

# 生 物

**第1問** 生物の進化に関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

原始地球の環境下において、様々な化学的変化の段階的な蓄積により①生命が誕生したと考えられている。生物の成立以後の進化については、系統関係として理解できる。地球上に②最初に出現した生物は原核の単細胞生物であり、様々な真核生物や多細胞生物は系統的な進化の過程で生じたと考えられる。

**問1** 下線部①の生命の起源に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **1**

- a 複雑な有機物が分解され、無機物が生成されることを化学進化という。
- b 膜が形成され、物質の移動が制限されることで代謝を秩序的に行うことが可能となった。
- c 原始の生命体における自己複製は、タンパク質が触媒としてはたらき、新たなタンパク質をつくり出すことから始まった。
- d 熱水噴出孔のような環境や、雷や紫外線などのエネルギーによる化学反応により始原生物が形成された。
- e 現在も地球上の様々な環境において、条件が整った場合には化学進化を介して新たな細胞が出現している。

**問2** 下線部②に関して、原核生物と真核生物の出現に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **2**

- a 原核細胞が他の原核細胞内へ共生し、核が形成された。
- b 酸素濃度の上昇により、光合成細菌のシアノバクテリアが出現した。
- c オゾン層が形成され、複雑な生体膜を形成する真核生物が誕生した。
- d シアノバクテリアが原始的な真核細胞内へ共生し、葉緑体が形成された。
- e 嫌気性細菌が好気性細菌内へ共生し、ミトコンドリアが形成された。

**問3** 下線部②に関して，原核生物・真核生物・単細胞生物・多細胞生物に関する記述として，正しいのはどれか。次の **a**～**e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **3**

- a** 単細胞生物は，すべて原核生物である。
- b** 原核生物は，すべて単細胞生物である。
- c** 真核生物は，すべて多細胞生物である。
- d** 原核生物は，ウイルスもしくはバクテリアである。
- e** 多細胞生物は，すべて三胚葉を形成して発生する。

**第2問** バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

バイオテクノロジーは、①核酸の分子構造についての理解により発展した。近年猛威を振るった新型コロナウイルスの検出に用いられた②PCR法（ポリメラーゼ連鎖反応法）も、そのような技術の一例である。③遺伝子やタンパク質を機能解析する技術は、生物学的な意義だけでなく、医療や食糧生産へ応用できる技術として極めて重要である。

**問1** 下線部①の核酸を扱う技術に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **4**

- a 制限酵素は、遺伝子の発現を制限する酵素である。
- b 核酸は負の電荷をもつため、電気泳動により陽極へ向かって移動する。
- c 除核した未受精卵へ体細胞から取り出した核を挿入することを遺伝子導入とよぶ。
- d DNAの塩基配列決定法では、DNA合成の材料を特殊なヌクレオチドへ置き換えて伸長反応を促進する。
- e ベクターとして用いられるプラスミドは、真核細胞に存在する環状の小さなDNAである。

**問2** 下線部②のPCR法で、DNA断片を増幅する際に必要な物質の組み合わせはどれか。下のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **5**

- (1) DNAの断片を結合するDNAリガーゼ
  - (2) 増幅したい部分を含んだ鋳型となるDNA
  - (3) 好熱菌に由来する耐熱性のDNAポリメラーゼ
  - (4) 増幅したい部分を挟むように設計した2種類のRNAプライマー
  - (5) 合成されるヌクレオチド鎖の材料となる4種類のヌクレオチド
- a (1), (2), (3)      b (1), (3), (4)      c (1), (4), (5)  
d (2), (3), (5)      e (2), (4), (5)

**問3** 下線部③の遺伝子やタンパク質の機能を解析する技術に関する記述として、正しいのはどれか。次の **a** ~ **e** のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **6**

- a** ゲノム編集とは、特定の塩基配列を任意に改変する技術である。
- b** ゲノムの遺伝子を改変し、機能を失わせる操作をトランスジェニックとよぶ。
- c** 植物細胞へ遺伝子導入するアグロバクテリウム法では、ウイルスの感染を利用する。
- d** 蛍光色素で標識した抗体を用いることで、生きた細胞内のタンパク質を蛍光観察できる。
- e** 外来遺伝子を導入細胞内でベクターのまま保持させたマウスをノックアウトマウスとよぶ。

**第3問** 呼吸に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

真核細胞は呼吸によりエネルギーを獲得しており、呼吸は **ア**、**イ**、**ウ**、の三つの過程からなる。はじめに **ア** の反応では、1分子のグルコースは2分子の **エ** になり、2分子の ATP が得られる。次に **イ** の反応では、2分子の **エ** が、細胞小器官である **オ** で二酸化炭素と水に分解される。また、**ア** や **イ** の反応では還元力を生じる。**ウ** の反応でこの還元型補酵素を利用することで、**ア**～**ウ** の呼吸全体では1分子のグルコースからおよそ **カ** 分子の ATP が得られる。

**問1** **ア**～**ウ** にあてはまる語句として、正しいのはどれか。次の **a**～**e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>
<b>a</b>	解糖系	クエン酸回路	電子伝達系
<b>b</b>	解糖系	電子伝達系	クエン酸回路
<b>c</b>	クエン酸回路	解糖系	電子伝達系
<b>d</b>	クエン酸回路	電子伝達系	解糖系
<b>e</b>	電子伝達系	解糖系	クエン酸回路

**問2** **イ** の反応に関する記述として、正しいのはどれか。次の **a**～**e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

- a** クエン酸からコハク酸までの反応で炭素数が3個減る。
- b** アセチル CoA とオキサロ酢酸からクエン酸がつくられる。
- c** 葉緑体のストロマで、二酸化炭素から有機物をつくる反応と同じである。
- d** 乳酸菌が、酸素がない状態でグルコースを乳酸に分解する反応と同じ反応を含む。
- e** 酸素の供給が間に合わない場合に、筋細胞でグルコースが分解される反応と同じである。

問3  の化学式として、正しいのはどれか。次の a～e のうちから最も適当なものを一つ選べ。

- a  $C_3H_4O_3$                       b  $C_4H_4O_5$                       c  $C_4H_6O_4$   
d  $C_6H_8O_7$                       e  $C_6H_{12}O_6$

問4 細胞小器官である  に関する記述として、正しいのはどれか。次の a～e のうちから最も適当なものを一つ選べ。

- a 内部に高濃度の分解酵素を含んでいる。  
b 核膜とつながった袋状の構造をしている。  
c 大小2つのサブユニットからなる複合体である。  
d 生体膜に囲まれた袋状の構造が層状に重なった形である。  
e 内膜と外膜の二重の膜があり、内膜はひだをつくっている。

問5  にあてはまる数値として、正しいのはどれか。次の a～e のうちから最も適当なものを一つ選べ。

- a 2～8                              b 16～22                              c 30～38  
d 64～70                              e 96～102

問6 発酵を行わない細菌にグルコースを栄養源として培養したところ、0.64 g の酸素が消費された。発生した二酸化炭素は何 g か。原子量は C=12, O=16, H=1 とする。次の a～e のうちから最も適当なものを一つ選べ。

- a 0.44 g                              b 0.64 g                              c 0.88 g  
d 1.28 g                              e 1.32 g

**第4問** 神経と筋肉の形態と機能に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

ヒトの神経系はニューロン（神経細胞）とグリア細胞などによって構成されている。ニューロンの形態的特徴としては、核のある細胞体とそこから伸びた樹状突起および比較的長い軸索をもっていることが挙げられる。ニューロンの機能的特徴としては、イオンチャネルなどのはたらきにより、興奮することが挙げられる。この興奮は、軸索を介して伝導する。軸索の末端は、他のニューロンや筋肉などと隙間をおいて接続しており、神経伝達物質により興奮を伝達している。これにより興奮した骨格筋は、アクチンとミオシンという特有のタンパク質のはたらきにより収縮する。

**問1** ニューロンとグリア細胞の特徴として、誤っているのはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 **13**

- a グリア細胞は、ニューロンへの栄養分を供給している。
- b 髄鞘は、シュワン細胞が軸索に何重にも巻き付いたものである。
- c 髄鞘と髄鞘の間のくびれは、ランビエ絞輪とよばれる。
- d 髄鞘部は電気抵抗が小さく、ここで活動電位が発生する。
- e 無髄神経繊維は、有髄神経繊維と比べて興奮の伝導速度が遅い。

**問2** 細胞膜内外のイオン濃度とイオンチャネルについて、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **14**

- a ナトリウムチャネルは、静止電位形成時に開いている。
- b 細胞外のカリウムイオン ( $K^+$ ) 濃度は、細胞内の  $K^+$  濃度より高い。
- c 細胞外と細胞内のナトリウムイオン ( $Na^+$ ) 濃度は、ほぼ同じである。
- d 細胞内に流入した  $Na^+$  は、ナトリウムポンプによって細胞外へ運搬される。
- e ニューロンが閾値に達すると、カリウムチャネルが開き、その後ナトリウムチャネルが閉じる。

問3 ニューロンに生じた活動電位について、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **15**

- a 活動電位の大きさは約1ボルト（V）である。
- b 一つの活動電位の持続時間は、約0.1秒である。
- c 活動電位が発生すると、一時的に細胞内電位は正（+）になる。
- d 活動電位は、細胞体に近いほど大きく、細胞体からはなれるほど小さくなる。
- e 閾値を超えると、刺激を強くすればするほど活動電位の値は大きくなる。

問4 シナプスにおける興奮の伝達について、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **16**

- a 神経伝達物質は、シナプス後細胞の受容体と結合する。
- b 興奮は、シナプス後細胞からシナプス前細胞へ伝達される。
- c シナプス前細胞に活動電位が到達すると、神経伝達物質が分解される。
- d 神経伝達物質の放出量にかかわらず、シナプス後電位は一定の大きさである。
- e シナプス後細胞に塩素イオンが流入すると、興奮性シナプス後電位が発生する。

問5 骨格筋の収縮において、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **17**

- a 筋収縮時に、暗帯の長さは長くなる。
- b 筋収縮時に、明帯の長さが短くなる。
- c 筋収縮時に、ミオシンフィラメント自体が短くなる。
- d 筋収縮時に、アクチンフィラメント自体が短くなる。
- e 筋が収縮しても、Z膜からZ膜までの距離は変わらない。

問6 筋収縮時に筋小胞体から放出されたカルシウムイオンが結合するのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **18**

- a アクチン                      b ミオシン                      c トロポニン
- d クレアチン                      e トロポミオシン

第5問 植物ホルモンに関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

バナナは、皮が緑色の未熟の状態で作られて輸入される。緑色のバナナを貯蔵すると、やがて成熟して皮が黄色く変色する。この変化には、バナナから放出される①植物ホルモンであるエチレンの作用が関与している。図1は、貯蔵中のバナナにおける呼吸量と炭水化物量の変化を示している。②貯蔵中にはエチレンの放出量が急増し、果肉の軟化とともに果実に含まれる成分量が変化する。

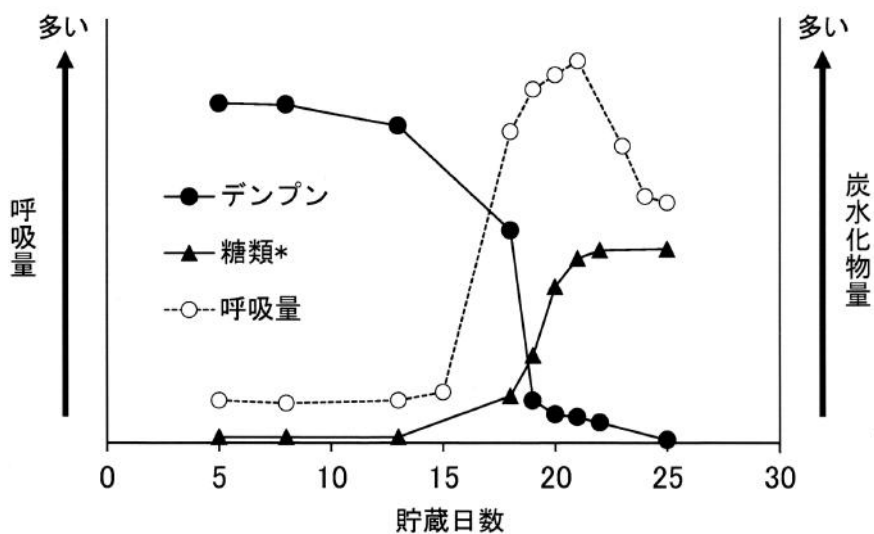


図1 貯蔵（20℃）中のバナナの呼吸量と炭水化物量の変化

\*グルコース、フルクトースおよびスクロースの合計

問1 下線部①について、植物ホルモンとして当てはまらない特徴はどれか。次のa～

eのうちから一つ選べ。 19

- a 濃度に応じた作用をする。
- b 低分子の有機化合物である。
- c 作用する物質に対する基質特異性がある。
- d 組織や器官の間を移動して、ごく微量で作用する。
- e 生産量や移動量は、環境要因の感知を受けて変動する。

問2 下線部②について、エチレンの急増が生じる理由として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 [20]

- a エチレンが、オーキシンの作用を抑制するから。
- b エチレンが、アブシシン酸の作用を促進するから。
- c エチレンには、エチレンの作用を強める効果があるから。
- d 放出したエチレンが、さらにエチレン生成を促進するから。
- e 環境変化により液体のエチレンが、気体のエチレンになるから。

問3 図1について、エチレンの放出量が急増したのは、貯蔵してから何日目付近と考えられるか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 [21]

- a 5日目
- b 13日目
- c 15日目
- d 18日目
- e 21日目

問4 図1について、バナナの貯蔵中に生じている変化に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 [22]

- a 呼吸量とデンプン分解酵素の活性は、反比例している。
- b デンプンの分解にともなって呼吸が急増し、糖類が合成された。
- c 呼吸によって排出された二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が、デンプンの分解を促進した。
- d エチレンの放出量の増加によって生じた糖類が、デンプンの分解を抑制した。
- e エチレンの放出量の増加にともなって、呼吸量が上昇し、デンプンの分解も促進された。

問5 エチレンが直接関与する現象はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 23

- a イネの芽生えに一定方向から光を当てて栽培すると、光が当たる側に屈曲しながら伸長した。
- b レタスの種子を水に浸して赤色光を当てると発芽したが、遠赤色光を当てた種子は発芽しなかった。
- c オナモミの葉をすべて取ると短日処理をしても花芽は形成されなかったが、一枚の葉だけを残して短日処理をすると花芽が形成された。
- d 秋まきコムギの種子を春にまくと成長しても花をつけなかったが、春にまいた発芽種子を低温（0～10℃）に数週間さらしてから生育させると、開花・結実した。
- e 密閉した容器にリンゴ（果実）とダイコンの芽生えを入れて観察すると、リンゴを入れていないものと比べて、ダイコンの芽生えは茎が太くて背が低くなった。