

平成 25 年 度

理 科

物	理	1 ページ～ 8 ページ
化	学	9 ページ～16 ページ
生	物	17 ページ～25 ページ

注意事項

1. 監督者の許可があるまでは、中を見てはいけない。
2. 問題冊子に欠けている部分や印刷が不鮮明な箇所などがあれば申し出ること。
3. 解答用紙は、物理(その1, その2), 化学(その1～その4), 生物(その1～その4)の3科目分を綴ってある。

解答を始める前に、自分の選択する2科目に関係なく全科目の解答用紙に必ず受験番号を記入すること。なお、受験票の理科受験科目届の○で囲んだ科目以外を解答した場合は採点されないので注意すること。

4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
5. 問題用紙の余白は、計算用紙として利用してもよい。

生 物

1 次の(文1)を読み、問1から問5に答えよ。

(文1) 結核は、結核菌により引き起こされる感染症である。多くの例では、結核患者の咳やくしゃみの飛沫⁽¹⁾を吸い込むことで結核菌は肺に入る。肺の中で結核菌は、異物として認識され、マクロファージの 作用によって細胞内に取り込まれる。しかし、取り込まれた結核菌はマクロファージ内で生存、増殖できる。このような細菌は細胞内寄生菌と呼ばれる。体液性免疫の主力である は細胞内に入ることができないため、結核菌が細胞内に寄生すると、体液性免疫は結核菌に対応できない。細胞内の結核菌に対しては、T細胞とマクロファージを主体とした 免疫によって破壊しようとする。

結核の予防にはBCGワクチン⁽²⁾が用いられる。これはウシ型結核菌の弱毒のものを接種する方法である。

結核菌に感染したことがあるかどうかを調べる方法として、ツベルクリン反応の検査がある。結核菌を培養したろ液からとり出したタンパク質を皮膚内に注射する。すると結核菌に感染したことがある場合は、皮膚に赤色斑ができる。

抗生物質⁽³⁾が利用されるようになって結核の罹患率^{りかん}が激減したことから、結核に対する関心は薄らいできた。しかし日本での感染率は、先進国の中では比較的高く、「結核は過去の病気ではない」というスローガンとともに注意喚起されている。

問 1 文中の ~ に入る，最も適当な語句を記せ。

問 2 下線部(1)の結核菌などの細菌は五界説ではどの界に含まれるか。また，その界に属する生物の特徴を述べよ。

問 3 下線部(2)の BCG ワクチンを接種すると，ツベルクリン反応検査で感染したことがあるかどうかを調べることができなくなるという問題がある。なぜこのような問題が生じるのか説明せよ。

問 4 結核菌の存在を確認する方法として PCR 法を用いることができる。PCR 法でなぜ確認できるのか，また PCR 法をどのように用いればよいか述べよ。

問 5 下線部(3)の抗生物質のうち，現在，結核の治療に用いられているものには，細菌の RNA 合成酵素 (RNA ポリメラーゼ) の働きを抑制するものがある。RNA 合成酵素の働きを抑制することが，なぜ結核菌を殺すことになるのか説明せよ。

2 次の(文2)を読み、問1から問4に答えよ。

(文2) 動物が体外から取り入れた栄養分は、さまざまな化学反応によって他の物質につくり変えられて利用されており、これらの生体内での化学反応全体を代謝という。代謝のうち、複雑な物質を単純な物質に分解し、エネルギーを取り出すことを **A** という。代表的な **A** に、**B** があり、真核細胞においてこの **B** のおもな化学反応の場となる細胞小器官はミトコンドリアである。ミトコンドリアは外膜と内膜の2つの膜で囲まれており、内膜は内部にくびれ込んでいる。この部分を **C** といい、内膜の内側をマトリックスという。クエン酸回路の反応は、このマトリックスで進み、それに続く **D** の反応は内膜で進行する。ミトコンドリアは、少量ながらも核のDNAとは異なるDNAをもち、細胞内において分裂によってふえる。外膜が存在することや、異なるDNAをもつことなどから、アメリカのマーグリス(L. Margulis)は **E** を提唱した。**E** では、ミトコンドリアは、**F** が別の細胞にとり込まれた後に細胞小器官となったものとされている。

骨格筋の筋繊維は、多くの筋原繊維が束になっており、そのまわりをミトコンドリアや筋小胞体を取り囲んでいる。筋繊維が興奮するとミオシンが活性化し、ATPを分解する。その際に発生するエネルギーを用いて細いフィラメントと太いフィラメントの間で滑り運動が起(1)こり、筋繊維が収縮する。

筋収縮の直接のエネルギー源はATPであるが、筋肉にはクレアチンリン酸という高エネルギーリン酸化合物が含まれている。ヒトが全力疾走のような激しい運動(2)をすると、筋肉内にあったATPは2、3秒の内に使い果たされ、筋肉内にあったクレアチンリン酸も10秒ほどでなくなる。しかし、緩やかで持続的な運動時であったり、筋を弛緩させていたりすると再びクレアチンリン酸量は回復する。

問 1 ~ に入る最も適切な語句を記せ。

問 2 に入る最も適切な語句を以下の語群から選び、記号で記せ。

- 語群； a. 根粒菌 b. 嫌気性細菌 c. 硝酸菌
 d. 好気性細菌 e. 高熱菌 f. 窒素固定細菌
 g. 鉄細菌 h. 硫黄細菌

問 3 下線部(1)のように、骨格筋の収縮と弛緩は、2種のフィラメントの位置を変えることで行われる。骨格筋における収縮時と弛緩時の構造の違いが明瞭にわかるように図示せよ。解答欄のスケールに基づいて作図し、図中に以下の語群に示した6つの名称すべてを、引き出し線を用いて示せ。ただし、太いフィラメントの長さをおよそ $1.5\mu\text{m}$ とする。

語群；アクチンフィラメント，ミオシンフィラメント，サルコメア，
明帯，暗帯，Z膜

問 4 下線部(2)のように、激しい運動時に ATP やクレアチンリン酸は、急激に減少する。しかし、持続的な運動をしているときには、クレアチンリン酸の減少が少なく、比較的静かにしている時にはクレアチンリン酸量が回復する。この代謝における、グリコーゲン，グルコース，ATP，ADP，クレアチンリン酸およびクレアチンの関係を示す図を描き、どのようにして持続可能な運動ができるのか説明を加えよ。

3 次の(文3)を読み、問1から問5に答えよ。

(文3) ガラパゴスゾウガメの一亜種であるピンタゾウガメは、かつて食用として乱獲され、2012年6月に、ロンサム・ジョージと名付けられていた最後の一頭が死亡することで絶滅した⁽¹⁾注)。ガラパゴス諸島には、このガラパゴスゾウガメや、ガラパゴスフィンチなどに代表されるように、島ごとに形質が少しずつ異なるように分化した生物がみられる。ダーウィン(C. Darwin)は、これらの生物の形質の変異から、自然選択説のヒントを得たとされている。

自然選択説は、自然選択が代々積み重ねられた結果として種が進化し、高度に環境に適応した形質をもつにいたる、と考えるものである。自然選択説は、ダーウィンとウォレス(A. Wallace)により発表された後に、創造説や、ラマルク(J. B. Lamarck)の との間に激しい論争を引き起こした。その後、ド・フリース(H. de Vries)の や木村資生の が自然選択説と結びつけられ、現代における進化の考え方の基礎とされるようになった。

注) 2012年11月には、ピンタゾウガメが生き残っている可能性も示唆された。

問1 下線部(1)のように、野生生物が絶滅する原因にはさまざまなものがあるが、その一つは人間による生物の移入である。このように本来の生息地から他の地域へ運ばれて、定着した野生生物を何と呼ぶか、その名称を記せ。また、そのような生物が、どのような種間関係をもつ場合に、その地域本来の野生生物の絶滅の危険性が高くなると考えられるか。最も適切な種間関係を2つ記せ。

問2 文中の ~ に入る、最も適当な語句を記せ。

問3 自然選択の過程を、変異、適者生存、遺伝の3つの語句を用いて説明せよ。

問 4 隔離された島に、図 1 にみられるような^{くちばし}嘴の厚さ(D)の変異を示す鳥の集団があるとする。嘴の厚さは、採餌可能な餌のタイプと関係し、細い嘴では小さく柔らかい餌が、厚い嘴では大きく硬い餌が、食べやすくなっている。初回の調査では、実線 a のような嘴の厚さに対する個体数の分布が得られたが、数年後の調査では、破線 b のようにその分布が変化していた。この間に、鳥の嘴の厚さにどのような自然選択が働いたか説明せよ。

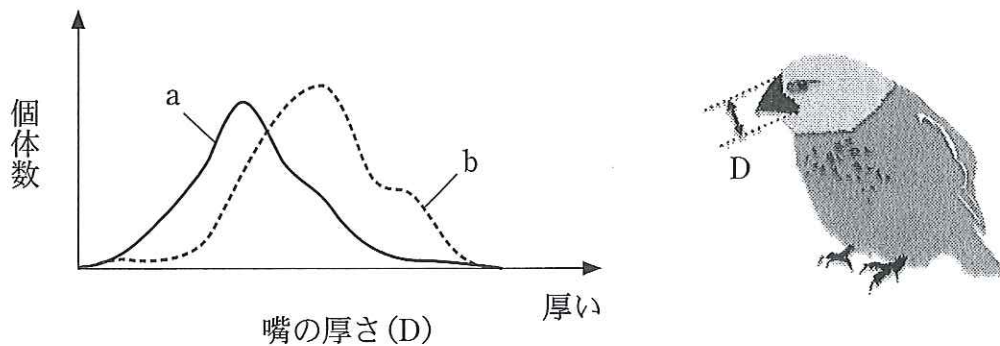


図 1 嘴の厚さの分布

問 5 同種の生物の個体間にみられる形質の変異には、遺伝しないものも存在する。この変異の名称を答えよ。

4 次の(文4)を読み, 問1から問5に答えよ。

(文4) 生態系において, 植物などの生産者は, 太陽の光エネルギーを取り込み, 光合成によって無機物である二酸化炭素と水から有機物を生産している。⁽¹⁾これを物質生産という。ある時点で一定面積内に存在する生物量を現存量という。図2は, 生産者について, 上段に示した最初の現存量(A)であったものが, t 時間後に下段のような成長量, 枯死量, 被食量, 呼吸量を加えた量となることを示した図である。これらの量は, 重量やエネルギー量で表される。



図2 物質生産の量的関係

また, 次ページ表1は, 近年発表された地球上の各生態系での生産者の現存量と純生産量を示している。

表1 地球上の主要生態系の生産者の現存量と純生産量(推定値)

生態系	面積 10 ⁶ km ²	現存量 (乾燥重量) 10 ¹² kg	純生産量 (乾燥重量) 10 ¹² kg/年
沼沢・湿地	2.0	30.0	4.0
草原	24.0	74.0	18.9
(ア)	57.0	1700.0	79.9
(イ)	50.0	18.5	2.8
湖沼・河川	2.0	0.05	0.5
(ウ)	14.0	14.0	9.1
陸地合計	149.0	1836.6	115.2
(エ)	29.0	2.9	13.5
(オ)	332.0	1.0	41.5
海洋合計	361.0	3.9	55.0
地球合計	510.0	1840.5	170.2

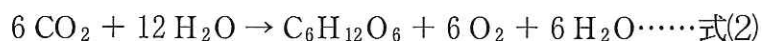
一方、消費者である動物は、栄養段階が一段下位の生物を摂食(捕食)して、一部は不消化のまま体外へ排出する。従って摂食量(捕食量)から不消化排出量を差し引いたものが消費者の同化量となり、

$$\text{同化量} = \text{摂食量} - \text{不消化排出量} \cdots \cdots \text{式(1)}$$

で表される。

問1 図2に示された量を用いて、 t 時間後の現存量、純生産量、総生産量を、式(1)のようにそれぞれ答えよ。

問 2 下線部(1)のように、植物などの生産者は光合成を行い、有機物を生産している。生産される有機物をグルコースで代表して表現すると、光合成は次の式(2)のように表される。



ここで、 CO_2 、 H_2O 、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 、 O_2 の分子量をそれぞれ44、18、180、32とした場合、光合成を行う生産者は地球全体では1年間にどのくらいの量の二酸化炭素を固定していることになるか、表1と式(2)を用いて、計算の過程がわかるように答えよ。

問 3 消費者である動物の成長量を、同化量、被食量、死滅量、呼吸量の語を用いて、式(1)のように表せ。

問 4 表1の(ア)(イ)(ウ)に、農耕地、森林、荒原のいずれかを当てはめよ。また、(エ)(オ)には浅海域、外洋域のいずれかを当てはめよ。さらに(ウ)についてそのように当てはめた理由を述べよ。

問 5 表1の(オ)では、現存量が少ないにもかかわらず、純生産量は現存量の40倍以上多い。純生産量が多ければ、年と共に現存量が飛躍的に増えて行くのではないかと思われるが、実際には飛躍的増加は起らない。どうして起らないのかその理由を述べよ。