

生 物 (全3の1)

1 問題文を読み、以下の問いに答えよ。

生物は呼吸や光合成などを行うことによって生命活動を営むために必要なエネルギーを獲得している。呼吸では有機物の異化反応からエネルギーを得てATPを生産する。植物や光合成細菌、藻類では光エネルギーを利用してATPを合成し、それを利用して二酸化炭素を有機物に変える(1)を行う。一方、細菌の中には光に依存せずに独立栄養生活を営むものがあり、これらの細菌は無機物の酸化反応で放出されたエネルギーを用いてATPを合成して(1)を行う。このような反応を(2)といい、(2)を行う細菌を(2)細菌という。

呼吸や光合成では電子伝達に伴って水素イオンの濃度勾配が形成され、水素イオンの流れのエネルギーを利用してATP合成が起こるという共通点を有しているが、電子伝達において最初に電子を与える物質(電子供与体)と最後に電子を受け取る物質(電子受容体)に違いが存在する。ミトコンドリアにおける電子伝達系においては、有機物が酸化される過程において酸化還元反応によって生じた(3)や(4)などの還元型補酵素が電子供与体になり、(5)が最終的な電子受容体となる。電子が供与体から受容体へ移動する際に放出されるエネルギーを使ってミトコンドリアの(6)側から内膜と外膜の間の空間へと水素イオンが輸送されることにより生じた 膜内外での水素イオンの濃度差に起因する移動力を用いて、内膜に存在するATP合成酵素がはたらいてATPが合成される。^a

(2)を行う細菌として無機窒素化合物を利用するものを(7)といい、(7)には(8)を酸化して亜硝酸イオンにする亜硝酸菌と、亜硝酸イオンを酸化して硝酸イオンにする硝酸菌がある。これらの細菌は土壤中に豊富に存在しており、陸上の生態系の窒素循環において重要な役割を果たしている。(2)を行う細菌は周囲の環境中に自らが利用できる電子供与体と電子受容体が存在すればATP合成を行うことができるため、海底の熱水噴出孔の周辺などで(2)細菌が生産者となった特異な生態系が見つかることがある。^b 深海の海底で周囲から隔絶された環境である熱水噴出孔の周辺で多数のハオリムシ(別名チューブワーム)が生息しているのが発見されることがある。ハオリムシはほかの生物が作った有機物に依存して生活する従属栄養生物であるが消化管は退化していて食物を摂取することができず、体内に(9)させた(2)細菌からエネルギーを獲得することで生命活動を行っている。

問 1 上の文中の(1)～(9)にあてはまる語句を答えよ。

問 2 下線部aについて、この反応のことを何というか答えよ。

問 3 下線部bについて、硝酸菌が行う化学エネルギーを得るための化学反応式を答えよ。

問 4 下線部cについて、このような生態系において熱水に含まれる硫化水素を電子供与体として用いる細菌が生産者となることがある。このような細菌を何と呼ぶか答えよ。

生 物 (全3の2)

2 問題文を読み、以下の問いに答えよ。

- (A) ミツバチ、アリ、シロアリは、多数の個体からなる集団をつくって生活している。集団内では個体間に形態、役割、習性などの分業がおこっており各個体^aの協力によってその集団が維持されている。そのような昆虫は(1)と呼ばれる。
- (B) 生活上の要求の似た生物が、同じ空間内でそれぞれ異なる生活場所や活動時間をもつことを(2)という。群集において、ある種が、生活空間、食物連鎖、活動時間などのなかでしめる地位を(3)という。
- (C) 動物には、一個体や一家族が一定の空間を占領し、ほかの個体がこの空間に侵入してくると攻撃し追い払う行動を示すものがある。このような防衛された空間を(4)という。(4)をもつことは適応的な行動で、これをもつことによる損失に対してそれを上回る利益があるときに成立すると考えられている。
- (D) 個体群において、単位面積や単位体積などで示された単位生息空間当たりの個体数を(5)という。地域全体の個体数を推定するために、植物や動きの遅い動物などの個体群に対しては(6)という方法が使われる。一方、動き回り行動範囲の広い動物などの個体群に対しては(7)という方法が用いられる。
- (E) ヒトには、体内に侵入した細菌類やウイルスなどの病原体を排除する(8)というしくみがある。(8)は、生まれつき備わった(9)と生後備わる(10)とに分けられる。また、(10)には、(11)と(12)がある。(11)では、病原体などが体内に侵入したとき、それらの異物を抗原として認識し、その抗原に対して特異的に結合する(13)が生成される。(12)では、(14)などの細胞が細菌やウイルスに感染した細胞を直接攻撃して破壊する。

問 1 上の文中の(1)～(14)のなかに適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部 a のことを何と呼ぶか。

問 3 下線部 b の損失と利益はそれぞれ何か。

問 4 下線部 c において、ある池から魚 20 匹を引き上げ、背びれの一部を切り目印をつけ、再び池に放した。数日後、80 匹を捕まえたところ、5 匹に目印がついていた。池の中の魚の個体数を推定せよ。ただし、目印が付いた個体とその他の個体が均一に混ざりあっているとする。

3 問題文を読み、次ページの問いに答えよ。

ヒトの体内に存在する主な無機イオンの中には細胞内外で濃度が大きく異なるものが存在する。細胞質基質における濃度が細胞の外側より低濃度である陽イオンとして、カルシウムイオンや(1)イオンがあげられる。(2)という内分泌腺から分泌される(3)というホルモンは、骨の中のカルシウムを血中に放出させたり尿中へのカルシウムの排出を抑えるはたらきがあり、(2)に流入する血しょう中のカルシウムイオンの濃度によって(3)の分泌量が増減することで、カルシウムイオンの濃度が一定に保たれるように調節されている。このように体内環境を安定に保とうとする性質のことを(4)という。

カルシウムイオンは骨格筋が収縮する際に重要な役割を担っている。筋細胞ではカルシウムイオンは筋原繊維を取り囲むように存在している(5)と呼ばれる構造の内部に蓄えられている。運動神経からの刺激が筋細胞に伝達されるとカルシウムイオンは(5)から細胞の内側に放出される。このカルシウムイオンがトロポニンというタンパク質に結合することで(6)と(7)が相互作用できるようになる。(6)の分子中にはATPを分解する酵素活性を持つ部分が存在しており、ATPを分解する際に得られるエネルギーを用いて筋が収縮する。(6)のようにATPを分解する際に得られるエネルギーを用いて細胞の運動を発生させるようなタンパク質を(8)という。このような興奮から筋収縮への一連の反応を興奮収縮連関という。

生 物 (全3の3)

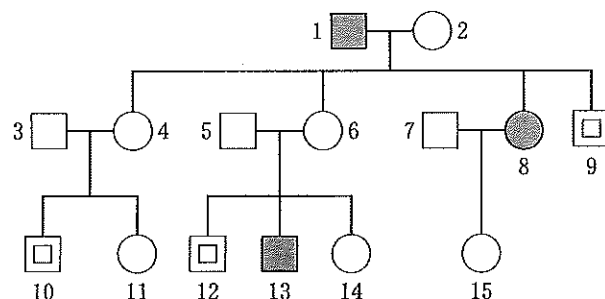
問 1 文中の(1)～(8)にあてはまる適切な語句を入れよ。

問 2 真核生物の細胞運動に関わる構造としては筋肉の他にべん毛や繊毛が存在する。電子顕微鏡で観察すると、べん毛や繊毛の中には直径が約 25 nm の管状構造がみられる。この構造の名称、およびこの構造を構成するタンパク質の名称を答えよ。またべん毛や繊毛が運動する際にこの管状構造と相互作用をして働く(8)の名称を答えよ。

問 3 呼吸や解糖による ATP 合成が追いつかないような激しい運動時には、まず筋細胞中に蓄えられているエネルギー貯蔵物質を用いて ATP を再生する。このエネルギー貯蔵物質の名称を答えよ。

問 4 下線部について、(2)の細胞膜には細胞外液のカルシウムイオンの濃度を感知するカルシウム感受受容体が存在しており、この受容体にカルシウムイオンが結合することで(3)の分泌量が調節されている。この受容体にカルシウムイオンが結合すると(2)における(3)の分泌は促進または抑制のいずれの方向に動くと考えられるか、理由を付して 40 字以内で答えよ。

4 図は、出血したときに血液凝固しにくくなる血友病と、赤緑色覚異常の形質が遺伝している家系図を示している。血友病と赤緑色覚異常はともに劣性形質で、これらの遺伝子は X 染色体上の異なる遺伝子座にある。番号は人を区別するためにつけられている。ただし、ここで扱う家系図の範囲では遺伝子突然変異や染色体数の異常は生じないとする。



問 1 図中の 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 のうち、赤緑色覚異常の遺伝子をもっている人の番号をすべて記せ。

問 2 図中の 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 のうち、血友病の遺伝子をもっている人の番号をすべて記せ。

問 3 11 が赤緑色覚異常の遺伝子をもつ確率を求めよ。

問 4 11 が血友病の遺伝子をもつ確率を求めよ。

問 5 14 が赤緑色覚異常の遺伝子をもつ確率を求めよ。

問 6 7 と 8 の間で、あと一人、女子が生まれた場合、赤緑色覚異常の形質が現れる確率を求めよ。

問 7 11 と 13 が、いとこ結婚したとき、生まれる子供はどのようなになるか。男子の場合に、赤緑色覚異常の形質が現れる確率、血友病の形質が現れる確率をそれぞれ求めよ。

問 8 11 と 13 が、いとこ結婚したとき、生まれる子供はどのようなになるか。女子の場合に、赤緑色覚異常の形質が現れる確率、血友病の形質が現れる確率をそれぞれ求めよ。

