

生 物

注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまでこの冊子は開かないこと。
2. この冊子は11ページである。
3. 問題については、次のとおり解答すること。
 - ① 新教育課程履修者(高等学校または中等教育学校後期課程に平成24年4月
に入学又は進級し、平成27年3月卒業見込みの者)は、**1** から **3** 及び
4-1 を解答すること(**4-2** は解答しないこと)。
 - ② 旧教育課程履修者(上記以外の者)は、**1** から **3** を解答するほか、
4-1 と **4-2** のいずれか1問を選択解答すること(**4-1** と
4-2 の両方を解答しないこと)。
 - ③ **4-1** 又は **4-2** で解答しない解答用紙は、持ち帰ること。
4. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板に掲示又は板書してある問題冊子ペー
ジ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配付された数と合っているか確認
し、もし数が合わない場合は手を高く挙げて申し出ること。次に、解答用紙をミシ
ン目に沿って落ちていて丁寧に別々に切り離し、学部名・受験番号・氏名を必ずす
べての解答用紙の指定された箇所に記入するほか、**4-1** の解答用紙(その4)、
4-2 の解答用紙(その5)にはあなたが新・旧教育課程履修者のどちらなのか
を記入してから、解答を始めること。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。

新教育課程履修者・旧教育課程履修者用問題

1 ~ 3

1 以下の文章を読んで問1～問6に答えなさい。

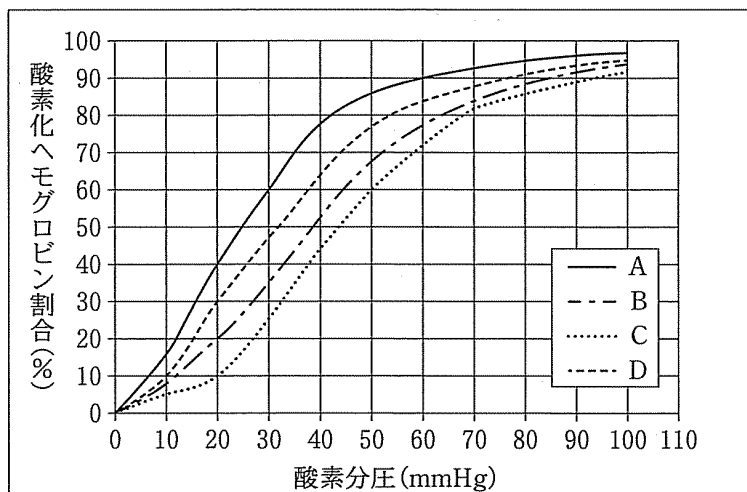
圧力を測る方法の一つとして細いガラス管内の水銀(Hg)の高さで表す水銀柱という単位があり、1気圧は760 mmHgとなる。混合気体の圧力は、気体の各成分の圧力の和となる。この各気体成分の圧力を分圧と呼ぶ。たとえば、空気を酸素：窒素＝1：4の混合気体とすると、1気圧の空気中の酸素分圧は152 mmHg、窒素分圧は608 mmHgとなる。同様に液体に溶けている混合気体の圧力も、分圧として表される。

激しい運動をすると(ア)の作用で心臓の拍動は促進され、循環する血液量が増える。このとき消費される酸素量はどのくらい増加するだろうか。

下の図は、ヒトの血液の酸素化ヘモグロビンのヘモグロビン全体に対する割合(%)と酸素分圧(mmHg)の関係を示したグラフ(酸素解離曲線と呼ばれる)である。曲線は二酸化炭素濃度によって異なったものとなる。Aは二酸化炭素分圧40 mmHgでの、Bは二酸化炭素分圧70 mmHgでの変化を示している。

安静時および運動時ともに、動脈血では酸素分圧は100 mmHgで酸素化ヘモグロビンの割合は98%、二酸化炭素分圧40 mmHgとする。静脈血では安静時の酸素分圧20 mmHg、二酸化炭素分圧70 mmHgとする。

1gヘモグロビンの量は血液1リットル中に100g存在し、1gのヘモグロビンが完全に酸素と結合したときには1.5ミリリットルの酸素と結合できる。これらは安静時、運動時でも変化しないものとする。



問 1 安静時に 1g のヘモグロビンで右心室から肺を経て、左心室から末梢の筋肉等へ運ばれた酸素量は何ミリリットルか。計算式を示して答えなさい。

問 2 安静時に心拍出量(心臓が 1 分間に送る血液量)が 5 リットル/分の人では組織で消費された酸素量は毎分何ミリリットルか。計算式を示して答えなさい。

問 3 この人が運動をすると心拍出量が 5 倍に増加した。このとき血液の酸素解離曲線が安静時と変化がないものとするとき組織で消費される酸素量は毎分何ミリリットルか。計算式を示して答えなさい。

問 4 実際には運動している筋肉では二酸化炭素の分圧が(イ)、さらに筋肉で解糖が盛んになって(ウ)が蓄積して pH が(エ)と考えられるので、グラフは(オ)に移動すると予測できる。このときの血液の酸素解離曲線を C あるいは D として示す。

文中の(ア)から(オ)に当てはまる言葉を以下の語群より選んで、それぞれのアルファベットを解答欄に記入しなさい。

※ (ア)は、前ページ問題文中にある。

(ア) A : 知覚神経, B : 運動神経, C : 交感神経, D : 甲状腺ホルモン

(イ) A : 上昇し, B : 低下し

(ウ) A : グリコーゲン, B : ガラクトース, C : フルクトース, D : 乳酸

(エ) A : 上昇する, B : 低下する

(オ) A : 右方向, B : 左方向

問 5 運動時に予測される解離曲線は C, D のいずれか答えなさい。

問 6 問 5 で選択した運動時の血液の酸素解離曲線を用いて、この人の運動時に消費される酸素量は毎分何ミリリットルか。計算式を示して答えなさい。

2 以下の文章を読んで問1～問5に答えなさい。

バイオテクノロジーの一技術である遺伝子組換え技術は動物、植物、微生物に適用可能な技術として実用化されており、様々な遺伝子組換え生物が作成され商業的に利用されている。例えば、大腸菌にヒトの遺伝子を組み込んだプラスミド^(a)を導入して、インスリンやヒト成長ホルモンの生産が実用化されている。植物の^(b)遺伝子組換えでは、有用遺伝子を植物のゲノム^(c)中に挿入する技術が確立されており、除草剤を散布しても枯れない性質(除草剤耐性)^(d)を付与されたトウモロコシやナタネなどがアメリカを中心に広く栽培されている。

問1 下線部(a)に関して、プラスミドの持つ特徴を1つ挙げなさい。

問2 下線部(b)に関して、植物の遺伝子組換えでは、植物病原菌であるアグロバクテリウムから植物に対する病原性を取り除いたものがよく利用されている。植物の遺伝子組換えに重要な、アグロバクテリウムの特性を、次の用語を使って50字以内で説明しなさい。

アグロバクテリウム、 プラスミド、 植物のゲノム

問3 下線部(c)について正しいものを1つ選び、番号で答えなさい。

- ① ヒトは約1000万個の遺伝子をゲノム上に持っているとは推定されている。
- ② ゲノムDNAは主に二本鎖で二重らせん構造であるため、二本鎖全体で塩基数を数えた場合アデニンの数とチミンの数はほぼ等しい。
- ③ 1つの種の中に存在する個体間で同じ遺伝子の配列を比較した場合、個体間で塩基配列に違いは存在しないことが知られている。
- ④ ヒト、ショウジョウバエ、酵母、大腸菌では全ゲノムDNAの塩基配列数に大きな違いはない。
- ⑤ ゲノムDNAの遺伝情報はまずmRNAに翻訳され次にmRNAからタンパク質に転写される。

問 4 下線部(d)に関して、以下の問に答えなさい。

- (1) 除草剤耐性遺伝子を問 2 に例示した利用法を使って植物に導入する実験を行った。その結果、植物のゲノム中の 1 箇所に除草剤耐性遺伝子が挿入された植物体が出来た。次に、この植物体を自家受粉して多数の種を採取しその種を撒いて子孫の集団を育成した。その集団に除草剤を撒いた場合、除草剤耐性個体と非耐性個体は理論的に何対何の割合で存在すると考えられるか。なお、除草剤耐性の性質は優性に遺伝する。
- (2) (1)と同様の実験を行い、今度は植物のゲノム中の 2 箇所に除草剤耐性遺伝子が挿入された植物体が出来た。この場合、自家受粉したその子供の世代では、除草剤耐性個体と非耐性個体は理論的に何対何の割合で存在すると考えられるか。なお、2 つの除草剤耐性遺伝子は相同染色体ではない異なる独立した 2 つの染色体に挿入されているとする。また、除草剤耐性の性質は優性に遺伝し、ゲノム中に複数存在してもお互いに干渉して耐性能力が変化することはないものとする。

問 5 バイオテクノロジーに関して下記の文章の中から間違っているものを 1 つ選び、番号で答えなさい。

- ① オペロンとは遺伝情報を持つ遺伝子群とそのオペレーター、プロモーターをまとめたものである。
- ② 多糖を分解するセルラーゼなどの酵素で、細胞壁を取り除いた植物細胞をプロトプラストと呼ぶ。
- ③ インスリンを大腸菌で合成させる際、大腸菌に導入するインスリン遺伝子はイントロンを除いたものでなければならない。
- ④ プラスミドに遺伝子を組み込む際、プラスミド DNA の切断は DNA リガーゼで行う。
- ⑤ 一般に PCR 法(ポリメラーゼ連鎖反応法)に用いられる DNA ポリメラーゼは高温耐性を持つものである。

3

以下の文章を読んで問1～問5に答えなさい。

アメリカ合衆国西部のカリフォルニア州には、世界一の樹木が3種ある。1つ目は、幹の体積で測った場合に世界一大きい樹木、ジャイアントセコイアである。最大個体の幹基部直径は11 m、高さは83 mある。2つ目は世界一高い樹木^(a)レッドウッドである。一番高い個体の高さは115 mである。3つ目は世界一長寿の樹木イガゴヨウマツ^(b)である。年輪が数えられた個体のうち、最高齢は4862^(c)年である。

以上の3種は州内の異なる場所に生育している。カリフォルニア州中部の地形を見ると、太平洋岸から東の内陸側に向かって、海岸山脈、中央盆地、シエラネバダ山脈、オーウェン盆地、ホワイト山脈が位置する。カリフォルニア州はおおむね地中海性気候だが、年降水量と年平均気温は海岸からの距離と地形によって変化する。植物群落の(ア)に基づき分類されるバイオーム(生物群系)も変化する。多雨地域では、世界全体ではふつう亜寒帯に出現する(イ)が成立するのが、特異な点である。

標高1000～2000 m程度の海岸山脈では、太平洋から水蒸気が供給されるため降水量が多い。この山脈の(イ)にレッドウッドが生育する。標高200 m以下の中央盆地では、海岸山脈の風下のため降水量は少なく、自然植生は温帯性の草原(ウ)である。シエラネバダ山脈の西斜面中腹では再び降水量が増加し、標高500～1350 mには常緑カシ類が優占する(エ)が広がるが、標高1350～2250 mの範囲では(イ)となり、ジャイアントセコイアが生育する。シエラネバダ山脈の最高峰はホイットニー山(標高4418 m)であり、アラスカ州を除くとアメリカ合衆国で一番高い山である。シエラネバダ山脈では、山頂部は樹木のない(オ)となっているが、気候が原因とは限らず、かつて存在した氷河により土壌が失われたため、(カ)の過程にあるのかもしれない。このように、標高により異なったバイオームが分布することを(キ)と言う。シエラネバダ山脈の東斜面からオーウェン盆地(標高約1500 m)にかけて降水量は再び低下し、(ウ)や(ク)となる。ホワイト山脈(最高峰の標高は4344 m)はネバダ州との州境に位置し、標高2000 m以上から(イ)となり、標高3000 m以上に

イガゴヨウマツが出現する。

カリフォルニアの世界一の3種の樹木はいずれも裸子植物であり、維管束を持つ点は(ケ)や(コ)と共通し、種子を作る点は(コ)と共通する。裸子植物の胚珠は子房に完全に(サ)、維管束の木部は(シ)が主である。

問1 文章中の(ア)~(シ)に適する語句を次の語群から1つずつ選び、番号で答えなさい。

【語群】

- | | | | |
|---------|--------|--------|--------|
| ① 砂漠 | ② 道管 | ③ 相観 | ④ 優占種 |
| ⑤ 表徴種 | ⑥ 高山帯 | ⑦ 仮道管 | ⑧ 包まれ |
| ⑨ は包まれず | ⑩ 照葉樹林 | ⑪ 夏緑樹林 | ⑫ 硬葉樹林 |
| ⑬ 針葉樹林 | ⑭ 雨緑樹林 | ⑮ 垂直分布 | ⑯ 水平分布 |
| ⑰ 階層構造 | ⑱ 亜高山帯 | ⑲ 一次遷移 | ⑳ 二次遷移 |
| ㉑ 被子植物 | ㉒ シダ植物 | ㉓ コケ植物 | ㉔ サバンナ |
| ㉕ ツンドラ | ㉖ ステップ | | |

問2 下線部(a)のように樹木の幹は肥大成長することができる。樹木の肥大成長に最も関連する語句を、下記の語群から3つ選び番号で答えなさい。

【語群】

- | | | | |
|--------|---------|--------|------|
| ① 分裂組織 | ② 結合組織 | ③ 形成層 | ④ 茎頂 |
| ⑤ 根端 | ⑥ 体細胞分裂 | ⑦ 減数分裂 | |

問 3 下線部(b)のように樹木は高く成長することができるが、そのためには根から吸収した水分を植物体内を通して100 m以上も輸送する必要がある。根から吸収した水の植物体内での輸送に最も関連する語句を、下記の語群から3つ選び番号で答えなさい。

【語群】

- ① 液 胞 ② 根 圧 ③ 蒸 散 ④ 光合成
⑤ 道 管 ⑥ 師 管 ⑦ 膨圧運動

問 4 下線部(c)に関連して、イガゴヨウマツは理想的な条件では5000年以上も生きることができるとされるが、ほとんどの個体はその前に死んでしまうと考えられる。自然条件でイガゴヨウマツ個体の死亡をもたらす要因として最も重要なものを下記から2つ選び、番号で答えなさい。

- ① 昆虫による幹の食害
② 土壌動物による落葉の分解
③ 他の植物との光をめぐる競争
④ 根粒菌による窒素固定

問 5 樹木は森林生態系においてどのような役割を担っているか、70字以内で説明しなさい。ただし、以下の語群の語句を全て使用すること。

【語群】

光合成 生産者 消費者 分解者 階層構造

新教育課程履修者用問題

4—1

旧教育課程履修者用問題

4—1

4—2

(いずれか1問を選択解答すること。)

以下の文章を読んで問1～問4に答えなさい。

アルビノ(白色とする)のオタマジャクシの小腸の細胞から取り出した核を、紫外線照射で核を不活性にした野生型(黒色とする)の未受精卵へ移植した。このような移植卵はやがて遊泳するオタマジャクシにまで育った。

これは、ガードンによってアフリカツメガエルを用いて行われた実験である。

問1 核移植卵から発生した遊泳する時期のオタマジャクシの細胞の色について、次の①～⑤の中から最もあてはまるものを1つ選び、番号で答えなさい。また、その理由を40字以内で説明しなさい。

- ① 全身が白色。
- ② 全身が黒色。
- ③ 全身が灰色(白と黒の間)。
- ④ 小腸の細胞は白色、ほかの細胞は黒色。
- ⑤ 小腸の細胞は黒色、ほかの細胞は白色。

問2 野生型とアルビノ、二種類のアフリカツメガエルを実験に用いた理由を60字以内で説明しなさい。

問3 ガードンは、他の時期由来の細胞の核でも、同様の実験を行った。移植に使う核を取り出す時期を次の①～⑤にした場合、遊泳するオタマジャクシにまで発生する率が最も高くなるのはどれか。一つ選び、番号で答えなさい。またその理由を80字以内で説明しなさい。

- ① 尾芽胚 ② 原腸胚 ③ 神経胚
- ④ 胞 胚 ⑤ 変態したカエル

問4 問3で起こるような現象を何と呼ぶか、漢字8文字で答えなさい。

【注意】 新教育課程履修者は解答しないこと。

4—2

以下の文章を読んで問1～問4に答えなさい。

〔実験1〕 1884年、ルーはカエルの2細胞期胚に熱した針を使って片方の細胞（割球）を焼き殺す、という実験を行った。この胚を育てたところ、神経板、脊索、腸管が半分のみ、発生がやや進んだ不完全な胚（半胚）が得られた。

〔実験2〕 その後ドリーシュの実験で、ウニの2細胞期、4細胞期の胚の割球を分離して飼育した結果、どの割球からも小さいが完全な個体が得られた。さらに2個の卵を融合して巨大な幼生が得られることも示された。

問1 実験1の結果から、カエルの第1卵割の方向は、正常に発生した胚から見るとどの方向になると考えられるか、次の①～⑤の中から選び、番号で答えなさい。

- ① 胚の体と第1卵割の方向は無関係
- ② 胚の体を頭と尾に分ける方向
- ③ 胚の体を左右に分ける方向
- ④ 胚の体を背と腹に分ける方向
- ⑤ 焼き殺した細胞がどちらの割球かによって変わる

問2 実験1の結果から、カエル胚の発生運命についてどのようなことが考えられるか、40字以内で説明しなさい。

問3 実験2の結果から、ウニ胚の発生運命についてどのようなことが考えられるか、40字以内で説明しなさい。

問4 ウニの8細胞期の胚を動物極側と植物極側に二分した場合、それぞれどのように発生するか、その理由を交えて100字以内で説明しなさい。