

生 物

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ヒトの血液は有形成分である血球と液体成分である血しょうで構成されている。血球は赤血球、白血球、 に大きく分けられる。血しょうはタンパク質、糖質、脂質、無機塩類を含む水溶液である。ヒト血球の3成分のうち、血液単位体積あたりの数が最も少ないのは で、成人では やリンパ組織で生成される。ヒトの血しょうに含まれる無機塩類の構成成分の中で、陽(+)イオンとして最も多く含まれるのはナトリウムイオンであるが、赤血球の内部では相対的にカリウムイオン濃度がナトリウムイオン濃度よりも高くなっている。

ヒトのABO式血液型はA、B、Oの3つの遺伝子が関係している。遺伝子AとBの間には優劣関係がなく、AとBはともにOに対して である。これらによって血液型(表現型)と遺伝子型の関係が定まる。以上のように、3つ以上の遺伝子が対立関係にある場合、これらを という。

ヒトの腎臓の1つは100万個あまりの腎単位(ネフロン)によって構成されている。腎単位は腎小体(マルピーギ小体)と腎細管(細尿管)からなり、腎小体は糸球体とボーマンのうからなる。糸球体は の塊かたまりであり、内部を血液が流れているが、糸球体からボーマンのうへろ過された体液の成分は血液とは異なっており、正常時には やタンパク質を含まない。このろ過された体液を とよび、腎細管を通過する過程で有用な成分が再吸収されるが、老廃物(b)はほとんど再吸収されずに排出される。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入せよ。

問2 下線(a)について、赤血球の細胞内外でイオン濃度の差が生じる仕組みを60字以内で説明せよ。

問 3 ヒトの A B O 式血液型において，父親の遺伝子型が A O 型，母親の遺伝子型が B O 型の場合，子どもの血液型として遺伝する可能性のあるものは何型か。血液型(表現型)としてすべて記載せよ。

問 4 下線(b)について，健康な人の老廃物として体外に排出される化合物を 1 つあげよ。

問 5 腎臓における体液浸透圧調節に関与するホルモンとその分泌器官，およびホルモンの機能について例を 1 つあげ，50 字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

2000年5月、ヒトの第21染色体のDNA配列の解読完了が報じられた。ヒトの正常体細胞における染色体は、^(a) 1本の2と2本の3から構成されている。第21染色体は第1染色体や第2染色体に比べれば極めて小さい2である。

この報告によると、第21染色体の3千万を超える塩基対の中には、わずかに225個の遺伝子しか存在しないという。さらに、この第21染色体の解析は、ダウン症候群という染色体異常を伴う遺伝病を理解する上でも極めて重要であると考えられる。そのダウン症候群の染色体分析では、第21染色体が3本存在する4の異常や転座などの染色体構造の変化が見られる。このような染色体の変化を伴う遺伝病は、染色体遺伝病といわれる。

一方、DNAの1個の塩基が変化することでその遺伝暗号が変わり、赤血球にある^(b)5というタンパク質に影響が現れて発症する鎌状赤血球貧血症という遺伝病がある。この病気では、酸素が不足すると赤血球が鎌状に変形して、赤血球の酸素運搬能力が低下してしまう。さらに、遺伝性代謝異常症の一つであり尿中にフェニルケトンが含まれるフェニルケトン尿症の場合では、フェニルアラニンをチロシンに変換する6が欠損しているために起こる。これらの病気は7の法則に従って親から子に疾患遺伝子が伝えられるので、7遺伝病といわれる。また、赤緑色盲や血友病などではその疾患遺伝子^(c)が3上にあるため、その遺伝様式は8遺伝と呼ばれる。

問1 文中の1～8に適切な数字または語句を記入せよ。

問2 下線(a)について、

- (1) DNAを構成する塩基を4種類挙げよ。
- (2) DNAとRNAの塩基で異なる点を簡単に説明せよ。

問 3 下線(b)について,

- (1) このようなDNAの変化は何と呼ばれるか答えよ。
- (2) 遺伝暗号の単位を何というか答えよ。
- (3) 1個の塩基の変化が, 生体に重大な異常を引き起こすことがあるが, その理由を100字以内で説明せよ。

問 4 下線(c)について,

これらの遺伝病は男性と女性のどちらに発症しやすいか, その理由を含めて80字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

湖の水について、次のような実験をおこなった。日の出時に、ある深さの水を採水器を用いて採取した。図1に示すように、採取した水の中には、光合成を行う独立栄養のプランクトンと、有機物を栄養源とする従属栄養のプランクトンがいた。この水の溶存酸素量は 5.0 mg/l で、これを開始時の溶存酸素量とした。この水を無色透明のガラスビン2本に、いっぱいになるように静かに満たし密栓した。ひとつのビンは黒い布でおおって光がまったく当たらないようにし(暗ビン)、もうひとつのビンはおおいをしないで(明ビン)、ともに採水を行った深さにすみやかに設置した(図2)。正午に両ビンを回収し、それぞれのビンの中の溶存酸素量を測定した。明ビンの溶存酸素量は 5.7 mg/l 、暗ビンの溶存酸素量は 4.5 mg/l であった。

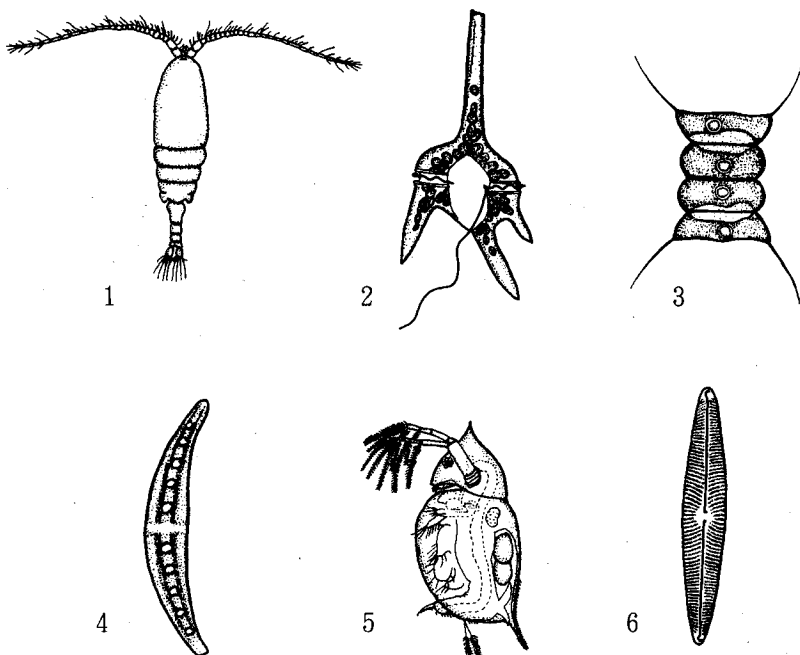


図1 採取した水の中にいたプランクトンの模式図

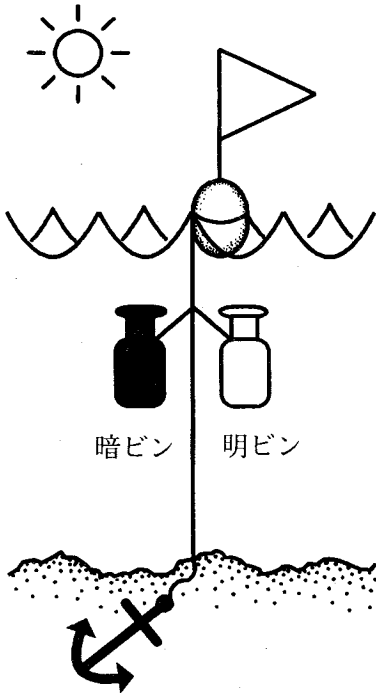


図2 明ビンと暗ビンの設置

- 問 1 図1に示したプランクトン(1~6)のうち独立栄養のプランクトンをすべて選び、その番号を記せ。
- 問 2 開始時の溶存酸素量から、終了時の暗ビンの溶存酸素量を差し引いた値は何を示すか述べてよ。
- 問 3 日の出から正午までの、採水をおこなった深さの水1ℓ中に含まれる独立栄養のプランクトンの光合成による酸素発生量(mg)を求めよ。
- 問 4 問3の時の光合成量を、炭素重量(mg)で小数点以下第2位まで求めよ。ただし、CとOの原子量をそれぞれ12と16とし、光合成商(光合成の際、吸収される二酸化炭素と放出される酸素のモル比)を1とする。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

同じ個体数のゾウリムシとヒメゾウリムシの2種に食物として1種の細菌を与え、一定の温度で16日間の単独飼育と混合飼育を行った。飼育には5 mlの培養液の入った試験管を用いた。単独飼育と混合飼育のそれぞれの培養液から個体群の1/10に相当する0.5 mlの溶液が個体数を数えるためのサンプルとして毎日取り除かれ、新しい培養液と置き換えられた。2種の体の大きさは、ゾウリムシのほうがヒメゾウリムシより大きく、前者の1個体当たりの体積を1とすると後者のそれは0.4である。個体群の成長を表すとき、個体数による増加から体積による増加への変換にはこの値が用いられた。実験の結果、単独飼育では、ゾウリムシの増加率が0.79、8日目で最大体積64に達したのに対して、ヒメゾウリムシの増加率は1.12、7日目で最大体積105に達した。混合飼育では、ゾウリムシが5日目以降体積を徐々に減らしながらやがて消滅したのに対して、ヒメゾウリムシは消滅することなく個体群を維持した。

問1 下線(a)の実験操作による影響を野外における個体群の状態に当てはめるならば、どの状態に最も近いと考えられるか、下の1～4の中から番号を1つ選べ。

1. 個体数が増加するにつれて成育環境が悪くなり、個体数が減少する。
2. 個体数が増加するにつれて2種の間競争が激しくなり、やがて競争に強いほうの種が生き残り、弱いほうの種が排除される。
3. 個体数が増加すると捕食者や寄生者などによって個体数が減少し、それを補うため個体数が増加する。
4. 無機環境の変動のたびに個体群が損なわれる場合、個体群は平衡に達することなく増減を繰り返す。

問2 下線(b)は次の生物1～4のうちの1つと共通した生殖の方法によってもたらされる。(1)その生物とは何かを番号で答えよ。(2)それぞれの生物の生殖の方法をイ～ニから選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|---------|------------|---------|----------|
| 1. ヒドラ | 2. イソギンチャク | 3. アオカビ | 4. ジャガイモ |
| イ. 栄養生殖 | ロ. 孢子生殖 | ハ. 分裂 | ニ. 出芽 |

問 3 下線(c)の結果を横軸に日数，縦軸に体積をとってグラフに表すと S 字型の成長曲線が得られる。その理由について，100 字以内で説明せよ。

問 4 下線(d)の結果について，(1)ヒメゾウリムシがゾウリムシとの競争に勝った理由として考えられる下の 1～5 のうち最も適切なものを 1 つ選び，番号で答えよ。(2)その理由を 100 字以内で説明せよ。

1. 高い増加率
2. 高い最大体積
3. 高い競争能力
4. 細菌に対する強い抵抗力
5. 小さな体

問 5 下線(d)の結果は，その後「生態の似た 2 種は同じところに，同時にはすめない」という仮説としてまとめられた。この仮説に最も関係の深い用語を下の 1～5 の中から 1 つ選び，番号で答えよ。

1. 種内競争
2. 生態的地位
3. 順位制
4. なわばり制
5. 密度効果

5 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

現在地球上には数千万種ともいわれる多様な生物が生息している。これらの多様な生物群は、30数億年前の原始地球に誕生した共通の祖先(始原生物)から進(a)化してきたものと考えられる。

この地球上に生育する多様な生物群を体系的に整理する試みは、ギリシア時代に始まり、はじめ生物は動物と植物に二分された。この分類法はその後18世紀(b)まで長く使われた。

18世紀にスウェーデンの博物学者 は、当時知られていたすべての生物を一つの体系にまとめ上げ、生物分類の基本的単位は種であるとした。

彼は、 と を組み合わせたものを種の学名とする を提唱し、その後現在まで生物種名の国際的な表記に用いられている。

分類学の父と言われる であるが、彼は種は神が作った不変的なものと考えており、彼の分類方法は、花の雄ずいと雌ずいの数と性質で植物を分類するなど、系統を考慮しないものであった。このような分類法を という。

それに対して、世界中の生物を自然に即した分類によって体系づけようとする の試みが行われた。

生物が進化するということを最初に科学的に説明しようとしたのは、フランスの博物学者 である。彼は1809年に『動物哲学』を著し、よく使う器官は発達し、その形質は遺伝するという 説によって進化を説明しようとした。しかし現在では獲得形質の遺伝は否定されている。

19世紀なかばには進化についての議論がさらに進展し、1859年にイギリスの博物学者 は『種の起源』を著して 説を提唱した。彼は生物の生存に不利な形質は淘汰され、有利な形質が生物の集団内に広がることに注目して、生物が進化する要因を説明しようとした。生物が進化する事実は、このころから一般に認められるようになった。

問 1 文中の ～ に適切な語句または人名を記入せよ。

問 2 下線(a)の根拠となる、細菌からヒトに至る地球上の生物に共通な特徴を 3 つ挙げよ(各 20 字以内)。

問 3 下線(b)の二界説(図 3)は、さまざまな問題点があり、現在では 5 つの界に分ける五界説(図 4)が広く受け入れられている。

- (1) 二界説はどのような点が問題であったか。30 字以内で述べよ。
- (2) 図 3, 図 4 の二界説および五界説の A, B はそれぞれ植物界, 動物界である。五界説の他の 3 つの界 C, D, E の名称を答えよ。
- (3) 図 4 の五界説の E 界と D 界の間(図中点線)には大きな違いがある。その違いを 60 字以内で述べよ。

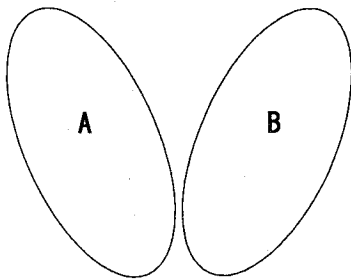


図 3 二界説

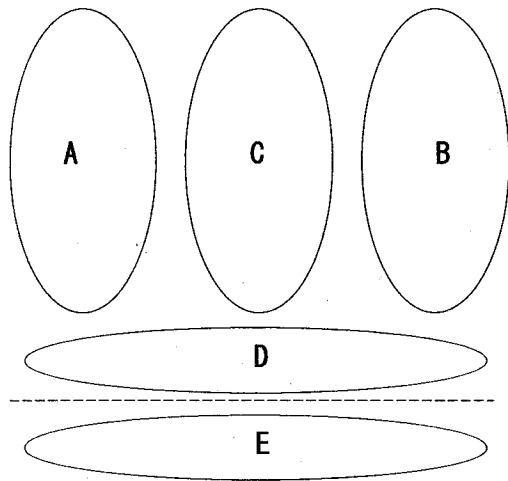


図 4 五界説