

生 物

1

解答

問1. Iーウ IIーカ 問2. イ 問3. オ

問4. オ 問5. エ

解説

《光学顕微鏡，細胞小器官，体細胞分裂，免疫，個体群と生物群集》

問1. I. (a)正しい。レンズを取りつけるときは，上からのゴミが対物レンズにつくのを防ぐため，接眼レンズ，対物レンズの順に取りつける。

(b)誤り。ピントを合わせるときは，対物レンズとプレパラートが接触するのを防ぐため，両者を遠ざけながらピントを合わせる。

(c)正しい。高倍率ほど視野が暗くなるので，高倍率ではしほりを開き，低倍率ではしほりを絞る。

II. 図1で，接眼マイクロメーター5目盛りの長さと同物マイクロメーター6目盛りの長さが等しく，対物マイクロメーターの1目盛りは $10\mu\text{m}$ である。よって，接眼マイクロメーターの1目盛りの長さは

$$\frac{\text{対物マイクロメーターの目盛り数} \times 10}{\text{接眼マイクロメーターの目盛り数}} = \frac{6 \times 10}{5} = 12 [\mu\text{m}]$$

この生物の大きさは接眼マイクロメーター8目盛り分なので，その大きさは

$$12 \times 8 = 96 [\mu\text{m}]$$

問2. (c)誤り。葉緑体で，光エネルギーを利用してATPが合成されるのは，ストロマでなくチラコイドである。

問3. ア. 誤り。DNAが複製されるのは G_2 期でなくS期である。

イ. 誤り。相同染色体の対合が起こるのは減数分裂第一分裂の前期で，体細胞分裂では起こらない。

ウ・エ. 誤り。染色体の分離が起こるのは分裂期中期でなく後期，細胞質分裂が起こるのは後期でなく終期である。

カ．誤り。分裂直後の娘細胞の DNA 量は母細胞の G_1 期と同じ 1 である。

問 4． ア．誤り。適応免疫は抗原に対して特異的に反応する。

イ．誤り。NK 細胞は自然免疫ではたらく細胞で、適応免疫でおもにはたらくのは T 細胞と B 細胞である。

ウ・エ．誤り。B 細胞がはたらくのは体液性免疫で、キラー T 細胞がはたらくのは細胞性免疫である。

カ．誤り。T 細胞に抗原提示を行うのは、好中球でなく樹状細胞である。

問 5． ア．誤り。同種の個体群内の個体間に優劣関係がある場合は、すみわけでなく順位制という。

イ．誤り。生物群集は、ある場所に生息するさまざまな種の個体群の集まりである。

ウ．誤り。個体群密度が高くなり、個体群の成長が妨げられることは、競争的排除でなく密度効果という。

オ・カ．誤り。異種の生物間で、一方のみが利益を受け他方は利益も不利益も受けない関係を片利共生、一方のみが利益を受け他方は不利益を受ける関係を寄生という。

2 — **解答** (A)問 1．イ 問 2．オ 問 3．ア 問 4．イ
問 5．オ

(B)問 6．カ 問 7．ウ 問 8．キ

解 説

《呼吸のしくみ、呼吸基質、発酵と呼吸》

(A)問 2・問 3．解糖系では、グルコースが C_3 化合物のピルビン酸（図 1 中の空欄 A）にまで分解される。ミトコンドリアに取り込まれたピルビン酸は、 C_2 化合物のアセチル CoA（空欄 B）になり、 C_4 化合物のオキサロ酢酸（空欄 D）と結合して C_6 化合物のクエン酸（空欄 C）となる。

問 5． ア～ウ．誤り。脂肪は脂肪酸とグリセリンに分解され、グリセリンは図 1 中の①の解糖系に取り込まれて分解され、脂肪酸は β 酸化によって炭素 2 個ずつがアセチル CoA として切り離され、②のクエン酸回路に入る。

エ・カ．誤り。オ．正しい。タンパク質はアミノ酸に分解され、脱アミノ反応によりアンモニアを遊離することで各種の有機酸となる。有機酸は③

のクエン酸回路に取り込まれて分解され、アンモニアは肝臓で尿素につくり変えられる。

(B)問 6. ア・イ. 誤り。アルコール発酵でも乳酸発酵でも、グルコース 1 分子あたり合成される ATP は 2 分子である。

ウ・エ. 誤り。アルコール発酵では最終的にエタノールと二酸化炭素が、乳酸発酵では最終的に乳酸が生じる。

オ. 誤り。カ. 正しい。ヒトの筋肉では、酸素が不足すると解糖とよばれる乳酸発酵と同じ反応が行われる。

問 7. KOH 水溶液は、呼吸で放出された CO_2 とアルコール発酵で放出された CO_2 を吸収する。そのため、実験 2 での気体の減少量は、呼吸によって消費された O_2 量を示す。

問 8. 実験 1 での気体の増加量は、呼吸とアルコール発酵で排出された CO_2 量の合計と呼吸で消費された O_2 量の差となるので、以下のように表せる。

$$(\text{呼吸 } \text{CO}_2 \text{ 量}) + (\text{アルコール発酵 } \text{CO}_2 \text{ 量}) - (\text{呼吸 } \text{O}_2 \text{ 量}) = 10 [\text{mL}]$$

また、グルコースを呼吸基質とする場合、呼吸で消費される O_2 量と排出される CO_2 量は等しいので、実験 2 より

$$(\text{呼吸 } \text{O}_2 \text{ 量}) = (\text{呼吸 } \text{CO}_2 \text{ 量}) = 15 [\text{mL}]$$

よって、アルコール発酵で排出された CO_2 量は 10mL となり、呼吸で発生した二酸化炭素：アルコール発酵で発生した二酸化炭素 = 15 : 10 = 3 : 2 となる。

3 解答 (A)問 1. イ 問 2. イ 問 3. ア 問 4. エ
問 5. イ
(B)問 6. ウ 問 7. エ 問 8. オ

解説

《遺伝子の発現，遺伝子を扱う技術》

(A)問 1. 転写では、RNA ポリメラーゼが鋳型鎖となる DNA 上を 3'→5' 方向に移動して mRNA が 5'→3' 方向に合成される。

問 2. ア. 誤り。RNA のウラシルはアデニンと相補的に結合する。

ウ. 誤り。RNA でも DNA でも、糖の 1 番目の炭素に塩基が結合する。

エ. 誤り。DNA では糖の 2 番目の炭素に H が結合し、RNA では OH が

結合している。

オ. 誤り。DNA でも RNA でも、ヌクレオチドはリン酸を含む。

カ. 誤り。RNA は DNA に比べて不安定な物質である。

問 3. mRNA には必ず C と G が含まれ、最低 2 つのエキソンからなるので、D～F の 3 つを 1 つも含まない 1 通り、どれか 1 つだけを含む 3 通り、D・E または E・F または D・F の 2 つを含む 3 通り、3 つとも含む 1 通りがある。よって、mRNA の種類は $1+3+3+1=8$ 種類となる。

問 4. (b)誤り。原核細胞の DNA にイントロンはなく、スプライシングが行われることはない。

(c)誤り。原核細胞では、調節タンパク質であるリプレッサーが転写調節領域であるオペレーターに結合することで転写が抑制される。

問 5. 図 2 の配列を鋳型鎖として合成される mRNA の塩基配列は 5'-CAUCUGACUCCU-3' となり、CAU はヒスチジン、CUG はロイシン、ACU はトレオニン、CCU はプロリンを指定するので、合成されるタンパク質のアミノ酸配列はその順序となる。

(B)問 7. PCR 法では、約 95℃ で 2 本鎖の DNA を 1 本鎖にし、約 60℃ でプライマーが DNA に結合し、約 72℃ で耐熱性の DNA ポリメラーゼによって DNA が複製される。

問 8. (a)誤り。DNA はリン酸部分が水溶液中で負の電荷をもつため、電気泳動において陰極から陽極へ移動する。このとき、DNA の移動はアガロースゲルの網目構造に妨げられるため、長い DNA 断片ほど移動速度が遅い。

4 **解答** (A)問 1. ウ 問 2. カ 問 3. エ
(B)問 4. I—エ II—カ III—ウ
問 5. オ 問 6. キ

解説

《進化のしくみ、生物の系統と分類》

(A)問 2. ア. 誤り。二名法は、種の名前を属名と種小名の組合せで表す命名法である。

イ. 誤り。新たな種の形成に至る進化は大進化である。小進化とは、遺伝子頻度の変化など、種分化には至らない小さな進化のことである。

ウ．誤り。染色体数が同じ生物でも、互いに交配して生殖能力のある子を残すことができなければ異種とみなされる。

エ．誤り。生息地域が分断された状態は地理的隔離という。

オ．誤り。カ．正しい。生殖的隔離が成立した状態が種分化とされる。

(B)問 4. I. ア．誤り。近縁でない種でも、両者に共通するタンパク質のアミノ酸配列を用いれば比較は可能である。

イ．誤り。タンパク質のアミノ酸配列の比較はどのような生物集団間でも可能であり、ハーディ・ワインベルグの法則は関係しない。

ウ．誤り。重要な機能をもつタンパク質では、アミノ酸配列のわずかな変化でも機能を失う確率が高いため、そのようなタンパク質の遺伝子ほど種間での塩基配列の違いは小さい傾向がある。

オ．誤り。異なるコドンが同じアミノ酸を指定する場合もあるので、DNA の塩基配列が変化してもアミノ酸配列が変化しない場合もある。

II. 表 1 の種間で異なるアミノ酸の数は、2 種の生物が共通祖先から分岐してからの期間が長いほど多くなる。よって、ヒトとの違いの数が最も小さいウシが F、他の 3 種のどれとも違いの数が大きいコイが D、コイの次にヒト、ウシと違いの数が大きいイヌが E である。

III. ヒトとウマのアミノ酸の違いの数が 18 個であることから、両者が共通祖先から分岐してからの 8000 万 (8×10^7) 年の間にそれぞれで 9 個ずつアミノ酸が変化したと考えられる。よって、平均すると $\frac{8 \times 10^7}{9}$ 年に 1

個アミノ酸が変化したことになる。ヒト、ウシ、イヌとコイのアミノ酸の違いの数はそれぞれ 68, 67, 67 個で、両者が共通祖先から分岐してからの期間にそれぞれでその 2 分の 1 の数ずつアミノ酸が変化したと考えられる。よって、ヒトに至る系統とコイが共通祖先から分岐してからの年数は

$$\frac{8 \times 10^7}{9} \times \frac{68 + 67 + 67}{3 \times 2} = 2.99 \cdots \times 10^8 \div 3.0 \times 10^8 \text{ 年}$$

問 5. ア．誤り。3 ドメイン説では、tRNA でなく rRNA の比較にもとづいて生物を 3 つのドメインに分類する。

イ～エ．誤り。ゾウリムシやアメーバ、また、酵母を含む菌類はすべて真核生物に含まれ、シアノバクテリアや大腸菌はアーキアでなく細菌に含まれる。

カ．誤り。細菌やアーキアには，従属栄養生物と独立栄養生物の両方がいる。

問 6． (a)外胚葉と内胚葉をもち，中胚葉をもたない二胚葉動物は，②の刺胞動物・有櫛動物である。

(b)脊索をもたない新口動物は，⑤の棘皮動物である。

(c)冠輪動物は脱皮しないで成長する③で，扁形動物，輪形動物，環形動物，タコや貝類などの軟体動物が含まれる。

なお，図 2 の①は海綿動物，④は節足動物と線形動物を含む脱皮動物，⑥は脊椎動物である。