

## 生 物

〔問 1〕 次の(1)～(11)の問いに、選択肢 A～F もしくは A～E から適切なものを選び、記号で答えよ。

(1) 化石について正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 示相化石は、生育環境を知る手がかりとなる。
- B. 示相化石は、生存年代が長いものほど有用である。
- C. 示準化石は、生育地域が狭いものほど有用である。
- D. 示準化石は、特定の時代区分を特徴づけるものである。
- E. 地質時代前に繁栄した生物の子孫を、生きている化石という。
- F. 化石となった生物が生存した年代の推定には、放射性同位体が使われる。

(2) 生物の陸上進出と関連が深い現象はどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 胚膜の形成
- B. 染色体の倍加
- C. オゾン層の形成
- D. 花粉管による受精
- E. 中枢神経系の獲得
- F. 大気中の二酸化炭素の増加

(3) 正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. アリとアブラムシのように双方の種が利益を得る関係を、相利共生という。
- B. ほ乳類などでみられる親以外の個体が子育てに関与する繁殖様式を、共同繁殖という。
- C. ある場所に相互作用をもちながら生活している異種の個体群の集まりを、生態系という。
- D. アリのように高度に組織化された集団をつくって生活している昆虫を、組織性昆虫という。
- E. 個体群密度を測る方法で、ある地域に一定面積の区画をつくり、その中の個体数を数える方法を、標識再捕法という。
- F. 大型の魚類に付着することで移動に要するエネルギーを抑えるコバンザメと、そのコバンザメに付着される魚類の関係を、寄生という。

- (4) 真核生物の遺伝情報の発現に関して正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。
- A. スプライシングは核の中で起こる。
  - B. コドンに対応するアミノ酸を運ぶのは rRNA である。
  - C. 完成した mRNA になる部分に対応する DNA の領域をエキソンという。
  - D. ゲノム中のアミノ酸配列の情報をもたない DNA 部分をイントロンという。
  - E. 選択的スプライシングにより 1 つの遺伝子から多種類のタンパク質ができる。
- (5) ナトリウムポンプについて正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。
- A.  $\text{Na}^+$  と  $\text{Ca}^{2+}$  を輸送する。
  - B. イオンチャネルの一種である。
  - C. 構造が変化し、イオンを輸送する。
  - D. 細胞膜を貫通するタンパク質である。
  - E. ATP を AMP に分解し、エネルギーを得ている。
- (6) タンパク質について正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。
- A. タンパク質のアミノ酸配列を一次構造という。
  - B. タンパク質を構成するアミノ酸は 64 種類ある。
  - C. タンパク質の立体構造が崩れることを変質という。
  - D. タンパク質の二次構造として二重らせん状の構造がある。
  - E. 1 個のポリペプチドからなるタンパク質には四次構造はない。
- (7) ヒトの血液凝固に関係するのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。
- A. 血小板
  - B. トロンビン
  - C. フィブリン
  - D. 血液凝固因子
  - E. カルシウムイオン

(8) 外来生物はどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. アミノクロウサギ
- B. アライグマ
- C. オオクチバス
- D. カミツキガメ
- E. ジャワマンダース

(9) 個体群について正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 幼若型の年齢構成をもつ個体群は、将来衰退すると考えられる。
- B. 食物や生活空間などに制限がある個体群の成長曲線は、S字状となる。
- C. 気候や食物量の変動が激しい環境には、大卵少産型の生物が多くみられる。
- D. 個体群密度に応じて同一種の形態や行動に著しい違いが生じることを相転換という。
- E. 数世代にわたって高い個体群密度で飼育したトノサマバッタは、体長に対して前翅<sup>はね</sup>が短い成虫になる。

(10) 植物の子房の成長に促進作用を示すのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. アブシシン酸
- B. エチレン
- C. オーキシシン
- D. ジベレリン
- E. チロキシシン

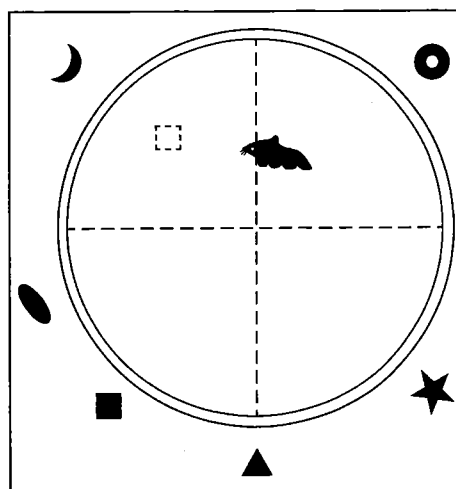
(11) 酵素の性質で正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 基質特異性を示す。
- B. 活性化エネルギーを上昇させて働く。
- C. 細胞外へ取り出すと働きがなくなる。
- D. 化学反応の前後で酵素自身に変化する。
- E. 補酵素として鉄や銅の金属イオンが組み込まれている。

- [問 2] ネズミは高度な学習能力をもっており、自分の周囲の空間情報を記憶することができる。水迷路は、1981年にモリスらによって考案されたネズミの記憶学習を測定する方法である。水迷路を使って以下の実験を行った。(1)～(6)の問いに答えよ。

#### 実験

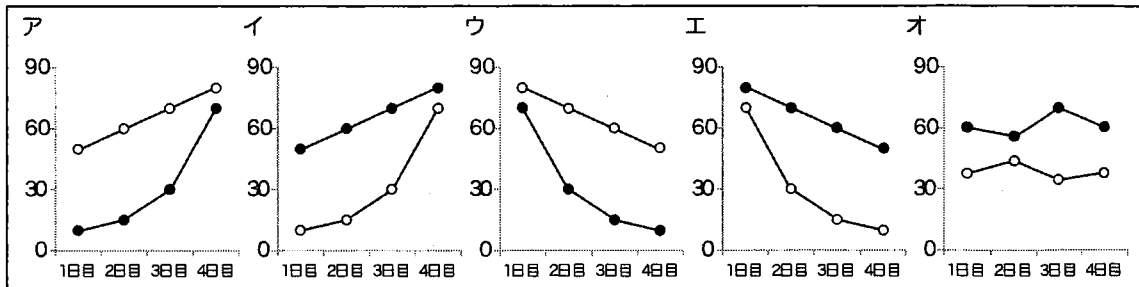
直径 2 m の円形プールの容器を、無害な合成着色剤で白色に濁らせた水で満たした。プールの外側には、いろいろな方角に目印を置いた。ある場所に、(a)水面下に隠れた白色の踏み台（ネズミの避難用の足場）を 1 個設置した（右図、点線四角）。同じ年齢・性別で、ほぼ同じ体重の、正常な黒色ネズミ群（野生型）と、ある遺伝子 X が発現しないため試行錯誤による学習が障害される黒色ネズミ群（変異型）を用意し、ネズミを 1 匹ずつプールで泳がせた。水面下に隠れた踏み台を探させる「訓練試行」では、



無作為にスタート位置を決めてネズミをプールに放ち、ネズミが避難用の足場までたどり着き、踏み台上でからだを休めるまでの遊泳時間を計測し、データとした。もし 100 秒間たっても足場にたどり着かなかった場合は、(b)ネズミを水から取り出し、強制的に足場に置くことにした。1 日に 6 回の (c)「訓練試行」を 4 日間行った。5 日目には、踏み台を取り去ってネズミの行動を観察する「プローブ試行」を行った。「プローブ試行」では、100 秒間ネズミを泳がせ、踏み台のあった場所を含む 4 分割（図、点線）それぞれの部分に滞在する時間を計測し、(d)データとした。

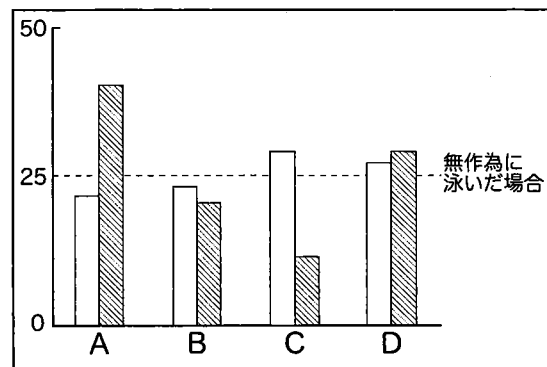
- (1) 下線部(a)について、踏み台を水面より下にし、隠れた状態にした理由を、40 字以内で説明せよ。
- (2) 下線部(b)について、台の上にネズミを置くのはなぜか。40 字以内で説明せよ。

- (3) 下線部(c)について、野生型のネズミ (●) と変異型のネズミ (○) のデータとして適当なのはどれか。下のグラフから 1つ選び、ア～オの記号で答えよ。なお、縦軸は踏み台にたどり着くまでの時間 (秒)、横軸は「訓練試行」の実施日である。



- (4) 下線部(d)のデータを右下のグラフに示した。白棒は、野生型、変異型のいずれのネズミの結果か、答えよ。なお縦軸は泳がせた全時間 (100 秒間) に対する 4 分割それぞれの部分に滞在する時間 (%), 横軸は以下の 4 分割の場所である。

- A. 踏み台のあった場所を含む 4 分割のひとつ
- B. A の右隣の 4 分割のひとつ
- C. B の下側の 4 分割のひとつ
- D. A の下側の 4 分割のひとつ



- (5) 遺伝子 X は、野生型のネズミの海馬<sup>かいぼ</sup>と呼ばれる、脳のある部位に発現している。海馬がある脳の部分を以下から選べ。

大脳    間脳    中脳    小脳    延髄

- (6) この変異型のネズミの海馬だけに遺伝子 X を導入し、野生型のネズミと同じ量になるように遺伝子 X を発現させたとする。水迷路を使った実験を行った場合、結果はとなると予想されるか。60 字以内で答えよ。

〔問 3〕 次の文を読み、(1)、(2)の問いに答えよ。

キイロショウジョウバエの未受精卵には、母性効果遺伝子（因子）であるビコイド mRNA が前端に偏って存在している。受精後、mRNA が(ア)されてビコイドタンパク質が合成される。このビコイドタンパク質は、後端に向かって拡散し、前端から後端に向かう濃度勾配こうばいを形成する。このタンパク質の濃度勾配が、前後軸の決定に重要な役割を果たしている。発生が進むと、この濃度勾配に応じて分節遺伝子の mRNA がつくられ、その後、前後軸にそった(イ)のくり返し構造がつけられる。さらにその後、各(イ)の位置に応じた特徴的な種々の器官が形成される。たとえば、あしや触角である。これらの器官形成には、(ウ)遺伝子という調節遺伝子が関与する。植物の花の器官形成においても(ウ)遺伝子が働くことが知られている。

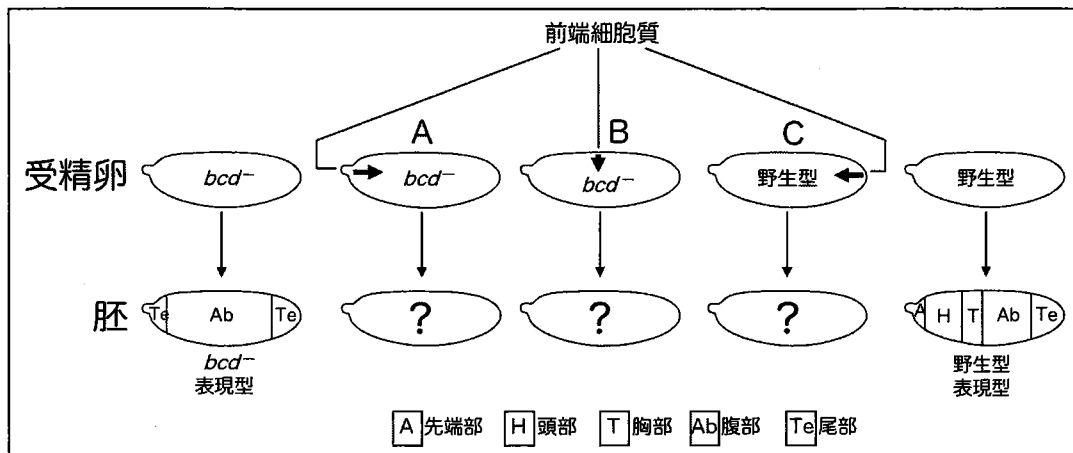
さて、キイロショウジョウバエのビコイド遺伝子に突然変異が入り、ビコイドタンパク質がはたらかないショウジョウバエの変異体 ( $bcd^-$ ) の胚では、先端部・頭部・胸部が無くなり、両端に尾部が形成されることが観察された（下図左）。

(1) (ア)～(ウ)に入る最も適切な語句を下から選べ。

|            |                        |         |      |
|------------|------------------------|---------|------|
| RNA ポリメラーゼ | アロステリック                | オペレーター  | オペロン |
| カルス        | 脊 <small>せき</small> つい | 体節      | 転写   |
| ホメオティック    | ホメオドメイン                | ホメオスタシス | 複製   |
|            |                        |         | 翻訳   |

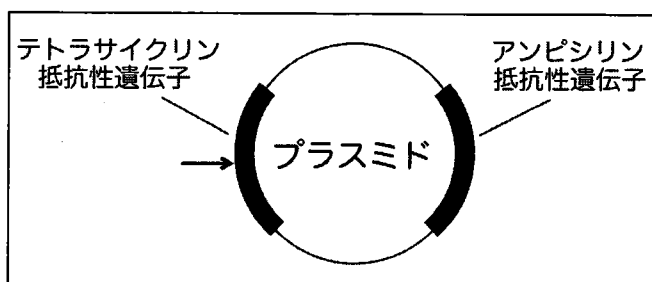
(2) 正常のショウジョウバエ（野生型，下図右）の受精直後の受精卵前端の細胞質を抜きとり、これを用いて以下の A，B，または C の操作を行った。操作したあとの胚の前後軸を示す表現型はどのようになると予想されるか。下図の野生型と  $bcd^-$  の胚の表現型を参考にし、解答欄に適切な文字と図を用いて示せ。

- A. 受精直後の  $bcd^-$  の受精卵前端に移植する。
- B. 受精直後の  $bcd^-$  の受精卵前後軸の真ん中に移植する。
- C. 受精直後の野生型の受精卵後端に移植する。



〔問 4〕 次の文を読み、(1)、(2)の問いに答えよ。

抗生物質テトラサイクリンが無毒化するテトラサイクリン抵抗性遺伝子と、抗生物質アンピシリンが無毒化するアンピシリン抵抗性遺伝子の両方をもつプラスミドがある(下図)。さて、このプラスミドの矢印で示す位置に、ヒトのインスリン遺伝子を組み込むための実験操作をした。この実験操作後のプラスミドを大腸菌に取り込ませて、寒天培地上で一晩培養したところ、A~Gの7個のコロニー(集落)が生じた。この7個のコロニーの一部を取り、それぞれ抗生物質テトラサイクリン(Tet)または抗生物質アンピシリン(Amp)を含む液体培地中で一晩培養した。培養液が濁ったもの(大腸菌が増殖したもの)を+、濁らなかったものを-として下表に示した。



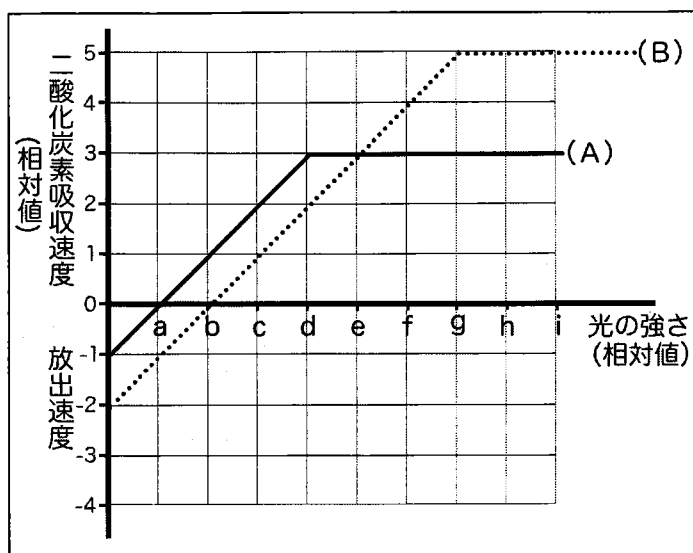
|     |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
|     | A | B | C | D | E | F | G |
| Amp | + | - | + | + | - | + | + |
| Tet | + | - | - | - | - | - | + |

(1) 下線部の操作で使用する酵素はどれか。以下からすべて選べ。

制限酵素      逆転写酵素      DNAリガーゼ      DNAヘリカーゼ  
 RNAポリメラーゼ      β-ガラクトシダーゼ      カタラーゼ

(2) ヒトのインスリン遺伝子が矢印の位置に組み込まれたプラスミドを取り込んだ大腸菌は、表のA~Gのどれか。あてはまるものをすべて選び、記号で答えよ。

[問 5] 同じ量の葉をもつ 2 種類の植物 (A, B) を用意し、一定時間光を照射し、光の強さを変化させて、光の強さと植物あたりの二酸化炭素吸収速度の関係を調べる実験をしたところ、以下のグラフが得られた。なお、実験中は温度、二酸化炭素濃度は一定に保った。このグラフから、以下の(1)、(2)の括弧内にあてはまる光の強さを、グラフの a~i から選べ。

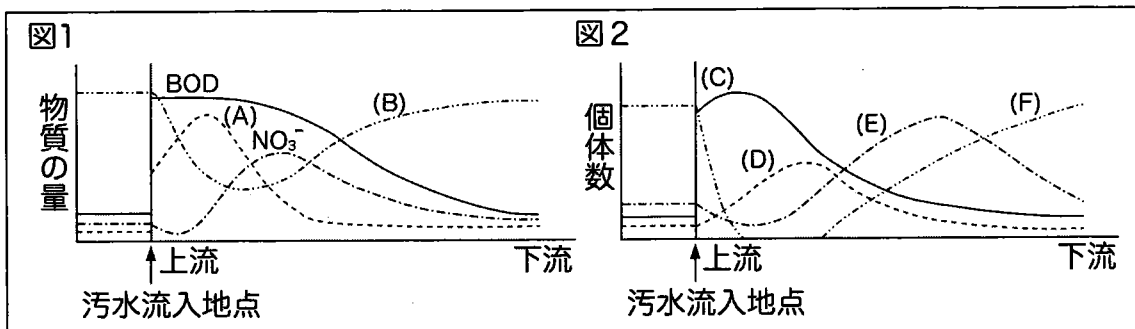


- (1) ( ) より弱い光の強さのもとでは、A と B のどちらの植物でも、光の強さが光合成速度の限定要因になっている。
- (2) 12 時間一定の強さの光を照射し、その後 12 時間暗黒に置いたとき、A, B ともに乾燥重量が増加して、かつ A の方が B より重量の増加が大きかった。照射した光の強さは、( ) より強く ( ) より弱い範囲にある。



〔問6〕 次の文を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。

河川や海に有機物などを含む汚水が流入すると、その量が少ないときは、環境の様々な作用によって水中の汚濁物が減少する。しかし、この作用の範囲を超える量の汚水が流入すると、水質が悪化する。図1は、有機物を含む汚水が、ある河川に流れ込んだときの、流入した地点から下流に向けての水質変化を示したものである。なお、BODは生物学的酸素要求量のことである。図2は、この河川に生息する生物の個体数の変化を、流入した地点から下流に向けて示したものである。



- (1) 下線部のはたらきを何というか。漢字4文字で答えよ。
- (2) 図1のグラフの、(A)、(B)が示しているのはどれか。次の①～⑤から選び、記号で答えよ。
- ① Ca<sup>2+</sup>    ② H<sup>+</sup>    ③ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>    ④ 浮遊物質    ⑤ 酸素
- (3) 図1の、(A)からNO<sub>3</sub><sup>-</sup>ができる過程に関与する生物名をあげ、その過程を40字以内で説明せよ。なお、化学式は1マスに入れること。
- (4) 生物個体数の変化について、(C)～(F)が示しているのはどれか。次の①～④から選び、記号で答えよ。
- ① 藻類    ② 細菌類    ③ イトミミズ    ④ 清水性動物
- (5) (E)が上流でいったん減少し、下流にいくと増加するのはなぜか、120字以内で説明せよ。なお、化学式は1マスに入れること。

(6) 河川の汚染の度合いは、汚染の限られた範囲にすむ生物によって知ることができる。このような汚濁の程度を知る手がかりとなる生物を何というか。漢字 4 文字で答えよ。

(7) 分解できる有機物とは異なり、重金属や分解されにくい化合物が水界に排出され、生体内に取り込まれて高濃度に蓄積されることがある。

(7-1) この現象を何というか。

(7-2) この現象をおこす物質名を 2つあげよ。

〔問7〕 次の文を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。

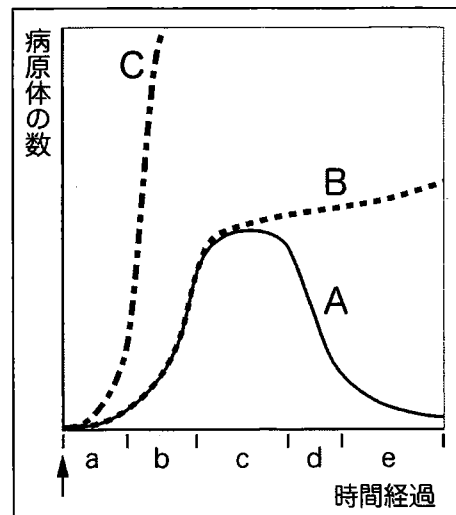
免疫は、生まれながらに備わっている自然免疫と、生後獲得する獲得免疫とに分けられる。免疫において重要な役割を果たすのは、白血球であり、白血球には、好中球、マクロファージ、樹状細胞などの食細胞や、T細胞、B細胞などのリンパ球がある。なかでも、T細胞とB細胞は獲得免疫のおもな担い手で、もとなる細胞は(ア)でつくられるが、T細胞は(イ)で成熟する。

さて、自然免疫と獲得免疫の関係を調べるために、ある動物を使って以下の実験を行った。

#### 実験

A, B, Cは、同じ種・年齢・性別の動物である。A, B, Cそれぞれに、同じ数の病原体を侵入させ、発病させた。右下は、動物の体内で増えた病原体の数を縦軸に、時間経過を横軸にしたグラフである。横軸の矢印(↑)は、病原体を動物に侵入させた時点を示している。

- A. 健常な動物
- B. 獲得免疫のみが欠けている動物
- C. 自然免疫のみが欠けている動物



- (1) (ア)と(イ)にあてはまる語句を入れよ。
- (2) Aの動物で、この病原体に対する獲得免疫が働いている時間はa～eのどこと考えられるか、記号で答えよ。記号は複数選んでもよい。
- (3) この結果から、自然免疫と獲得免疫の関係について、どのようなことが言えるか。60字以内で述べよ。