

平成 21 年度前期日程入学試験問題

生 物

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題は **1** ～ **4** の 4 題あります。**1** と **2** は必答問題です。**3** と **4** はどちらか一方のみを解答し、解答用紙の選択欄に○を付けること。選択欄に○がない場合や両方に○を付けた場合は採点しません。
- ③ 解答は、解答用紙の指定の欄に記入しなさい。
- ④ 解答用紙は、(その 1)、(その 2) と 2 枚あります。
(その 1) には **1** と **2** (裏) の解答欄が、
(その 2) には **3** と **4** (裏) の解答欄があります。
- ⑤ 受験番号を解答用紙の指定の欄に各用紙ごとに記入しなさい。

1

次の問 1～3 に答えよ。

問 1 細胞に取り込まれたブドウ糖(グルコース)は、生命活動のエネルギー源として ATP を作るために呼吸によって分解される。図 1 は、グルコースを利用する呼吸過程の概要を模式的に示したものである。ただし、酸素(O_2)の取り込みおよび二酸化炭素(CO_2)の放出は省略してある。図の中の C_6 や C_3 などは、それぞれ化合物の炭素数を示している。この呼吸過程について、次の (1)～(6) に答えよ。

- (1) グルコース ($C_6H_{12}O_6$) を好気呼吸で完全に分解する過程を化学反応式で答えよ。
- (2) 図に示した呼吸過程のうちで、 CO_2 を放出する過程をア～オのうちから全て選び、記号で答えよ。
- (3) 図に示した呼吸過程のうちで、ATP が作られる過程をア～オのうちから全て選び、記号で答えよ。
- (4) グルコース 1 分子が呼吸に利用された時に、ATP がもっとも多く作られる過程はア～オのうちのどれか、記号で答えよ。
- (5) 真核生物において、ア～オの過程が行われる細胞内の部分または細胞小器官をそれぞれ答えよ。
- (6) ア～オの過程の名称、およびカ、キ、クの物質名を答えよ。

問 2 図 2 は、大腸菌にグルコースまたはコハク酸を唯一の炭素栄養源として与え、好気的な条件で培養して、同じ菌数あたりの酸素消費量を時間ごとに調べたものである。なお、どちらの化合物も同じ効率と速度(時間あたりの分子数)で大腸菌に取り込まれ、直ちに呼吸過程で利用されるものとする。また、実験の間、それぞれの炭素化合物は常に十分な量が存在しており、炭素栄養源以外の条件は全て同じである。図中の X および Y は、それぞれグルコースおよびコハク酸のどちらと考えられるか。解答用紙の X, Y に化合物名を記入し、そのように考えた理由を 200 字以内で答えよ。

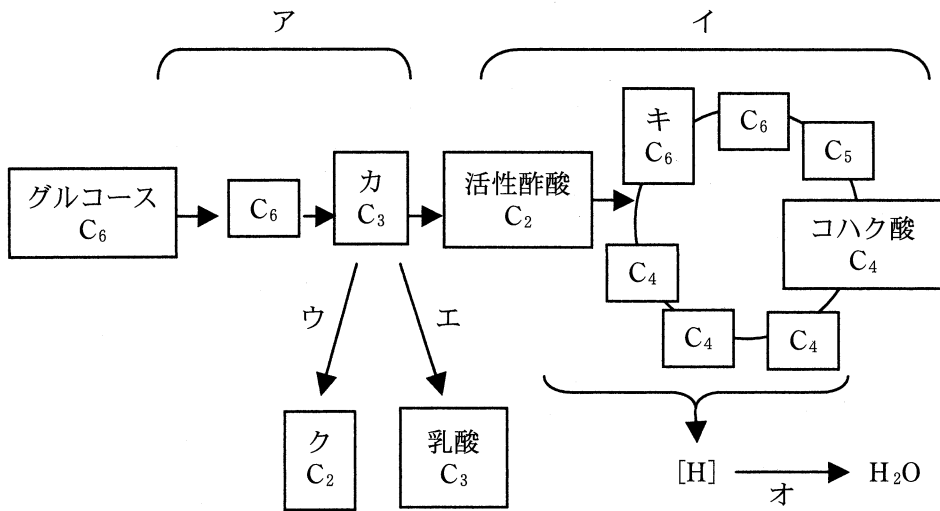


図1 グルコースを利用した呼吸過程の概要

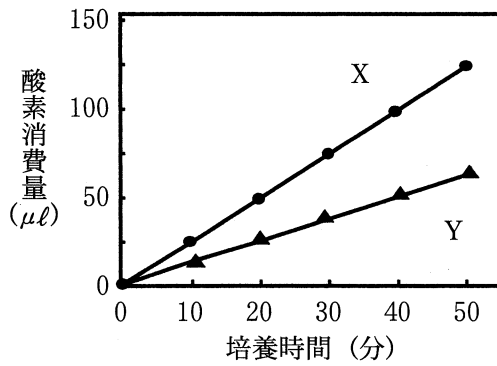


図2 大腸菌の培養時間と菌数あたりの酸素消費量の関係

問 3 一般に、動物の毛色は遺伝子によって決定される。ある動物では、白色になるかどうかを決定する W および w と、「茶色(B)」または「黒色(b)」を決定する B および b という、2組の対立遺伝子によって毛色が決定されている。W(w)と B(b)は異なる染色体に存在し、Wはwに対して、Bはbに対してそれぞれ優性である。そこで、遺伝子型が wwBB で茶色の個体 P と、遺伝子型が WWbb の個体 Q を交配したところ、得られた雑種第一代 (F_1) 個体は全て白色となった。この動物の毛色の遺伝について、次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) 個体 Q の毛色は何色か。
- (2) F_1 個体が全て白色となった理由を 50 字以内で答えよ。
- (3) 黒色の個体の遺伝子型を答えよ。
- (4) F_1 個体どうしを交配して得られる雑種第二代 (F_2) 個体では、白色、茶色、黒色がどのような分離比で出現すると考えられるか。

2 次の文章を読み、問1～7に答えよ。

1921年の春、若く美しい女性プレショルド^{注1}は、薄暗い実験台が並ぶ実験室の窓から差し込む朝の陽光に目が覚めた。これでもう、二ヶ月も泊まり込みの研究生活がつづいている。黒い卵のスジイモリと白い卵のクシイモリを用い、二種類の卵の色素の違いを利用して、初期胚の一部を切り取っては他の胚のところに移植するという、胚の移植手術をしているのだ。それは、卵のどの胚域が将来、^(A)体のどの部分になるかということを決める原基分布図^{注2}の作成のための移植手術であり、とりくみはじめてかれこれ三年が過ぎようとしていた。

この二週間、ずっと行ってきた手術のことを思いかえし、顕微鏡をのぞきはじめた。そして、精力的に手術した結果を顕微鏡で次々と確かめていく。「ああ、今回も失敗に終わったのか」とフツとため息をつく。壊れた卵を見て、手術の難しさを嘔みしめる。せっか^かくうまくいったと思っていた手術も、結果を目の当たりにするや、たちまち失望に変わっていく。

当時はまだ抗生物質もなく、胚をシャーレの中で手術し、培養することさえ難しい状態だった。プレショルドは苦難の実験をつづけていたのである。それでも、今回の実験ほど彼女を困らせたものはなかった。いままでは胚の予定表皮域を、他の胚の予定神経域に移植したときには移植された胚域に適応して見事に神経管が形成されていたのである。ある予定域の移植片を切り出し、別の予定域の部分に移植すると、移植片の細胞は本来の組織に分化するのではなく、移植された先の影響を受けて分化していたのである。順調にいていた胚手術は、

胚の を他の胚の腹側の部分に移植実験をしたときに、結果にすっかり混乱が起こってしまったのだった。なぜならいままでの結果とまったく異なって、 など変な突起物ができてしまったのである。

頭の中が混乱している。ふと気がつく、師であるスーパーマンが後ろに立っていた。「おはようプレショルド君、どうだね」と、彼は声をかけてきた。「先生、実験結果にどうしても納得がいきません。 を別の胚の腹側に移植

すると、予想に反してとんでもないことが起こるんです。いままでとまったく結果が違うんです。私は胚手術の技術に自信がなくなりそうです」といって彼女はシュペーマンに自分の行った手術の結果のノートと、顕微鏡の下にある手術胚をみせた。シュペーマンはそれらを見るうち、自分でもいままで目にしたことのない結果に次第に興奮していくのがわかった。「これは大変だ！君は素晴らしい結果を見つけたんだ！！」と叫ぶと同時に、彼は一目散に自分の研究室へと駆け出していった。それから一日中、彼は部屋から出てくることはなかった。

注1：プレショルド・マンゴルド。 注2：予定運命図ともいう。

(浅島誠 『高校生に贈る生物学4 発生のしくみがみえてきた』(岩波書店 1998年29—32頁))

問1 本文中の , に適当な語句を記入せよ。

問2 は、その作用から何と呼ばれているか、その名称を記入せよ。

問3 下線部(A)について、ほぼ同じ時代に、フォークトは、別の方法で胚の予定運命図を調べている。どのような方法を用いたのか、75字以内で説明せよ。

問4 下線部(B)の変な突起物の名称を答えよ。

問5 は、変な突起物の構造を具体的に説明した箇所である。この突起物の構造を50字以内で説明せよ。

問6 プレショルドが発見した領域は、中胚葉性の細胞からなっている。以下の組織あるいは器官で、中胚葉性でないものはどれか、一つ選べ。

脊椎骨 神経管 腎臓 筋肉 真皮

問 7 その後、ニューコープは、両生類の胞胚を用いて、中胚葉性細胞がどのように誘導されるか調べた。その実験方法と結果について、125字以内で説明せよ。

3

次の(I)~(Ⅲ)の文章を読んで、問1~5に答えよ。

- (I) 生物の集団で、(1)集団の個体数が十分に大きい、(2)異なる遺伝子型の個体間に生存率や繁殖力の差がない、(3)任意交配している、(4)移入や移出がない、(5)突然変異が起こらない、などの理想的な条件が満たされた場合、ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つ。これは次のようなものである。

集団内で対立遺伝子Aとaの頻度がそれぞれpとq(ただし、 $p + q = 1$)であるとする。集団内で任意交配が行われると、次の世代の遺伝子型の頻度はそれぞれAAが ア , Aaが イ , aaが ウ になる。このとき、次の世代でもA遺伝子の頻度はp、a遺伝子の頻度もqとなり、前の世代と変わらない。

この法則が成り立つとき、対立遺伝子の頻度は世代を重ねても変化しないが、これは、そのような理想的な集団では進化(小進化)が起こらないことを意味する。上の理想的な条件が崩れたときに進化が起こる。

- (II) ある種(イ)のガでは、体色に白色型と黒色型があり、1遺伝子座の対立遺伝子Cとcによってその体色は決まっている。遺伝子型CC、Ccが黒色型であり、ccは白色型である。大気汚染の少ない場所では、樹木の樹皮などに白っぽい色の地衣類(オ)(菌類と藻類やラン藻が共生しているもの)が多く、白色型のガはそのような樹皮にとまっていると目立たない。これに対して、黒色型は黒く汚れたような樹皮にとまる方が目立たない。

- (Ⅲ) ダーウィンがビーグル号で訪れたガラパゴス諸島では、生息するゾウガメの甲らの形や模様が島ごとに異なっている。これらのゾウガメは、もともと共通の特徴を持っていたものが、長い時間をかけて独自に進化したと考えられる。

問 1 (I)の文章の ～ に入る文字式を記入せよ。

問 2 (II)の文章のガの 1900 個体からなる集団で、対立遺伝子 C の頻度が 0.3、c の頻度が 0.7 であった。もしこの集団でハーディー・ワインベルグの法則が成り立っているとすると、各遺伝子型 (CC, Cc, cc) の個体数はそれぞれ何個体になるか。

問 3 イギリスの工業地帯では、19 世紀後半以降、(III)の文章のガの黒色型が増え、ほとんど白色型がみられなくなる現象が観察されたという。このような現象が起きた理由について、「自然選択」および「対立遺伝子」の用語を使って 150 字以内で説明せよ。

問 4 下線部(エ), (オ)に関して、次の文の ～ に適当な語句を入れよ。

動物の分類群の中で、ガは 動物に属する。 動物は環形動物とともに、ふつう体の外見上ははっきりわかる 構造を持つ、という特徴がある。

菌類は大きく 3 つの分類群に分けられるが、これらはマツタケやシイタケのように 胞子をつくる 菌類、アカパンカビやアオカビのように 胞子をつくる 菌類、ケカビのように 胞子をつくる 菌類である。

問 5 (III)の文章のゾウガメの甲らの形や模様は、距離があまり離れていない島の間でもはっきり異なる。このようになる理由を、「自然選択」および「対立遺伝子」の用語を使って 150 字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、問1～6に答えよ。

植物が生きてゆくためには多量の水が必要である。植物細胞では、細胞膜のまわりに丈夫な **A** があり、細胞が水を吸って膨張すると細胞質が **A** を押す圧力である膨圧が生じる。膨圧によって植物細胞は一定の形を保つことができる。植物体の水は、葉の表面から水蒸気として出てゆく。これを **B** と呼び、おもに葉の表面にある気孔を通して起こる。 **B** によって植物体の水分が減少すると、植物は気孔を閉じて水の損失を防ぐ。植物は光合成によって、二酸化炭素の取り込みと酸素の放出を行っており、このような気体の交換も気孔を通して行われる。気孔は2つの孔辺細胞に囲まれていて、孔辺細胞の膨圧の変化によって気孔の開閉が起こる。気孔開閉の調節には植物ホルモンが関与していて、 **C** は気孔の閉鎖を引き起こし、 **D** は気孔を開かせるはたらきをしている。 **B** は根で吸収した水を葉まで引き上げる力を生じさせる。また、この水の動きによって水と一緒に土壌から吸収された **E** を輸送することができる。

水分条件は **F** とともに、地球上の植物の分布を制限する重要な要因である。植物群落は降水量などの気候の水分条件に応じて、森林・草原・荒原などの群系に区分される。森林群系のうち、雨緑樹林や硬葉樹林は乾燥条件に適応した性質をもつ樹木からなりたっている。また、サボテンのような極度に乾燥した環境に生育する植物では、水の損失を減らすための様々なしくみがみられる。

問1 本文中の **A** ～ **F** に適当な語句を記入せよ。

問2 植物細胞の吸水力、膨圧、浸透圧の関係を式で表せ。

問3 気孔の開閉と、孔辺細胞の膨圧との関係を100字以内で説明せよ。

問 4 気温が高く晴れた日には、植物の光合成速度は午前中に高く、正午近くに低下する現象がみられる。このような光合成速度の変化の理由を、気孔の開閉に関連させて 125 字以内で説明せよ。

問 5 (1) 雨緑樹林と(2) 硬葉樹林は、それぞれどのような気候条件下で見られる森林か、また、それぞれの森林を構成する樹木がもつ乾燥環境に適応した性質は何か。(1) と(2) について、それぞれ 50 字以内で説明せよ。

問 6 極度な乾燥条件への適応としてサボテンがもつ性質を二つあげ、それぞれ 50 字以内で説明せよ。