

生 物

1

解答

問1. (1)ーウ (2)ーア 問2. ア 問3. ウ

問4. カ 問5. オ

解説

《発酵, 遺伝子発現, 生体防御, 遷移, 生物濃縮》

問3. ア. 誤文。繊毛の運動によって病原体を排出するのは、消化管でなく、気管の粘膜である。

イ. 誤文。塩酸を含む胃液は弱い酸性でなく、強い酸性である。

エ・オ. 誤文。リゾチームは細菌の細胞膜でなく細胞壁を分解する酵素であり、ディフェンシンは細菌の細胞膜を破壊するタンパク質である。

カ. 誤文。皮膚の外表面を覆うのは真皮でなく、表皮の角質層である。角質層は死細胞からできており、ウイルスなどの侵入を防ぐ。

問4. (I)誤文。作物を収穫し終わった畑のように、既に土壤が形成されており、土壤中に種子や地下茎などが残っている場所から始まる遷移は、一次遷移でなく二次遷移である。

(II)正文。一般に湖や沼などから始まる湿性遷移は一次遷移に分類されるが、「湖底に残っていた地下茎や種子から水生植物が生えてきて」とあるので、この場合は二次遷移と考える。

(III)誤文。湿性遷移では、土砂の堆積によって水深が浅くなると湿原が形成され、さらに陸地化が進んで草原が形成された後は、乾性遷移と同じ過程をたどる。したがって、日本における極相は森林となる。

問5. (I)誤文。表1の各生物における物質Xの濃度は、水中での濃度と比べてはるかに高く、栄養段階が高位の生物ほど高濃度であることから、物質Xは生物濃縮が起こる物質である。

(II)正文。水からミサゴの卵への物質Xの濃縮率は、 $13.8 \div 0.00005 = 276000$ 倍である。

(Ⅲ)正文。ミサゴの卵1個の重さが $70\text{g}=70\times 10^3\text{mg}$ 、含まれる物質Xの濃度が 13.8ppm で、 1ppm は100万分の1なので、物質Xの量は $70\times 10^3\times 13.8\times 10^{-6}=0.966[\text{mg}]$ である。

2

解答

(A)問1. カ 問2. イ 問3. Iーイ IIーオ
(B)問4. Iーエ IIーア 問5. ア 問6. オ

解説

《細胞の構造, 細胞のはたらきとタンパク質》

(A)問1. ア. 誤文。クロロフィルは葉緑体に含まれる光合成色素で、ミトコンドリアには含まれない。

イ. 誤文。ミトコンドリアは外膜と内膜の二重の膜で包まれている。

ウ. 誤文。酢酸オルセインは核を赤色に染める染色液である。ミトコンドリアはヤヌスグリーンという染色液で青緑色に染まる。

エ・オ. 誤文。ミトコンドリアは、細胞内共生説では呼吸を行う好気性細菌に由来すると考えられている。

問2. ア. 誤文, イ. 正文。ナトリウムポンプは、細胞内外の濃度勾配に逆らって、 Na^+ を細胞内から細胞外に、 K^+ を細胞外から細胞内に能動輸送する膜タンパク質である。

ウ・カ. 誤文。チャンネルはイオンなどを濃度勾配に従って受動輸送する膜タンパク質である。

エ. 誤文。アクアポリンは水分子を受動輸送するチャンネルで、輸送にエネルギーは使わない。

オ. 誤文。筋小胞体の膜に存在し、 Ca^{2+} を細胞質基質に放出するのは、カルシウムポンプでなくカルシウムチャンネルである。

問3. II. 興奮の伝達では、エキソサイトーシスによってシナプス小胞内の神経伝達物質が軸索末端からシナプス間隙に放出される。

(B)問4. I. (II)誤文。中間径フィラメントは、チューブリンでなくケラチンなどが重合してできた細胞骨格である。

(Ⅲ)誤文。微小管は、キネシン分子でなくチューブリンによって構成される細胞骨格である。

II. ア. 正文。密着結合は、接着タンパク質によって細胞どうしがすきまなく緊密につながる結合で、消化管の上皮組織などに見られる。

イ・ウ. 誤文。ヘミデスモソームやアクチンフィラメントは、ギャップ結合でなく固定結合に参与する。コネクソンという中空の膜貫通タンパク質を介した細胞どうしの結合は、固定結合でなくギャップ結合である。

エ. 誤文。同じ種類のカドヘリンどうしが細胞間を結合する。また、カドヘリンは細胞内で細胞骨格のアクチンフィラメントや中間径フィラメントとつながっている。

オ. 誤文。カドヘリンによる細胞接着は K^+ でなく Ca^{2+} を必要とする。

カ. 誤文。上皮細胞は、コネクソンでなくインテグリンという接着タンパク質によって基底層に結合する。

問5. ア. 正文。モータータンパク質は ATP 分解酵素 (ATP アーゼ) としての活性をもつタンパク質である。

イ. 誤文。モータータンパク質はタンパク質なので、二次構造や三次構造などの立体構造をもつ。

ウ・オ. 誤文。モータータンパク質は動物細胞にも植物細胞にも存在する。原形質流動は植物の細胞で見られ、モータータンパク質のミオシンがアクチンフィラメント上を移動することで起こる。

エ. 誤文。モータータンパク質は細胞内の細胞骨格上ではたらき、細胞外でははたらかない。

カ. 誤文。鞭毛の屈曲は、モータータンパク質のダイニンが微小管上を移動することで起こる。

問6. (I)誤文。酵素型受容体や G タンパク質共役型受容体では、タンパク質のリン酸化が起こってその後の応答が起こるが、イオンチャネル型受容体ではイオンの移動が引き金となってその後の応答が起こり、タンパク質のリン酸化は関係しない。

(II)正文。味覚や嗅覚などの受容器の細胞では、外界からの情報を受け取る受容体が細胞膜上に存在する。

(III)正文。T細胞は TCR (T細胞受容体) で、樹状細胞などが MHC 分子にのせて提示する抗原を認識する。

3

解答

(A)問1. カ 問2. ウ 問3. ウ 問4. ア

問5. カ

(B)問6. イ 問7. エ 問8. ウ

《動物の配偶子形成と受精》

(A)問 2. ア. 誤文。減数分裂で生じる極体は、二次卵母細胞や卵と同じ核相 n の核をもつ。

イ・エ. 誤文, ウ. 正文。卵の極体を生じた側を動物極, その反対側を植物極という。

オ・カ. 誤文。極体は細胞質が非常に少なく, 発生に必要な栄養を蓄えていないため, 配偶子とならずに減数分裂後に消失する。

問 3. 細胞の染色体数は減数分裂の第一分裂で半減する。したがって, 減数分裂前の精原細胞の核相は $2n$ で, 第一分裂終了後に生じる二次精母細胞や精細胞の核相は n となる。

問 4. 染色体の乗換えは相同染色体の対合時, つまり第一分裂前期に起こる。

問 5. ヒトの染色体数は $2n=46$ で, 減数分裂ではそれぞれの相同染色体が互いに関係なく分かれて別々の生殖細胞に分配される。そのため, 男女それぞれからつくられる配偶子の染色体の組み合わせは 2^{23} となり, これらが受精によって自由に組み合わせられるため, 生まれる子どもの染色体の組み合わせは $2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$ 通りとなる。

(B)問 6. ヒトの卵形成の特徴として次の 3 点を覚えておきたい。①排卵までは一次卵母細胞が第一分裂前期の状態では休止している。②排卵直前に分裂を再開して二次卵母細胞と第一極体になり, 二次卵母細胞は第二分裂中期の状態では再び休止し, 排卵される。③排卵された二次卵母細胞は, 精子が進入すると分裂を再開し, 第二極体を放出して卵になる。

問 8. 精子が卵の細胞膜に結合すると, 卵では次の①～③の順に反応が起こる。①卵の細胞質内で Ca^{2+} 濃度が高まる。②これによって表層粒のエキソサイトーシスが起こり, 表層粒の内容物が細胞膜と卵黄膜の間に放出される。これを表層反応という。③卵黄膜が細胞膜から分離して受精膜となる。

4 解答

(A)問 1. カ 問 2. オ 問 3. エ

(B)問 4. ア 問 5. I—オ II—オ 問 6. エ

問 7. イ

《植物の花芽形成とストレスに対する応答》

(A)問 2. 連続した暗期の長さで判断する。条件③では連続した暗期の長さが限界暗期より長い、条件④では限界暗期より短い。そのため、長日植物であるアブラナは条件③では花芽形成せず、条件④では形成する。短日植物であるキクは条件③では花芽形成し、条件④では形成しない。

問 3. 図 1 の条件②は長日条件で、図 2 の植物は短日植物なので、おおいをかけて短日条件にした葉 b でのみフロリゲンが合成される。茎の形成層の外側を環状にはぎとることを環状除皮という。この処理を行うと、形成層の内側にある道管は残るが、外側にある師管が除去される。フロリゲンは師管を通過して移動するため、葉 a ~ c の茎頂分裂組織には移動するが、環状除皮を施した部分から先の葉 d ~ f には移動しない。そのため、葉 a ~ c では花芽が形成され、葉 d ~ f では花芽が形成されない。

(B)問 4. 気孔の開口は次の 1 ~ 4 のしくみで起こる。1. フォトリピンで光を受容すると、孔辺細胞から能動輸送により H^+ が細胞外に排出され、細胞内の負の電位がより大きくなる（過分極）。2. カリウムチャンネルが開き、細胞内に K^+ が電気的な力により流入して細胞の浸透圧が上昇する。3. その結果、細胞内に水が流入して膨圧が上昇する。4. 孔辺細胞の細胞壁は内側が厚く、外側が薄いため、孔辺細胞の外側が伸びて細胞が湾曲し、気孔が開く。

問 5. I. アブシシン酸による気孔の閉鎖は次の 1 ~ 3 のしくみで起こる。1. アブシシン酸の作用で孔辺細胞のカリウムチャンネルが開き、細胞外に K^+ が流出して細胞の浸透圧が低下する。2. その結果、細胞から水が流出して膨圧が低下する。3. 孔辺細胞の湾曲が解消されて気孔が閉じる。

問 6. ジャスモン酸は食害情報の伝達物質としてはたらく植物ホルモンで、食害を受けた葉で合成され、離れた部位の葉で昆虫のタンパク質分解酵素の阻害物質の合成を促進する。オーキシン、ジベレリン、ブラシノステロイドは植物の成長、フロリゲンは花芽形成、アブシシン酸は種子の休眠などに関わる植物ホルモンで、食害応答には関与しない。

問 7. ア. 誤文。ファイトアレキシンは、病原体を感知した植物で合成される抗菌物質であり、病原体が合成する物質ではない。

イ. 正文。植物が病原体に感染すると、感染部の周囲の細胞で細胞死が起

こり，感染の拡大を防止する。

ウ．誤文。病原体の構成成分を受容する植物の受容体は，細胞壁でなく細胞膜にある。

エ～カ．誤文。病原体を感知した植物では，植物ホルモンの一種であるサリチル酸が合成され，病原体に対する抵抗性が高まるが，サイトカイニンやオーキシンは合成されない。