

生 物

1

解答

問1. エ 問2. (1)ーア (2)ーウ 問3. ウ
問4. エ 問5. ア

解説

《細胞内共生説, 体温調節, バイオーム, 生態ピラミッド, 適応度》

問1. 葉緑体, ミトコンドリアの進化については, これらが独自のDNAをもつこと, 半自律的に分裂すること, 二重膜構造をもつことなどを根拠として, それぞれシアノバクテリアと好気性細菌が細胞内に共生して進化したと考えられている。

問2. (1) 体温を感知しているのは, 間脳の視床下部であり, 寒冷刺激に対しては交感神経を通じて立毛筋や体表の血管を収縮させて放熱量を減少させるとともに, チロキシンやアドレナリンの分泌を促進して代謝を活発に行い, 熱の発生量を増加させて調節している。また, 温熱刺激に対して汗腺からの発汗を促進し, 熱の放散量を増加させるのも交感神経のはたらきである。

(2) 体温が低下したらチロキシンの分泌量が増加して, 代謝を活発にさせるので, 図1のグラフと上下が反対になっているウが正解となる。

問3. ウ. 誤り。ステップでは, イネ科の草本が主体となっており, 木本は見られない。木本が見られる草原は, サバンナである。

問4. 個体数ピラミッドでは, サクラの葉を食べるガの幼虫の例のように逆転が起こるし, 世代が短く, 短期間で増殖と被食を繰り返している海洋の植物プランクトンとそれを捕食する動物プランクトンとの間では現存量(生物量)ピラミッドで逆転が見られる。しかし, 一定期間内に生産される有機物の量を示す生産力(生産速度)ピラミッドでは, 上位の生物の生産力が下位のを上回ることはないので, ピラミッドの逆転は見られな

い。

問5. ある個体が次の世代にどれだけ子を残せたかを示す指標が適応度であるが、具体的には個体が産んだ子のうち、生殖可能な年齢まで生き残ったものの数になる。

2

解答

(A)問1. I－エ II－オ 問2. I－オ II－カ

(B)問3. エ 問4. エ 問5. オ 問6. エ

解説

《転写，スプライシング，転写調節，突然変異，ホルモンによる調節》

(A)問1. I. (I)正しい。鋳型となる鎖がアンチセンス鎖で、もう一方がセンス鎖である。転写してできるRNAの塩基配列は、センス鎖のTをUにかえたものになる。

(II)誤り。DNAヘリカーゼは、DNA複製の際に二重鎖をほどく働きがある。転写時には、プロモーターに、基本転写因子とRNAポリメラーゼが結合してRNA鎖が合成される。

(III)誤り。RNAポリメラーゼは、プライマーを必要としない。

II. ア. 誤り。スプライシングは、核内で行われる。

イ. 誤り。スプライシングではmRNA前駆体からイントロンに対応する部分を取り除かれ、mRNAになる。

ウ・エ. 誤り。スプライシングでは、エキソンが結合してmRNAになる。

オ. 正しい。選択的スプライシングが行われた場合、エキソンに対応する部分も取り除かれることがある。

カ. 誤り。スプライシング後のmRNAで翻訳が行われる。

問2. I. ア. 誤り。コドンとアンチコドンは方向が逆になっているので、開始コドンのAUGに対するアンチコドンは5'→3'の方向ではCAUになる。

イ. 誤り。終止コドンが3種類あるので、アミノ酸の情報をもつのは61種類である。

ウ. 誤り。終止コドンと結合するtRNAはなく、終結因子と呼ばれるタンパク質が結合し、mRNAとリボソームが分離することで、翻訳が終了する。

エ. 誤り。最大結合するtRNAは2個である。

カ. 誤り。転写は rRNA についても核内の核小体で行われている。

II. AC をくり返す mRNA では ACA/CAC… の 2 種類のコドンがくり返されることになり, CAA をくり返す mRNA では, CAA/CAA… または AAC/AAC… または ACA/ACA… のくり返しとなる。この 2 つの mRNA で共通する ACA のコドンが, 共通するアミノ酸である T のコドンと判断されるから, AC をくり返す mRNA のもう一つのコドンである CAC がアミノ酸 H のコドンとわかる。

(B)問 3. ラクトースオペロンでは, グルコースがなくラクトースがある場合, ラクトース由来の物質がリプレッサーに結合することで, リプレッサーがオペレーターから離れ, RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合することができるようになり, 構造遺伝子群が発現する。

問 4. ア. 誤り。真核生物の DNA は, タンパク質のヒストンに巻きついてヌクレオソームを作り, それが折りたたまれてクロマチン繊維となっている。

イ. 誤り。プロモーターは 1 カ所である。

ウ. 誤り。転写に関与するのは RNA ポリメラーゼで, これが基本転写因子とともにプロモーターに結合する。

オ. 誤り。単細胞生物でも, 真核生物においては転写に基本転写因子が必要である。

カ. 誤り。ベクターは, 原核生物におけるゲノム DNA ではなく, 小型の環状 DNA (プラスミド) など, 遺伝子組換えの際に用いる遺伝子の運搬体である。

問 5. 34 番目の塩基が C から U に置換することで, UAG という終止コドンになったと考えられるので, 33 番目までの塩基が翻訳され, 11 個のアミノ酸をもつペプチド鎖が作られることになる。

問 6. 細胞膜を通過して, 標的細胞内の受容体と結合するホルモンは, 脂溶性のホルモンなので, ステロイドホルモンであるエの糖質コルチコイドが正解となる。

3**解答**

(A)問1. カ 問2. ウ 問3. カ 問4. エ

(B)問5. エ 問6. ア 問7. カ 問8. イ

解説**《生得的行動，古典的条件付け，定位，シナプス，慣れと鋭敏化》**

(A)問1. 生得的行動を起こす刺激をかぎ刺激という。誘導の連鎖は、眼の形成などに見られるもので、発生の際に形成体の誘導でできたものが、次の形成体となって誘導が続くことである。

問2. (II)誤り。この行動は、試行錯誤学習で習得的行動である。

問3. 条件刺激による反射で、古典的条件付けと呼ばれる。

問4. 渡り鳥は、太陽の位置を利用する太陽コンパス、星座を利用する星座コンパス以外に、地磁気も利用して位置情報を得ている。

(B)問6. 興奮がシナプス前細胞の神経終末（軸索末端）に伝えられると、電位依存性 Ca^{2+} チャネルが開き、 Ca^{2+} が神経終末内に流入する。その結果、細胞内のシナプス小胞が細胞膜と融合し、神経伝達物質がシナプス間隙に放出され、興奮が伝達される。

問7. 慣れでは、反応が見られなくなるので、問6の仕組みから考えて、 Ca^{2+} チャネルの不活性化や、シナプス小胞の減少がその原因と考えられる。

問8. 鋭敏化については、尾部を刺激して起きることから尾部の感覚ニューロンが関与しており、この感覚ニューロンが接続している介在ニューロンから分泌されるセロトニンにより、水管の感覚ニューロンの神経終末付近の K^+ チャネルが不活性化され、活動電位が生じている時間が延び Ca^{2+} の流入量が増えることで、反応が鋭敏化する。

4**解答**

(A)問1. ウ 問2. イ 問3. オ 問4. オ

問5. I－エ II－オ

(B)問6. イ 問7. ア

解説**《適応免疫，抗体遺伝子の再編成，抗体の働き，MHC分子，ABO式血液型》**

(A)問1. ア. 誤り。T細胞は胸腺で成熟する。

イ. 誤り。B細胞は骨髄で成熟する。

ウ. 正しい。自己の成分を異物と認識する成熟リンパ球は、排除されたり反応を抑制される。この状態が免疫寛容である。

エ. 誤り。自己の成分を異物として認識するリンパ球は胸腺で選別される。

オ. 誤り。造血幹細胞の段階で、排除されるわけではない。

カ. 誤り。リンパ球は核をもっている。核をもっていないのは、哺乳類の赤血球である。

問 2. ア. 誤り。樹状細胞は抗原提示により、キラー T 細胞も活性化する。

ウ. 誤り。キラー T 細胞も記憶細胞になる。

エ. 誤り。B 細胞は、BCR によって抗原を受容（認識）し、ヘルパー T 細胞に抗原提示を行い、活性化されて抗体産生細胞になる。

オ. 誤り。リンパ節に移動するのは、樹状細胞のみで好中球は移動しない。

カ. 誤り。NK 細胞はウイルスに感染した細胞などを、細胞死を誘導することで破壊している。食作用ではない。

問 3. それぞれの遺伝子の個数をかければよいので

$$40 \times 25 \times 6 \times 42 \times 5 = 1260000 \text{ 種類}$$

問 4. (I)誤り。抗体は結合するが、分解する力はない。

(II)正しい。抗原抗体反応で、抗体と結合した病原体は感染力や毒性が弱まる。

(III)正しい。抗体と結合した病原体は、食細胞による食作用が促進される。

問 5. I. リード文から、抗原提示細胞において発現する MHC 分子は、クラス I では A, C, B の 3 つ、クラス II では DR, DQ, DP の 3 つの遺伝子座によって決定され、これら 6 つの遺伝子座は第 6 染色体上で完全連鎖していることがわかる。いずれの遺伝子座も多くの対立遺伝子がある複対立遺伝子となっているが、任意の第 6 染色体上にある遺伝子は、各遺伝子座につき 1 種類ずつであるため計 6 種類である。また、問題文から「両親のもつ MHC 遺伝子がすべて異なる」とあるので、父も母も、2 本もつ第 6 染色体のこれら 6 遺伝子座にそれぞれ異なる対立遺伝子をもっている（いずれの遺伝子座も遺伝子型がヘテロの状態になっている）と考えられる。よって、両親ともに互いに異なる 12 種類の MHC 遺伝子をもっており、この両親からそれぞれ 1 本ずつ第 6 染色体を受け取る子もまた、6 種類 \times 2 本 = 12 種類の MHC 遺伝子をもつことになる。

II. MHC 分子を決定する 6 つの遺伝子座は第 6 染色体上で完全連鎖しているため、父の第 6 染色体 2 本をアイ、母の第 6 染色体 2 本をウエで表すと、その両親から生まれる子の中で MHC 遺伝子が一致するのは、2 人の子がともに、アウかアエかイウかイエの組合せで第 6 染色体をもつ場合である。ある子の第 6 染色体の組合せがアウになる確率は、父のアイのうちアを、母のウエのうちウを受け取る場合であり、 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ である。

別の子も同様に $\frac{1}{4}$ の確率でアウになる。よって、2 人の子がともにアウをもつ確率は、 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ となる。2 人の子がともに、アウ以外のアエやイウやイエになる確率も同様に $\frac{1}{16}$ ずつであるため、すべて合わせると $\frac{1}{16} \times 4 = \frac{1}{4}$ となり、25% の確率で子の MHC 遺伝子が一致することになる。

(B)問 7. 抗 A 抗体に凝集反応を起こすのは A 型と AB 型、抗 B 抗体で凝集反応を起こすのは B 型と AB 型、両方の抗体に反応するのは AB 型、どちらにも反応しないのは O 型なので、それぞれの人数を A, B, AB, O で示すと

$$A + B + AB + O = 100 \quad \dots\dots ①$$

$$A + AB = 35 \quad \dots\dots ②$$

$$B + AB = 55 \quad \dots\dots ③$$

$$AB + O = 40 \quad \dots\dots ④$$

$$② + ③ + ④ - ① \text{ より } 2AB = 30$$

$$\therefore AB = 15, A = 20, B = 40, O = 25$$