

# 生 物

**第1問** 生物の進化と発生に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

地球上に①最初の生物が現れた後、②突然変異は生物進化における大きな原動力となってきた。なかでも、多様な遺伝子の機能によって表現型を決定し、③減数分裂による配偶子形成を介した有性生殖をおこなう④二倍体生物は、突然変異による生物進化を構造的に組み込まれた生物と解釈することができる。二倍体生物のうち、ヒトを含む多細胞生物の形態は、受精卵からの個体発生によって形づくられる。どのような遺伝情報がいつ、どこではたらき、個体の形態が決定されているのかについては、⑤カエルや⑥ショウジョウバエなどをモデル生物として研究が進んでいる。

**問1** 下線部①の最初の生物がもっていたと考えられる特徴に関する記述として、誤っているのはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 **1**

- a 代謝によって生命活動を行う。
- b 遺伝物質としてDNAを用いる。
- c ミトコンドリアを用いてATPの合成を行う。
- d リボソームを用いてタンパク質の合成を行う。
- e リン脂質二重層の細胞膜で囲まれた細胞でできている。

**問2** 下線部②に関して、ある遺伝子の翻訳領域で生じた1塩基の突然変異と、その遺伝子からつくられるタンパク質が受ける影響として、可能性のある組み合わせはどれか。次のa～eのうちから最も適切なものを一つ選べ。 **2**

- a 置換 — 変化なし
- b 置換 — フレームシフト
- c 挿入 — 変化なし
- d 挿入 — アミノ酸が1つ変化
- e 欠失 — アミノ酸が1つ変化

問3 下線部③の減数分裂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 単相 ( $n$ ) の細胞は、第二分裂の終了によって出現する。
- b 第一分裂時、四つの相同染色体が対合して二価染色体が形成される。
- c 動物では、第二分裂の終了によって三つの卵と一つの極体が生じる。
- d 相同染色体が10種類の二倍体生物で、組換えが起こらなかった場合には $2^{10}$ 種類の配偶子を生じる。
- e 一つの相同染色体から複製された二つの染色体の間で、染色体の一部が交換されることを乗換えという。

問4 下線部④の二倍体生物がもつ遺伝子と表現型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 ホモ接合体とヘテロ接合体では、表現型に必ず差が生じる。
- b 受精により、両親のどちらかから対立遺伝子を1組受け継ぐ。
- c DNAの複製により、同じ対立遺伝子が二つになった状態をホモ接合という。
- d ある対立遺伝子について、共にヘテロ接合の両親から生じる子では、50%がヘテロ接合となる。
- e ある対立遺伝子について、ホモ接合とヘテロ接合の両親から生じる子では、75%がホモ接合となる。

問5 下線部⑤のカエルの胚発生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。 **5**

- a 卵割は非対称な全割で、胞胚腔とよばれる細胞塊を生じる。
- b ノーダルは、中胚葉誘導に必要となる調節タンパク質である。
- c 原腸胚では、将来の口となる原口から組織が陥入し、原腸が形成される。
- d 受精により表層回転の方向が決定し、結果としてすべての体軸が決定される。
- e 母性因子 *VegT* mRNA (伝令RNA) のかたよった分布により、動物極側の割球は内胚葉に分化する。

問6 下線部⑥のショウジョウバエの胚発生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 ビコイドは分泌性のタンパク質であり，濃度に従って分節遺伝子の発現を誘導する。
- b 母性因子のナノス mRNA が未受精卵の前端に蓄えられることで，胚の前後軸が決定する。
- c 分節遺伝子は，ペアルール遺伝子群→ギャップ遺伝子群→セグメントポラリティ遺伝子群の順に発現し，体節が形成される。
- d 体節形成後，各体節で特有のホメオティック遺伝子が発現し，特有の構造が形成される。
- e ホメオティック遺伝子群は，ショウジョウバエを含む昆虫類のゲノムに特有の遺伝子群である。

**第2問** DNAの複製に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

DNAの複製は、①もとのDNAの一方のヌクレオチド鎖が、複製されたDNAにそのまま受け継がれる。原核生物におけるDNAの複製は、まずDNAの2本鎖がほどけることから始まる。ほどける箇所は決まっており、約300塩基対からなる複製起点（複製開始点）とよばれる。そこに **ア** が結合して二本鎖がほどける。続いて短いプライマーが合成され、これを起点として **イ** により新しい鎖が合成されていく。このうち一方の鎖は、連続的に合成される。もう一方の鎖は、連続的には合成することができない。このため、②岡崎フラグメントと呼ばれる1000-2000塩基の断片が合成され、**ウ**によってつなぎ合わされることで、新しい鎖ができる。

**問1** 下線部①のしくみを何というか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

- a 連続複製
- b 不連続複製
- c 保存的複製
- d 分散的複製
- e 半保存的複製

**問2** 下線部①を証明した人物は誰か。下のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

- (1) スタール
  - (2) チェイス
  - (3) ハーシー
  - (4) ワトソン
  - (5) メセルソン
- a (1)と(2)      b (1)と(5)      c (2)と(3)  
d (3)と(4)      e (4)と(5)

問3 **ア** ~ **ウ** に当てはまる酵素の組み合わせ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。 **9**

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>
a	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	DNA リガーゼ
b	DNA リガーゼ	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ
c	DNA リカーゼ	RNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ
d	DNA ヘリカーゼ	DNA ポリメラーゼ	DNA リガーゼ
e	DNA ヘリガーゼ	RNA ポリメラーゼ	DNA リカーゼ

問4 下線部②のように複製される鎖を何というか。次の a ~ e のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **10**

- a 鋳型鎖
- b センス鎖
- c ラギング鎖
- d アンチセンス鎖
- e リーディング鎖

問5 下線部②の岡崎フラグメント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。 **11**

- a リボソームと結合する。
- b 原核生物では合成されない。
- c 開裂の進行方向と逆向きに合成される。
- d 合成にはプライマーである短い DNA が必要となる。
- e 断片の 5' 末端と別の断片の 5' 末端が結合されていく。

**第3問** 神経系，感覚および反射に関する次の文章を読み，下の問い（問1～6）に答えよ。

ヒトでは，ほとんどのニューロンは脳と脊髄に集中している。脳と脊髄をまとめて中枢神経系という。脳は，大脳，間脳，中脳，小脳，延髄などからなり，それぞれが異なったはたらきをしている。これに対し，中枢神経系以外のニューロンは，末しょう神経系とよばれる。末しょう神経系は体性神経系と自律神経系の二つに分けられる。体性神経系は大きく分けて，目や耳などの受容器で受け取った情報を伝える感覚神経と，筋肉などに運動指令を伝える運動神経からなる。例えば，指先に熱いものが触れると思わず手を引っ込めるが，これは脊髄と体性神経系を介した無意識に起こる反射である。

**問1** ヒトの大脳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。 **12**

- a 大脳皮質は，軸索が集まっている白質である。
- b 左右の大脳半球は，脳梁<sup>りょう</sup>によって連絡されている。
- c 聴覚情報の処理は，大脳皮質前頭葉で行われている。
- d 視覚情報の処理は，大脳皮質側頭葉で行われている。
- e 言語や思考などの高度な精神活動は，辺縁皮質で行われている。

**問2** ヒトの脳とそのはたらきについて，誤っている組み合わせはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 **13**

- a 大 脳 —— 記憶の形成
- b 間 脳 —— 体温の調節
- c 中 脳 —— 瞳孔反射の中枢
- d 小 脳 —— 血液循環の調節
- e 延 髄 —— 呼吸運動の中枢

問3 末しょう神経系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。 14

- a 脳から出ている末しょう神経は、12対である。
- b 脊髄から出ている末しょう神経は、21対である。
- c 末しょう神経のうち、感覚神経は腹根を通過して脊髄に入る。
- d 自律神経によって、眼球の運動が制御されている。
- e 自律神経のうち、自分の意思で制御できるのは副交感神経である。

問4 ヒトの視覚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。 15

- a 網膜の桿体細胞<sup>かん</sup>には、3種類の感光物質がある。
- b 網膜の桿体細胞は、特に明るいところではたらく。
- c 網膜の黄斑には、桿体細胞が多く分布している。
- d 視神経が網膜から出る部位である盲斑には、視細胞は存在しない。
- e 明るいところから暗いところに入るときの暗順応は、明順応よりすばやく起こる。

問5 聴覚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。 16

- a 耳小骨は、内耳にある。
- b うずまき管は、中耳にある。
- c 鼓膜の振動は、耳小骨によって半規管に伝えられる。
- d エウスタキオ管（耳管）は、咽頭から中耳に通じている。
- e 低い音は、うずまき管の入口に近い部分でよく受容される。

問6 反射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。 17

- a せき反射の中樞は、脊髄にある。
- b 膝蓋腱反射の受容器は、膝関節にある。
- c 膝蓋腱反射の効果器は、膝を屈曲させる筋肉である。
- d 膝蓋腱反射には少なくとも二つの介在ニューロンが関与している。
- e 指先に熱いものが触れると思わず手を引っ込める反射は、屈筋反射とよばれる。

第4問 窒素循環に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

湖沼のような閉鎖系水域での水質維持には、水中や湖底に生息する微生物と水生植物（水草）による窒素の循環が関わっている。この閉鎖系水域を部分的に再現した身近なモデルとして、魚を飼育している水槽がある。図1の水槽では、淡水魚を飼育しており、底砂に水草を植えている。明期-暗期はライトで調節し、水（淡水）は底砂層に埋め込んだろ過フィルター式のポンプで循環している。

この水槽の水の浄化には、次のようなしくみ関わっている。餌の残渣や魚が排出した有機窒素化合物は、水中や底砂層に生息する細菌などの分解者によってアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) になる。 $\text{NH}_4^+$ は、アによって亜硝酸イオン ( $\text{NO}_2^-$ ) を経て硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) に変換される。この変換には、水草の光合成によって水中に供給されるイが利用される。 $\text{NH}_4^+$  や  $\text{NO}_3^-$  は水草に吸収され、 $\text{NO}_3^-$  は植物体内で還元酵素により  $\text{NH}_4^+$  に変換される。その後、①  $\text{NH}_4^+$  は一連の化学反応系によりアミノ酸に変換され（図2）、②植物体の成長に必要な有機窒素化合物の合成に利用される。一方、餌の過多や魚の過密によって水槽内の有機窒素化合物量が、微生物による分解量や水草による  $\text{NH}_4^+$  や  $\text{NO}_3^-$  の吸収量を上回ってしまうと、③水槽内の環境が著しく悪化する。

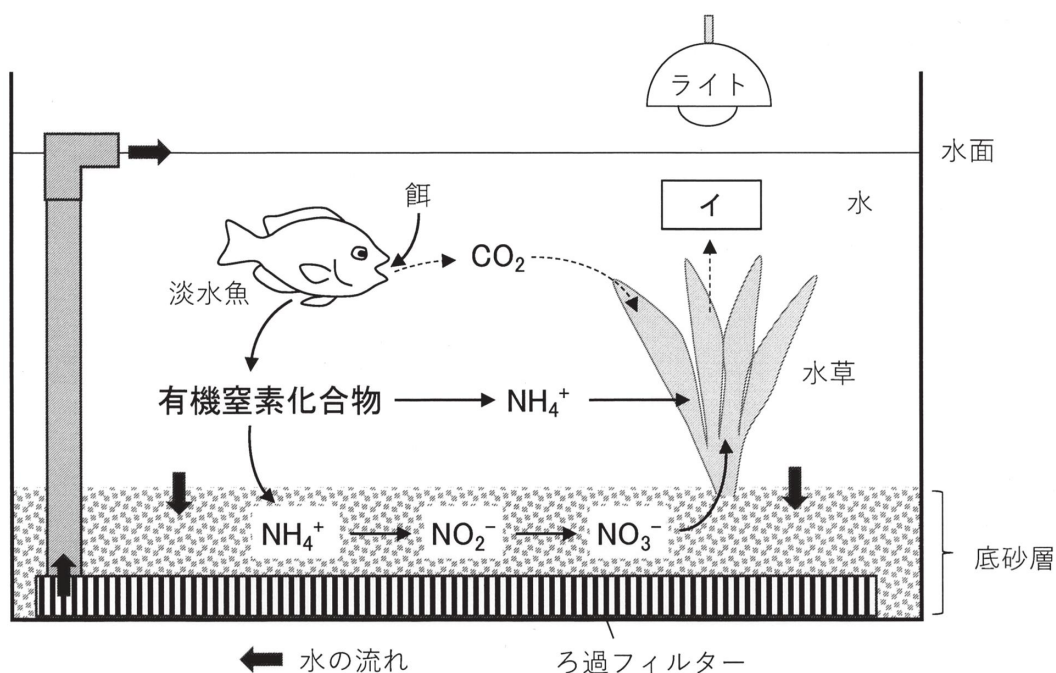


図1 淡水魚を飼育している水槽

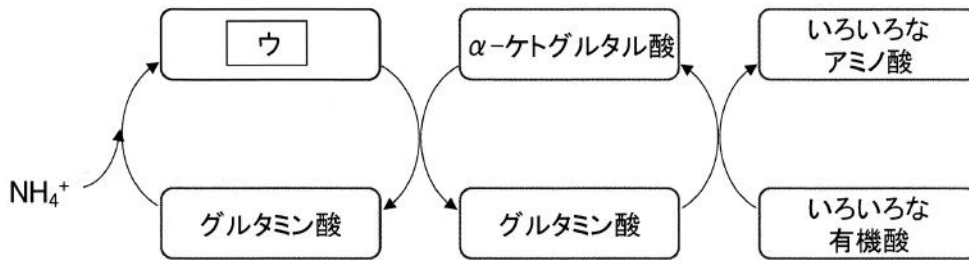


図2 植物体に吸収されたアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) の変換過程

問1 文章中の **ア** に当てはまる細菌はどれか。次の a ~ e のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **18**

- a 硝化菌
- b 根粒菌
- c 脱窒素細菌
- d 窒素固定細菌
- e シアノバクテリア

問2 文章中および図1中の **イ** に当てはまる物質は何か。次の a ~ e のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **19**

- a  $\text{H}_2$
- b  $\text{O}_2$
- c  $\text{N}_2$
- d  $\text{H}_2\text{O}$
- e  $\text{CO}_2$

問3 下線部①について、 $\text{NH}_4^+$  がアミノ酸になるまでの変換過程を何というか。次の a ~ e のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **20**

- a 脱窒
- b 窒素同化
- c 窒素循環
- d 窒素固定
- e 脱アミノ反応

問4 図2中の **ウ** に当てはまる物質は何か。次の a～e のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **21**

- a クエン酸
- b アンモニア
- c グルタミン
- d ピルビン酸
- e アスパラギン酸

問5 下線部②の有機窒素化合物ではない物質はどれか。次の a～e のうちから一つ選べ。 **22**

- a ATP
- b 核 酸
- c セルロース
- d タンパク質
- e クロロフィル

問6 下線部③について、次の現象のうち水槽内で生じる悪化と同じしくみで起こるのはどれか。次の a～e のうちから最も適切なものを一つ選べ。 **23**

- a 閉鎖系海域に有害物質が流入すると、そこに生息する生物によって有害物質が生物濃縮される。
- b 湖に生息する特定の水生植物の乱獲によって、光や栄養塩類をめぐる競争が変化し、固有種の水生植物が駆逐される。
- c 閉鎖系海域にある干潟が干拓されたことで、その海域に生息する生物の食物網が変化し、生物量が激減する。
- d 沿岸海域の水温上昇により、サンゴに共生している藻類が失われ、サンゴに白化現象が生じる。
- e 湖の周辺にある農地で窒素やリンを含む化学肥料が多量に使われたことで、残存する化学肥料が湖に流入し、富栄養化が生じる。