

生 物

1 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

接眼レンズ(10倍)と3種(4倍、10倍と40倍)の対物レンズを装着した光学顕微鏡を使用して、健康なヒトの血液を観察し、計測した。

操作1

使用する対物マイクロメーターは、1mmを100等分した目盛が付いているものを使用した(図1)。使用する接眼マイクロメーターは、ある基準線間を20等分した目盛が付いているものを使用した(図2)。対物マイクロメーターを光学顕微鏡のステージに載せ、対物レンズ(4倍)を使用して観察した。この時の接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターの目盛は図3のように見えた。接眼マイクロメーターの4目盛が対物マイクロメーターの100目盛に相当していた。

次に対物レンズを10倍に変更した時には、接眼マイクロメーターの5目盛が対物マイクロメーターの50目盛^①に相当していた。また、対物レンズを40倍に変更した時には、接眼マイクロメーターの2目盛^②が対物マイクロメーターの5目盛に相当していた。



図1 対物マイクロメーターの目盛



図2 接眼マイクロメーターの目盛

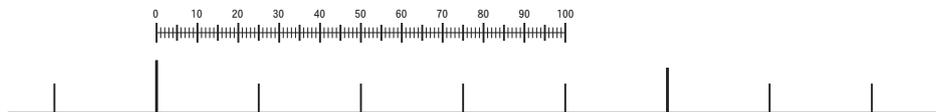


図3 対物マイクロメーター(上)と接眼マイクロメーター(下)の見え方

問1 文中の下線部①と②に関して、それぞれの接眼マイクロメーターの1目盛は観察物のどれだけの長さに相当するか、答えなさい。単位は μm とする。

操作 2

図 4 は血液標本の染色法の 1 つであるギムザ染色をしたヒトの血液の光学顕微鏡像(対物レンズは 40 倍を使用)である。

は を有さず, を運ぶ機能がある。 は を有し, 主として異物を取り込む 作用をもつ。 は主として傷口に集合して血液の を引き起こす。その後, 傷口に血べいが形成され, 血べい中には繊維状のタンパク質の が含まれる。

の大きさを, 操作 1 で使用した接眼マイクロメーターで測定すると, 1 目盛が の直径の 3.5 倍であった。よって, の直径は約 μm である。

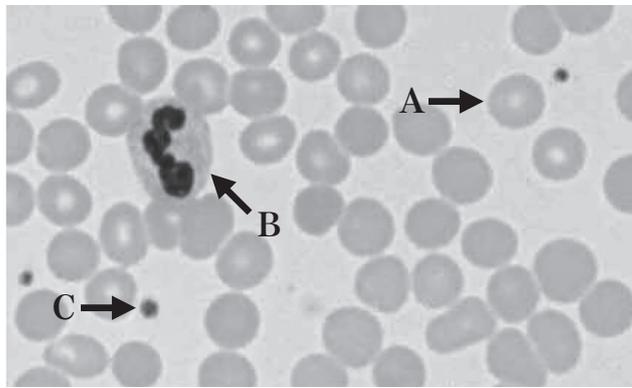


図 4 ヒトの血液の光学顕微鏡像 (ギムザ染色)

問 2 文中の ~ に適切な語句を答えなさい。

問 3 図 4 の , および の名称を答えなさい。

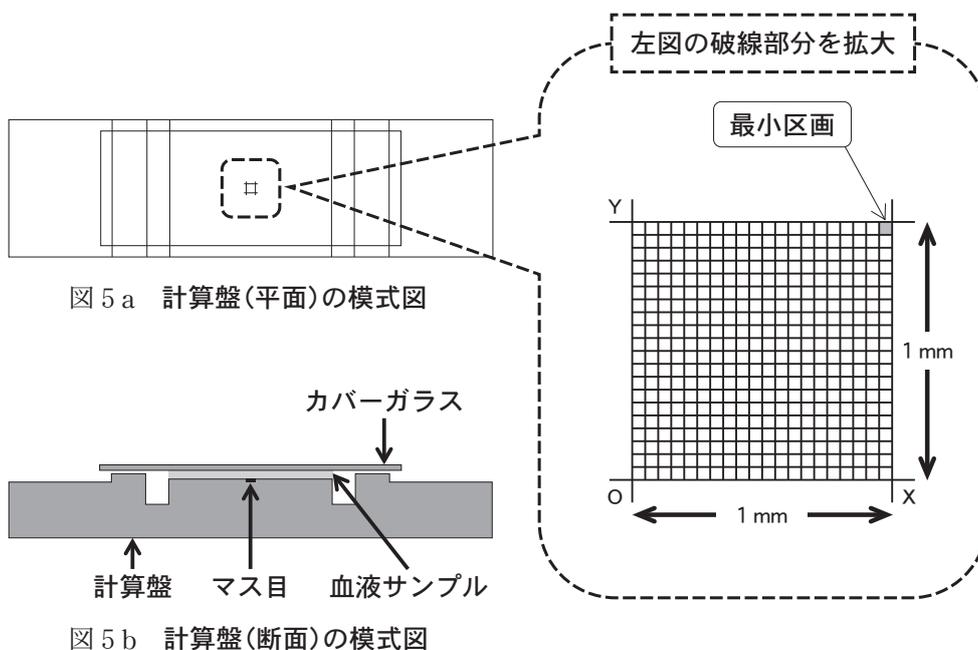
問 4 文中の について, 適切な数字を整数で答えなさい。

操作 3

図 5 a と図 5 b は、血液細胞の数を算出するときに使う計算盤を示している。中央のマス目は、O-X 間、O-Y 間とも長さ 1 mm の正方形で、O-X 間、O-Y 間を格子状に 20 等分した枠がある。図 5 b はそのマス目付近を横からみた断面の模式図である。この計算盤を光学顕微鏡のステージに載せ、血液細胞などを観察しながら、数を集計する。

図 5 a と図 5 b のようにカバーガラスを計算盤に載せ、このカバーガラスとマス目の間に高さ(隙間)が $\frac{1}{10}$ mm の空間を作った。

ヒトの血液 $10 \mu\text{L}$ に、生理食塩水 1.99 mL を加えて希釈した血液サンプルを、図 5 a と図 5 b に示す計算盤のマス目上に流し込んだ(図 5 b の空間(隙間)に流し込んだ)。希釈した血液サンプルの血液細胞は均等に計算盤のマス目上に拡がり、しばらくすると血液細胞はマス目上に完全に沈んだ。そして操作 2 で使用した光学顕微鏡にて最小区画 40 個分にある血液細胞の数を集計したところ 230 個であった。



問 5 文中の集計結果から、ヒトの血液 $1 \mu\text{L}$ 当たりの血液細胞の数を計算し、その値を答えなさい。

2 次の文章 A と B を読んで、問 1～6 に答えなさい。(配点 20)

A タンパク質は数多くのアミノ酸が鎖状に結合したポリペプチドでできている。タンパク質のアミノ酸配列は、 構造と呼ばれる。ポリペプチドはシステインの側鎖間で作られる 結合や、アミノ酸の側鎖間における相互作用などによって複雑に折りたたまれ、それぞれのタンパク質に特有な立体構造をとる。一方、タンパク質を高温や極端な pH などの条件に置くと、立体構造が壊れる場合が多い。この現象はタンパク質の と呼ばれ、タンパク質が酵素である場合、 によりその触媒活性が失われる。

酵素にはその触媒活性のために、 と呼ばれる分子量の小さな有機物を必要とするものがある。 は酵素タンパク質と弱い力で結合し、熱に対して比較的強い。酵素はそのはたらきによって、物質の加水分解や酸化還元をおこなうものなどに分類される。また、酵素のなかには細胞内の特定の細胞小器官ではたらくものがある。例えば、動物細胞の細胞小器官である に含まれる各種の分解酵素は、オートファジーや細胞外から取り込んだ異物の分解に関与する。

ヒトの体では、器官や組織を構成する細胞の種類の違いに応じて、さまざまなタンパク質が作られており、1つの遺伝子から複数の異なるタンパク質が作られる場合がある。これは、1つの遺伝子から配列の異なる複数の mRNA が作られることによる。^①

問 1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 2 pH 2 付近を最適 pH とするタンパク質分解酵素を以下の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (a) カタラーゼ | (b) アミラーゼ | (c) トリプシン |
| (d) ペプシン | (e) マルターゼ | |

問 3 下線部①のしくみを 80 字以内で説明しなさい。

B ある酵素 E について以下の実験をおこなった。

酵素 E と 10 mmol/L の濃度の基質を含む酵素反応液を準備した。なお、酵素反応液の体積は一定とする。一定の pH と温度条件で酵素反応をおこない、生成物の量を測定した。この反応では 1 分子の基質から 1 分子の生成物がつくられるものとする。反応時間と生成物の量との関係は図 1 の実線のようにになった。酵素反応の初期において、一定時間内につくられる反応生成物の量を測定すると反応速度が計算できる。次に、同じ酵素濃度で、基質濃度を変えて反応速度を調べたところ、図 2 のグラフが得られた。

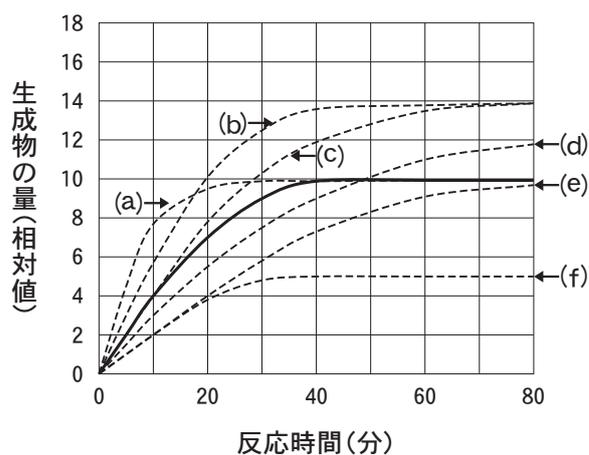


図 1

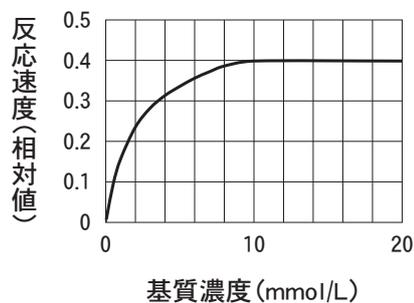


図 2

問 4 図 1 の実線で示す酵素反応の条件で、酵素 E の濃度を半分にすると、他の条件は変えずに酵素反応をおこなうと、生成物の量は反応時間とともにどのように変化すると予想されるか。図 1 で示す点線(a)~(f)の中から最も適当なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。また、そう考える理由を説明しなさい。

問 5 図 1 の実線で示す酵素反応の条件で、基質濃度を 14 mmol/L に増やし、他の条件は変えずに酵素反応をおこなうと、生成物の量は反応時間とともにどのように変化すると予想されるか。図 1 で示す点線(a)~(f)の中から最も適当なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。また、そう考える理由を説明しなさい。

問 6 酵素の中には活性部位とは別の部位に、特定の物質が結合することによって反応速度が変化するものがある。例えば、解糖系ではたらく酵素の 1 つであるホスホフルクトキナーゼは、活性部位とは別の部位に ATP が結合することで反応速度が低下する。このような性質をもつ酵素の一般名称を答えなさい。

3 次の文章 A と B を読んで、問 1～5 に答えなさい。(配点 20)

A 動物はにおいや音などの情報を外界からの刺激として受け取り、それに応じた反応や行動を起こす。この反応や行動において、外部からの情報を刺激として受け取るのは、受容器と呼ばれる鼻や耳、眼などである。例えば、ヒトの眼には、形の違う 2 種類の視細胞があり、さまざまな状況下でも視覚による情報を得ることができる。^①

問 1 下線部①に関して、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) ヒトは明るい場所から急に暗い場所へ移動すると、はじめは何も見えないが、しばらくすると物体の輪郭が見えるようになる。このような現象を何と呼ぶか、答えなさい。
- (2) 2 種類の視細胞の名称とそれぞれのはたらきを答えなさい。

B 受容器が適刺激を受けると、急速に膜電位が変化し、興奮がおこる。受容器からの興奮は、体性神経系の 神経から中枢神経系へと伝導され、脳で統合・処理された後、その情報は体性神経系の 神経の終末へと伝導される。 神経の終末では、 小胞から という神経伝達物質が分泌され、筋へ情報が伝達される。筋繊維へ刺激情報が伝達されると、 から Ca^{2+} が放出され、筋収縮がおこる。連続的な筋収縮の刺激情報が与えられると、筋繊維中の Ca^{2+} は高い濃度で維持され、 という持続的で大きな収縮を起こす。

問 2 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 3 下線部②に関して、ヒトの細胞で起こるイオンの流れと膜電位の関係について説明しなさい。

問 4 受容器は閾値以上の刺激を受け取ると、刺激の強弱に関係なく興奮という同じ反応を起こす。しかし、刺激の強さの違いは、神経を介して脳へ伝えられている。1 本の神経繊維ではどのようなしくみで刺激の強さの違いを脳へ伝えているか、説明しなさい。

問 5 筋収縮において、 Ca^{2+} はどのようなはたらきをしているか、説明しなさい。

4 次の文章 A と B を読んで、問 1～7 に答えなさい。(配点 20)

A 生体のエネルギー源であるグルコースの血液中の濃度(血糖値)は、さまざまなくみはたらい
て、約 % に保たれている。血糖値を下降させるホルモンは、すい臓の にある
 細胞から分泌される である。 が分泌されると、肝臓などの臓器に
はたらい、グルコースから を合成する反応が促され、その結果、血糖値は低下する。
肝臓は、空腹時に を分解して再びグルコースにする。また、体内環境を一定に保つうえ
で重要なタンパク質も合成^①して血液中に分泌する。^②

問 1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部①に関して、関与するホルモンの名称を 2 つ答えなさい。

問 3 下線部②に関して、肝臓で合成され、血しょう中に最も多く含まれるタンパク質の名称を答
えなさい。

問 4 多くのホルモンは内分泌腺で合成され、血液中に直接放出される。このために、血液中には
さまざまなホルモンが存在しているが、特定のホルモンが作用するのは特定の器官や組織に限
定されている。この理由を 50 字以内で説明しなさい。

B 哺乳類の体内でタンパク質の分解によって生じた有害な という物質は、血液を介して
肝臓に運ばれ、そこで となり、再び血液により という臓器へ運ばれて尿中に
排泄される。また、ビリルビン、重金属、脂質類など水に溶けない老廃物も、肝臓において特殊な
処理を受けて という液中に排出され、最終的に便として排泄される。

問 5 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 6 肝臓へ血液を送る血管のうち、小腸の静脈とつながる血管で、血流量が最も多い血管の名称
を答えなさい。

問 7 文中の は十二指腸に注ぎ込まれる。 は、老廃物の排出以外にどのよう
な機能があるか、20 字以内で説明しなさい。

5 次の文章 A と B を読んで、問 1～6 に答えなさい。(配点 20)

A 地球上にはさまざまな生態系が存在し、そこにはきわめて多種多様な生物が生息している。このような生物の多様性には、生態系多様性、種多様性、遺伝的多様性といった3つのとらえ方がある。生態系多様性とは、さまざまな環境に対応して、森林や草原などさまざまな生態系が存在することを示す。また、ある生態系における種の多様さを種多様性といい、一般的に生態系を構成する種の数と、それらが相対的に占める割合で評価される。一方、同じ個体群内における遺伝子の多様性を遺伝的多様性という。既存の生態系やその一部を破壊するような外的要因をかく乱^①といい、洪水や土砂崩れ、山火事などの物理的な要因の他、伐採や外来生物の移入などの人為的な要因もある。図1はかく乱と種数の関係を示しており、かく乱によって種の多様性が変化することが知られている。

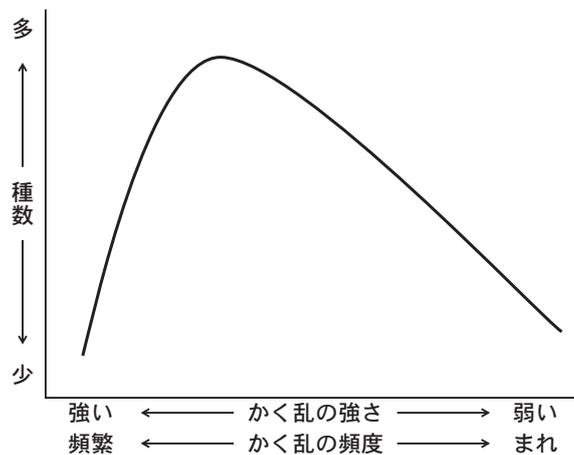


図1 かく乱と種数の関係

問 1 下線部①に関して、環境変動があった場合は、遺伝的多様性の大きい個体群の方がその存続に有利であると考えられる。その理由について説明しなさい。

問 2 図1のように、かく乱によっては種数が増える場合がある。その理由について説明しなさい。

問 3 大規模なかく乱の後など、養分の乏しい環境や裸地に最初に侵入する植物を何と呼ぶか、答えなさい。

B 草本植物群落について、群落内に入射する光の強さを高さごとに測定し、同化器官(葉)と非同化器官(茎、花など)の重量を高さごとに測定する方法を **ア** と呼び、これをグラフ化したものを生産構造図と呼んでいる。

草本植物群落における物質生産を明らかにするため、2つの異なる草本植物群落(IとII)を調査した結果、図2に示した生産構造図を描くことができた。

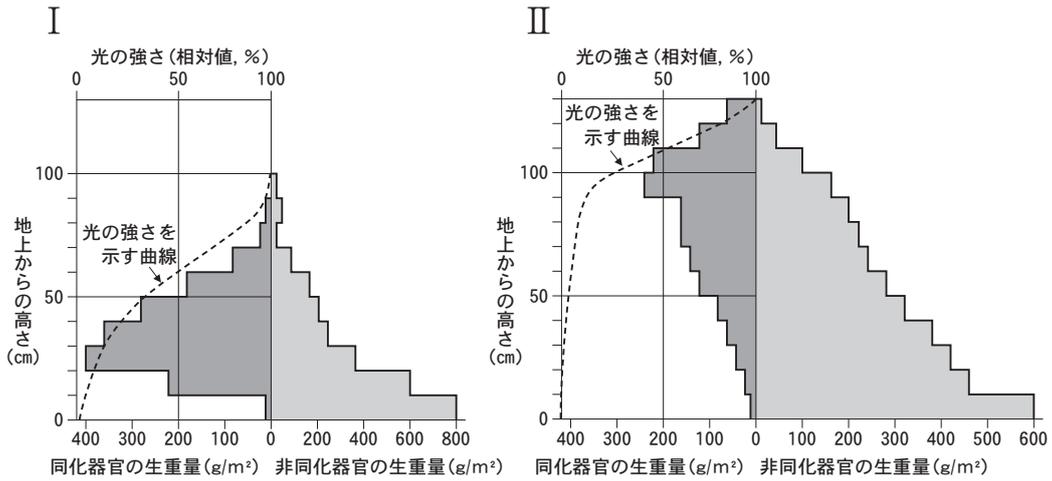


図2 草本植物群落の生産構造図

問4 文中の **ア** に適切な語句を答えなさい。

問5 草本植物群落は、イネ科草本型と広葉草本型の2つに分類されるが、図2のどちらがイネ科草本型か、ローマ数字IまたはIIで答えなさい。また、そう考える理由を両者を比較して150字以内で説明しなさい。

問6 イネ科草本型の食用植物を、次の(a)~(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) ダイズ (b) イチゴ (c) トマト (d) キュウリ (e) トウモロコシ