

(2018年度)

1 生物問題 (90分)

(この問題冊子は23ページ、6問である。)

受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで、問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に、試験監督者から指示があったら、解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し、所定の欄に氏名を記入すること。次に、解答用紙の右側のミシン目にそって、きれいに折り曲げてから、受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し、机上に置くこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら、この問題冊子が、上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は、HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能、計算機能、辞書機能やスマートウォッチなどのウェアラブル端末を使用してはならない。
5. 解答は、解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで、そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき、マーク欄からはみ出したり、白い部分を残したり、文字や番号、○や×をつけたりしてはならない。また、マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 訂正する場合は、消しゴムでていねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり、破ったりしてはならない。
9. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子、計算用紙は必ず持ち帰ること。

- 1 以下の問1～問7についてa)～e)のうちから正しいものを全て選べ。ただし、正しいものがない場合はf欄にマークせよ。

問1 卵割について

- a) 等黄卵の卵割は全割であるが、端黄卵の卵割は常に部分割である。
- b) 卵割ではG₁期やG₂期を経ないことが多いため、通常の体細胞分裂に比べて細胞周期が速く回る。
- c) 初期の卵割では、卵割が進むごとに割球は小さくなっていく。
- d) 初期の卵割では同調分裂が行われる。
- e) 卵割は卵黄の多い部分で起こりやすい。

問2 C₄植物とCAM植物について

- a) C₄植物とCAM植物はどちらもカルビン・ベンソン回路以外に、二酸化炭素を固定する別のしくみを持つ。
- b) C₄植物では、維管束鞘細胞で作られたC₄化合物が葉肉細胞に送られる。
- c) CAM植物ではC₄化合物は昼間に合成される。
- d) C₄植物がC₄化合物を合成する酵素反応は、カルビン・ベンソン回路に比べると高濃度の二酸化炭素を必要とする。
- e) CAM植物では、合成されたC₄化合物は葉緑体に蓄えられていて、カルビン・ベンソン回路に二酸化炭素を供給する。

問3 ヒトの肝臓の構造と働きについて

- a) 肝臓に供給される酸素は主に肝門脈を通過して流入する。
- b) 肝小葉の中心に肝門脈がある。
- c) グルカゴンが作用すると、肝臓においてグリコーゲンのグルコースへの分解が促進される。
- d) アンモニアから作られた尿素は胆細管を経て胆汁中に排出される。
- e) 肝細胞は血液中に含まれるヘモグロビンを合成する。

問4 自然免疫について

- a) NK(ナチュラルキラー)細胞は、細菌が体内に侵入すると侵入した場所に集まり、直接細菌を取り込んで処理する。
- b) 炎症が起こると、単球などの白血球がその部位に集まり、自然免疫が促進される。
- c) 樹状細胞は、ウイルスなどに感染した細胞を見分けて攻撃し、排除する。
- d) マクロファージの細胞表面には、細菌のべん毛などを認識して結合するToll様受容体が存在する。
- e) 化膿(かのう)は、炎症が起きた場所に集まる好中球の働きが不十分な時に起きる。

問5 受動輸送と能動輸送について

- a) イオンチャネルにはイオンを受動輸送するものしかない。
- b) 活動電位の後期には、 K^+ が細胞外へ受動輸送される。
- c) シナプスの標的細胞の膜では、神経伝達物質が細胞内へ能動輸送される。
- d) 軸索の膜は Na^+ を細胞外へ受動輸送する。
- e) 筋細胞のZ膜は Ca^{2+} を筋細胞内へ受動輸送する。

問6 真核細胞の核の構造について

- a) 核小体は、RNAと脂質からなる。
- b) 核小体は、細胞分裂の過程で赤道面に並ぶ。
- c) 核の内部には、1個～数個の中心体が存在する。
- d) 核膜の一部は、小胞体の膜とつながっている。
- e) 核膜は、細胞分裂の過程で消失と形成の両方を受ける。

問7 カエルの発生について

- a) 尾芽胚の腸管の内側表面の細胞は、胞胚の胞胚腔の内側表面の細胞の一部に由来する。
- b) 尾芽胚の腹側表皮の細胞は、胞胚の植物極の細胞の一部に由来する。
- c) 尾芽胚の神経管の内側表面の細胞は、原腸胚の原腸の内側表面の細胞の一部に由来する。
- d) 成体の肺の内側表面の細胞は、神経胚の腸管の内側表面の細胞の一部に由来する。
- e) 成体の消化管の結合組織は、神経胚の体節の一部に由来する。

2

植物の構造に関する次の文章1と文章2を読み、以下の問8～問16に答えよ。

文章1 種子植物の体は根、茎、葉の3つの器官からなり、これらは頂端分裂組織⁽¹⁾(茎頂分裂組織と根端分裂組織)における活発な細胞分裂がもとになり形成される。茎ではさらに、伸長成長と肥大成長⁽²⁾の2つの成長様式が器官分化後の発達を制御している。どちらも植物ホルモンの作用を受けて調節されている。肥大成長の場合、組織レベルでは形成層⁽³⁾が関わっていることが知られる。

問8 下線部(1)について、頂端分裂組織が形成される場所として適切なものをa)～e)のうちから全て選べ。

- a) 主根 b) 子葉 c) 側芽 d) 側根 e) 花卉

問9 下線部(2)について、肥大成長を促進する作用を持つ植物ホルモンとして最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) アブシシン酸 b) エチレン c) ジベレリン
d) ジャスモン酸 e) フロリゲン

問10 下線部(3)について、形成層の細胞分裂能力の記述として適切なものをa)とb)のうちから1つ選べ。

- a) 細胞分裂能力が高い。 b) 細胞分裂能力はほとんどない。

問11 下線部(3)について、形成層の細胞分化状態の記述として適切なものをa)とb)のうちから1つ選べ。

- a) 分化した細胞からなる。 b) 未分化な細胞からなる。

問12 下線部(3)について、形成層の植物組織中の分布に関する記述として適切なものをa)とb)のうちから1つ選べ。

- a) 篩部と木部の間にある。 b) 篩部と木部を囲んでいる。

文章2 図1は種子植物の根の先端部の縦断切片を模式的に描いたものである。

ア とよばれる組織は根の成長に重要な役割を持ち、その1つは
(4) 19世紀にツイーシールスキーの実験によって示された。ツイーシールスキーは、マメ科植物を用いて、ア を切除した根はある機能を失う
ことを見出した。後にその機能はア の細胞内に存在するアミロプラ
ラストによって調節されることが示唆された。⁽⁵⁾
⁽⁶⁾ 実際、アミロプラスト形成が異常になった突然変異体では、その機能が損なわれていた。

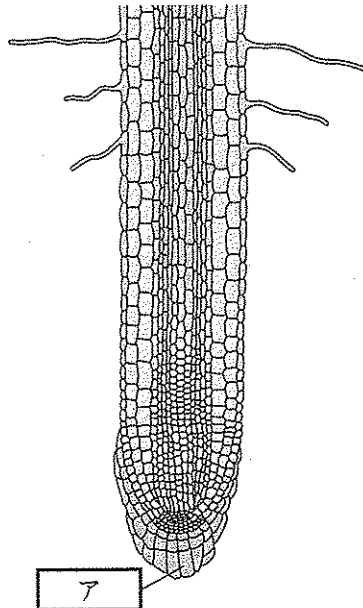


図1 根の先端部の構造

(テイツ, ザイガー, 植物生理学, 培風館, 2004年, 360頁より改変)

問13 ア にあてはまる語として最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) 根端分裂組織 b) 根冠 c) 伸長帯 d) 成熟帯 e) 側根

問14 下線部(4)について、成長する根においてこの組織の細胞では、どのような現象がみられるか。適切なものを a) ~ e) のうちから全て選べ。

- a) 細胞が維管束の一部に分化する。
- b) 細胞が根毛を生じる。
- c) 細胞が脱分化する。
- d) 細胞が粘液を分泌する。
- e) 細胞がはがれおちる。

問15 下線部(5)について、失われる機能として最も適切なものを a) ~ e) のうちから1つ選べ。

- a) 根毛の形成能力
- b) 重力刺激の感知能力
- c) 水分の感知能力
- d) 側根の形成能力
- e) 養分の吸収能力

問16 下線部(6)について、推定されているアミロプラストの役割として最も適切なものを a) ~ e) のうちから1つ選べ。

- a) オーキシンの作用を阻害する。
- b) オーキシンの移動の方向を決める。
- c) オーキシンを合成する。
- d) オーキシンを貯蔵する。
- e) オーキシンを分解する。

3 バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、以下の問 17～問 21 に答えよ。

文章 DNA は の電荷を帯びているため、電気泳動を行うと 側に向かって移動する。ある生物の DNA 上にある 8100 塩基対(以降 bp と記す)からなる領域 X の中には 800 bp の遺伝子 A と 1100 bp の遺伝子 B が含まれている。遺伝子 A と遺伝子 B の全長を PCR 法で増幅した後、電気泳動を行うと、 の方が移動度が大きかった。

遺伝子 A と遺伝子 B の全長を PCR 法で増幅後、それぞれを制限酵素 C または制限酵素 D、または両方で処理したのち、電気泳動を行った。その結果、遺伝子 A の場合、制限酵素 C で処理した後には 400 bp のバンドが 1 本、制限酵素 D で処理した後には 800 bp のバンドが 1 本観察された。遺伝子 B の場合、制限酵素 C で処理しても、制限酵素 D で処理しても、ともに 400 bp と 700 bp の 2 本のバンドが観察されたが、両方で同時に処理すると 700 bp のバンドは検出されなかった。

次に領域 X を切り出したものを制限酵素 C で処理すると 900 bp, 2000 bp, 2300 bp, 2900 bp のバンドが観察された。制限酵素 D で処理すると 1000 bp, 2000 bp, 2100 bp, 3000 bp のバンドが観察された。両方で同時に処理すると 300 bp, 700 bp, 900 bp, 1200 bp, 1300 bp, 1700 bp, 2000 bp のバンドが観察された。表 1 は得られた DNA 断片の大きさをまとめたもので、それぞれに断片 C1～断片 CD7 と名前をつけてある。

表1：切り出した領域Xを制限酵素で処理したときに得られるDNA断片の大きさと名前

制限酵素Cで処理	制限酵素Dで処理	両方で処理
900 bp ----- 断片 C1	1000 bp ----- 断片 D1	300 bp ----- 断片 CD1
2000 bp ----- 断片 C2	2000 bp ----- 断片 D2	700 bp ----- 断片 CD2
2300 bp ----- 断片 C3	2100 bp ----- 断片 D3	900 bp ----- 断片 CD3
2900 bp ----- 断片 C4	3000 bp ----- 断片 D4	1200 bp ----- 断片 CD4
		1300 bp ----- 断片 CD5
		1700 bp ----- 断片 CD6
		2000 bp ----- 断片 CD7

問17 文章中の ア ～ ウ にあてはまる語の組み合わせとして正しいものを a) ～ h) のうちから1つ選べ。

- | | ア | | イ | | ウ |
|----|---|---|---|---|---|
| a) | 正 | - | 陰極 | - | 遺伝子A |
| b) | 正 | - | 陰極 | - | 遺伝子B |
| c) | 正 | - | 陽極 | - | 遺伝子A |
| d) | 正 | - | 陽極 | - | 遺伝子B |
| e) | 負 | - | 陰極 | - | 遺伝子A |
| f) | 負 | - | 陰極 | - | 遺伝子B |
| g) | 負 | - | 陽極 | - | 遺伝子A |
| h) | 負 | - | 陽極 | - | 遺伝子B |

問18 切り出した領域Xを制限酵素Cで処理したもの(断片C1～断片C4の混合物)、または、制限酵素Dで処理したもの(断片D1～断片D4の混合物)を鑄型に用いて、PCR法で遺伝子Aと遺伝子Bの全長の増幅を試みた。制限酵素Cで処理したもの、および制限酵素Dで処理したもののそれぞれについて、増幅の結果として適切なものをa)～d)のうちから1つずつ選べ。

エ : 制限酵素Cで処理したもの

オ : 制限酵素Dで処理したもの

- a) 遺伝子Aと遺伝子Bのどちらも増幅された。
- b) 遺伝子Aのみ増幅された。
- c) 遺伝子Bのみ増幅された。
- d) 遺伝子Aと遺伝子Bのどちらも増幅されなかった。

問19 下の カ ~ ケ に記述されているDNA断片として適切なものを、それぞれa)～g)のうちから全て選べ。

カ : 断片C1を制限酵素Dで処理した時に得られる断片

キ : 断片C4を制限酵素Dで処理した時に得られる断片

ク : 断片C1の隣に位置する断片

ケ : 断片C4の隣に位置する断片

- a) 断片CD1 b) 断片CD2 c) 断片CD3 d) 断片CD4
- e) 断片CD5 f) 断片CD6 g) 断片CD7

問20 遺伝子Bの全長またはその一部が含まれる断片をa)～h)のうちから全て選べ。

- a) 断片C1 b) 断片C2 c) 断片C3 d) 断片C4
- e) 断片D1 f) 断片D2 g) 断片D3 h) 断片D4

問21 断片 CD4 に遺伝子 A の全長または一部が含まれていた場合、遺伝子 A と遺伝子 B の間の距離は何 bp か。下の四角にあてはまる数字をマークせよ。ただし空欄となる四角には 0 をマークせよ。

千の位 百の位
 00 bp

4 ヒトの感覚器に関する文章1と文章2を読み、以下の問22～問28に答えよ。

文章1 図1はヒトの眼球の水平断面を上から描いたものである。図中のAは盲斑を、Bは黄斑を、また、CはBを中心としてAの点対称となる網膜上の位置を示している。ヒトの眼はカメラにたとえられる。カメラが被写体の明るさに応じて絞りや撮影感度を調節するように、眼も明るさに合わせた調節を行う。暗いところから明るいところへ移動すると瞳孔が縮小する。この反射の中樞は **ア** にあり、いくつかのシナプス結合を経て神経繊維の先端が瞳孔括約筋に対して **イ** を放出し、それを **ウ** させる。逆に明るいところから暗いところへ移動すると、瞳孔が開くとともに、視細胞では暗順応が起きる。暗順応は主に **エ** 中で視物質である **オ** が蓄積することによって起きる。

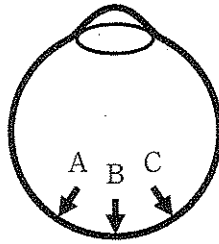


図1

問22 図1のA～Cに関する記述として適切なものをそれぞれa)～d)のうちから全て選べ。

- a) この場所では、視神経繊維が網膜を内側から外側に向かって貫いている。
- b) この場所には視細胞がない。
- c) この場所では、色を識別する能力が他の2か所に比べて高い。
- d) この場所では、光を検出する感度が他の2か所に比べて高い。

問23 文章1の にあてはまる部位として適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- a) 大脳 b) 間脳 c) 中脳 d) 小脳 e) 延髄 f) 脊髄

問24 文章1の と にあてはまる語の組み合わせとして適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- | | |
|-------------|----|
| a) アセチルコリン | 収縮 |
| b) アセチルコリン | 弛緩 |
| c) アドレナリン | 収縮 |
| d) アドレナリン | 弛緩 |
| e) ノルアドレナリン | 収縮 |
| f) ノルアドレナリン | 弛緩 |

問25 文章1の と にあてはまる語の組み合わせとして適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- | | |
|---------|-------|
| a) 桿体細胞 | オプシン |
| b) 桿体細胞 | レチナール |
| c) 桿体細胞 | ロドプシン |
| d) 錐体細胞 | オプシン |
| e) 錐体細胞 | レチナール |
| f) 錐体細胞 | ロドプシン |

文章2 自然界にある音は複雑な波形を持っているが、それを複数の周波数(振動数)成分に分解することができる。たとえば、図2のDの音の波形はEとFの成分に分解できる。ヒトの耳が音を聞くと、聴覚器にある聴細胞がそれぞれの位置によって決まった周波数の音に反応し、聴神経が活動電位を発生する。すなわち、音の高低は刺激される聴細胞の位置の違いとして、音の強弱は聴細胞が受ける刺激の強さとして受容される。図3はヒトの聴覚器であるうずまき管の断面の模式図である。

いま、図3のG～Iに存在する聴神経に電極をあて、様々な周波数の音を与えた時に発生する活動電位を記録する実験を行った。5000ヘルツ(1秒間に5000回の振動)の音を与えた時にはHにおいてよく活動電位が発生した。次に、図2のDの音を聞かせたところ、G～Iのうちの2か所で活動電位がよく発生するようになった。カで発生する活動電位はキで発生する活動電位に比べてク。

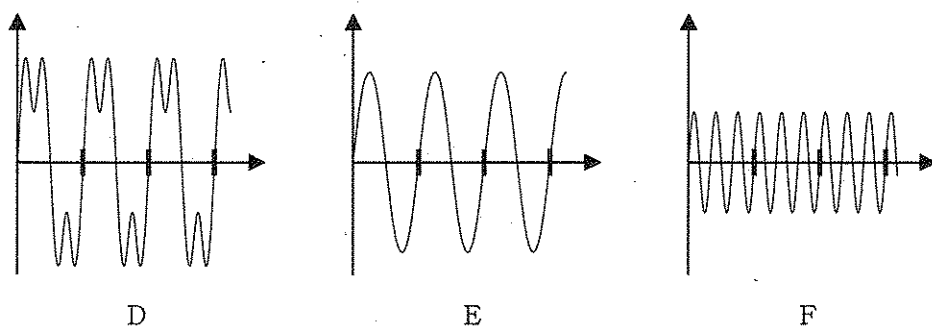


図2 縦軸は振幅を、横軸は時間を表し、横軸の太い目盛りの間隔は0.2ミリ秒である。

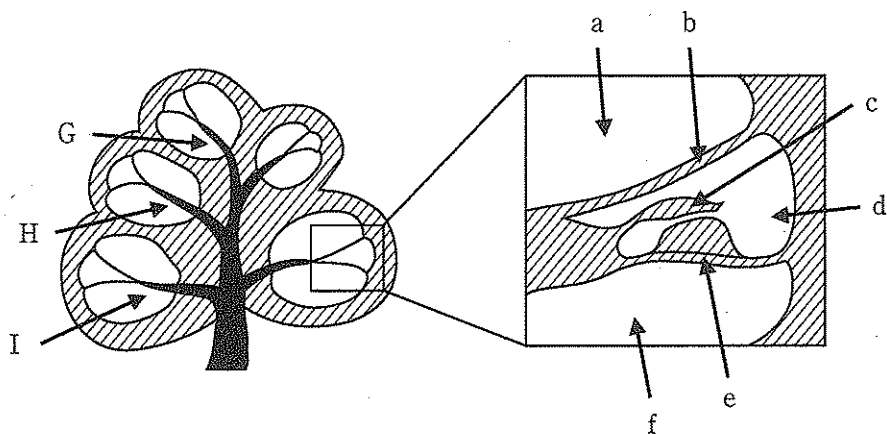


図3 左の図の一部を右に拡大してある。

問26 文章2の と にあてはまる場所を並べたものとして適切なものをa)～c)のうちから1つ選べ。

- | | <input type="text" value="カ"/> | <input type="text" value="キ"/> |
|----|--------------------------------|--------------------------------|
| a) | G | H |
| b) | G | I |
| c) | H | I |

問27 文章2の にあてはまる語句として最も適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。ただし、 と の順番は問26で選んだ通りであるとする。

- a) 振幅が大きかった。
- b) 振幅が小さかった。
- c) 頻度が高かった。
- d) 頻度が低かった。
- e) 持続時間が長かった。
- f) 持続時間が短かった。

問28 うずまき細管および基底膜を示す適切な矢印を，それぞれ図3のa～fの

うちから1つずつ選べ。

うずまき細管：

基底膜：

5 酵素に関する文章1と文章2を読み、以下の問29～問34に答えよ。

文章1 生体内の化学反応は酵素の働きによって行われている。基質(S)は酵素(E)の作用を受けて生成物(P)となる。図1は酵素反応の進行を示している。酵素の反応速度は基質濃度の影響を受ける。一定量の酵素を用いて、基質濃度を変えて反応速度を測定すると、基質濃度が十分に高い時に反応速度は最大値に達する。



図1

問29 図1の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ウ}}$ にあてはまる語句として最も適切なものを、それぞれa)～h)のうちから1つずつ選べ。

- a) E b) P c) S d) E + P
e) E + S f) P + S g) EとSの複合体 h) PとSの複合体

問30 多くの化合物は、化学反応により別の化合物に変わる時には、エネルギーの高い状態を乗り越える必要がある。図2は酵素がある場合と無い場合の化学反応にともなうエネルギーの変化を描いたものである。酵素がある場合の活性化エネルギーを示した両矢印として適切なものをa～fのうちから1つ選べ。

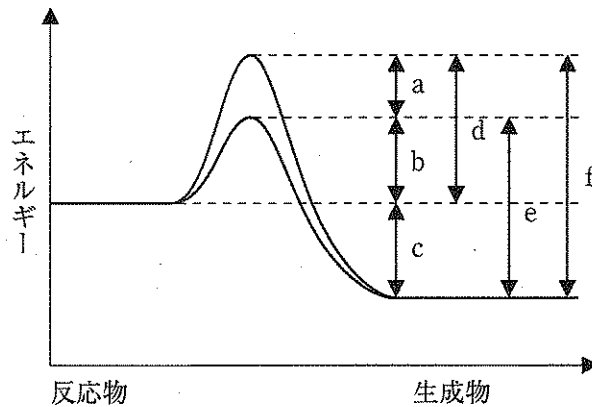
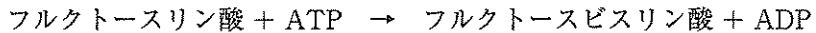


図2

問31 ある酵素では、一定量の酵素を用いて反応速度を測定すると、基質濃度が十分に高い時に反応速度が最大値 y に達した。反応速度が $0.5y$ になる時の基質濃度を x とする。酵素量を2倍にすると反応速度の最大値が $2y$ になるが、その時、反応速度が最大値の半分、すなわち y になる基質濃度として最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) $0.5x$ b) x c) $2x$ d) $4x$ e) $8x$

文章2 ホスホフルクトキナーゼは解糖系を構成する酵素の1つであり、解糖系の制御に重大な役割をはたしている。この酵素は次の化学反応を触媒する。



生成物のADPの一部は、さらに別の酵素反応によってリン酸が1つ少ないAMPに変化する。

筋肉の細胞では、解糖系の主な役割は運動に必要なATPを供給することである。そのため、運動している時には筋肉の細胞中の解糖系の反応が盛んに進行し、運動していない時には反応が低下する。⁽¹⁾ホスホフルクトキナーゼはこの調節に関与している。ホスホフルクトキナーゼが解糖系の制御に関与するのは、この酵素の 部位に、ある化合物が結合する⁽²⁾と酵素の立体構造が変化して、その結果、 部位に基質が結合しやすくなったり、逆に結合しにくくなったりするからである。

問32 と にあてはまる語を、それぞれa)～d)のうちから1つずつ選べ。

- a) アロステリック b) 活性 c) 中心 d) フィードバック

問33 下線部(1)で、運動している時には運動していない時に比べて、筋肉の細胞内のATPとAMPの量にどのような変化が生じるか。ATP量とAMP量に関する記述として最も適切なものをa)～d)のうちから1つ選べ。

- a) ATP量は減少し、AMP量も減少する。
- b) ATP量は減少し、AMP量は増加する。
- c) ATP量は増加し、AMP量も増加する。
- d) ATP量は増加し、AMP量は減少する。

問34 下線部(2)の化合物としてATPとAMPが知られている。これらの化合物は、運動している時としていない時の筋肉の細胞内の濃度に依存してホスホフルクトキナーゼの酵素活性を制御する。ATPとAMPがそれぞれホスホフルクトキナーゼに対してどのような効果を発揮すると考えられるか。最も適切なものをa)～d)のうちから1つ選べ。

- a) ATPの濃度が高まっても、AMPの濃度が高まっても、どちらも酵素の働きを促進する。
- b) ATPの濃度が高まると酵素の働きを促進し、AMPの濃度が高まると酵素の働きを抑制する。
- c) ATPの濃度が高まると酵素の働きを抑制し、AMPの濃度が高まると酵素の働きを促進する。
- d) ATPの濃度が高まっても、AMPの濃度が高まっても、どちらも酵素の働きを抑制する。

6 植物の遺伝に関する次の文章を読み、以下の問 35～問 40 に答えよ。

文章 イネのアルビノ変異体 a は、葉緑体の光合成能が損なわれており、成長が途中で止まり花を形成することができない。しかし図 1 のように、野生型 A を台木として接ぎ木をすると、光合成の結果生じた有機物が台木の葉から穂木の成長点などに運ばれ、花を形成した後、自家受精により正常な種子を作る。この接ぎ木個体と野生型 A を交配すると、 F_1 は正常に生育し、 F_2 世代では正常な表現型の個体とアルビノ表現型の個体が 3 : 1 の割合で現れる。いま、接ぎ木個体と野生型 A との F_1 を花粉供与側として、接ぎ木個体との交配実験を行った。この交配で得られた F_1 をさらに栽培し、花を形成したものについて自家受精により F_2 種子を得た。

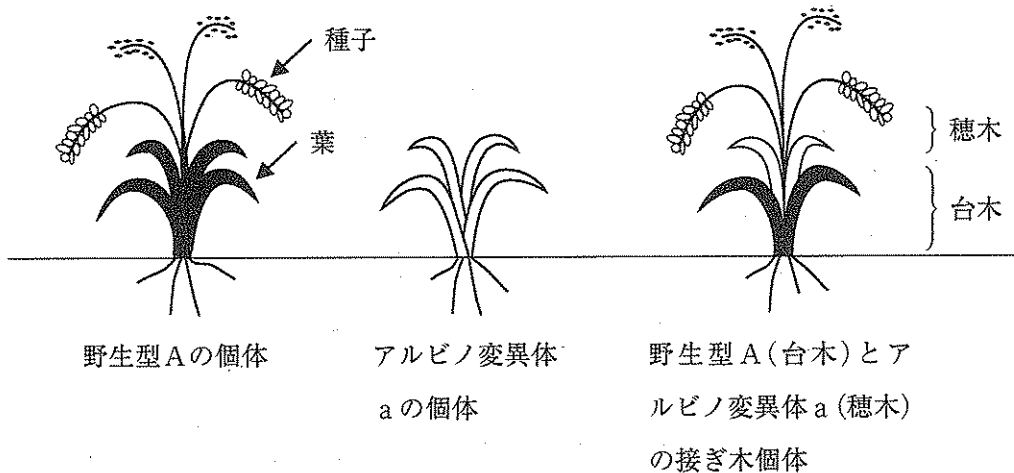


図 1

問35 下線部(1)について、植物体内で運ばれる有機物として最も適切なものを

a) ~ e) のうちから 1 つ選べ。

- a) グルコース b) スクロース c) デンプン
d) フルクトース e) ラクトース

問36 下線部(1)について、このような植物体内の物質移動のことを何というか。
適切な語を a) ~ e) のうちから1つ選べ。

- a) かん流 b) 極性移動 c) 置換 d) 転座 e) 転流

問37 下線部(2)について、イネの胚のうは複数種の細胞から構成され、それらの一部は種子の完成までに退化、消失する。下の ~ にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。ただし、9を超える場合は9をマークせよ。

胚のうを構成する細胞の種類の数…

1つの胚のうを構成する細胞の数…

種子の完成までに退化、消失する胚のうの細胞の種類の数…

1つの種子の完成までに退化、消失する胚のうの細胞の数…

問38 下線部(3)について、この交配によって得られた種子(F_1 種子)を多数集めて胚乳のDNAを抽出した。DNAを分析したところ、遺伝子Aと遺伝子aの存在比はどうなったか。下の と にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。ただし、9を超える場合は9を、また、どちらかの遺伝子が存在しない場合は存在する方に1、存在しない方に0をマークせよ。

遺伝子A : 遺伝子a = :

問39 下線部(4)について、 F_1 における正常な表現型とアルビノ表現型の個体の割合はどうなったか。下の と にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。ただし、9を超える場合は9を、また、どちらかの個体が存在しない場合は存在する方に1、存在しない方に0をマークせよ。

正常な表現型 : アルビノ表現型 = :

問40 下線部(5)について、 F_2 種子の1つ1つを胚と胚乳に分離し、DNA を分析した。その結果、胚および胚乳で遺伝子Aのみが検出された種子は全種子のうちどのくらいの割合になったか。下の と にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。ただし、9を超える場合は9を、また、そのような種子が存在しない場合は0をマークせよ。

胚で遺伝子Aのみが検出された種子 … 分の1

胚乳で遺伝子Aのみが検出された種子… 分の1

