

# 生 物

## 注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. この冊子は表紙を除いて14ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板に掲示また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、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してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに横書きで記入すること。マス目のある記述問題は句読点も文字数に含まれる。

1 細胞の環境応答と増殖に関する次の説明文を読み、以下の問1～問4に答えなさい。

真核生物の細胞は、環境変化に対応して、細胞の増殖や細胞死、分化、細胞接着や運動、代謝機能の変化などのさまざまな反応(環境応答)を行う。この過程は、情報(シグナル)を発信する細胞から受け手側(標的細胞)への細胞間の情報伝達により調節されている。情報を発信する細胞で生産され、標的細胞に到達するのが副腎皮質ホルモンのような脂溶性ホルモンである場合は、ホルモン自体が細胞内に入って情報伝達を引き起こすが、情報を発信する細胞で生産される細胞外シグナル分子が親水性である場合は、<sup>(a)</sup>脂溶性ホルモンとは異なる過程を経て標的細胞の多様な応答が起こる。

細胞内でシグナルを伝達する分子を細胞内シグナル分子といい、複数が連動してシグナル伝達を行うことが多い。細胞内シグナル伝達の結果として、細胞の運動、遺伝子発現や分泌、代謝の変化などが引き起こされ、環境の変化に応答する。細胞内シグナル分子はシグナル伝達を活性化/不活性化するスイッチの役割を有しており、スイッチを制御する仕組みとしては、細胞内シグナル分子内の特定のアミノ酸残基(チロシン、セリン、トレオニン)のリン酸化や、特定の分子との複合体形成や複合体の解消、(ア)による標的遺伝子産物の増加や減少、タンパク質の急速な分解(不安定化)や安定化、特定の分子の切断などがあげられる。

細胞内シグナルの制御を受ける細胞応答の例として、増殖(細胞分裂)について述べる。細胞は、増殖のシグナルを受けると、細胞周期とよばれる複雑な過程で染色体などの細胞の構成成分を倍に増やしてから、2つに分裂するという事を繰り返す。細胞周期はM期と、それ以外のG<sub>1</sub>期、G<sub>2</sub>期、(イ)からなる(ウ)から構成されている。(ウ)の細胞内では、遺伝子の転写とそれに続くタンパク質合成およびDNAの複製が行われている。増殖のシグナルが無い時は、(イ)に入るために必要な転写因子E2Fに非リン酸化型のRbタンパク質が結合して、E2Fの作用を抑制しているため、細胞周期は(イ)に進まない。細胞周期が(イ)へ進むときは、細胞周期と連動して増減するサイクリンと名付けられたタンパク質ファミリーが、タンパク質をリン酸化する酵素ファミリー

(CDKファミリー)と結合して、これを活性化する。活性化したサイクリン-CDK複合体には、Rbタンパク質をリン酸化するものがある。その結果、Rbタンパク質は、立体構造が変化して転写因子 E2Fと複合体を形成できなくなる。

細胞周期の制御機構は、増殖因子のシグナルだけではなく、DNA損傷の監視と修復のためのシグナルとも連動している。増殖促進因子のシグナルが作動している時に偶然に、DNAに損傷(変異や欠失等)が起こることがある。損傷したゲノムDNAをそのまま複製すると、ゲノムに変異が蓄積するので、細胞周期をいったん止めて、DNA損傷の修復をする必要がある。そこで、DNAに損傷が起こると、p53タンパク質がリン酸化されて、安定化して量が増え、p21の遺伝子発現を促進する。p21の遺伝子産物は、サイクリン-CDK複合体に結合して、その活性を抑制する。同時に、DNA修復機構が作動してDNA損傷を修復する。DNA損傷が重大で修復が不可能な場合には、p21以外にもp53によって発現が  
(b) 誘導される分子があり、その作用によって、ある種の細胞死が積極的に誘導され  
る。 ヒトの「がん」の細胞では、p53やRb遺伝子に機能がなくなる変異が検出  
(c) されることも多い。

問 1 文章中の(ア)～(ウ)に当てはまる最も適切な生物学用語を答えなさい。

問 2 下線部(a)に関して次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

(1) 親水性細胞外シグナル分子が標的細胞の応答を引き起こすために必須の真核細胞の構造名を、以下から1つ選んで答えなさい。また、その特徴を30字以内で答えなさい。

細胞膜, ミトコンドリア, ゴルジ体, 核膜

(2) 親水性細胞外シグナル分子と直接結合する標的細胞側の分子(タンパク質)は何か。5字以内の用語で答えなさい。

(3) 前問2つを踏まえて、下線部(a)で、親水性細胞外シグナル分子が標的細胞の環境応答を起こす仕組みを120字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(b)でおこる細胞死の名称を答えなさい。また、その特徴を50字以内で説明しなさい。

問 4 説明文全体を読み取って、下線部(c)に記載されているp53タンパク質の機能が消失した「がん」細胞では、正常な細胞と比較して、遺伝子変異(p53やRb以外の遺伝子について)や細胞周期、増殖(あるいは細胞死)の制御に関してどのような変化が起こっていると考えられるかを、「サイクリン-CDK複合体」, 「E2F」という用語を含めて200字以内で説明しなさい。

試験問題は次に続く。

2

次の文章を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

遺伝子組換え体を作製するためには、外部から遺伝子を導入し発現させる必要がある。大腸菌に対して小型の環状 DNA である(ア)に目的の遺伝子を挿入し、これを大腸菌へ導入する方法がよく用いられる。(ア)に目的の遺伝子を挿入するためには、もとになる DNA を PCR 法によって増幅した後、電気泳動<sup>(A)</sup>によって増幅を確認し、加工する必要がある。また、(ア)は発現させる目的の遺伝子だけでなく、さまざまな構成要素を含んでいる。その例として、RNA ポリメラーゼが結合する領域である(イ)、複製起点などがある。また、薬剤耐性遺伝子、オワンクラゲから発見された蛍光物質である(ウ)の遺伝子を挿入する場合もある。通常、完成した(ア)は、大腸菌などの細菌に取り込ませて複製させる。このように、目的の遺伝子断片を単離して増幅させることを(エ)という。薬剤耐性遺伝子や(ウ)は、目的の(ア)を取り込んだ大腸菌を判別するためのマーカー遺伝子として用いられる。大腸菌から抽出された(ア)の塩基配列は、サンガー法(ジデオキシ法)によって確かめることができる。

問 1 1958 年にクリックが提唱した、遺伝情報は一方向に流れるという概念の名称を答えなさい。

問 2 (ア)～(エ)に当てはまる生物学用語を答えなさい。

問 3 下線部(A)や DNA の複製に関して、次の(1)～(4)の働きをする酵素の名称を答えなさい。

- (1) 特定の塩基配列を酵素が直接認識して DNA を切断する。
- (2) DNA 断片の末端同士を連結する。
- (3) 1 本鎖の DNA から相補的な DNA を合成する。
- (4) DNA の二重らせん構造をほどく。

問 4 PCR 法や電気泳動法に関する次の(1)~(5)の記述のうち、適切なものをすべて選びなさい。

- (1) PCR 法によって DNA の任意の領域を増幅できる。
- (2) PCR 法にはプライマーが必須である。
- (3) 通常、RNA は PCR 法の鋳型として利用できない。
- (4) 電気泳動法は、DNA 断片が負に荷電することを利用している。
- (5) 電気泳動によって、長い DNA 断片ほど速く移動する。

問 5 【注意事項】をよく読んだ上で、サンガー法(ジデオキシ法)によって目的の DNA 断片の塩基配列を明らかにする原理について、次の用語をすべて使い、解答用紙の文章に続けて 100 字以内で説明しなさい。

用語：ジデオキシヌクレオチド、電気泳動、標識

**【注意事項】**

- ジデオキシヌクレオチドとは、DNA 合成において伸長反応を止めるヌクレオチドである。
- ジデオキシヌクレオチドには、塩基ごとに異なる標識が付けられている。
- 「5′末端」または「3′末端」もしくはその両方の語句を用いて、検出時の DNA の方向性に言及すること。
- 反応液内にジデオキシヌクレオチドとデオキシヌクレオチドを混在させている理由を説明すること。

3

次の植物ホルモンに関する文章を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

植物ホルモンは、植物の体内で合成され、微量で植物の成長や発達を調節する働きをする物質である。植物ホルモンの一種である(ア)は、細胞の成長を調節し、光屈性、重力屈性、発根に関与する。(イ)は、細胞壁のセルロースの繊維の合成方向を制御し、細胞の縦方向への成長に関与する。(ウ)は、休眠の誘導や発芽を抑制する作用がある。植物ホルモンのなかでもエチレンは、果実の成熟や落葉・落果を促進し、細胞の横方向への成長にも関与する。エチレンの作用を調べるため、次のような実験を行った。

### 実験1

ある植物αの果実において、エチレンは下の図1のような過程を経て合成される。



図1 植物αの果実におけるエチレン合成の模式図

エチレン前駆体 X は、酵素 A の働きによってエチレン前駆体 Y に変換される。エチレン前駆体 Y は酵素 B の働きによってエチレンに変換される。酵素 A は遺伝子 A によって、酵素 B は遺伝子 B によってそれぞれコードされている。植物 α では、遺伝子 A の突然変異によって酵素 A の機能が低下した変異体 A と、遺伝子 B の突然変異によって酵素 B の機能が低下した変異体 B が見出されている。この変異体 A, B, 及び野生型で、植物体の果実をエチレンで処理した場合と無処理の場合での成熟の違いを調査した。また、これらの植物体内でのエチレンの合成量も調査した。なお、エチレン処理時に植物 α の果実が吸収するエチレン量は、野生型の果実が合成するエチレン量とほぼ同じであるとする。

問 1 文章中の(ア)～(ウ)に当てはまる最も適切な植物ホルモン名を答えなさい。

問 2 下の表 1 は**実験 1**の結果をまとめたものである。表 1 の空欄に適切と考えられる語句を、表 1 の下に記した 1～5 から選んで、その番号を解答欄の表に書きなさい。ただし、同じ語句の番号を複数箇所に記載しても良く、すべての語句の番号を記載する必要はないものとする。

表 1 植物  $\alpha$  の野生型個体と、植物  $\alpha$  で見出された変異体 A 及び B でのエチレン合成量と、植物体の果実をエチレンで処理した場合と無処理の場合での成熟の違い

	エチレン処理無し	エチレン処理あり	エチレン合成量
野生型	正常な成熟	早期成熟	正常な合成量
変異体 A	成熟遅延		
変異体 B	成熟遅延		

1. 成熟遅延
2. 正常な成熟
3. 正常な合成量
4. 合成量が野生型より少ない
5. 合成量が野生型より多い

問 3 変異体 A と変異体 B を交配してできた種子から成長した植物体(F<sub>1</sub>)は、すべて果実が正常な成熟を示した。これは遺伝子 A 及び B では、変異型の遺伝子が潜性であり、F<sub>1</sub> では、顕性の正常遺伝子と潜性の変異遺伝子がヘテロになっていると考えられる。その F<sub>1</sub> 個体どうしを交配して得た F<sub>2</sub> 世代の集団では、果実が正常な成熟を示す個体と成熟遅延を示す個体は、どのような割合で出現すると考えられるだろうか。遺伝子 A と B の両方が正常に機能しないと、正常な成熟を示さないことに留意しながら、下記の例のように解答欄の空欄に適切な数字を書きなさい。ただし、植物 α には、遺伝子 A 及び遺伝子 B と同じ機能を有する遺伝子は、それぞれ遺伝子 A 及び遺伝子 B 以外には存在しない。さらに、遺伝子 A と遺伝子 B は異なる染色体上に存在するものとする。

例 成熟遅延：正常な成熟 = 

11
----

 : 

10
----

問 4 イネやオオムギの発芽に関して、次の 4 つの問いに答えなさい。

- (1) 発芽の条件が整うと胚から分泌される植物ホルモン名を答えなさい。
- (2) (1)の植物ホルモンが主に作用する種子内の組織を答えなさい。
- (3) (2)の組織で、(1)の植物ホルモンによって、酵素であるアミラーゼの発現が誘導されるが、このアミラーゼが主に働く種子内の場所を答えなさい。
- (4) アミラーゼの発芽における役割を 40 字以内で説明しなさい。

問 5 頂芽優勢は、植物ホルモンの作用によって起こることが知られており、茎の先端の成長が側芽の成長を抑制する現象である。植物ホルモンがどのように作用して頂芽優勢が起こるのかを、次の語句の中から適切なものを選んで使用し、40 字以内で説明しなさい。

頂芽，側芽，根，茎，葉，花器官，果実，合成，合成阻害，エチレン，オーキシシン，アブシシン酸，ジベレリン，下方，側方，上方，移動，植物体外に放出，成長，抑制，促進

4

次の文章 1，文章 2 を読み，以下の問 1～7 に答えなさい。

文章 1

地球上に存在した初期の生物には，環境中の有機物を取り入れて利用する（ア）生物と，細胞内で無機物から有機物を合成できる（イ）生物がいたと考えられる。（イ）生物としては，まず化学合成をする（ウ）が出現し，ついで光合成細菌が出現したと考えられている。<sup>①</sup>初期の光合成細菌は，水ではなく<sup>②</sup>（エ）などを利用していただけ存在しておらず，酸素は発生しなかった。

水を分解して酸素を発生する酸素発生型光合成を最初におこなったのは，約 27 億年前に出現したシアノバクテリアという微生物だったと考えられている。<sup>③</sup>

問 1 文章中の（ア）～（エ）に当てはまる用語を次から選び，記号を記入しなさい。

- |          |              |         |
|----------|--------------|---------|
| A. 独立栄養  | B. 大腸菌       | C. 従属栄養 |
| D. 二酸化炭素 | E. アグロバクテリウム | F. 硫化水素 |
| G. 真核生物  | H. メタン       | I. 原核生物 |

問 2 下線部①に関して，化学合成をおこなう細菌の説明として適切なものを，次の 1～5 から 1 つ選びなさい。

1. このグループには硝化細菌は含まれない。
2. このグループにはメタン生成菌が含まれる。
3. 光が届かない環境では生育できない。
4. 酸素のない嫌気条件下で大腸菌を培養すると，化学合成をおこなう代謝に切り替わる。
5. 無機物を酸化して得たエネルギーを使って二酸化炭素から有機物を合成している。

問 3 下線部②を説明した次の 1～5 のうち、適切なものをすべて選びなさい。

ただし、ここでの光合成細菌にはシアノバクテリアは含めないものとする。

1. 光合成色素としてバクテリオクロフィルを持っている。
2. 光が強いほど増殖速度が大きくなる。
3. 光合成細菌は現在の地球上には存在しない。
4. 緑色硫黄細菌は光化学系 I に似た光化学系を持つ。
5. 紅色硫黄細菌はシアノバクテリアと同様の光化学系を持っている。

問 4 下線部③に関して、シアノバクテリアの誕生がその後の生物の進化にどのような影響を及ぼしたと考えられるか、25 字以内で答えよ。

文章 2

水槽で熱帯魚を飼育した際の飼育水中の窒素化合物の濃度を測定した。飼育条件は、水温は 25℃に保ち、餌は十分に与えた。また溶存酸素濃度は常に飽和していた。この時の窒素化合物の測定結果を図 1 に示した。

熱帯魚の排泄物に含まれる(ア)が蓄積することで、飼育水中の濃度が上昇するが、やがて(ア)を酸化する細菌群が④増殖することで濃度は低下する。代わりに(イ)の濃度が上昇するが、酸素が十分存在する環境下ではさらに(イ)も酸化され、(ウ)の濃度が上昇する。

なお、図は飼育を開始した初日からの濃度変化を表している。

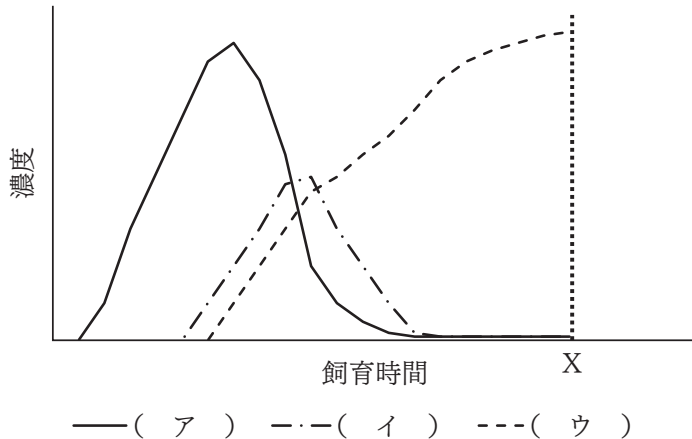


図 1 熱帯魚飼育中の水中の窒素化合物濃度の変化

問 5 文中および図中の(ア)～(ウ)の窒素化合物は何か、次の選択肢から選んで記号を書きなさい。

- A. 尿素            B. アンモニア            C. 尿酸  
D. 亜硝酸            E. 硝酸

問 6 下線部④の細菌群を何と呼ぶか書きなさい。

問 7 飼育時間が X に達したとき(図 1), 酸素供給を止めた。その後どのような水質の変化がみられるか, 次の 1～5 のうち, もっとも適切なものを選び, 数字を記入しなさい。

1. ( ア ) の濃度が上昇する。
2. ( イ ) の濃度が上昇する。
3. ( ウ ) の濃度が上昇する。
4. ( ア ), ( イ ) の濃度が上昇する。
5. ( ア ), ( イ ), ( ウ ) のいずれの濃度も上昇する。



(裏)

令和8年度個別テスト等

## 問題訂正等用紙

科目名〔 生物 〕

No.〔 ① 〕

■問題冊子に訂正があります。

□解答用紙に訂正があります。

□補足説明があります。

11頁 下から7行目

(誤) . . . には硝化細菌は含まれない。

(正) . . . には硫黄細菌は含まれない。