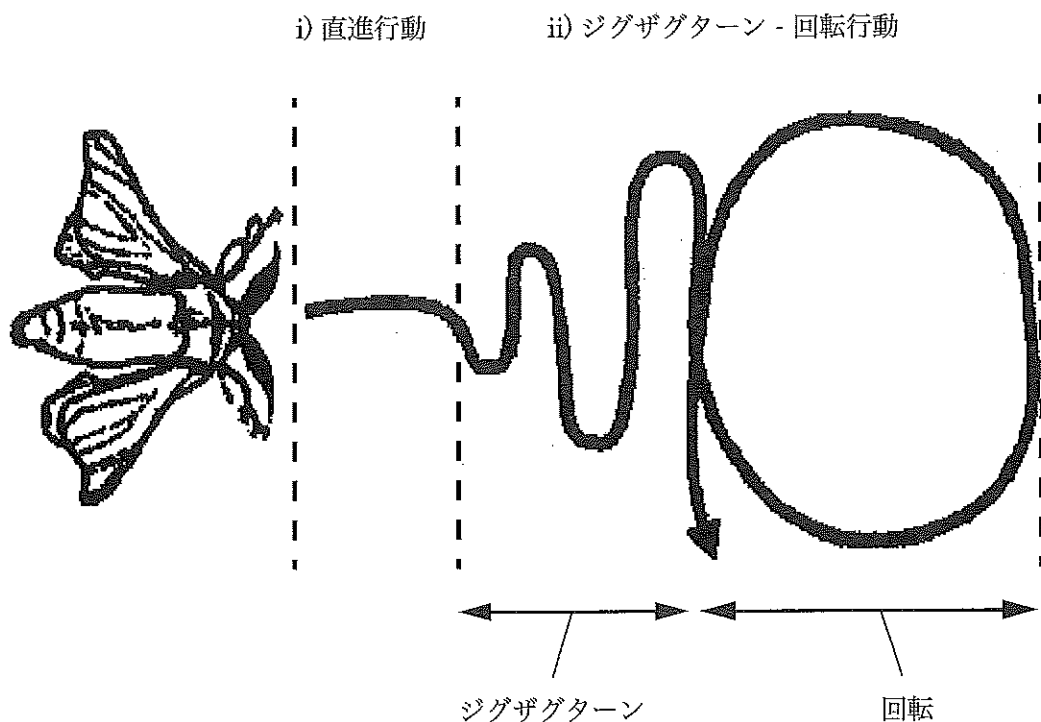


図1 雌へ接近するときの雄カイコガの歩行パターン

問 5 におい源から遠いときには、雄は直進行動とジグザグターン - 回転行動という2つのパターンを交互に繰り返す。雌に近づくにしたがって、回転はあまり見られなくなり、直進行動とジグザグターンを繰り返すようになり、最終段階ではほぼ直線的に雌に接近する。触角によるにおい刺激の受容の有無と2つの歩行パターンの切り替えの間にどのような関連性があるのか、つぎの用語をすべて用いて75字以内で記せ。

用語： におい刺激 直進行動 ジグザグターン - 回転行動

問 6 この雄カイコガの雌への接近のしかたのように、走性や反射、定型的な行動が組み合わさって起こる生得的な行動のことを何とよぶか、記せ。

C 雄コオロギが左右の前ばねを擦り合わせて、誘引歌と呼ばれる歌をかなでると、交尾の準備が整った雌コオロギはその歌に反応して、鳴いている雄に向かって接近行動をとる。

コオロギの歌をマイクロホンで録音し、電気信号に変換して可視化したものをオシログラムとよぶ。図2はヨーロッパクロコオロギの誘引歌のオシログラムである。

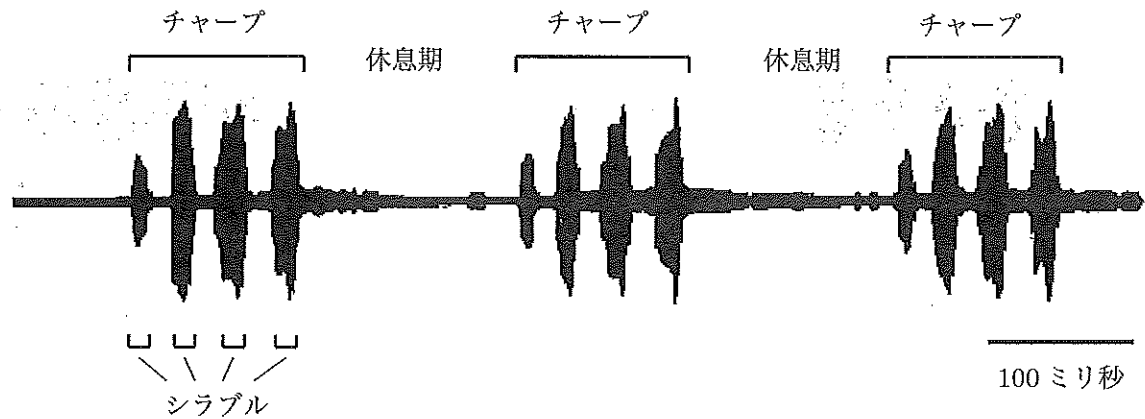


図2 雄のヨーロッパクロコオロギが発する誘引歌のオシログラム

音が生じるのは雄コオロギが前ばねを閉じるときだけで、はねを開くときには音は発生しない。雄コオロギの前ばねの裏にはぎざぎざしたやすり状の列構造があり、はねを閉じるときに他方のはねの縁にある擦り器でそれを擦ることで音が生じ、それをシラブルとよぶ。

1回のシラブルは約15~20ミリ秒間持続し、1つ目のシラブルの開始からつぎのシラブルの開始までの時間(シラブル周期とよぶ)は約35ミリ秒である。ヨーロッパクロコオロギの誘引歌の場合、シラブルは短い間隔をおいて4回繰り返され、チャープと呼ばれる歌の単位を作る。図2のように、チャープ→休息期→チャープの繰り返りでヨーロッパクロコオロギの誘引歌は成り立っており、チャープは毎秒2~4回の頻度で発生する。

ヨーロッパクロコオロギの誘引歌をコンピューターで人工的に合成して聞かせたところ、雌コオロギはその音源に向かって接近した。そこで、雌は、雄がかなでる歌のどのような特徴から、それを誘引歌と識別しているのか調べるため、以下の実験7~9を行った。

実験7 シラブル頻度(シラブル周期の逆数)を実際の誘引歌に近い毎秒30回に固定し、

1 チャープあたりのシラブル数だけを変えて歌を聞かせ、雌コオロギの反応を観察した。

1チャープあたり1個のシラブルでは雌はまったく歌に反応しなかったが、あとは4個であろうと10個であろうと、1チャープあたりのシラブル数に関係なく、すべて同じように反応して、接近行動をとった。

実験8 1チャープあたり、音が出ている時間と出ていない時間の比は自然状態の歌では1:1である。そこで、図3のようにその比だけを1:9と9:1になるように変えた人工の誘引歌を聞かせ、雌コオロギの反応を比較したところ、1:1の歌を聞かせた時とほとんど違いは見られなかった。

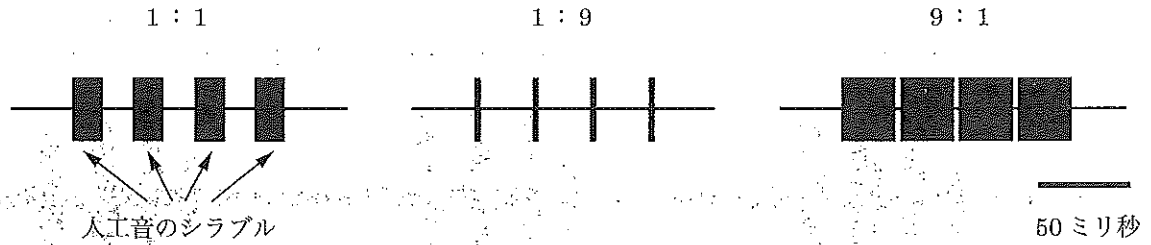


図3 1チャープあたりの音の出ている時間と出ていない時間の比を変えた3つの人工音

実験9 さまざまなシラブル頻度をもつ人工の誘引歌を聞かせたとき、3匹の雌コオロギがどのくらいの時間、接近行動を示したか調べた。その結果は図4のようになった。なお、このとき、シラブル頻度に加えて、チャープあたりのシラブル数、個々のシラブルの持続時間も同時に変わっている。

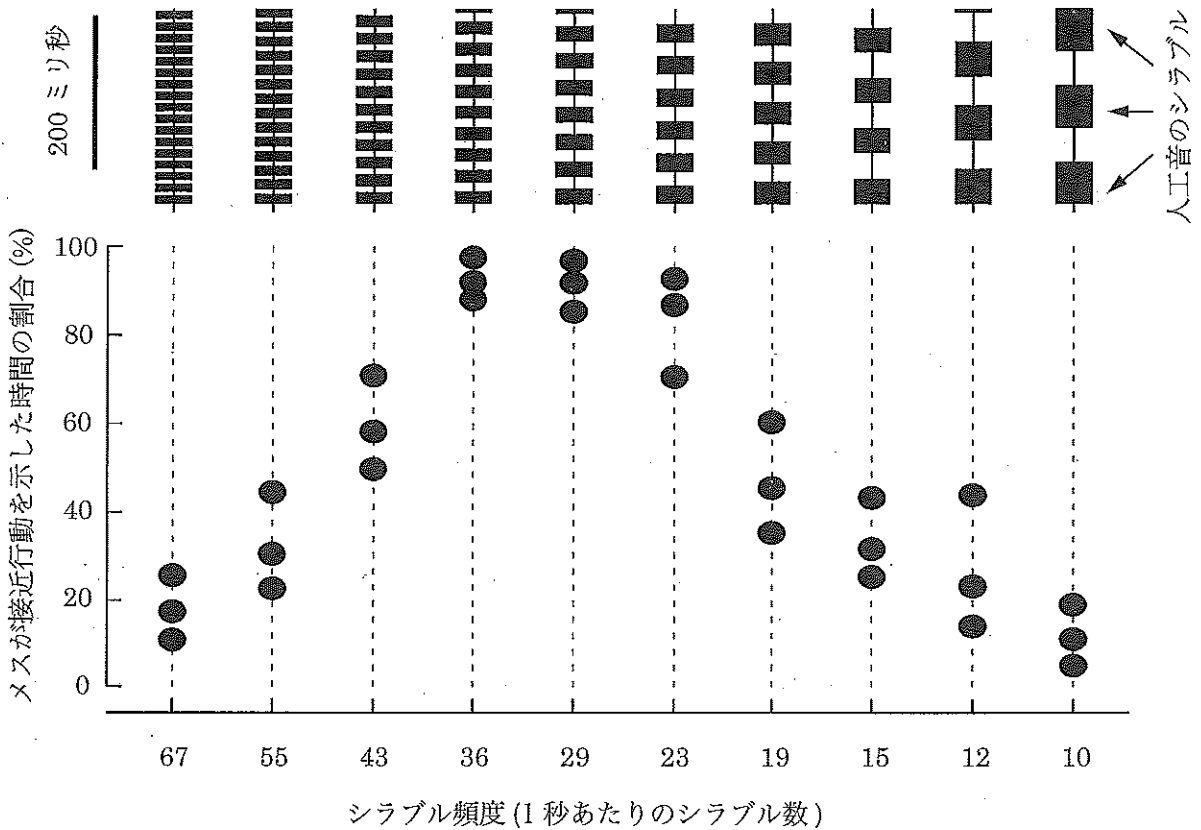


図4 さまざまなシラブル頻度をもつ人工の誘引歌に対する雌コオロギの反応

問 7 実験 7～9 の結果から、雌は誘引歌のどのような特徴を識別して、雄に接近していると考えられるか、つぎのア)～カ)から適切と思われるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア) 雌は雄がかなでる毎秒 20 回以上のすべてのシラブル頻度の歌に向かってよく接近する。
- イ) 雌は雄がかなでる毎秒 30 回前後のシラブル頻度の歌に向かってよく接近する。
- ウ) 雌は雄がかなでる毎秒 40 回以下のすべてのシラブル頻度の歌に向かってよく接近する。
- エ) 1つのシラブルの終了からつぎのシラブル開始までの時間によって、雌はそれを誘引歌だと識別し、雄がかなでる歌に向かって接近する。
- オ) 1つのシラブルの開始からつぎのシラブル開始までの時間によって、雌はそれを誘引歌だと識別し、雄がかなでる歌に向かって接近する。
- カ) 1つのチャープの最初のシラブル開始から、つぎのチャープの最初のシラブル開始までの時間によって、雌はそれを誘引歌だと識別し、雄がかなでる歌に向かって接近する。

問 8 コオロギの種が異なると、雄がかなでる誘引歌のシラブルやチャープの、構成数や時間的パターンは違っている。コオロギの誘引歌が種特異的であるということで、それぞれの種の雌コオロギにどのような利点があると考えられるか、50 字以内で記せ。

Ⅲ つぎのAとBの文を読んで問1～11に答えよ。

A 本州において普通にみられる3種類の植物a～cについて、つぎの実験1～3を行った。
植物a～cはいずれも根、茎、葉の区別がある植物であった。植物aと植物bはともに落葉樹
①
で、植物bは扇形の葉が特徴的な種類であった。

実験1 植物aと植物bの茎を構成する細胞の種類を調べるために、幹の一部をくりぬいて細く切り、過酸化水素水と酢酸を1：1で混ぜた溶液の中に入れ、60℃の恒温槽に一晩保存した。次の日、それらを蒸留水で洗浄してほぐした後、スライドガラスにとって顕微鏡で観察した。この一連の処理で、幹を構成する細胞が1つずつ離れた状態で観察できる。植物aには図1のような大きな細胞が観察されたが、植物bにはそのような細胞は観察されなかった。

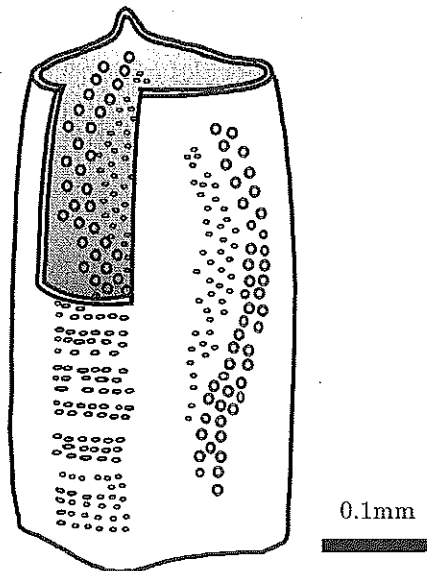


図1 植物aの幹から得られた大型の細胞
構造がわかるように、細胞壁側面の一部を取り除いてある。

問1 下線部①の特徴をもつ植物のみに見られる組織系は何か、その名称を記せ。

問2 つぎの(1)～(3)に答えよ。

- (1) 植物aの茎でみられる、図1のような細胞のみからなる部分の名称を記せ。
- (2) (1)の部分と同じ役割を果たしている植物bの茎の部分の名称を記せ。
- (3) (1)と(2)を構成する細胞の構造はどのように違うか、100字以内で記せ。

実験2 植物bは4月に花をつける植物である。この植物bの種子の形成過程を調べるために、4月上旬のある日に、受粉前の雌花にセロファンの袋をかけた。その1週間後、袋をかけた雌花が受粉できるようになったのを確認して、つぎの3つの処理を行った。

処理1 セロファンの袋をいったんはずして、正常な花粉で受粉させた後、再度セロファンの袋をかけた。

処理2 セロファンの袋をいったんはずして、雄原細胞の機能を失わせるために80℃で24時間処理した花粉で受粉させた後、再度セロファンの袋をかけた。

処理3 セロファンの袋をかけたままにして、受粉が行われないようにした。

この日から、それぞれの処理を行った雌花の変化を観察した。枝に残った雌花の割合を30日ごとに記録したところ、図2のようになった。継続的に観察した雌花とは別に、それぞれの処理を行った雌花の一部を試料として採取して、胚乳や胚の発達を観察した。処理1では、120日後には大きく発達した胚乳が観察されたが、この時には胚は観察されず、150日後になってはじめて胚の発達が確認された。150日後の胚乳の大きさは、120日後のときと変わらなかった。処理2では90日後までに大半の雌花が落ちてしまったが、そこまで残った雌花は150日後まで枝についていた。150日後まで残った雌花に形成された胚乳の大きさは、処理1と変わらなかった。また、胚は150日後にも形成されていなかった。処理3では、60日後にはすべての雌花がそのままの大きさに落ちてしまった。

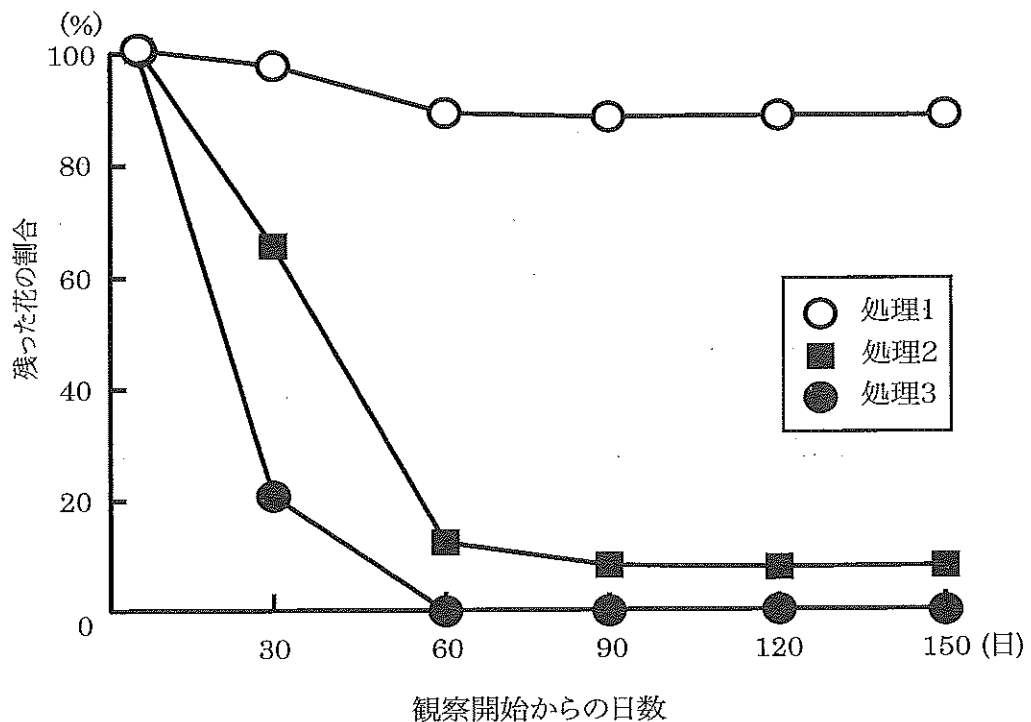


図2 処理1～3を行った植物bの雌花が、枝についた状態で残っている割合

問 3 植物 b の胚の発達が受精直後から始まるとすると、実験 2 の結果から判断して、植物 b の受精の時期としてもっとも適切なものを、つぎのア)～オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) 受粉直後

イ) 受粉後およそ 40 日から 60 日の間

ウ) 受粉後およそ 70 日から 90 日の間

エ) 受粉後およそ 100 日から 120 日の間

オ) 受粉後およそ 130 日から 150 日の間

問 4 実験 2 の結果から、植物 b の胚乳の発達についてわかることは何か、つぎのア)～オ)からもっとも適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) 植物 b の胚乳の発達開始には受粉も受精も必要なく、発達完了は受粉前である。

イ) 植物 b の胚乳の発達開始には受粉も受精も必要なく、発達完了は受粉後である。

ウ) 植物 b の胚乳の発達開始には受粉は必要だが受精は必要なく、発達完了は受精前である。

エ) 植物 b の胚乳の発達開始には受粉は必要だが受精は必要なく、発達完了は受精後である。

オ) 植物 b の胚乳の発達開始には受粉も受精も必要であり、発達完了は受精後である。

問 5 植物 b は受精の際に精子を形成することが知られている。精子を観察するには何月に試料を採集すればよいか、つぎのア)～エ)からもっとも適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) 4 月

イ) 7 月

ウ) 9 月

エ) 11 月

実験 3 植物 c の葉の裏面には多数の胞子のうが形成されていた。植物 c の生活環を調べるために、熟した胞子のうから胞子を採集して、寒天培地にまいて観察を続けた。すると、培地上にハート形をした緑色の植物が生えてきた。この植物の裏面には、単一の細胞からなる 細い毛のようなもののほか、 や が観察された。^② このハート形の植物は、一定の大きさに達すると、それ以上とくに変化が見られなくなった。そこで、この植物に水を十分かけてさらに培養したところ、中央付近から小さな芽がのびてきた。^③

問 6 下線部②を何とよぶか、その名称を記せ。

問 7 文中の , に入る適切な用語を、それぞれ解答欄ア), イ)に記せ。ただし、 と の解答順は問わない。

問 8 下線部③のような変化が生じた理由について、つぎの用語をすべて用いて、75字以内で説明せよ。

用語： 水 精子 卵 受精 胞子体

B 木の幹にゼニゴケのような形をした生物 d がついていたので採集して観察した。たてに薄く切って顕微鏡で断面を観察すると、内部の構造はゼニゴケとはまったく違うことがわかった。表面に近い部分は丸い細胞が集まっていて緑色をしていたが、その下の部分は細長い糸のような④⑤もので構成されていた。生物 d を用いて、つぎの実験 4 を行った。

実験 4 生物 d の下線部④と⑤の部分をつけて、別々に寒天培地上で培養した。下線部④の細胞は、十分な光を当てて培養すると無機栄養塩類だけを入れた寒天培地で増殖した。しかし、下線部⑤の細胞は、無機栄養塩類だけを入れた寒天培地では光を当てても成長しなかった。そこで培地に糖類を加えて培養したところ、明るさに関係なくゆっくりと成長した。それぞれは単独で培養しても、細胞の色や形がそのまま独立に生き続けることができたことから、自然状態では一体となって生育している生物 d は、2種類の生物からなるものであることがわかった。

問 9 下線部④を構成する生物にもっとも近縁な生物を、ア)～カ)から1つ選び、記号で答えよ。

ア) アサクサノリ イ) クロレラ ウ) ハネケイソウ
エ) ミドリムシ オ) ヤコウチュウ カ) ワカメ

問10 下線部⑤を構成する生物にもっとも近縁な生物を、ア)～カ)から1つ選び、記号で答えよ。

ア) アカパンカビ イ) クモノスカビ ウ) シャジクモ
エ) ヒカゲノカズラ オ) ミズカビ カ) ムラサキホコリカビ

問11 実験 4 の結果だけから、下線部⑤を構成する生物は、下線部④を構成する生物が行うどのような反応に由来する、どのような物質を受け取って生育していると考えられるか、50字以内で説明せよ。

IV つぎのA～Cの文を読んで問1～8に答えよ。

A 植物の種子の発芽には、光、温度、水、酸素濃度などの環境条件に加えて、種子自身の休眠も関係している。東北地方のある畑では、作物X種が栽培されており、その畑の作物X種の群落の周囲には、雑草Y種が多く生えている。作物X種、雑草Y種ともに日当たりのよいところでよく生育・開花し、秋には種子が熟して地上に落下する。地上に落下する直前に採取した作物X種と雑草Y種の種子を使って、実験1と2を行った。

実験1 湿らせたろ紙の上に、作物X種と雑草Y種の種子をまいて、つぎの処理a～fのいずれかを行った。すべての処理は25℃に保って行った。1週間後の種子の発芽率は図1のとおりであった。

処理a 暗黒下に1週間置いた。

処理b 赤色光下に30分間置いたのち、暗黒下に1週間置いた。

処理c 遠赤色光下に30分間置いたのち、暗黒下に1週間置いた。

処理d 赤色光下に30分間、つづいて遠赤色光下に30分間置いたのち、暗黒下に1週間置いた。

処理e 遠赤色光下に30分間、つづいて赤色光下に30分間置いたのち、暗黒下に1週間置いた。

処理f 赤色光下に30分間、つづいて遠赤色光下に30分間、さらにつづいて赤色光下に30分間置いたのち、暗黒下に1週間置いた。

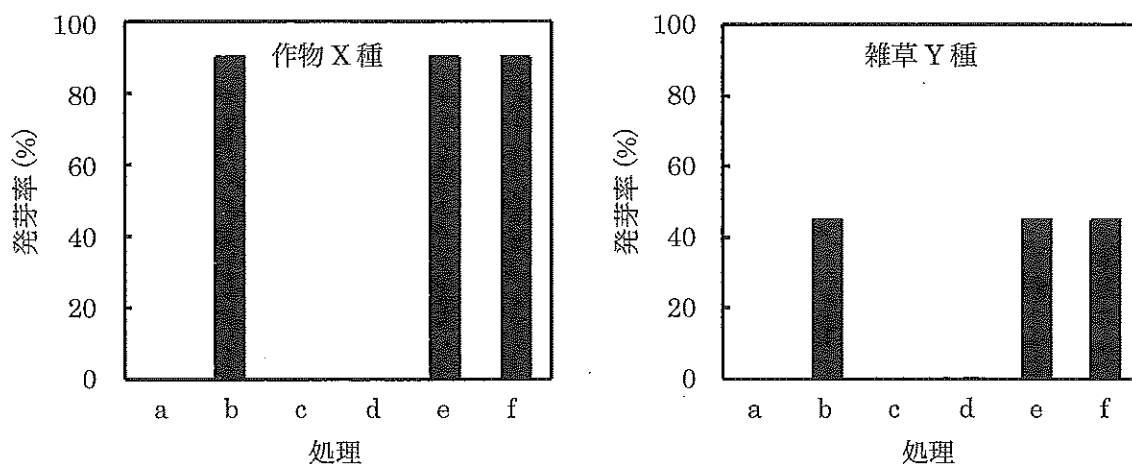


図1 作物X種と雑草Y種の種子の発芽率

問 1 光が種子の発芽に及ぼす効果について、実験 1 の結果から判断して適切な記述を、つぎの
ア)～シ)からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) 赤色光は種子の発芽を促進する。
- イ) 赤色光は種子の発芽を促進しない。
- ウ) 赤色光は種子の発芽を促進するかどうかわからない。
- エ) 遠赤色光は種子の発芽を促進する。
- オ) 遠赤色光は種子の発芽を促進しない。
- カ) 遠赤色光は種子の発芽を促進するかどうかわからない。
- キ) 赤色光は遠赤色光の効果を打ち消す。
- ク) 赤色光は遠赤色光の効果を打ち消さない。
- ケ) 赤色光は遠赤色光の効果を打ち消すかどうかわからない。
- コ) 遠赤色光は赤色光の効果を打ち消す。
- サ) 遠赤色光は赤色光の効果を打ち消さない。
- シ) 遠赤色光は赤色光の効果を打ち消すかどうかわからない。

実験 2 湿らせたろ紙の上に、作物 X 種と雑草 Y 種の種子をまいて、5℃の低温、暗黒下に
10 日間置いた(低温処理)。つづいて 25℃、赤色光下に 30 分間置いたのち、25℃、暗黒下
に 1 週間置いたところ、いずれの種も 90% の種子が発芽した。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果だけから判断すると、低温処理は雑草 Y 種の種子の発芽に対してど
のような効果をもつと考えられるか。つぎの用語をすべて用いて 75 字以内で記せ。

用語： 赤色光 低温処理 発芽率

B 植物ホルモンのひとつであるジベレリンが種子の発芽にどのように関係しているかを調べるために、地上に落下する直前に採取した作物 X 種と雑草 Y 種の種子を用い、実験 3～5 を行った。

実験 3 ジベレリンを添加した水で湿らせたろ紙の上に、作物 X 種と雑草 Y 種の種子をまいて、25℃、暗黒下に 1 週間置いたところ、いずれの種も 90% の種子が発芽した。

実験 4 ジベレリン合成阻害剤を添加した水で湿らせたろ紙の上に、作物 X 種と雑草 Y 種の種子をまいて、25℃、赤色光下に 30 分間置いたのち、25℃、暗黒下に 1 週間置いたが、いずれの種も種子の発芽はみられなかった。

実験 5 ジベレリン合成阻害剤を添加した水で湿らせたろ紙の上に、作物 X 種と雑草 Y 種の種子をまいて、5℃の低温、暗黒下に 10 日間置いた。つづいて 25℃、赤色光下に 30 分間置いたのち、25℃、暗黒下に 1 週間置いたが、いずれの種も種子の発芽はみられなかった。

問 3 実験 1～5 の結果から、ジベレリンは作物 X 種と雑草 Y 種の種子の発芽に対してどのような作用をもつと考えられるか。つぎのア)～エ)から適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) ジベレリンは、作物 X 種と雑草 Y 種の種子の発芽を促進する。

イ) ジベレリンは、作物 X 種と雑草 Y 種の種子の発芽を抑制する。

ウ) ジベレリンは、作物 X 種と雑草 Y 種の種子の発芽を促進も抑制もしない。

エ) 実験結果だけでは、作物 X 種と雑草 Y 種の種子の発芽に対するジベレリンの働きはわからない。

問 4 実験 1～5 の結果だけから判断すると、赤色光と低温処理は、作物 X 種と雑草 Y 種の種子におけるジベレリン合成に対して、どのような効果をもつと考えられるか、100 字以内で記せ。

問 5 ジベレリンと、もうひとつの植物ホルモンであるアブシシン酸の、種子発芽以外での作用として適切なものを、つぎのア)~カ)から1つずつ選び、ジベレリンについては解答欄(i)に、アブシシン酸については解答欄(ii)に、それぞれ記号で答えよ。

- ア) 果実の成熟を促進する。
- イ) 孔辺細胞の膨圧を下げる。
- ウ) 離層の形成を抑制する。
- エ) 不定芽の形成を促進する。
- オ) 側芽の成長を抑制する。
- カ) 茎の伸長成長を促進する。

C 作物X種の畑の土壤中に雑草Y種の種子は含まれているが、作物X種の群落内でそれらが発芽することはない。そこで、作物X種の群落外と群落内(図2-(あ))における各波長の光の強さを調べたところ、図2-(い)のとおりであった。

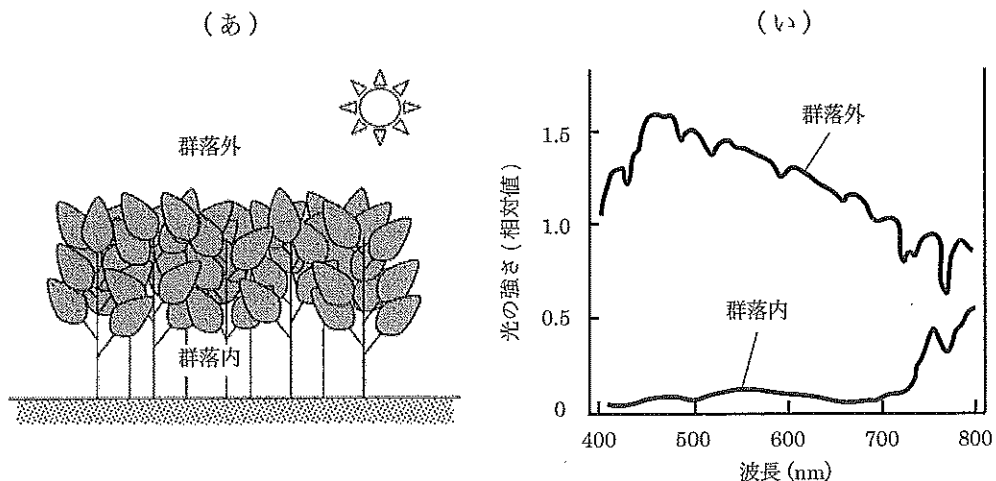


図2 作物X種の群落外と群落内(あ)における各波長の光の強さ(い)

問 6 作物X種の群落内外の光環境について適切に述べたものを、つぎのア)~カ)からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) 群落内には、光合成に必要な青色光と赤色光の大部分が到達する。
- イ) 群落内には、光合成に必要な青色光と赤色光はわずかしに到達しない。
- ウ) 群落外では、赤色光より遠赤色光のほうが強い。
- エ) 群落外では、遠赤色光より赤色光のほうが強い。
- オ) 群落内では、赤色光より遠赤色光のほうが強い。
- カ) 群落内では、遠赤色光より赤色光のほうが強い。

問 7 下線部において、雑草 Y 種の種子が作物 X 種の群落内で発芽しない理由を、50 字以内で記せ。

問 8 下線部において、作物 X 種の群落内では、土壤中に雑草 Y 種の種子があっても発芽しないことは、雑草 Y 種の生き残りにとってどのような利点があると考えられるか、75 字以内で記せ。