

生物基礎・生物 (その1)

第1問 進化のしくみに関する次の文を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生物の個体間には、たとえ同種であってもさまざまな形質に違いがある。このような形質の違いを変異とよび、遺伝する遺伝的変異と、遺伝しない(ア)変異がある。

遺伝的変異は、進化の重要な要素となる。ある地域に生息する同種の生物の集団がもつ遺伝子の全体を(イ)とよぶ。その中で、1つの遺伝子座に何種類かの対立遺伝子があるとき、それぞれの対立遺伝子が占める割合を遺伝子頻度とよぶ。⁽¹⁾ ある条件を満たした生物集団では、世代を経ても遺伝子頻度は変化しない。これをハーディ・ワインベルグの法則とよぶ。集団遺伝学の基礎となるこの法則は、遺伝子頻度の変化から進化のしくみを理解することに役立っている。

ある生息環境において、生存や繁殖に有利な遺伝的変異をもつ個体は、⁽²⁾ 自然選択によってより多くの子を次世代に残す。やがてそのような遺伝的変異をもつ対立遺伝子が集団内に広まり、その遺伝子頻度が高くなる。このような進化を⁽³⁾ 適応進化とよぶ。一方、自然選択がはたらかない場合には、⁽⁴⁾ 遺伝的浮動が進化の重要な要因となる。そのことを提唱した学説が木村資生の(ウ)説である。

問1 文中の(ア)～(ウ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

1) この法則が成り立つための条件は5つある。そのうちの3つを次に記す。残り2つの条件を簡潔に記せ。

- ・ 個体ごとの生存率や生殖能力に差がなく、自然選択がはたらかない。
- ・ すべての個体が自由に交配して子孫を残す。
- ・ 集団のサイズが十分に大きい。

2) ある生物は体色に関する2つの対立遺伝子Aとaをもつ。Aは体色を黒色にし顕性(優性)であり、aは体色を白色にし潜性(劣性)である。この生物のある集団において、黒色の個体の頻度が0.96であった。この集団でハーディ・ワインベルグの法則が成立し、遺伝子Aとaの遺伝子頻度をそれぞれ p と q としたとき、 p の値はいくらか。数値は小数第1位まで記せ。ただし、 $p + q = 1$ とする。

3) 2)の集団において、黒色の個体のうちヘテロ接合体の割合は何%か。数値は四捨五入して小数第1位まで記せ。

生物基礎・生物 (その2)

問3 下線部(2)について、自然選択を説明する記述はどれか。次の①～⑤から適切なものをすべて選び、番号で記せ。

- ① 食物連鎖の上位の種は、下位の種よりも自然選択を強く受ける。
- ② 自然選択による進化は、細菌やウイルスでは起こらない。
- ③ 自然選択により、複雑な形態の生物が単純な形態の生物に進化することはない。
- ④ 19世紀後半のイギリスのある都市では、工業化に伴う大気汚染により、オオシモフリエダシャク(ガの一種)の暗色型の個体数が増加した。
- ⑤ ガラパゴス諸島のある島では、干ばつ後にフィンチのくちばしの厚みが増した。

問4 下線部(3)について、

- 1) 1つの系統がさまざまな生息環境に適応して、多数の系統に分岐することを何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 異なる系統の生物が、同じような環境への適応としてよく似た特徴をもつようになることを何とよぶか、名称を記せ。

問5 下線部(4)について、遺伝的浮動とはどのようなものか、簡潔に記せ。

生物基礎・生物 (その3)

第2問 光合成に関する次の文を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

植物の光合成の過程は、葉緑体のチラコイドで行われる過程とストロマで行われる過程に分けられる。

チラコイドでは、(1) 還元型補酵素と ATP がつくられる。チラコイド膜には光化学系 I と光化学系 II が存在しており、それらに含まれる (2) 光合成色素 が光エネルギーを吸収して活性化し、電子を放出する。その結果、(3) 光化学系 II から放出された電子は、電子伝達系を通過して光化学系 I に渡される。一方、光化学系 I から放出された電子は補酵素に渡され、還元型補酵素がつくられる。また、(4) 電子伝達系によって形成されるイオンの濃度勾配を利用して ATP がつくられる。

(5) ストロマでは、還元型補酵素と ATP を用いて二酸化炭素 (CO₂) を固定し、糖が合成される。まず、CO₂ が炭素数 5 (C₅) のリブロースビスリン酸 (RuBP) に結合して、炭素数 3 (C₃) のホスホグリセリン酸 (PGA) ができる。その後、PGA は C₃ のグリセルアルデヒドリン酸 (GAP) になる。GAP の一部は炭素数 6 (C₆) の糖に変換され、残りがリブロースリン酸 (RuP) を経て、RuBP に再生される。これらをまとめてカルビン・ベンソン回路とよぶ (図 1)。

(6) 細菌にも光合成を行うものがあり、植物とは異なる過程で光合成を行う光合成細菌として、紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌が知られている。

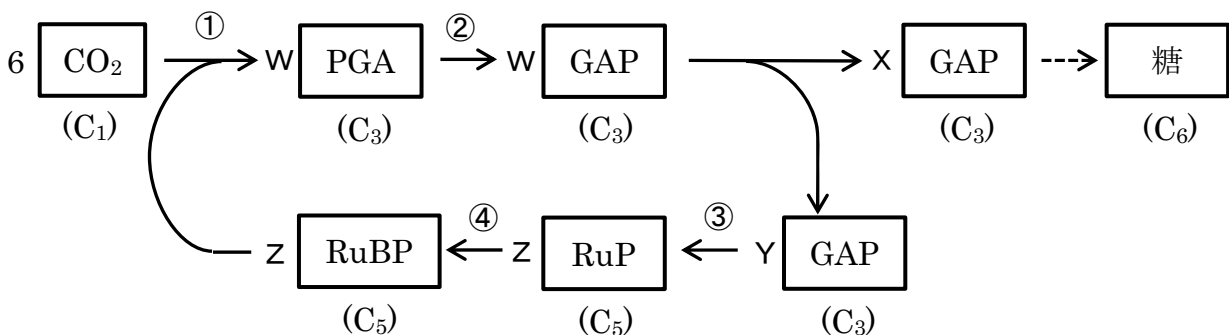


図 1

問1 下線部(1)について、この名称を記せ。

問2 下線部(2)について、

- 1) 光化学系の中で中心的な役割をする光合成色素は何か、名称を記せ。
- 2) 1) の光合成色素はどの波長の光を効率よく吸収するか。次の ①～⑤ から適切なものをすべて選び、番号で記せ。

- ① 青 ② 緑 ③ 黄 ④ 赤 ⑤ 赤外

生物基礎・生物 (その4)

問3 下線部(3)について、次の式は光化学系Ⅱに電子を供給する反応を示したものである。(ア)～(ウ)に適切な分子式または数字を記せ。



問4 下線部(4)について、この濃度勾配はどのようになっているか。次の①～④から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 水素イオン濃度が、チラコイド内腔よりもストロマの方が高い。
- ② 水素イオン濃度が、ストロマよりもチラコイド内腔の方が高い。
- ③ ナトリウムイオン濃度が、チラコイド内腔よりもストロマの方が高い。
- ④ ナトリウムイオン濃度が、ストロマよりもチラコイド内腔の方が高い。

問5 下線部(5)について、

- 1) 図1のW～Zは6分子のCO₂を固定するときのPGA, GAP, RuP, RuBPの分子数を表している。W～Zにあてはまる適切な数を、それぞれ記せ。
- 2) チラコイドでつくられたATPが消費される過程はどこか。図1の①～④から適切なものをすべて選び、番号で記せ。
- 3) 植物が光合成によって合成する糖がすべてグルコース(C₆H₁₂O₆)であるとする、CO₂が176g固定されたときに合成されるグルコースは何gか。数値を整数で記せ。ただし、原子量はH=1, C=12, O=16とする。

問6 下線部(6)について、

- 1) 紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌の光合成に関する記述はどれか。次の①～④から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。
 - ① 1つの細胞に2種類の光化学系が存在する。
 - ② 光合成色素としてアントシアンをもっている。
 - ③ 硫酸を分解して電子を得ている。
 - ④ 光合成の過程で酸素を発生しない。
- 2) 植物と同じ過程で光合成を行う細菌を総称して何とよぶか、名称を記せ。

生物基礎・生物 (その5)

第3問 個体群と生物間の相互作用に関する次の文を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

ある一定の地域で生活する同種の個体の集まりを個体群とよぶ。個体群の性質が⁽¹⁾ 単位空間あたりの個体数の変化に伴って変化することを(ア)とよぶ。その中でも、トノサマバッタで見られるように個体の形態や行動が著しく変化する現象は⁽²⁾ 相変異とよばれる。

個体群を構成する個体間にはさまざまな相互作用が見られる。同種個体間に見られる相互作用として、⁽³⁾ 群れをつくったり、(イ)をもつことがある。(イ)とは、単独または複数の動物個体が、他の個体を攻撃してそれらの侵入を防ぎ、餌や配偶相手などを排他的に占有する空間を指す。

生態系内の個体には、非生物的環境からの作用や同種個体からの影響だけでなく、周囲に存在する異種個体からの影響も及ぶ。種間の相互関係の中で、⁽⁴⁾ 生態的地位が重なる2種間では資源をめぐる種間競争が起こる。一方、異なる種の生物が密接なつながりをもって生活することを共生とよぶ。共生している生物が相手の存在によって互いに利益を受ける場合を⁽⁵⁾ 相利共生とよぶ。共生している生物のうち、一方が利益を受けるものの、他方は不利益を受ける場合を(ウ)とよぶ。また、一方のみが利益を受けて他方は利益も不利益も受けない場合を(エ)とよぶ。

問1 文中の(ア)～(エ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

- 1) ある池において、魚類Aの個体数を推定するために、まず80匹を捕獲し、標識をつけた後すぐに放した。数日後、200匹を捕獲したところ、そのうち4匹に標識がついていた。この池における魚類Aの個体数は何匹と推定されるか、数値を整数で記せ。ただし、死亡したり池に出入りしたりする個体はなく、標識個体と未標識個体が均一に混ざり合っていたとする。
- 2) 1) で用いた個体数推定法の名称を記せ。

生物基礎・生物 (その6)

問3 下線部(2)について,

- 1) トノサマバッタの幼虫を単位空間あたりの個体数が少ない状態で育てると、飛び跳ねるのに適した長い後肢^{こうし}をもつようになる。このような形態や行動特性をもつトノサマバッタの状態を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 単位空間あたりの個体数が多い状態でトノサマバッタを数世代育てると、後肢が短く遠くまで飛ぶのに適した長い翅^{はね}をもつ個体が生じる。このような形態や行動特性をもつトノサマバッタの状態を何とよぶか、名称を記せ。
- 3) 1)と比較して、2)の特徴は何か。次の①～⑤から適切なものをすべて選び、番号で記せ。

- ① 産卵数が少ない。
- ② 体色が緑褐色をしている。
- ③ 社会性をもっている。
- ④ 蛹^{さなぎ}の状態の期間が長い。
- ⑤ 発育速度が速い。

問4 下線部(3)について、群れを形成することで個体にはどのような利益があるか、簡潔に記せ。

問5 下線部(4)について,

- 1) この結果、一方の種がもう一方の種を駆逐^{くちく}することを何とよぶか、名称を記せ。
- 2) アフリカのコビトカバと南アメリカのカピバラは、地理的に大きく離れた地域に生息しているが、形態や食性などが類似している。このように、異なる生息地域で同様の生態的地位を占める種を何とよぶか、名称を記せ。

問6 下線部(5)について、このような例としてマメ科植物と根粒菌の関係があげられる。マメ科植物は光合成のはたらきでつくった炭水化物を根粒菌に与えている。逆に、根粒菌がマメ科植物に与えている物質は何か。また、それはどのようなはたらきでつくったものか。それぞれの名称を記せ。