

## 生物 問題 I

次の各問に答えよ。

問 1 DNA は、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の 4 種類の塩基から構成されている。ある DNA の一方の鎖の塩基配列の一部は、次のようになっている。設問(1)、(2)に答えよ。

A-T-G-A-G-G-G-C-C-T-T-C

設問(1) 上に示す鎖に対応するもう一方の DNA の鎖の塩基配列を記せ。

設問(2) 上に示す DNA から合成される伝令 RNA の塩基配列を記せ。

問 2 DNA の塩基配列の上で、AAA、AGC など 3 個の塩基配列が 1 種類のアミノ酸に対応している。1 個(A、G など)または 2 個(AA、AG など)の塩基配列ではなく、3 個の塩基配列が 1 種類のアミノ酸に対応している理由を、180 字以内で述べよ。

問 3 3 個の塩基配列(トリプレット)で 1 種類のアミノ酸を規定するが、どのアミノ酸にも対応しないトリプレットが存在する。これらのトリプレットは、それぞれの遺伝子について DNA からタンパク質を合成する過程において重要な働きをしている。では、どのアミノ酸にも対応しないトリプレットは、どのような働きをしていると考えられるか。70 字以内で述べよ。

問 4 アカパンカビの野生株は最少培地で生育する。X線照射により、最少培地にメチオニンを加えないと生育できない突然変異株を分離した。これらの変異株について、最少培地に下の表に示す化合物をそれぞれ加えた培地での生育の有無を調べたところ、表に示すように3つのグループに分かれた。表中の+は生育する、-は生育しないことを示す。設問(1)、(2)に答えよ。

変異株	メチオニン	ホモセリン	ホモシステイン	シスタチオニン
1	+	-	+	-
2	+	-	-	-
3	+	-	+	+

設問(1) 表に示す化合物からメチオニンまでの合成経路はどのようになっているか。答案紙の該当するカッコの中に化合物名を記入せよ。また、それぞれの変異株には、どの反応を触媒する酵素に欠陥があるか。答案紙の該当するマルの中に変異株の番号を記入せよ。

設問(2) 一つの遺伝子の変異により、最少培地にメチオニンとスレオニンの両方を同時に加えないと生育できない変異株が得られた。この変異株は表に示した化合物のうち、ホモセリンを最少培地に加えると生育可能となった。この実験結果から考えられるメチオニンとスレオニンの合成経路の関係を考察し、この変異株がホモセリンを培地に加えると生育可能となるが表に示す他の化合物を加えても生育しない理由を、答案紙の該当する枠内に説明せよ。



## 生物 問題Ⅱ

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球上に生命が誕生した時、最初の生物は、酸素のない大気の下で生活する原始的な細胞であったと考えられる。やがて酸素を発生する光合成機能を持つ細菌<sup>(a)</sup>の出現により、大気中の酸素が増加し、好気性細菌が出現した。さらに下線部(a)の細菌が、原核細胞に寄生することによって葉緑体になり、これが植物細胞の起源となったので<sup>(b)</sup>はないかと考えられている。

さて、葉緑体の構造と機能を調べるために、植物の細胞から葉緑体を無傷な状態で単離する実験をおこなった。新鮮なエンドウの葉を、カミソリで細かく切り、0.33 M の糖を含む破碎用の溶液を入れたミキサーの中で、3—5 秒間破壊<sup>(c)</sup>し、破碎液を得た。次に未破壊組織を除くためにガーゼで破碎液をこした後、口液を重力の500 倍の遠心力で軽く遠心し、その上清を重力の2,500 倍の遠心力<sup>(d)</sup>で短時間(約2分)遠心した。上清を除き、濃緑色の沈澱物を葉緑体画分として得た。得られた葉緑体を0.33 M の糖と炭酸水素ナトリウムを含む溶液に静かに懸濁し、それを透明な酸素電極<sup>(e)</sup>の容器に入れ、光を照射したところ、酸素の発生を認めた。酸素電極の容器をアルミホイルで覆いをしたところ、わずかに酸素の吸収を認めた。<sup>(f)</sup>葉緑体には、地球上に最も多量に存在するリブローズ—1,5—二リン酸カルボキシラーゼ<sup>(g)</sup>という酵素が含まれている。これはカルビン—ベンソン回路の最も重要な酵素である。無傷な葉緑体を細胞から取り出すには、緩和な条件で素早くおこなう必要がある。なぜなら物理的衝撃<sup>(h)</sup>により葉緑体を包む膜は簡単に壊れ、チラコイド膜が露出するからである。単離した無傷な葉緑体とその祖先と考えられている下線部(a)の細菌について光合成機能、構造および遺伝子が詳しく比較研究され、似た性質をもつことが明らかにされている。これらの知見も(b)の仮説を支持する論拠になっている。

問 1 下線部(a), (b)に関連する設問(1)~(4)に答えよ。

設問(1) 下線部(a)の細菌の名称を記せ。

設問(2) 下線部(b)の仮説を何というか。答えよ。

設問(3) 下線部(b)の仮説により、葉緑体の他にも生じたと考えられている細胞小器官がある。その名称を記せ。

設問(4) 酸素を発生しない光合成細菌は、水以外の化合物を水素源にしている。この場合、水素源となる最も典型的な化合物の名称を答えよ。

問 2 下線部(c)で長時間葉片を破壊すると、どのような実験結果が得られると考えられるか。20字以内で答えよ。

問 3 下線部(d)で遠心力を重力の2,500倍よりも増大させた時、まず最初に葉緑体画分に混在してくる細胞小器官は何か。答えよ。

問 4 下線部(e)の酸素発生から二酸化炭素の同化までの光合成の機構について、120字以内で説明せよ。

問 5 問3との関連のもとに、下線部(f)の実験結果は何を示唆していると考えられるか。20字以内で答えよ。

問 6 下線部(g)の酵素の役割を推測し、20字以内で答えよ。

問 7 下線部(h)のチラコイド膜上で、光による水の分解がおこる。チラコイド膜を酸素電極に入れ、下線部(e)の実験をするとどのような実験結果が得られると考えられるか。理由と共に、40字以内で答えよ。

## 生物 問題Ⅲ

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

筋肉は運動性による分類と形態による分類とがある。運動性による分類ではさらに [ 1 ] と [ 2 ] とがあり、 [ 1 ] には骨格筋、 [ 2 ] には心筋、内臓筋などがあげられる。骨格筋を形成しているのは [ 3 ] 繊維とよばれる収縮性をもった多核細胞である。

骨格筋を支配する運動神経は脊髄前角に [ 4 ] をもち、それが [ 5 ] すると、その興奮は軸索をつたわって末梢に伝達される。

運動神経の末端は先わかれしており、多数の筋繊維と [ 6 ] を形成している。1本の運動神経は多数の筋繊維を支配しており、これを [ 7 ] といい、精緻な運動を要求される筋肉ほど1本の運動神経との比は [ 8 ] 。

骨格筋の筋細胞のなかには、直径約 [ 9 ] の [ 10 ] が多数存在し、その主成分は [ 11 ] と [ 12 ] というタンパク質であり、両者を比較すると前者は大きく、後者は細い。筋細胞膜に運動神経からの興奮が伝播されると、 [ 13 ] から筋原形質中に [ 14 ] が遊離し、一連の化学反応を引き起こす。筋が収縮するときに使われる直接のエネルギー源は [ 15 ] の分解による。

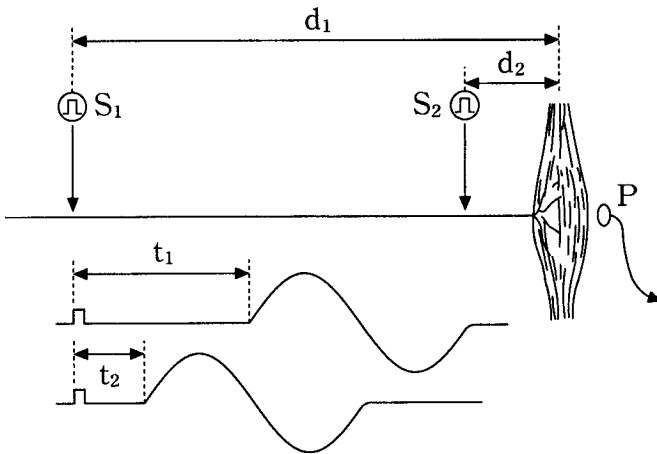
問 1 空欄 [ 1 ] ~ [ 15 ] に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部について、化学反応を式で表わせ。

問 3 単収縮と強縮とが発生するメカニズムについて、文中 [ 14 ] の語句を用い80文字以内で答えよ。

問 4 膝関節のすぐ下を軽くたたくと、筋肉が収縮して思わず足が前にあがる。これをしつがいけん(膝蓋腱)反射というが、この反射がおこる経路(反射弓)について、答案紙の図中に関与するニューロンを描き、さらに情報が伝達する方向を矢印で示せ。

問 5 運動神経を皮膚上の2点  $S_1$  と  $S_2$  で別々に刺激し、運動神経が支配する筋より得られる筋活動電位(M波)を下図のように導出した。この時の運動神経伝導速度を小数点第一位まで求めよ。なお、図中の  $t_1$  と  $t_2$  は刺激から活動電位出現までの潜時を示し、 $t_1 = 5.3 \text{ msec}$ 、 $t_2 = 2.3 \text{ msec}$  とし、 $d_1$  と  $d_2$  は刺激電極から支配筋までの距離を示し、 $d_1 = 25.8 \text{ cm}$ 、 $d_2 = 5.3 \text{ cm}$  とする。



注)  $S_1, S_2$  : 刺激電極、 P : 導出電極

上の波形 :  $S_1$  からの反応、下の波形 :  $S_2$  からの反応

