

平成27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」5ページ、「空白」1ページ、「化学」14ページ、「生物」8ページ、「地学」7ページ、合計36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」2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 医学部医学科の受験者は、「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」・「生物」のうちから1科目を選択解答すること。
 - 10 机上に各自の「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。
- ※ 本冊子の理科学科目は以下を表す。
- | | |
|------------|------------|
| 物理：物理基礎・物理 | 化学：化学基礎・化学 |
| 生物：生物基礎・生物 | 地学：地学基礎・地学 |

生 物

第 1 問 (25点)

遺伝子組換えと形質転換に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ある魚の病変組織から細菌を取得した。取得した細菌を寒天培地に植えて培養したところ、薄く広がったコロニー (タイプ1コロニー) が形成された。1つのコロニーから細菌を取得し、新しい寒天培地に植えて培養したところ、多数のタイプ1コロニーが現れた。^① こうして得られたタイプ1コロニーの細菌 (菌株1) を顕微鏡で観察したところ、スライドガラスの上を動いていることが明らかになった。

次に、菌株1にX線を照射することで突然変異を誘発したものを、寒天培地に植えて培養した。現れたコロニーのほとんどはタイプ1であったが、広がらずに小さくもり上がったコロニー (タイプ2コロニー) がまれに観察された。タイプ2コロニーの細菌 (菌株2) を顕微鏡で観察したところ、スライドガラスの上を動かないことが明らかになった。菌株1と菌株2のそれぞれを健康な魚に接種して、各菌株の病原性を調べたところ、菌株1には病原性が認められたが菌株2には認められなかった。

菌株1からDNAを単離した。単離したDNAを制限酵素をもちいて数千種類の断片に切断し、これらのDNA断片を、同じ制限酵素で切断したプラスミドに組み込んだ。^② このようにして作製した数千種類のプラスミド混合物を菌株2に取り込ませたのちに、寒天培地に植えて培養したところ、多数のコロニーが現れた。ほとんどのコロニーはタイプ2であったが、タイプ1コロニーがごくまれに観察された。^③ このタイプ1コロニーの細菌を取得し、菌株3とした。菌株3は、スライドガラスの上を動き、魚に病変を起こした。菌株3を液体培地に植えて数日間培養したのちに、一部を寒天培地に植えて培養したところ、現れたコロニーのほとんどはタイプ2であった。^④

菌株3からプラスミドを回収し、プラスミドに組み込まれているDNA断片の塩基配列を決定した。そのDNA断片に1つの遺伝子が含まれていたため、これを遺伝子A^⑤とした。菌株1と菌株2のDNAから遺伝子AのDNA断片を増幅し、それぞれの塩基配列を決定した。^⑥^⑦

問1 下線部①に関して、これらのコロニーは遺伝的に同一である。このような生物集団を何というか、答えよ。

問2 下線部②に関して、組み込むために用いた酵素の名称を答えよ。

問3 下線部③に関して、タイプ1コロニーが現れた理由を答えよ。

問4 下線部④に関して、タイプ2コロニーが現れたことについて、どのような理由が考えられるか、答えよ。

問5 下線部⑤に関して、遺伝子Aが関与すると考えられる細菌の形質を以下よりすべて選び、記号で答えよ。

- (a) コロニーを形成する。
- (b) コロニーが薄く広がる。
- (c) スライドガラスの上を動く。
- (d) X線照射により突然変異が誘発される。
- (e) 病原性を示す。
- (f) プラスミドを取り込む。

問6 下線部⑥に関して、ここで用いたと考えられる方法の名称を答えよ。

問7 下線部⑦に関して、菌株1のDNA、菌株2のDNA、菌株3のプラスミド、それぞれに由来する遺伝子AのDNA塩基配列の中で完全に一致することが期待される組み合わせを答えよ。

生 物

第 2 問 (25点)

酵素反応に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

酵素反応において、個々の酵素は限られた物質に作用する。類似の構造をもつ一群の物質(基質)が酵素の活性部位に結合し、酵素-基質複合体を形成したのち、生成物へと変化する。同じ酵素でも、反応速度は基質ごとに異なっている。同じ基質を用いる反応でも、反応速度は温度やpHの影響を受ける。

酵素の活性部位には、基質だけではなく、補酵素とよばれる低分子の物質が結合する場合がある。一方、酵素と結合する低分子の物質には、阻害物質とよばれるものがある。酵素と可逆的に結合する阻害物質は、どのように酵素反応を阻害するのかによって区別される。阻害物質の中には、酵素と不可逆的に結合して反応を阻害するものもある。

ある酵素反応における基質濃度と反応速度の関係を調べる実験 I ~ IV を行ったところ、図に示す結果が得られた。

実験 I. 種々の濃度の基質 A を含む反応液を用いて、反応速度を測定した。

実験 II. 基質 A のかわりに基質 B を用いて、実験 I と同様の実験を行った。

実験 III. 反応液に、酵素と可逆的に結合する阻害物質 X を加えて、実験 I と同様の実験を行った。

実験 IV. 反応液に、酵素と可逆的に結合する阻害物質 Y を加えて、実験 I と同様の実験を行った。

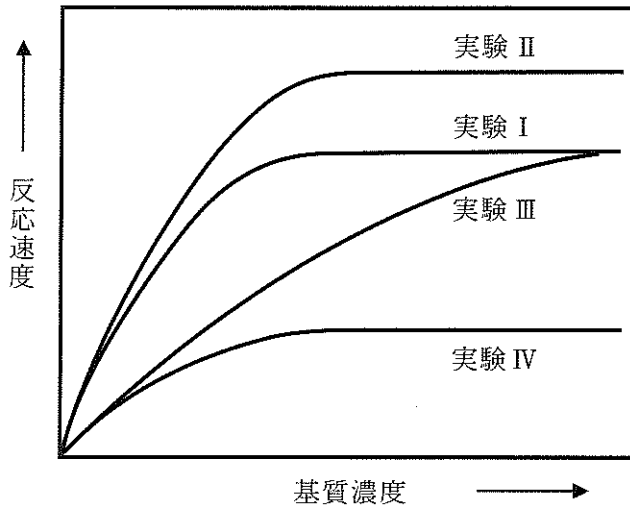


図 基質濃度と反応速度の関係

問1 下線部①に関して、酵素のこのような性質を何とよぶか、答えよ。

問2 下線部②に関して、反応速度が最大になる温度を何とよぶか、答えよ。

問3 下線部③に関して、補酵素が結合している酵素の例を1つあげ、その補酵素の名称と役割を答えよ。

問4 実験Ⅰ～Ⅳに関して、(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 実験Ⅰで得られた反応速度の最大値を、実験Ⅱとは異なる方法で増加させたい。実験Ⅰの反応条件をどのように変えれば良いか、答えよ。ただし、反応温度および反応液のpHを変えないものとする。

(2) 実験Ⅲにおいて、阻害物質Xが示した酵素反応の阻害様式を何とよぶか、答えよ。

(3) 実験Ⅳにおいて、阻害物質Yは、どのように酵素反応を阻害したと考えられるか、理由とともに答えよ。

問5 下線部④に関して、ある阻害物質が酵素と不可逆的に結合して反応を阻害することを証明したい。そのための実験手順と予想される結果について答えよ。

生 物

第 3 問 (25点)

動物の消化と栄養に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

動物は、食物中に含まれる炭水化物、脂肪、タンパク質を消化し、呼吸基質として用い
①ている。ヒトにおいては、炭水化物であるデンプンはアミラーゼやマルターゼによってグ
ルコースへと分解される。小腸の柔毛から血液中にグルコースが取り込まれると血糖濃度
が上昇し、この血糖濃度の上昇は（ア）で感知される。（ア）の興奮は副交感神
経を介してすい臓に伝わり、（イ）が血液中に分泌される。このことにより、肝細胞
や骨格筋において、グルコースからグリコーゲンへの合成が促進される。一方、血糖濃度
が減少すると、交感神経を介する経路と脳下垂体を介する経路によって、血糖濃度が調節
②される。また、すい臓は血糖濃度を直接感知して血糖濃度の調節を行う。脂肪はリパーゼ
によってグリセリンと（ウ）に分解される。タンパク質はタンパク質分解酵素によっ
てアミノ酸に分解される。

体内で合成できない、あるいは必要量を合成しにくいために、外から取り込まなければ
ならないアミノ酸を必須アミノ酸という。また、食物中のアミノ酸などとして摂取される
窒素の量を摂取窒素量といい、汗や尿、ふんなどとして排出される窒素の量を排出窒素量
という。通常、摂取窒素量と排出窒素量は等しい値になる。しかし、摂取窒素量は十分で
③あるが、必須アミノ酸を1種類だけ欠いた食物のみを摂取し続けていると、排出窒素量が
摂取窒素量より多くなる。

ヒトにおけるタンパク質欠乏による栄養失調の1つに、クワシオルコルがある。クワシ
オルコルの子供には特徴的な腹部の膨張（過度なふくらみ）が見られる。血液中のタンパ
ク質濃度が低いために血管内から体腔へと水が過度にしみ出ることが、その要因の1つと
④考えられている。

問1 文章中の空欄（ア）～（ウ）に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、ウマの呼吸商は通常時と飢餓時では大きく異なる。どのように異なるのか、理由とともに答えよ。

問3 下線部②に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 交感神経を介して血糖濃度を増加させるしくみを1つ答えよ。

(2) 脳下垂体を介して血糖濃度を増加させるしくみを1つ答えよ。

問4 下線部③に関して、排出窒素量が摂取窒素量より多くなることについて、どのような理由が考えられるか、答えよ。

問5 下線部④に関して、血液中のタンパク質の濃度が低いとなぜ血管内から体腔へと水がしみ出するのか、答えよ。

生 物

第 4 問 (25点)

生態系における物質とエネルギーの移動に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生態系における物質とエネルギーの移動は、(ア)を通して起こる。生態系を構成する生物を(ア)上の位置によって区分したものを(イ)とよぶ。独立栄養生物^②は生産者、これを食べる生物は一次消費者、一次消費者を食べる生物は二次消費者に区分される。生産者を一番下にして、(イ)ごとに物質やエネルギーの量を表したものを(ウ)ピラミッドとよぶ。(ウ)ピラミッドには、(エ)ピラミッド、生物量ピラミッド、生産量ピラミッドの3つがある。

生産者の生産量(純生産量)、一次消費者の生産量、生産者の成長量は、図中の記号と総生産量(以下、GPPと表す)を用いて(式1)～(式3)で表される。

$$\text{生産者の純生産量} = \text{GPP} - (\text{あ}) \quad (\text{式1})$$

$$\text{一次消費者の生産量} = C_1 - (\text{い}) - (\text{う}) \quad (\text{式2})$$

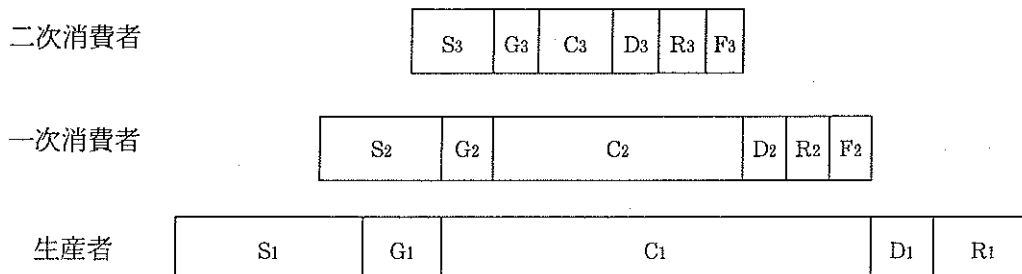
$$\text{生産者の成長量} (G_1) = \text{GPP} - (\text{え}) - (\text{お}) - (\text{か}) \quad (\text{式3})$$

平衡状態にある生態系では、生産者、一次消費者、二次消費者の成長量は、いずれもゼロに等しいと考えられる。このとき、一次消費者の生産量は次の式でも表すことができる。

$$\text{一次消費者の生産量} = \text{GPP} - (\text{き}) - (\text{く}) - (\text{け}) - (\text{こ})$$

平衡状態にある生態系では、(き)、(く)、(け)、(こ)は常に正の値をとるため、一次消費者の生産量は、(式1)で表される生産者の純生産量より必ず小さくなる。

生態系が平衡状態にない場合、一次消費者の生産量が生産者の純生産量より一時的に大きくなることがある。ただし、このときには（ さ ）の値がゼロより小さくなってしまいうため、こうした状態が長期間続くことはない。一方、生物量ピラミッドでは、平衡状態③にある生態系においても、一次消費者の生物量が生産者の生物量より長期にわたって大きくなることがまれにある。



S₁, S₂, S₃ : 最初の現存量
 G₁, G₂, G₃ : 成長量
 C₁, C₂, C₃ : 被食量
 D₁, D₂, D₃ : 死亡・枯死量
 R₁, R₂, R₃ : 呼吸量
 F₂, F₃ : 老廃物・不消化物の排出量

図 生産者、一次消費者、二次消費者の物質収支をエネルギー量で表した模式図

問1 文章中の空欄（ア）～（エ）に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、物質とエネルギーでは生態系における移動にどのような違いがあるか、答えよ。

問3 下線部②に関して、植物以外の独立栄養生物を1つ答えよ。

問4 文章中の空欄（あ）～（さ）に入る適切な記号を図中から選べ。同じ記号を複数回用いてもよい。

問5 下線部③に関して、このような生態系で見られる生産者と一次消費者の特徴をそれぞれ答えよ。

