

生物基礎・生物 (その1)

第1問 代謝に関する次の文を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

生物は、生命活動を営むためのエネルギーを必要とするが、そのエネルギーは基本的に(1) ATP から供給される。ATP は、複雑な物質を分解して単純な物質に変換する過程で放出されるエネルギーを利用して合成される。このように物質を分解してエネルギーを取り出す代謝は(ア)とよばれる。

(2) 呼吸は、好気条件にある細胞で起こる(ア)の1つであり、進行する順に解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3段階に分けられる。解糖系は細胞質基質で進行し、グルコース1分子から最終的に(a)分子の(イ)とATP、還元型補酵素がそれぞれ生成される。(イ)からできるアセチル CoA は、(3) ミトコンドリアのマトリックスでクエン酸回路に入り、炭素原子を(b)個含む(ウ)と結合して炭素原子を(c)個含むクエン酸となる。クエン酸回路では、1分子のアセチル CoA あたり(d)分子のATP と多くの(4) 還元型補酵素が生成される。(5) 電子伝達系では、それまでの過程で得られた還元型補酵素のもつエネルギーを取り出し、それを利用してミトコンドリアの内膜にあるATP合成酵素により多量のATPが合成される。その過程で、電子は最終的に水素イオンとともに(エ)に受容され、1分子のグルコースあたり(e)分子の水が生じる。

問1 文中の(ア)～(エ)に適語を記せ。

問2 文中の(a)～(e)に適切な数値を記せ。

問3 下線部(1)について、この物質の正式名称を日本語で記せ。

問4 下線部(2)について、

- 1) ヒトの筋肉中では、嫌氣的にグルコースが分解され、ATP が合成されることがある。その過程の名称を記せ。
- 2) 1) の過程で生成される物質は、ある種の細菌が行う発酵で生じる有機酸と同じである。その物質の名称を記せ。

問5 下線部(3)について、電子顕微鏡で観察したときの模式図を描け。また、図中に矢印で「マトリックス」と「内膜」を示せ。

問6 下線部(4)について、クエン酸回路で生成される還元型補酵素を2種類記せ。ただし、アルファベットや数字を用いた表記で示すこと。

生物基礎・生物 (その2)

問7 下線部(5)について、

- 1) このような ATP 合成反応を何とよぶか。名称を記せ。
- 2) 電子伝達系で取り出したエネルギーを ATP 合成酵素の反応に供給するために、ある物質の濃度勾配がミトコンドリアの内膜をはさんで形成される。その物質は何か。名称を記せ。また、その物質の濃度が高いのは内膜の内側と外側のどちらか。適切な方を丸で囲め。

生物基礎・生物 (その3)

第2問 神経の構造とはたらきに関する次の文を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

静止状態にあるニューロン(神経細胞)では細胞膜の内外で電位差が存在している。これを静止電位とよび、細胞外を基準とすると細胞内の電位は約(A)ボルトになる。これは、細胞膜に(ア)を常に通すチャネルがあるからである。

ニューロンの軸索に閾値いきちを超える刺激が与えられると、その部分の膜電位が逆転し、約(B)秒後にもとの状態に戻る。(1) この膜電位の変化を活動電位とよび、活動電位が発生することを興奮とよぶ。興奮が起こると(2)興奮部と隣接する静止部との間に電流が流れる。この電流が隣接部に興奮を生じさせることで、興奮が伝えられていくことになる。このように、軸索に沿って興奮が伝わっていくことを興奮の伝導とよぶ。

興奮が軸索末端に伝えられると、そこの電位依存性チャネルが開き(イ)が軸索の末端に流入する。それにより(3)神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。これが、シナプス後細胞の細胞膜にある受容体に結合する。その結果、シナプス後細胞で膜電位の変化が引き起こされ、これをシナプス後電位とよぶ。シナプス後電位には興奮性シナプス後電位(EPSP)と抑制性シナプス後電位(IPSP)がある。神経伝達物質によりシナプス後細胞に(ウ)が流入すれば脱分極が引き起こされ、EPSPが生じる。一方、(エ)が流入すれば過分極が引き起こされ、IPSPが生じる。

問1 文中の(ア)～(エ)に適するイオンは何か。次の①～④から最も適切なものをそれぞれ1つ選び、番号で記せ。ただし、番号を重複して選んではいけない。

- ① Na^+ ② K^+ ③ Ca^{2+} ④ Cl^-

問2 文中の(A)に入る数値はおよそどれくらいか。次の①～④から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① $-90 \sim -50$ ② $-0.09 \sim -0.05$ ③ $0.05 \sim 0.09$ ④ $50 \sim 90$

問3 文中の(B)に入る数値はおよそどれくらいか。次の①～④から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① $0.001 \sim 0.003$ ② $0.01 \sim 0.03$ ③ $0.1 \sim 0.3$ ④ $1 \sim 3$

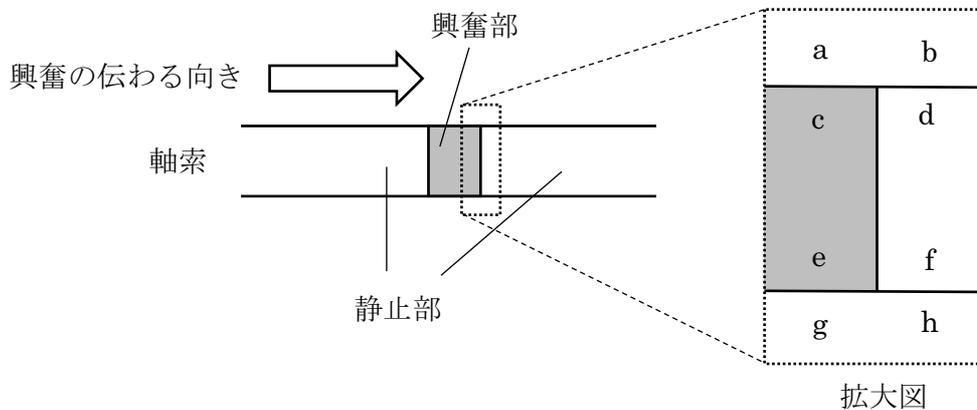
生物基礎・生物 (その4)

問4 下線部(1)について,

- 1) 1つのニューロンに対し, 与える刺激を徐々に強くしていった場合の, 刺激の強さと興奮の大きさはどのような関係になるか。図示せよ。
- 2) 閾値が異なるニューロンの束に対し, 与える刺激を徐々に強くしていった場合の, 刺激の強さと興奮の大きさはどのような関係になるか。図示せよ。

問5 下線部(2)について,

- 1) この電流を何とよぶか。名称を記せ。
- 2) 図1は軸索の興奮部と隣接する静止部を示したものである。興奮部と静止部の間(a~h)で流れる電流の向きはどうなるか。a b間, c d間, e f間, g h間それぞれについて, 電流の向きを矢印で示せ。



問6 下線部(3)について,

- 1) 運動神経の末端から放出される神経伝達物質は何か。名称を記せ。
- 2) シナプス後細胞に結合しなかったものは速やかに処理される。その方法を簡潔に記せ。

生物基礎・生物 (その5)

第3問 生態系の物質生産に関する次の文を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

生態系の生物群集は、⁽¹⁾生産者と消費者に分けられる。生産者は、炭酸同化を行う(ア)栄養生物であり、消費者は栄養を他の生物から得る(イ)栄養生物である。生産者は光合成を行い、太陽からの光エネルギーを(ウ)エネルギーに変換して有機物を合成する。生産者が合成した有機物は、食物連鎖を通して消費者へ移動する。消費者は、生産者を食べる一次消費者、一次消費者を食べる二次消費者、さらに二次消費者を食べる三次消費者というように各段階に分けられる。このように、食物連鎖を通じた生産者から高次消費者までの各段階を(エ)とよぶ。また、消費者には、植物の枯死体や動物の遺骸・排出物に含まれる有機物を利用する分解者も含まれる。

生産者が一定期間内に光合成で合成した有機物の総量を、総生産量とよぶ。生産者は呼吸により有機物を消費しており、総生産量から呼吸量を差し引いたものを純生産量とよぶ。また、生産者は一定期間内に枯死したり、一次消費者に食べられたりするため、純生産量から枯死量と被食量を差し引いたものが生産者の成長量となる。

消費者は、他の生物から得た有機物の一部を不消化のまま体外に排出しており、摂食量から不消化排出量を差し引いたものを同化量とよぶ。同化量から呼吸量を差し引いたものを生産量とよび、生産量から消費者の被食量と死滅量を差し引いたものが成長量となる。

表1は、ある生態系の生産者と一次消費者、二次消費者の物質収支を示したものである。この生態系では二次消費者より高次の消費者は存在しないことがわかっている。

表1 ある生態系の生産者と消費者の物質収支 ($J / (cm^2 \cdot 年)$)

	総生産量	成長量	被食量	枯死量	呼吸量	
生産者	466.0	292.3	64.0	11.7	98.0	
	摂食量	成長量	被食量	死滅量	呼吸量	不消化排出量
一次消費者	(オ)	29.3	13.0	1.3	18.4	2.0
二次消費者	13.0	5.4	0.0	0.4	5.7	(カ)

問1 文中の(ア)～(エ)に適語を記せ。

生物基礎・生物 (その6)

問2 下線部(1)について、図2は、ある草本植物個体群の光合成を行う同化器官とそれ以外の茎などの非同化器官の垂直分布と、植物個体群内での相対照度の垂直分布を示したものである。

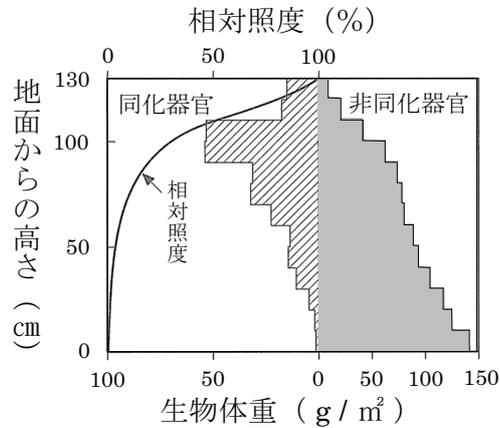


図2

- 1) 図2のような図の名称を記せ。
- 2) 図2は、単位面積の中で、一定の高さごとに照度を測るとともに、植物群集を上から一定の間隔で何層かに切り分け、各層の同化器官と非同化器官の乾燥重量を測定する方法により、作成したものである。この方法の名称を記せ。
- 3) 図2から考察できることはどれか。次の①～⑤から適切なものを2つ選び、番号で記せ。
 - ① 細長い葉が斜めに伸びている。
 - ② 広い葉が水平に広がっている。
 - ③ 葉は上部から下部まで均等についている。
 - ④ 葉は上部に集中している。
 - ⑤ 光が下部まで十分に届いている。
- 4) 図2のような特徴を示す植物はどれか。次の①～⑤から適切なものを2つ選び、番号で記せ。

- ① イネ ② アカザ ③ ダイズ ④ ススキ ⑤ チカラシバ

生物基礎・生物 (その7)

問3 表1について、次の1)～7)の値を計算せよ。ただし、数値は必要があれば四捨五入し、小数第1位まで記すこと。

- 1) 生産者の純生産量 ($J / (\text{cm}^2 \cdot \text{年})$) はいくらか。
- 2) (オ) と (カ) に入る値はいくらか。
- 3) 一次消費者の同化量 ($J / (\text{cm}^2 \cdot \text{年})$) はいくらか。
- 4) 二次消費者の同化量 ($J / (\text{cm}^2 \cdot \text{年})$) はいくらか。
- 5) 二次消費者のエネルギー効率 (%) はいくらか。
- 6) 一次消費者のエネルギー効率 (%) はいくらか。
- 7) この生態系で分解者が利用可能なエネルギー量の合計 ($J / (\text{cm}^2 \cdot \text{年})$) はいくらか。