

生物学

【第8問】

I 動物の生理現象，特に神経細胞による刺激の伝達や筋肉の収縮には様々なイオンが関連している．これらの現象に関する次の文章を読んで問いに答えよ．

動物細胞の細胞膜は半透性でイオンを通さない性質があり，このため細胞質と体液との間でイオンの濃度勾配が存在する．通常，動物細胞内は，体液に比べて（ア）イオン濃度が高く（イ）イオン濃度が低い状態に保たれており，このような濃度勾配により細胞膜を隔てて電位差が存在する．神経細胞の興奮とは，このような細胞膜の膜電位が，^(A) 刺激に反応して一過性に大きく変化することである．

神経を伝導されてきた活動電位が筋細胞との境界にあるシナプスに達すると，シナプスの膜上にある電位依存性の（ウ）イオンチャネルが開いてシナプス内に（ウ）イオンが流入する．これが刺激となり，神経細胞内のシナプス小胞から（エ）が分泌される．（エ）が筋細胞膜上の（エ）受容体に結合すると（イ）イオンが筋細胞内に流れ込み膜電位が上昇する．この上昇が引き金になり，（オ）内に蓄積されている（ウ）イオンが細胞質に多量に流出する．この（ウ）イオン濃度上昇が，筋収縮を引き起こすきっかけとなる．

筋細胞において収縮を担っているのは，タンパク質である（カ）と（キ）のフィラメントが交互に配列した基本単位である（ク）である．（カ）の頭部にATPが結合し，それが加水分解され得られたエネルギーによりその立体構造が変化し，（キ）フィラメント上で滑り運動が起こる．この結果（ク）が短縮し，^(B) 筋収縮が引き起こされる．

(1) （ア）から（ク）に入る適切な語句を答えよ．

(2) 下線部（A）について，神経細胞を電流刺激により興奮させた後に起こる電位の変化は，脱分極，膜電位の下降，元の状態への復帰という3つの段

階に分けられる。それら3つの段階は、どのような機構により進むか、それぞれ30字程度で述べよ。

(3) 下線部(B)の筋収縮について以下の問いに答えよ。

(3-1) 各筋原繊維の作り出す張力は、刺激を受けた時点の(ク)の長さによって変化する。そのような(ク)の長さとの関係のグラフを図1に示す。この図における(a)、(b)、(c)の点に見られる張力の大小は、(ク)における(カ)と(キ)の間のどのような関係を反映しているか、それぞれ60字程度で説明せよ。

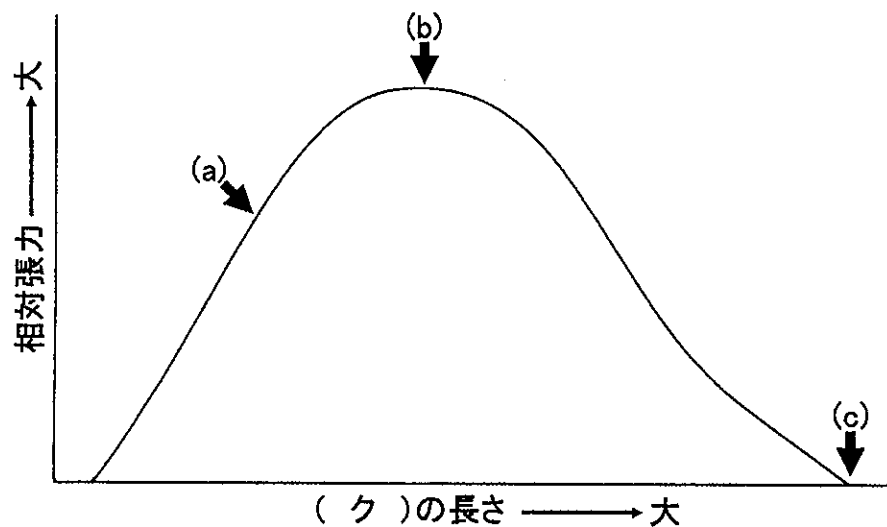


図1

(3-2) 骨格筋は筋細胞が多数集まることで形成されている。基本的に各細胞の興奮は全か無かの法則に従い、神経による刺激が閾値以上であれば、それ以上に刺激の強度を大きくしてもそれに比例して筋繊維の張力が増加することはない。しかし器官としての各骨格筋の力の大小はその機能に対応して変化する。このような筋の力の大きさの変化を可能にしている機構を2つ挙げ、合わせて100字程度で説明せよ。

II 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

1970年代、リボソームRNAを用いた塩基配列の研究によって、原核生物として一括されていたグループはバクテリア（真正細菌）とアーキア（古細菌）という2つのグループに分けられ、その結果、生物は真核生物、バクテリア、アーキアの^(A) 3つの分類群に大きく区分されるようになった。この中で、真核生物の進化過程においては、核膜の獲得およびバクテリアを共生体として取り込むことによるミトコンドリアの獲得が重要であったとされている。特に近年の核酸の塩基配列決定技術の進展により、ミトコンドリアを持たない真核生物のゲノム中にもミトコンドリア由来の遺伝子が含まれることが明らかとなり、全ての真核生物の共通祖先がミトコンドリアを獲得したことが示された。そのため、ミトコンドリアの獲得が真核生物の起源において必須の役割を果たした可能性が高い。真核生物が誕生した後、^(B) さらに共生生物起源のプラスチドを獲得して光合成を行う生物が誕生した。その後、^(C) このような光合成を行う生物を細胞内にさらに取り込むことにより光合成を行うことができるようになった生物も誕生し、光合成を行う生物のさらなる多様化につながった。バクテリアとの共生はその後の^(D) 多細胞生物においても頻繁に見られる現象である。

- (1) 下線部(A)の、生物分類における最大の区分であるこの3つのグループに与えられる分類階級(ランク)は何か答えよ。
- (2) 真核生物、バクテリア、アーキアを比較して、アーキアとバクテリアには共通しているが真核生物には見られない特徴と、アーキアと真核生物には共通しているがバクテリアには見られない特徴を、2つずつ答えよ。
- (3) 下線部(B)と(C)に当たる生物の分類群をそれぞれ1つずつ答えよ。
- (4) 真核生物の細胞内に含まれるミトコンドリアおよび葉緑体の祖先は、バクテリアの中のどの分類群に含まれると考えられているか、それぞれ答えよ。

- (5) 下線部 (D) のバクテリアと共生している多細胞生物の例を 1 つあげ、それがバクテリアとの共生によりどのような利益を得ているかについて 60 字程度で述べよ。

生 物 学

【第9問】

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

現在、絶滅が危惧されている野生生物種は数多く存在し、国際自然保護連合等がレッドリストにまとめている。このような現在進行している絶滅は、主として_(A) 人為的要因によるものと考えられている。そのため、_(B) 生物多様性の保全に関心が集まっているが、すでに20世紀中に絶滅した生物種も多く、今世紀はさらに多くの生物種が絶滅するという予測もある。現在進行中の現象は、地質時代に繰り返し生じた大量絶滅と呼ばれるイベントに匹敵するともいわれている。

一般に、ある生物は同じ場所に棲む他の多くの生物と_(C) さまざまな関係を持っている。同じ生息場所に共存している生物種の集まりを生物群集と呼び、さらにそれを取り巻く環境まで含めたものを（ア）と呼ぶ。そこには生物種間の相互作用の複雑なネットワーク構造が存在する。生物は最適者生存の競争による（イ）にさらされているため、生物種の絶滅は常に生じている。このような、日常的に生じている絶滅現象は、大量絶滅に対して（ウ）と呼ばれる。

顕生累代（約5.4億年前～現在）における特に大規模な大量絶滅5回をビッグ5と総称することがある。この中で史上最大規模とされているのは、いまから約（エ）年前に生じた_(D) （オ）境界イベントである。ほぼ同時期に、陸上においては（カ）が、海洋においては（キ）が起きていたことが知られており、それらと大量絶滅の因果関係が議論されている。

- (1) 文章中の（ア）から（キ）に当てはまる適切な語句を述べよ。
- (2) 下線部（A）として考えられるものを3つ挙げよ。
- (3) 下線部（B）は生物多様性条約にも記述されているように3つのレベルでとらえられることが多い。それらがどのレベルの多様性かを述べ、それぞれ

れ 30 字程度で説明せよ。

- (4) 下線部 (C) の関係 (相互作用) の例としては、同じ食物や生息場所などをめぐって争う「競争」があるが、他にはどのようなものが知られているか、代表的な例を 3 つ挙げ、それぞれ 20 字程度で説明せよ。
- (5) 下線部 (D) において完全に絶滅した代表的な分類群を 3 つ挙げよ。

II 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

植物が光合成によって、単位面積・時間あたりに生産した有機物の総量を、総一次生産 (gross primary production)、総一次生産から植物の呼吸により消費された有機物量を差し引いた残りを、純一次生産 (net primary production) と呼ぶ。また、単位面積あたりの生物量を生物体量 (biomass) と呼ぶ。

- (1) 陸上において、純一次生産はどのバイオームで最大になっているか、大きな純一次生産をもたらす要因とともに 50 字程度で答えよ。
- (2) 海洋において、純一次生産はどのような場で最大になっているか、大きな純一次生産をもたらす要因とともに 50 字程度で答えよ。
- (3) 単位面積あたりの生物体量に対する純一次生産の比は、陸上の森林と海洋とでどのように異なるか、100 字程度で説明せよ。
- (4) 陸上において、裸地から極相林までの遷移の過程で、純一次生産と生物体量の比はどのように変化するか、100 字程度で説明せよ。
- (5) 純一次生産は、群集全体としては大気二酸化炭素の正味の固定にはならない。その理由を、100 字程度で説明せよ。