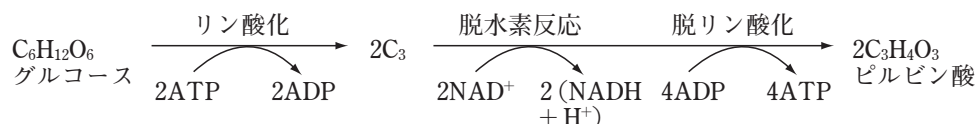


2024年度大学入学共通テスト 解説 〈生物〉

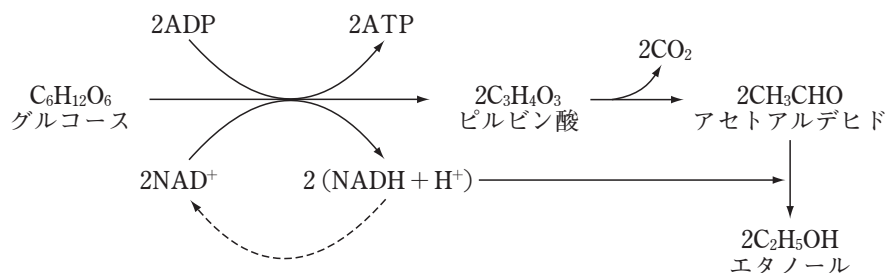
第1問 糖代謝とキシロースオペロン

問1

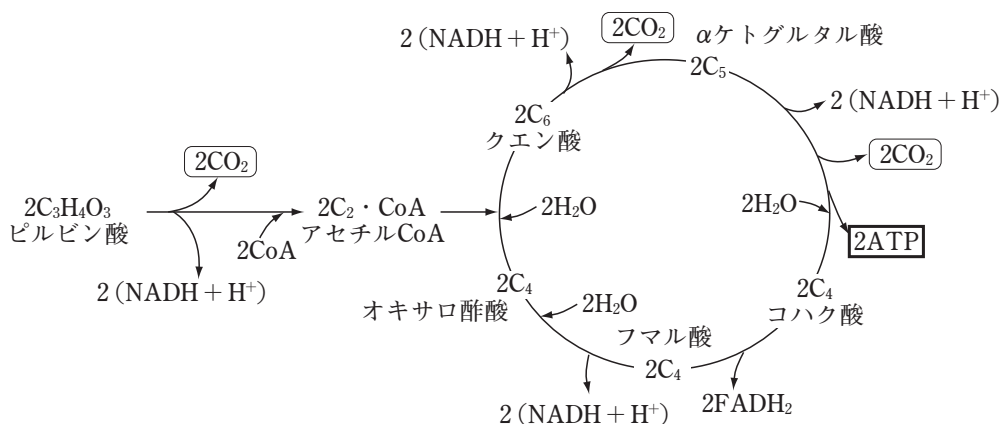
- ① 解糖系では、1分子のグルコース当たり、リン酸化で2分子のATPが消費され、脱リン酸化で4分子のATPが合成される。したがって、誤りである。



- ② アルコール発酵では、上図にもあるように、解糖系でATPとNADHが合成される。また、下図にあるように、NADHの酸化に伴いアセトアルデヒドが還元されてエタノールが合成される。したがって、誤りである。



- ③ クエン酸回路では、還元型補酵素であるNADHやFADH₂、およびATPが合成される。したがって、正しい。



- ④ 呼吸の過程で、二酸化炭素が生成されるのは、上図にあるようにクエン酸回路のみである。したがって、誤りである。

(答) …③

- 問2 図1でキシロース濃度とグルコース濃度のグラフを見比べると、グルコース濃度の方が早く低下していることがわかる。したがって、野生株ではグルコース()が先に利用される。

グルコースが消費されているとき、キシロースは消費されていないことから、キシロースオペロンの発現は抑制されていると考えられる。したがって、リプレッサーはオペレーターに結合して()いると考えられる。また、図1の野生株の細胞数と図2の変異株Mの細胞数のグラフを比べると、グラフの傾き(増殖速度を示す)は野生株の方が大きいことから、実験1の条件では、野生株()のほうが増殖が速いことがわかる。したがって、野生株と変異株Mを混ぜて培養すると、野生株の方がグルコースやキシロースを先に消費してしまうため、野生株が集団内で優勢になると考えられる。

(答) …①

問3 もし、キシロースオペロンの発現がグルコースのみによって制御されるのであれば、培地にキシロースがなくても、グルコースがあるときには発現が抑制され、グルコースがないときには発現が促進されるはずである。このことを確かめるためには、グルコースのみを含む培地(Ⓐ)で発現が抑制され、グルコースを含まない培地(Ⓒ)で発現が促進されることを確かめればよい。ⒶとⒸを比較すればよいので、②が正しい。

(答) …②

第2問 膜タンパク質と膜電位

問1

- ① 選択的透過性とは、 Na^+ のような特定の物質のみを透過させる細胞膜の性質であり、ナトリウムポンプによる能動輸送でもナトリウムチャンネルによる受動輸送でも見られる。したがって、誤りである。
- ② チャンネルは特定のイオンの受動輸送に関わる輸送タンパク質である。一方、グルコース輸送体のような担体も受動輸送に関わっている。したがって、誤りである。
- ③ 生体膜の水の透過性は、チャンネルの一種であるアクアポリンの働きによって高められる。したがって、正しい。
- ④ ポンプは、特定のイオンを濃度勾配に逆らって輸送する能動輸送に関わる輸送タンパク質である。したがって、誤りである。
- ⑤ アミノ酸は生体膜の脂質二重層を自由に透過できない。したがって、誤りである。

(答) …③

問2 実験1を整理すると次表のようになる。

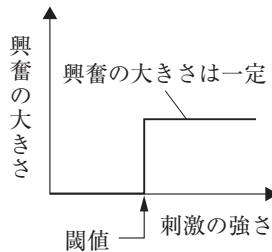
孔辺細胞を浸した培地	暗所	明所
K^+ を含む培地	変化なし	膨張した
K^+ を含まない培地	変化なし	ほとんど膨張しなかった

このことから、孔辺細胞は明所におかれたとき(光を照射したとき)のみ細胞内に K^+ が流入し、膨張すると考えられる。したがって、①・③は正しく、②は誤りである。なお、④孔辺細胞以外の表皮細胞を K^+ を含む溶液に浸して(暗所から)明所に置いても、その形態は変化しないことから、暗所で膨張することはないと考えられる。したがって、誤りである。①と③が正しいので、②を選ぶ。

(答) …②

問3

- ① 静止電位が生じている細胞では、ナトリウムポンプの働きにより K^+ 濃度は細胞内の方が高く、 Na^+ 濃度は細胞外の方が高い。したがって、正しい。
- ② 活動電位の発生は全か無かの法則にしたがう。したがって、正しい。



- ③ ナトリウムチャネルを通して Na^+ が細胞内に流入することで膜電位は上昇する。したがって、誤りである。
- ④ 電位の下降時には、電位依存性のカリウムチャネルが開き、 K^+ が流出している。したがって、正しい。
- ⑤ ナトリウムポンプは Na^+ を細胞外に、 K^+ を細胞内に輸送する。したがって、正しい。

(答) …③

問4 ニューロン内を興奮が伝導するとき、一度興奮した部位が不応期になる。つまり、しばらく興奮しにくい()状態になる。このため、興奮は、逆流することなく一定方向に伝わる()。

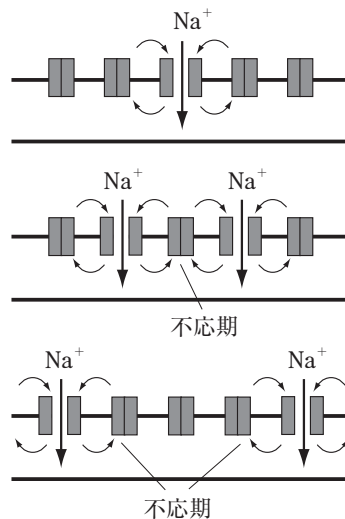
- ① Na^+ が流入すると活動電流が隣接する Na^+ チャネルを刺激する。



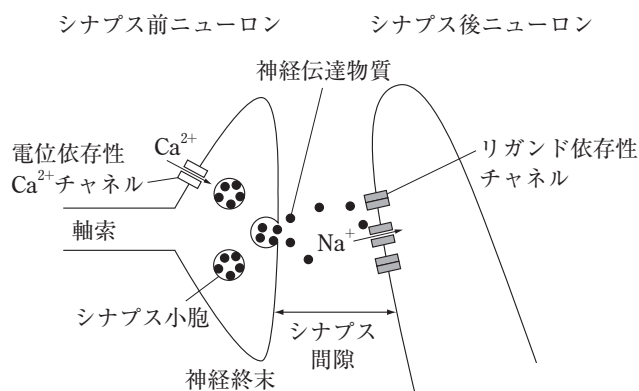
- ② Na^+ チャネルが開き、 Na^+ が流入すると、活動電流が隣接する Na^+ チャネルを刺激するが、最初に開いた Na^+ チャネルは不応期にあるので、開かない。



- ③ 興奮は両方向に伝わる。



興奮がシナプスまで到達すると、シナプス小胞と細胞膜が融合して開口するエキソサイトーシスが起こり、神経伝達物質が細胞外に放出される()。したがって、⑤が正しい。

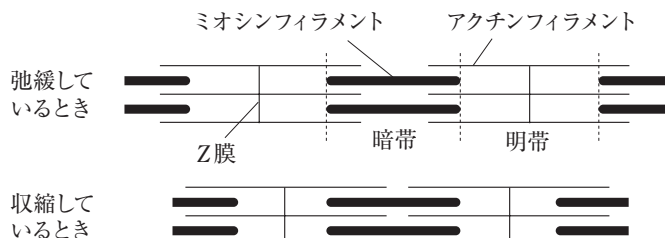


(答) …⑤

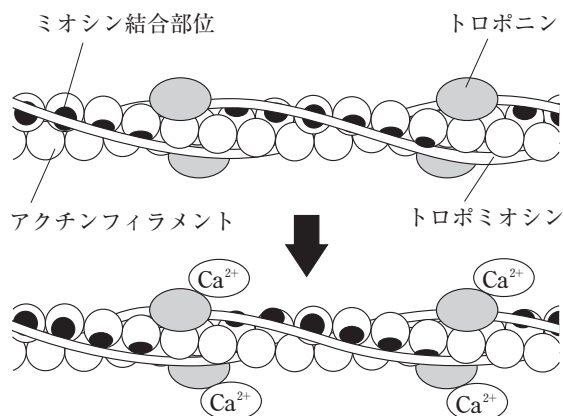
第3問 筋収縮、骨格筋の発生

問1

- ① 筋収縮時には、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込むため、サルコメアの長さや明帯の長さは短くなるが、暗帯の長さは変わらない。したがって、正しい。



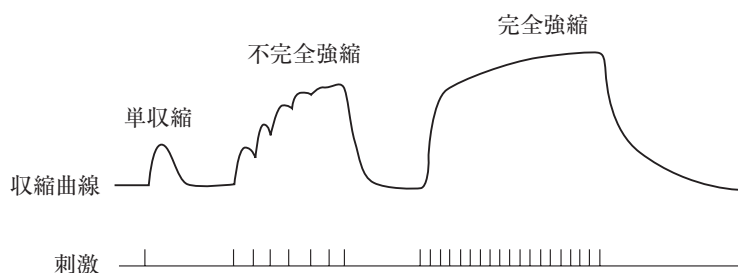
- ② トロポニンに Ca^{2+} が結合すると、トロポニンと結合しているトロポミオシンの立体構造が変化して、アクチン分子のミオシン結合部位が裸出する。これにより、アクチンとミオシンが結合できるようになる。したがって、正しい。



ミオシンの結合部位がトロポミオシンにより塞がれている。

トロポミオシンの立体構造が変化し、ミオシンの結合部位が裸出する。

- ③ 解糖は乳酸発酵と同じ過程で進行し、筋細胞にはエタノールではなく乳酸が蓄積する。したがって、誤りである。
- ④ 筋収縮時にアクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込むためには、ATPがミオシン頭部に結合することが必要である。したがって、誤りである。
- ⑤ ①の図にあるように、筋収縮時にはアクチンフィラメントもミオシンフィラメントも長さ是不変である。したがって、誤りである。
- ⑥ 強縮は、単収縮が終わる前に次の単収縮が起こることによって生じ、単収縮よりも収縮は大きくなる。したがって、誤りである。



(答) ・ …①・②

問2 まず、前提となる知識と実験結果を整理しよう。

- ・筋細胞内には Ca^{2+} が蓄積した筋小胞体が存在し、筋小胞体から放出された Ca^{2+} がトロポニンに結合することで筋収縮が開始される。この収縮にはATPのエネルギーが必要である。
- ・グリセリン筋は筋原繊維しかなく、筋小胞体は存在しないので、筋収縮にはATPと高濃度 Ca^{2+} の両方が必要である。したがって、実験1では筋収縮が起こり、実験2では筋収縮は起こらない。
- ・スキンド筋は細胞膜のみ除去されているので、筋小胞体が存在する。筋小胞体から Ca^{2+} が放出され、ATPが存在すれば筋収縮が起こる。実験3で筋収縮が起こらなかったのは、 Ca^{2+} が低濃度だからであり、実験4で筋収縮が起こったのは、筋小胞体から高濃度の Ca^{2+} が放出されたからである。

次に、実験5～7を吟味する。

実験5：ATPが存在しないので、筋収縮は起こらないと考えられる。

実験6：グリセリン筋には筋小胞体がないので、実験4と同じ操作を行っても、筋原繊維に Ca^{2+} が放出されず、筋収縮は起こらないと考えられる。

実験7：グリセリン筋もスキンド筋も、筋収縮に必要なATPと高濃度 Ca^{2+} の両方である。したがって、実験1と同じ操作を行うと、筋収縮が起こると考えられる。

したがって、⑦が正しい。

(答) …⑦

問3 実験8で、脊索を移植すると、本来は皮筋節が分化するはずの領域から皮筋節が分化しないことが図3からわかり、このことから、脊索は体節に向かって皮筋節の分化を抑制する物質を放出していると考えられる。また、実験9で、背側神経管断片を体節の側に移植すると体節全体が皮筋節に分化したことが図4からわかり、このことから、背側神経管は、体節に向かって皮筋節の分化を促進する物質を放出していると考えられる。したがって、実験10で体節を背腹が逆になるように配置しても、脊索からは皮筋節の分化を抑制する物質が、背側神経管からは皮筋節の分化を促進する物質が放出されているので、体節の背側のみから皮筋節が分化すると思われる。したがって、①が正しい。

(答) …①

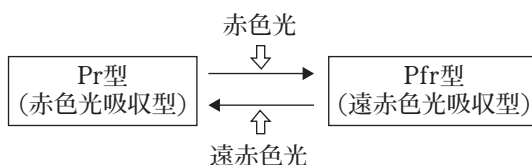
第4問 生殖、ジャガイモの塊茎の形成と日長

問1

- ① 有性生殖では、雌雄の配偶子が接合(受精)することで子個体が形成される。個体群密度が著しく低くなると、雌雄が出会う確率が低下するため、子孫を残しにくい。したがって、正しい。
 - ② 有性生殖では、減数分裂によって親個体のもつ遺伝情報の半分が配偶子に入り、子個体に受け継がれる。したがって、誤りである。
 - ③ 有性生殖では、子個体の遺伝子構成が多様になるので、新たな病原菌の感染が広がっても、生き残る個体が生じやすく、病気による子孫の全滅が起こりにくい。したがって、正しい。
- ①と③が正しいので、⑤を選ぶ。

(答) …⑤

問2 フィトクロムは、次図のように、Pr型とPfr型が相互変換する物質であり、Pr型は赤色光を吸収するとPfr型に、Pfr型は遠赤色光を吸収するとPr型になる。



実験2で光中断を行うと塊茎が形成されないことが予測されるが、これにフィトクロムが関わっているとすれば、光中断に有効な光は赤色光である。したがって、実験3の光中断に使用されたのは④赤色光()である。赤色光の照射により、フィトクロムの多くはPr型からPfr型に変換されるが、その直後に遠赤色光を照射するとフィトクロムはPfr型からPr型に戻り、赤色光による光中断の効果が打ち消される。したがって、実験4で赤色光の直後に照射されたのは⑤遠赤色光()である。

(答) …④

(答) …⑤

問3

測定項目：植物の葉の炭酸同化で生産された同化物は、スクロースとして篩管を通して地下茎に転流される。したがって、④・⑤は誤りである。また、生のままの重量の場合、地下茎と地下茎を除く植物体全体で水分含量に偏りがでる可能性が高い。したがって、①は誤りである。さらに、同化物は焼却すると CO_2 と H_2O に分解するので、③は誤りである。したがって、②が正しい。

(答) …②

計算式：塊茎形成が誘導される栽培条件は2であり、短日条件に移して栽培した間に増えた同化物量は、 $(X_2 + Y_2) - (X_1 + Y_1)$ である。そのうち、地下茎に分配された量は $(X_2 - X_1)$ であるので、地下茎に分配された同化物の比率は、

$$\frac{(X_2 - X_1)}{(X_2 + Y_2) - (X_1 + Y_1)} \text{ である。}$$

一方、対照条件(塊茎形成が誘導されない条件)は3である。長日条件のまま栽培した間に増えた同化物量は、 $(X_3 + Y_3) - (X_1 + Y_1)$ である。そのうち、地下茎に分配された量は $(X_3 - X_1)$ であるので、地下茎に分配された同化物の比率は、

$$\frac{(X_3 - X_1)}{(X_3 + Y_3) - (X_1 + Y_1)} \text{ である。}$$

(答) …⑧

第5問 生産構造図, 生態系の物質収支

問1 林床の草本層が発達した森林では、同化器官(葉)は、高木層の林冠部分と草本層に大きく偏る。したがって、⑥の生産構造図が正しい。また、高木層に集中した葉に光が吸収されるため、⑥の生産構造図の高さ1.0~0.8の間に相対照度は急激に低下することになる。したがって、④の相対照度のグラフが正しい。
⑥と④が正しいので、⑦を選ぶ。

(答) …⑦

問2

① 森林の主な生産者は木本植物であり、非同化器官に有機物が蓄積されているので、草本植物が主な生産者である農耕地に比べて現存量が大きく、現存量と土壌有機物の合計に占める現存量の割合が高い。また、表1で、森林内でその値を計算すると、

$$\text{熱帯} : \frac{18}{18+12} = 0.6$$

$$\text{温帯} : \frac{15}{15+13} \approx 0.53$$

$$\text{亜寒帯} : \frac{9}{9+21} = 0.3$$

上記の値から、熱帯の森林が最も高いことがわかる。したがって、正しい。

- ② 亜寒帯の森林は、低温により土壌有機物の分解が進行しにくく、落葉・落枝によって有機物が土壌に供給されるため、土壌有機物量が多い。したがって、誤りである。
- ③ 表1で、農耕地の現存量は森林に比べてはるかに小さいことから、森林を農耕地に変えると、現存量が大きく減少することがわかる。したがって、正しい。
- ④ 表1で、現存量と土壌有機物の合計を計算すると、

$$\text{熱帯} : 18 + 12 = 30$$

$$\text{亜寒帯} : 9 + 21 = 30$$

上記の値から、熱帯の森林と亜寒帯の森林では変わらないことがわかる。したがって、正しい。

(答) …②

問3 地表温度が高くなると細菌や菌類など分解者の活動が活発になるので、土壌有機物の分解()が促される。また、農耕地は森林よりも純生産()量が小さく、さらに農作物は収穫されるので、土壌有機物層に供給される枯死量も小さくなる。このため、植生からの有機物の供給が森林よりも少なく()なる。この結果、土壌有機物量は次第に減少していくことになる。

(答) …⑤

第6問 生物の系統、遺伝子の伝播

A

問1

- ① 動物のうち、海綿動物は胚葉が分化しない無胚葉性動物であり、刺胞動物は中胚葉が分化しない二胚葉性動物である。したがって、誤りである。
- ② 動物は、有機物を他の生物に依存する従属栄養生物である。したがって、正しい。
- ③ 動物はすべて多細胞生物である。したがって、正しい。
- ②と③が正しいので、⑥を選ぶ。

(答) …⑥

問2

カメノテ：図1のノートで、「脱皮する」とあることから、脱皮動物であることがわかる。脱皮動物には線形動物門と節足動物門が含まれる。したがって、④Yが正しい。

(答) …④

ウメボシイソギンチャク：図1のノートで、「刺胞(刺細胞)を持つ」とあることから、刺胞動物であることがわかる。刺胞動物は外胚葉性組織と内胚葉性組織の分化が見られるが、口と肛門の区別がない。したがって、②Wが正しい。

(答) …②

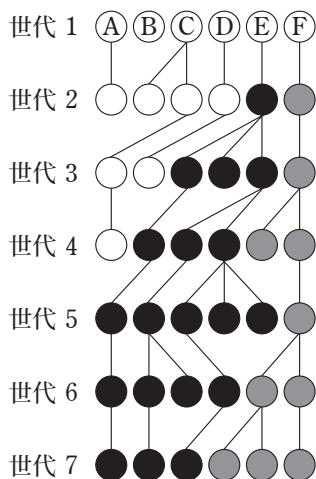
ムラサキウニ：図1のノートで、「原口は口にならない」とあることから、原口が口になる旧口動物ではなく、原口の反対側に口が生じる新口動物であることがわかる。したがって、⑤Zが正しい。

(答) …⑤

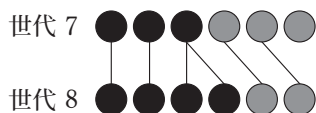
B

問3 図4の世代7までのシミュレーション結果を示す。図中の黒色は世代1の個体⑤由来、灰色は個体⑥由来である。

ハルさんの結果



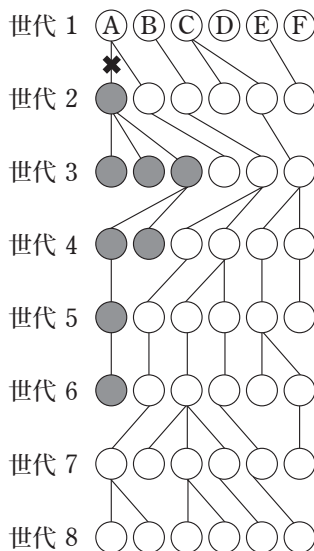
次に、世代7を親世代としてサイコロを振ると、 であったことから、シミュレーションの方法にしたがって、世代7と世代8を線で結ぶと次のようになる。したがって、世代8の6個体のうち、④4()個体が世代1の個体⑤に由来する。



(答) …④

図5において、×印以降の個体Aに由来する変異型の対立遺伝子を持つ個体を灰色で示した。このことから、変異型の対立遺伝子を持つ個体は、一つの世代中に最大③3 () 個体まで増加し、その後消失することがわかる。

アキさんの結果



(答) …③

問4

- ④ 上図にあるように、新しく生じた突然変異は、集団中から失われることが多い。したがって、正しい。
 - ⑤ 中立な突然変異は、遺伝的浮動によって集団中に広まり、固定されることがある。したがって、誤りである。
 - ⑥ 1回の突然変異に由来する対立遺伝子を持つ個体は、その突然変異を起こした個体の子孫である。つまり、集団全体にその対立遺伝子が広まっているとき(集団中のすべての個体はその対立遺伝子を持つとき)、その世代の全個体が共通の祖先を持つことを意味する。したがって、正しい。
 - ⑧ 遺伝子頻度の変動に与える遺伝的浮動の影響は、集団が小さくなるほど大きくなる。したがって、誤りである。
- ④と⑥が正しいので、②を選ぶ。

(答) …②