

平成26年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子は、「空白」1ページ、「物理」6ページ、「化学」13ページ、「空白」1ページ、「生物」8ページ、「地学」11ページ、合計40ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」4枚、「地学」3枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
- 6 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・理科選択を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうち2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
- 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 8 医学部の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
- 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」を解答すること。
- 10 机の上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
- 11 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。

生 物

第 1 問 (25点)

酵母菌の呼吸に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

酵母菌は、環境条件の違いによって、呼吸の方法を変えることができる。酵母菌の好気呼吸は細胞質基質とミトコンドリアで^①行われる。グルコースが低濃度で含まれる培養液において酵母菌に酸素を与えて培養すると、ミトコンドリアが発達する。好気呼吸では、グルコースは細胞質基質で（ア）まで代謝されて、ミトコンドリアへ輸送される。（ア）は、さらに代謝されて最終的に（イ）と（ウ）に分解されるが、（イ）はクエン酸回路で、（ウ）は電子伝達系で生成される。一方、グルコースが高濃度で含まれる培養液において^②酸素を与えずに酵母菌を培養すると、ミトコンドリアは好気呼吸のときほど発達せず、エタノールが生成される。したがって、酵母菌はミトコンドリアが発達していなくても生育が可能である。

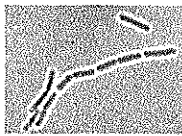
問1 文章中の空欄（ア）～（ウ）に入る適切な語句を答えよ。

問2 蒸留水中ではヒトの赤血球は破裂するが、酵母菌は破裂しない。酵母菌が破裂しない理由を答えよ。

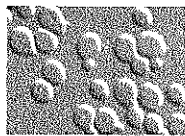
問3 下線部①に関して、呼吸の結果、エネルギーに直接利用できるATPが合成される。ヒトの筋肉が急に収縮するとき、ATPは呼吸以外の方法によっても合成される。呼吸によらないでATPが合成されるしくみを答えよ。

問4 下線部②に関して、(1)~(3)の問いに答えよ。

- (1) グルコースを呼吸基質とした場合、エタノールが生成される呼吸の名称を答えよ。
- (2) 日本酒に含まれるエタノールは酵母菌がつくりだしたものである。日本酒の製造には、酵母菌の他に、乳酸菌とコウジカビも利用されている。次の顕微鏡写真A~Dから、酵母菌、乳酸菌およびコウジカビの写真をそれぞれ選び、その記号を答えよ。



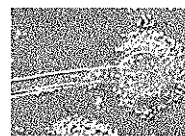
A



B



C



D

- (3) エタノールが生成される過程で、グルコースは分解されて炭素数3の C_3 物質が2分子できる。その C_3 物質は脱水素酵素により酸化されて別の C_3 物質になり、このとき酸化型補酵素Xが還元される。酸化型補酵素Xはグルコースに比べて細胞に少量しか含まれていない。この脱水素酵素の反応が進むにつれ、酸化型補酵素Xの量が減り続けると予想されるが、実際には細胞内の酸化型補酵素Xは供給されるので枯渇せず、酵母菌は脱水素酵素の酸化反応を続けることができる。酸化型補酵素Xが供給されるしくみを答えよ。

問5 ミトコンドリアと葉緑体は、よく似た特徴を持つ細胞小器官である。好気呼吸を行っている細胞のミトコンドリアや光合成を行っている細胞の葉緑体では、特定の部位に水素イオンが蓄積する。それぞれの細胞小器官における水素イオンの蓄積部位を答えよ。

問6 原核生物である細菌にも好気呼吸を行うものがある。好気呼吸の代謝はクエン酸回路と電子伝達系からなる。真核生物の進化の観点から、細菌の電子伝達系が細胞のどこにあるかを推測し、その場所を答えよ。また、そのように考えた理由を説明せよ。

生 物

第 2 問 (25点)

植物の環境応答に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生育に適した環境を求めて移動することができない植物は、周囲の環境に応じて成長や形態を調節している。種子は水や温度などの環境条件が適切になってはじめて発芽する。^①発芽した植物は、光や重力、水分などの環境条件に応じて茎や根の成長方向を決定し、葉を茂らせ、成長を続ける。頂芽が昆虫などの食害により損傷を受けて成長できなくなった場合でも、頂芽に代わって側芽を伸ばし、植物は成長を続ける。^②やがて温度や日長条件が整うと花を咲かせて種子をつくる。このように、植物は周囲の環境に適切に応答しながら一生をおくっている。

問1 植物の細胞は成長の過程で、ある細胞小器官を発達させることにより、細胞の体積を大きく増加させる。その細胞小器官の名称を答えよ。

問2 植物が成長するためには、水を吸収する必要がある、この過程には蒸散が関わっている。

- (1) 蒸散は、主に葉の裏面に多く存在する、ある構造により行われる。その構造の名称を答えよ。
- (2) 蒸散において、水が茎や葉の表面より葉の裏面から多く放出されることを確かめるためには、どのような実験を行えばよいか、説明せよ。

問3 下線部①に関して、水や温度などに加えて、光によって発芽が誘導される植物もあり、このような植物の種子を光発芽種子という。

- (1) 光発芽種子の発芽は赤色光によって促進され、遠赤色光によって抑制される。野外において、遠赤色光に対する赤色光の割合が低い場所はどのようなところか、答えよ。また、その場所で、赤色光の割合が低くなる理由を説明せよ。
- (2) 光発芽種子は小型の種子をもつ植物に多い。小型の種子をもつ植物にとって、光発芽という性質はどのような利点があると考えられるか、説明せよ。

問4 下線部②に関して、頂芽が盛んに成長をしているときに側芽の成長が抑えられる現象を何というか、名称を答えよ。また、側芽の成長抑制は芽の中の高い濃度のオーキシンによって引き起こされると考えられている。側芽の成長抑制がオーキシンによって制御されていることを確かめるためには、どのような実験を行えばよいか、説明せよ。

生 物

第 3 問 (25点)

ノーベル賞受賞者の研究に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

モーガンらは、(ア) の形態や体色に関する突然変異体を多数収集し、それらの突然変異に対応する遺伝子の染色体地図を作った。また、彼らの研究により、染色体地図の正しさが、だ腺染色体の観察を通じて確かめられた。^①

ルイスは、(ア) の ホメオティック突然変異体の形態^② に注目し、それらの突然変異に対応する遺伝子のはたらきを調べた。彼の研究により、形づくりを制御する調節遺伝子群のはたらきが広く知られるようになった。

シュペーマンらは、クシイモリ^③ の原腸胚から切り出した原口背唇部を、スジイモリ^④ の原腸胚の予定表皮域に移植した。その結果生じた二次胚の組織の大部分はスジイモリに由来していた。彼らの研究により、両生類胚の原口背唇部が形づくりに重要な役割をもつと考えられるようになった。

ガードンは、細胞分化に果たす核の役割を調べるために^① (イ) の核移植卵をつくり発生させた。核移植卵とは、まず未受精卵から核を取り除き、つぎにさまざまな発生段階にある提供個体から体細胞の核を取り出し、その核を、未受精卵の細胞内に挿入したものである。こうしてつくられた核移植卵は発生を開始した。彼の研究により、成体の体細胞が全能性をもちうると期待されるようになった。^⑤

問1 文章中の空欄 (ア) および (イ) に入る適切な動物名を答えよ。

問2 下線部①に関して、なぜ他の器官ではなく、だ腺が用いられたのか、説明せよ。

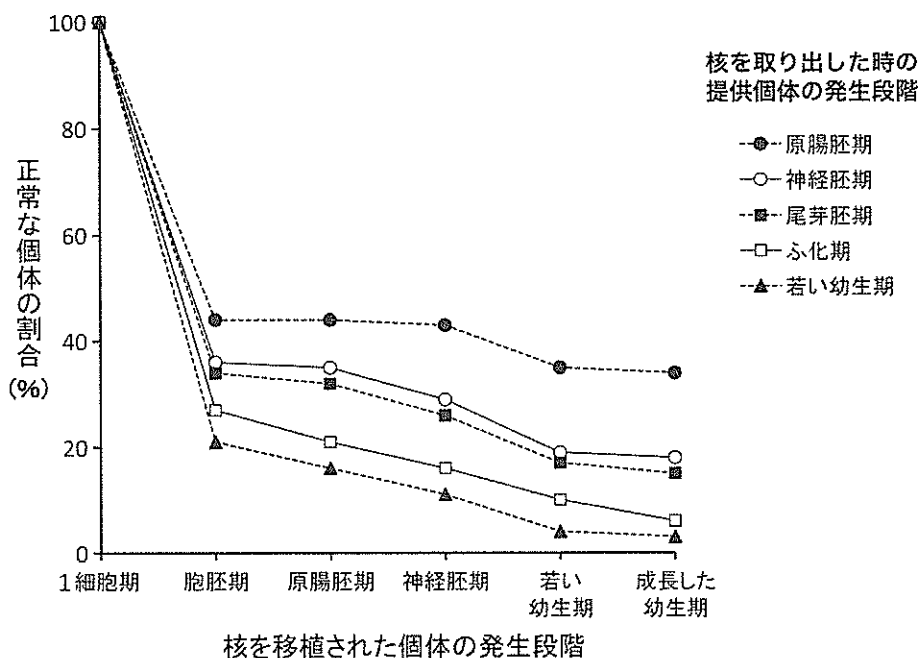
問3 下線部②に関して、ホメオティック突然変異体の形態の特徴を説明せよ。

問4 下線部③の実験から、スジモリの正常な原腸胚において、予定表皮域の細胞はどのような状態にあると考えられるか、次の用語をすべて用いて説明せよ。

誘導 分化 決定 運命 形成体

問5 図は下線部④の実験で得られた個体のうち、正常に発生している個体の割合の推移である。

- (1) 提供個体の発生段階がすすむにつれて、核を移植された個体の生存率が低下する理由を説明せよ。
- (2) 図の結果から下線部⑤のことが期待されるようになったのはなぜか、説明せよ。
- (3) 下線部⑤の考えを証明するためには、さらにどのような実験を行えばよいか、説明せよ。ただし、実験には同じ動物と核移植の手法を用いるものとする。



図

生 物

第 4 問 (25点)

生物の環境適応に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球上には、多くの生物が多様な環境のもとで生活している。生物がその生活環境で生存・繁殖するうえで有利な特性をもつことを適応といい、その特性の1つとしてからだの形態がある。

生活様式や生活環境を反映した植物の形態を生活形という。ラウンケルは、冬や乾季など生育しにくい期間に植物がつける休眠芽の位置によって生活形を分類した。サツマイモやジャガイモのように地中に休眠芽がある地中植物は地表凍結に強く、タンポポのように地表すれすれに休眠芽がある半地中植物や、シロツメクサのように地表付近に休眠芽がある地表植物は、寒冷・乾燥に強い。サクラのように休眠芽が地表から高い位置にある地上植物は、温暖・湿潤な気候帯に多い。また、乾燥した草原や砂漠には、一年生植物が多い。動物の場合、寒冷地にすむ恒温動物では温暖地の近縁種に比べて、からだは大きく、耳、首、四肢など、からだの突出部分は小さい傾向がある。たとえば、北海道に生息するヒグマの場合、本州に生息するツキノワグマよりからだが大きいの。また、北極圏に生息するホッキョクギツネの耳は、日本のホンダギツネの耳に比べてずっと小さい。

からだの形態などの生物の形質が、世代を経るにしたがって遺伝的に変化していくことを、生物の進化という。進化の過程を繰り返すことにより、地球上に多様な生物が出現してきた。

問1 下線部①に関して、休眠芽をつくる器官がサツマイモとジャガイモでは異なる。それぞれについて、休眠芽をつくる器官を答えよ。

問2 下線部②に関して、半地中植物や地表植物が地上植物に比べて寒冷・乾燥に強い理由を、休眠芽がさらされる環境に着目して述べよ。

問3 下線部③に関して、地上植物が半地中植物や地表植物に比べて有利な点を述べよ。

問4 下線部④の利点を述べよ。

問5 過去に繁栄した原始的な生物の子孫で、過去の生物に近い形態を維持したまま現在まで絶滅せずに生息する生物は、生きている化石とよばれる。次の中から、生きている化石をすべて選べ。

イチョウ メタセコイア オオマツヨイグサ アンモナイト
オウムガイ シソチョウ コウノトリ カモノハシ

問6 下線部⑤に関して、生物が進化するしくみについては、さまざまな説が唱えられてきた。(A)～(D)の文章で述べられている例は、(あ)～(か)のどの説を支持すると考えられるか、最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号を2回以上選んでもよい。

(A) イギリスのマンチェスター工業地帯にみられるガの一種は、1840年代にはほとんどのが淡色型で暗色型はわずかであったが、環境の変化により1890年代には暗色型がほとんどを占めるようになった。

(B) 何代にもわたって自家受精を繰り返し遺伝子型が同じになったインゲンマメをまいて育てたところ、それぞれの個体にはさまざまな重さの種子が実った。その中の重い種子と軽い種子をまいて自家受精させ、それぞれの個体に実った種子の重さを調べたところ、その平均値は等しかった。

(C) 草地に分散して生活していたワタリバツタのなかまでは、大発生により個体群密度が高くなると幼虫の内分泌機能が変化し、体長の割に翅が長く体型も細長い成虫が現れた。

(D) オオマツヨイグサでは、同じ環境のもとでも形質の異なる個体が現れ、その形質の変化は染色体数の変化によって生じていた。

(あ) 用不用説 (い) 自然選択説 (う) 隔離説 (え) 突然変異説

(お) 中立説

(か) 用不用説・自然選択説・隔離説・突然変異説・中立説のいずれも支持しない