

2022 年度 生物学 ④ Ⅱ 模範解答

問 1

a 背腹軸 b 左右軸

a を示す構造の例：魚の背びれと腹びれ

b を示す構造の例：哺乳類やハ虫類の左右対になった四肢

問 2

クラゲ、ヒトデ

問 3

卵の細胞質のビコイド mRNA はヘテロの母親が持つ正常な遺伝子の産物が蓄えられているので、子の遺伝子型がホモでも正常に発生できる。

問 4

ビコイドタンパク質は体の前方の頭部と胸部を作るのに必要で、Y タンパク質は後方の腹部を作るのに必要。体の前端では、ビコイドタンパク質と X タンパク質と一緒に働くと先節ができる。体の後端では、X タンパク質があれば尾節ができ、尾節の形成にタンパク質 Y は必要ない。

問 5

ビコイドタンパク質は細胞間に仕切りができる前の**多核**の状態の時に卵の細胞質中に**拡散**して、前端に濃く、後ろにかけて薄い濃度勾配を持って分布する。その濃度に応じて頭部などの前部の構造を作るようにそれぞれの核の**遺伝子発現**に**調節タンパク質**として影響する。ノーダルタンパク質は、植物極側の予定内胚葉細胞が作って**分泌**するもので、そばの細胞の細胞膜上の**受容体**に結合することで作用を伝え、その変化が細胞質中を核まで伝わって、中胚葉へ分化するための**遺伝子発現**が始まることで中胚葉の分化を**誘導**する。

問1 光化学系 II の反応中心のクロロフィルが光エネルギーで活性化され、放出された e^- が電子伝達系を流れる。その際に、ストロマからチラコイド内に H^+ が輸送される。一方、チラコイド内腔では、 H_2O が分解され e^- と H^+ と O_2 が生じ、光化学系 II の反応中心がこの e^- を受け取る。その結果、チラコイド内で H^+ 濃度が上昇し、チラコイド膜の内外で H^+ 濃度勾配ができ、それを戻そうと H^+ がチラコイド膜に埋め込まれている ATP 合成酵素の中を通過する。この H^+ がストロマ側に流れるエネルギーを使って、ADP から ATP が合成される。

問2 海の中は 400nm 付近の短波長や 500-700nm の長波長が減衰している。したがって、海の中ではクロロフィルによって陸上植物が光合成に利用出来る 400nm 付近や 500-700nm 付近の光を光合成に利用することができない。フコキサンチンは 400-500nm に吸収極大のある光合成色素で、水深 5m でも届く光を吸収して光合成を行う事が出来る。クロロフィル b を持っていない褐藻にとって、このフコキサンチンという光合成色素が存在することで、水深 5m という環境でも光合成に利用出来る光エネルギーが吸収でき、生育することが出来る。

問3 ポリペプチドの 1 本鎖が凝集しないよう働く。立体構造をつくる際に、正しく折りたたまれるように補助する。誤って折りたたまれたタンパク質を認識し、それ以上折りたたまれないようにしたり、秩序正しい折りたたみが再開できるようにはたらいっている。折りたたみが不安定なものや熱で凝集・変性したタンパク質を正常にはたらくようにする。熱で凝集・変性したタンパク質の輸送・分解にも関与している。

問4 地域差について：図 1 より、南三陸では 25°C 付近が最高水温で、糸島では 28°C 付近が最高水温で、2 地域には海水温に違いがある。図 2 より、30°C という高温で両株は光合成能に差があり、糸島株は高水温に強く南三陸株は高水温に弱いという地域差が生じている。遺伝子 Z から作られたタンパク質の関与について：分子シャペロンをコードする遺伝子 Z の発現量が糸島株で高いことから、高水温で壊れたタンパク質を直すことのできる糸島株は、光合成に関連するタンパク質が正常に働くことができ、高水温条件下でも光合成活性が維持され、高水温耐性が南三陸株より高いと考えられる。

問5 南三陸株では、水温を感知する機能や、その後の高水温という情報を伝える経路のどこかが変異していて、高水温であることがうまく伝わらず、遺伝子 Z の発現量が 30°C で上がらない。南三陸株では、遺伝子 Z の転写調節に関連する部位に変異が生じていて、発現量が上昇しない。高温に晒される機会の無い南三陸株では、遺伝子 Z に関連する部位のメチル化などにより、遺伝子 Z の転写が抑制されている（エピジェネティクス）、など。

2022 年度 生物学 ⑧ Ⅱ 模範解答

問 1 (ア) N-アセチルガラクトサミンとガラクトース

(イ) なし

問 2 妊婦：

胎児は抗体を産生していない。

胎児の血球は母親に入っていない。など

胎児：

母親の抗体はサイズが大きいため、(トランスポーターがないため)胎盤を通
過しない。そのために胎児の血液と接触しない。

母親の血球は胎児に入っていない。

胎盤においては、母親の血球が胎児の血球とは接触できない構造になってい
る。など

問 3

(1) 予想：526 番目と 703 番目の変化は、中立的な変異で、タンパク質の機能に影響をお
よぼしていない。796 番目と 803 番目の変化は、酵素の糖認識部位のそばにあるア
ミノ酸を置換している。

(1) 実験：酵素と糖の複合体 X 線結晶構造解析。点突然変異による結合活性測定。など

(2) フレームシフトによる短い(不完全な)タンパク質の産生。酵素が立体構造を形成で
きない。そのために酵素がはたらかない。よって、糖修飾ができない。転写された
mRNA が翻訳されずに分解されるために、タンパク質が産生されない。など

(3) (OO, OO)、(OO, AO)、(OO, BO)、(AO, OO),

(BO, OO)、(AO, BO)、(BO, AO)、(AO, AO)、(BO, BO)

(4) B型の親の生殖細胞において、減数分裂時に 796 番目の手前で乗換えが発生し、遺伝
子が B型と O型のキメラ (B-O) になった。そのため、796 番目以降の 2 箇所が A型と同
じになったため、B-Oの遺伝子がコードするタンパク質は、ガラクトース特異的な酵素か
ら、N-アセチルガラクトサミン特異的な酵素に変化した。その結果この遺伝子がコードす
るタンパク質は A型のタンパク質となった。もう片親が O型遺伝子のみをもっているの
で、(B-O, O)の遺伝子型となり、表現型が A型となった。

2022年度 生物学 ⑧ ⑨ 模範解答

問1

(記号) : (C)

(理由) : 骨格筋には、完全に弛緩する前に刺激を加えると収縮力が加算される性質(加重)があるから。

問2

(ア) : 収縮する。活動電位によって電位依存性カルシウムイオンチャネルが開き、カルシウムイオンが細胞内に流入できるから。

(イ) : 収縮しない。すでに電位依存性カルシウムイオンチャネルは閉じているから。

(ウ) : 収縮しない。筋収縮するためには、刺激によって細胞の内部にカルシウムイオンが透過する必要があるから。

問3

神経が活動電位を出さなくなるため、 Ca^{2+} が枯渇したためシナプス伝達ができなくなるため、筋肉のエネルギーが枯渇したため、筋肉の細胞内 Ca^{2+} 濃度の恒常性を維持できなくなるため、アセチルコリンが枯渇したため、等。

問4

(結果) : 電気パルス刺激した時と同様、ゆっくりになる。

(理由) : 副交感神経から放出された神経伝達物質のアセチルコリンが作用するから。

問5

心筋は、活動電位の持続時間が長く、活動電位が持続している間は、電気パルス刺激がきても、次の活動電位を発生することができないため。

問6

骨格筋細胞は、短い電気パルス刺激に応答することができ、さらに加重することができる。そのため骨格筋は、瞬発的に大きな張力を生むことができる。いっぽう、心筋細胞は、活動電位の持続時間が長いため、荷重することがなく常に一定のリズムで収縮を繰り返す。これによって心臓の拍動は一定のペースとなる。