

1 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

細胞は生物体を形づくっている最小の単位である。その細胞が正常に働くためには、、温度、水素イオン濃度などの条件が適当でなければならない。細胞膜は、溶媒は自由に透過させるが、溶質はとおしにくい。この性質をという。の膜はと呼ばれる。細胞膜はに近い膜である。これに対して、植物細胞の細胞壁は溶媒も溶質も通過させる。この性質をという。を通してが移動することをという。溶液とがを境にして接したとき、をおこす圧力の大きさをその溶液のという。細胞膜は、エネルギーを使って特定の物質を積極的に移動させることも行っている。このような物質の移動をという。

植物細胞の液胞を満たしている細胞液には、塩類・糖・アミノ酸・色素・有機酸などが溶けているので、あるをもっている。植物細胞をある濃度以上の溶液に浸すと、細胞膜がに近い性質をもっているため、細胞からがうばわれて細胞質の体積は小さくなるが、細胞壁はほとんど形が変わらない。その結果、細胞膜が細胞壁から離れてがおこる。次に、をおこした細胞をある濃度以下の溶液に移すと、細胞内にが入ってきて細胞質の体積が大きくなり、細胞膜が細胞壁に密着する。このとき、ふくらむ圧力が細胞壁に加わる。この圧力はと呼ばれる。

動物細胞もある濃度以上の溶液に浸すと、細胞からがうばわれ、細胞は収縮する。一方、動物細胞をある濃度以下の溶液に浸すと、が入ってきて細胞はふくらむ。その結果、赤血球では細胞膜が破れ、細胞内容物が外に流れ出してがおこる。これらの現象は、生きている細胞だけに見られるものである。

問1 上の文章の～にあてはまるもっとも適切な用語を答えなさい。

問 2 本文中の下線部のように、細胞から をうばう溶液は何と呼ばれるか、その名称を答えなさい。

問 3 赤血球をある濃度の溶液に浸したとき、細胞の形が変化しないことがある。それはなぜか、20 字以内で説明しなさい。

問 4 細胞の収縮や は、細胞を浸した溶液および細胞内液の がどのような関係にあるときにおこるか、25 字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

生物体のエネルギー代謝は生物個体レベルと細胞レベルで論じられ、解明されてきた。生物体の生存は、細胞のもつぼう大なエネルギー生産能力に依存しているといえる。真核生物のエネルギー変換を行う細胞内小器官は、ミトコンドリアと葉緑体である。

ミトコンドリアは、外膜と内膜の2種類の膜に囲まれている。ミトコンドリアの内部の空間をマトリックスとよび、内膜はマトリックスの中に折りたたまれた形をとり、何層ものクリステを形成している。ミトコンドリアでは、分子状態の を使って や を CO_2 と H_2O にまで酸化分解する。この過程でATPが生み出される。

葉緑体はミトコンドリアと同様にいちじるしく効率の高いATP生産器官である。葉緑体には外膜、内膜、チラコイド膜の3種類の膜があって、葉緑体を膜間部分、ストロマ、チラコイドに区分している。葉緑体ではそのエネルギー源は、 や ではなく太陽光を使う。光合成の過程でおこる多様な反応は大きく二つに分類できる。 反応では、太陽光によって励起された から高エネルギーの電子が生じ 系に入る。 反応では 反応で生成したATPをエネルギーとして を に変換する。

問1 上の文章の ～ に最も適切な用語を入れなさい。

問2 次の説明文(1)、(2)はミトコンドリア内のどの部分について述べられたものか、答えなさい。

- (1) 呼吸鎖における酸化反応を行うものやATPを合成する酵素複合体(ATP合成酵素)など主要なタンパク質がある。
- (2) 数百種の濃縮された酵素が混在している。クエン酸回路に参与する酵素群などはその例である。

問 3 次の説明文(1), (2)は葉緑体内のどの部分について述べられたものか, 答えなさい。

- (1) ミトコンドリアのマトリックスに対応する部分であり, ここで炭酸固定が開始される。
- (2) 葉緑体のエネルギー生産系がすべて含まれており, ここで水素イオンの伝達が行われ, ATPが合成される。

問 4 多くの生物は好気呼吸によって呼吸基質を酸化分解して, 生命活動に必要なエネルギーを得ている。呼吸基質によって呼吸商(RQ)が異なるので, 呼吸商を測定することによって, 個体や組織が利用している呼吸基質の種類を推定することができる。

- (1) 呼吸商(RQ)とはなにか。50字以内で説明しなさい。
- (2) ブドウ糖を呼吸基質として用いた時のRQ値を求めなさい。また, 計算式も示しなさい。

問 5 下記の(a)~(f)の細胞内反応のうち, ATP生産量がATP消費量を上まわり, ATP収支が正となる反応(発熱反応)はどれか。発熱反応の記号をすべて書きなさい。

- | | | |
|----------|----------|-------------|
| (a) 発酵 | (b) 炭酸固定 | (c) タンパク質合成 |
| (d) 脂肪分解 | (e) 酸素呼吸 | (f) 解糖 |

3 次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

両生類胚の初期外胚葉は [1] のはたらきにより [2] を形成する。
[2] から脳がつくられると、その左右の一部がふくらみだして眼胞になる。眼胞は表皮と接して中央がくぼんだ [3] となり、表皮にはたらきかけて [4] を誘導する。 [4] はさらに表皮にはたらきかけ、 [5] を誘導する。 [3] 自身は網膜となる。このようにして器官がつくられる。
ヒトの目の網膜には [6] , 連絡神経細胞, [7] などの異なる構造と機能を持った細胞が存在している。 [6] には色を識別する [8] と明暗を感じる [9] の2種類がある。光の刺激は [6] により受容され、生じた興奮は連絡神経細胞を経て [7] から大脳に伝えられ、 [10] を生じる。

問1 上の文章の [1] ～ [10] に当てはまる最も適切な用語を書きなさい。

問2 [1] の部分は主に何に分化するか。

問3 [1] のはたらきは誰によって発見されたか。また、そのはたらきを持つ部分は一般的に何と呼ばれているか。

問4 [3] の部分を目の発生領域とは異なる胚の頭部の表皮の下に移植すると、どのようなことが起こると予想されるか、40字以内で述べなさい。

問5 本文中の下線部このようにしてとはどういうことか、その内容を表わす最も適切な用語を用いて10字以内で答えなさい。

問6 網膜には光を受容できない部位がある。その部位は何と呼ばれるか。また、光を受容できない理由を40字以内で述べなさい。

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

二種類の近交系(純系)ハツカネズミ A と B は、以下のような形質を示す。

A ; 毛色は茶色であり、尾部に著しい変形が観察される(茶色・変形)。この表現型に性差は見られず、この系統同士を交配して生まれた子の100%にそれらの形質は伝達される。

B ; 毛色は黒色であり、尾部は正常である(黒色・正常)。

A と B を交配して生まれた子(F_1)は、すべて毛色は茶色であり、尾部は正常であった。 F_1 を A と交配して得た100匹の子は、表1に示すように、すべてにおいて毛色は茶色であり、尾部については変形したものと正常のものが1 : 1の分離比を示した。一方、 F_1 を B と交配して得た100匹の子では、表2に示すように、毛色は茶色と黒色とが1 : 1の分離比を示し、尾部はすべてにおいて正常であった。 F_1 同士を交配して得られた400匹の子(F_2)では、4種類の表現型が表3に示すような数をもって現われた。

表1 $F_1 \times A$

毛色・尾部	茶色・正常	茶色・変形
子の数	52	48

表2 $F_1 \times B$

毛色・尾部	茶色・正常	黒色・正常
子の数	47	53

表3 $F_1 \times F_1$

毛色・尾部	茶色・正常	茶色・変形	黒色・正常	黒色・変形
子の数	196	101	99	4

このような表現型には性差は見られなかったことから、毛色を決定する遺伝子と尾部の形を決定する遺伝子とは、いずれも常染色体上に位置し、しかもそれらは連鎖していると考えられる。

さらに、 F_2 のうち毛色は黒色で尾部に変形のあるハツカネズミを、 F_1 と交配した。それによって得られた400匹の子では、4種類の表現型が表4に示すような数をもって現われた。

表4 F_2 (黒色・変形) $\times F_1$

毛色・尾部	茶色・正常	茶色・変形	黒色・正常	黒色・変形
子の数	18	185	174	23

問 1 毛色は黒色で、尾部に変形のある F_2 のハツカネズミを A および B と交配して得られる子に現われる表現型をすべて書きなさい。

問 2 毛色を決定する遺伝子と尾部の形を決定する遺伝子とが連鎖していない場合には、 $F_1 \times F_1$ の交配からどのような表現型がどのような頻度で現われると期待されるか、百分率を用いて有効数字 2 桁で答えなさい。

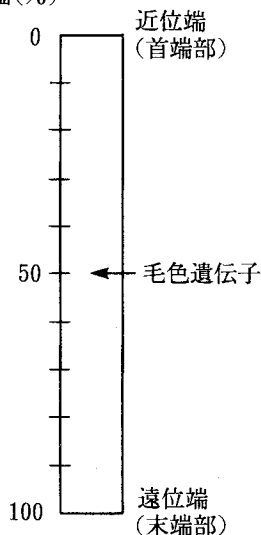
問 3 表 4 に示す F_2 (黒色・変形) $\times F_1$ 交配で得られた表現型のうち、 F_1 における染色体乗換えの結果として生じた表現型はどれか答えなさい。

問 4 (1) 毛色を決定する遺伝子と尾部の形を決定する遺伝子の間の組換え価(%)を計算し、有効数字 2 桁で答えなさい。

(2) 尾部の形を決定する遺伝子の染色体地図上の位置を解答欄の図の中に矢印で示しなさい。

なお、ハツカネズミの染色体は、いずれも線状の構造をしており動原体側の末端を近位端(首端部)、反対側の末端を遠位端(末端部)と呼ぶことにする。近位端と遠位端の間の組換え価は 100%であり、また近位端と毛色遺伝子の間の組換え価は 50%であることがわかっている。このことを染色体地図の上にあらわすと下の図に示すようになる。尾部の形を決定する遺伝子は、毛色の遺伝子よりも近位端側に存在する。

組換え価(%)

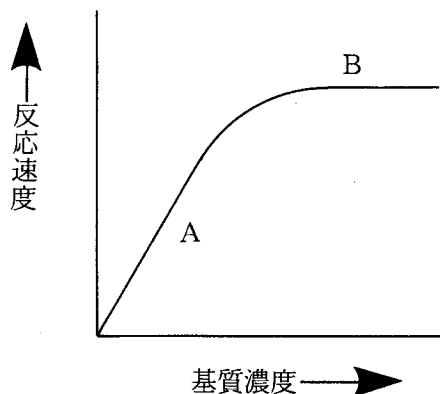


5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

タンパク質は動物細胞では水に次いで多い主要構成成分である。タンパク質は20種類のアミノ酸が 結合でつながったものであり、それがさらに折りたたまれてそのタンパク質に特有の立体構造を形成している。この構造がタンパク質のはたらきに重要である。例えば、生体での化学反応を する酵素もタンパク質からできているが、酵素はその立体構造の一部に と 的に結合する部位を持っている。この部分のアミノ酸を変えると活性に影響することが多い。

問1 上の文章の ～ にあてはまる最も適切な用語を答えなさい。

問2 酵素の活性は一定時間に作用を受ける基質の量、または產生される生成物の量、すなわち反応速度として測定される。酵素の濃度を少量で一定にしたとき、酵素反応速度と基質の濃度との関係は下のグラフのようになった。なぜこのようなグラフになるのか、A点、B点においてどのような反応が起きているかを考えて、100字以内で説明しなさい。



問 3 動物細胞から抽出された酵素について、反応速度と温度との関係を解答欄の図に示し、なぜそのようなグラフになるのか 60 字以内で説明しなさい。

問 4 酵素の種類によっては、その活性を現すために、比較的低分子の有機物を必要とするものがある。このような低分子物質は何と呼ばれるか。

6 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

すべての生物において、遺伝情報は核酸の塩基配列として代々伝わり、それぞれの遺伝子はタンパク質として発現し、機能している。このことは、セントラルドグマとよばれ、生物における一般原理の1つである。この核酸からの遺伝情報の受け継ぎと発現は次の3段階の過程を経て行われる。

〔ア〕 遺伝情報は、2本鎖のDNAからもとのDNA分子と同じ塩基配列をもったDNAが作られることにより代々伝わる。

〔イ〕 2本鎖DNAのうち的一方と相同な塩基配列をもった1本鎖RNAがつくり出される。

〔ウ〕 塩基配列の情報がアミノ酸配列の情報に変換され、タンパク質がつくり出される。

問1 〔ア〕、〔イ〕、〔ウ〕の過程を示す用語を答えなさい。

問2 真核生物において〔ア〕、〔イ〕、〔ウ〕は細胞内のどこで起こるか。

問3 〔ウ〕においてタンパク質をつくり出すための鋳型^{いがた}として使われるRNAの名称を答えなさい。

問4 〔ウ〕においてRNAの塩基配列の情報はどのようにアミノ酸の情報に変換されるか、100字以内で述べなさい。

問5 試験管内で…ACACACACACAC…という合成RNAを用いて人工的に〔ウ〕の過程を行ったところ、トレオニンとヒスチジンが交互に連続したポリペプチドが合成された。また、…AACAAACAACAAC…という合成RNAを用いるとすべてアスパラギン、すべてトレオニンまたはすべてグルタミンからなるポリペプチドの混合物が合成された。この結果から予想されるヒスチジンを指定するRNAの塩基配列は何か。ただしAはアデニン、Cはシトシンを示す。

7 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

遺伝的な変異は生物の進化に作用するのみでなく、動植物の品種改良にも利用されている。遺伝的な変異が生じる原因として、染色体の数や形の変化による 1 とDNA構造の変化による 2 とがある。

染色体数が1本～数本増減することを 3 という。 3 の個体の表現型を詳細に調べることにより、増減した染色体に存在する遺伝子を推定することができる。また、体細胞の染色体数が基本となる配偶子の染色体数(n)の3倍、4倍、・・・と増えることを 4 という。染色体の形の変化には、染色体の一部がなくなる 5 , 別のところへ移動する 6 , 染色体上の遺伝子の順序が入れ替わる 7 , 同じ遺伝子配列が二重、三重となる 8 などがある。これらの染色体の数や形の変異は種の形成に大きな影響を与えることがある。¹⁾

2 ではDNAの塩基配列が乱れ、それまで正常に作られていた 9 ができなかつたり、変化することにより表現型に変化が現れる。多くの場合、 2 はその個体にとって有害であるが、まれに有益であることがあり、放射線や薬品を処理することによって作物の品種改良に応用されている。また、このような変異は自然の状態でもある一定の頻度ですべての生物に生じており、ある場合には自然選択により変異型の個体が急速に増えることがある。³⁾このように、 2 は生物の進化に深い関わりがあるといわれている。

問1 上の文章の 1 ～ 9 にあてはまる最も適切な用語を入れなさい。

問2 下線部1)の例を一つあげなさい。

問3 下線部2)について、一つのアミノ酸に対応するDNAの塩基配列を何と
いうか。

問 4 下線部 3) について、19 世紀のヨーロッパの工業都市で生じた体色の黒いガの頻度が急激に増加した現象を何というか。

問 5 19 世紀から 20 世紀初頭にかけて、植物の表現型を数代にわたり詳細に観察し、遺伝的変異の進化上の重要性を主張したのは誰か。また、その説を何というか。