

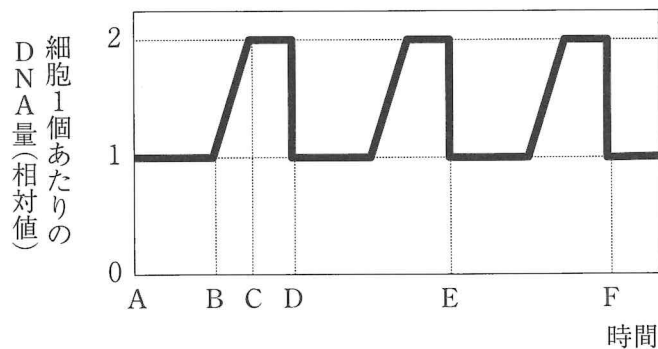
生 物

1. 監督者の指示があるまで開かないでください。
2. 試験開始後、解答用紙に受験番号・氏名を忘れないで記入してください。
3. 試験開始後、問題冊子に落丁や乱丁がないか確認し、落丁・乱丁があった場合は挙手してください。
4. 解答は解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は科目の試験終了後回収します。
6. 問題冊子は科目の試験終了後、持ち帰って結構です。

1. DNA と細胞周期に関する各問いに答えよ。

DNA は生物の遺伝情報を担う。DNA は 1 とよばれる基本単位が数多く結合した鎖状の物質であり、この結合は、1 を構成するデオキシリボースと 2 の間で形成される。また、1 の構成成分には、アデニン、3、4、グアニンの塩基のいずれかが含まれる。ワトソンとクリックは、核内での DNA の特徴的な立体構造である 5 構造を明らかにした。この構造では向かい合った塩基が、アデニンと 3、グアニンと 4 の組合せで対をつくり結合する。こうした性質を塩基の 6 という。ヒトの G_1 期の体細胞の核には、DNA を含む 7 本の染色体があり、それらがもつ遺伝情報は 8 セットのゲノムに相当する。なお、ここでは配偶子のもつ遺伝情報の量を 1 セットとする。

ヒトの皮膚の細胞を適切な条件下で培養したところ、どの細胞の DNA 量も同様の時間経過で下図のように変化しており、AD 間、DE 間、EF 間の所要時間はすべて 30 時間だった。また、培養下の細胞を回収し、各細胞の DNA 量を測定して下表の結果を得た。細胞の回収時期を変えても各 DNA 量に対する細胞数の割合は変わらなかった。なお、ミトコンドリアに含まれる DNA 量は考えなくて良い。



図

細胞 1 個あたりの DNA 量 (相対値)	細胞数 ($\times 10^5$ 個)
1	55.5
1 より多く 2 未満	25.9
2	29.6

表

問 1. 1～8の に入る適切な語句や数字を答えよ。

問 2. 図の BC 間に該当する細胞周期の時期の名称を答えよ。

問 3. 図の D、E、F において DNA 量が半減する理由を簡潔に答えよ。

問 4. DNA の複製に必要な時間を、図と表から求めよ。

問 5. G_1 期の細胞の核から DNA を抽出し塩基の量を調べたところ、細胞 1 個あたりのアデニンの含量は 3.5×10^9 分子であった。細胞 1 個あたりのグアニン分子の数を答えよ。ただし、1 セットのゲノムの塩基対の数を 30 億とする。

2. フィードバックによる調節に関する各問いに答えよ。

我々の体のなかでは、体温や血糖値などがフィードバックで調節されている。

甲状腺から分泌されるチロキシンもこのしくみで分泌量が調節されている。血液中のチロキシン濃度が下がると、その変化が間脳の視床下部で検出され、視床下部から が分泌される。その作用により、脳下垂体前葉から が分泌されてチロキシンの分泌が促される。

フィードバックによる調節は消化液の分泌に関わるホルモンの分泌量の調節でもみられる。胃液に含まれる塩酸で酸性になった胃の内容物が十二指腸に入ってくると、それが十二指腸に働きかけて、十二指腸の内壁の細胞からホルモンであるセクレチンが分泌される。その結果、十二指腸内へのすい液の分泌が促される。すい液に含まれる重炭酸イオンは十二指腸内の pH を弱アルカリ性にする。これにより、十二指腸への酸性の内容物の働きかけがなくなるのでセクレチンの分泌が止まる。

問 1. 文中のアとイの に入る適切なホルモンの名称を答えよ。

問 2. 下線部のチロキシンはどのような働きをするか、簡潔に述べよ。

問 3. 胃液とすい液に含まれる消化酵素をひとつずつあげ、それぞれが分解する基質を答えよ。

問 4. ベイリスとスターリングは1902年に以下の実験ⅠとⅡを行い、後にセクレチンと名付けられるホルモンが存在することを推察した。これらの実験について以下の各問いに答えよ。

実験Ⅰ：すい臓につながる神経をすべて切断したイヌの十二指腸の腸管内に、胃液のかわりとして薄い塩酸を入れるとすい臓からすい液が分泌された。

実験Ⅱ：イヌの十二指腸の内壁を取り出して塩酸を加えてしばらくしてからすりつぶし、そのしぼり汁を別のイヌのすい臓にむかう血管に注入したところ、そのイヌのすい臓からすい液が分泌された。一方、イヌの十二指腸の内壁を取り出して塩酸を加えずにそのまますりつぶし、そのしぼり汁を別のイヌのすい臓にむかう血管に注入したところ、そのイヌのすい臓からすい液は分泌されなかった。

1) 実験Ⅰにおいて、すい臓につながる神経を切断した目的はなにか、述べよ。

2) 実験ⅠとⅡから次のような考察を行った。

(考察) 十二指腸の細胞内に分子Xが存在し、これが細胞内に入ってきた塩酸と化学反応してセクレチンとなる。

この考察を確かめるため、次の実験Ⅲを行った。その結果から上の考察は正しいと考えられるか、理由を含めて述べよ。

実験Ⅲ：イヌの十二指腸の内壁を取り出して細胞をすりつぶし、そのしぼり汁に薄い塩酸を加え、しばらくしてからそれを別のイヌのすい臓にむかう血管に注入したところ、そのイヌのすい臓からすい液は分泌されなかった。

3. 水質汚染に関する各問いに答えよ。

人口の増加や産業の発達にともない、生活排水や工業廃水による河川、湖沼、海洋の水質汚濁が起こることがある。しかし、有機物を含んだ污水が流入しても量がそれほど多くなければ、微生物による分解や大量の水による希釈によって汚濁物は減少する。この作用を ア とよぶ。このように生態系はかく乱を受けると、生態系を構成する環境や生物種の構成比などが変化するが、かく乱の程度が小さければ生態系のもつ イ が働いて、やがてもとの状態に戻る場合が多い。一方で、有機物の量が ア の能力を超えると、生物の異常発生や死滅などが起こる。

図1は、河川上流の地点①で有機物を多く含む污水が継続的に流入した時に、河川の生物量と物質(水質)がどのように変化したかを示している。ただし、河川の流速、污水流入点から流入する物質の量は一定とする。BOD(生化学的酸素要求量)とは微生物が水中の有機物を分解するときに必要な酸素量のことである。

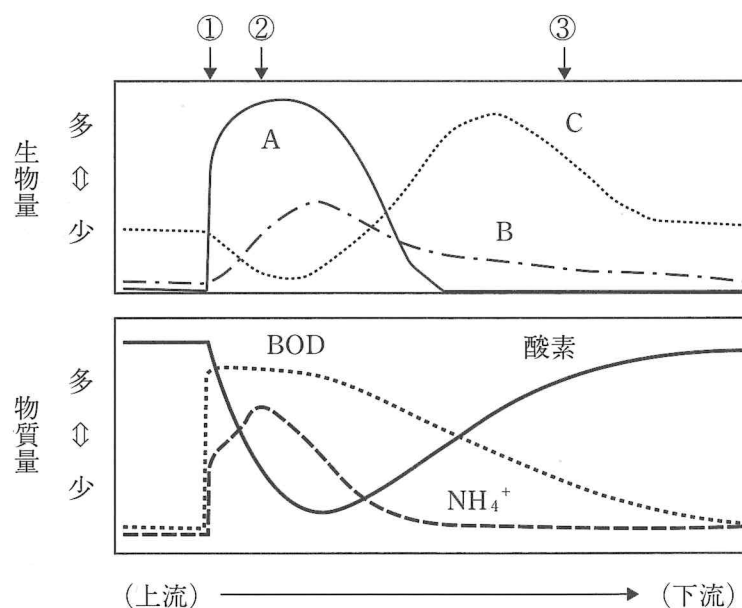


図1

問 1. 文中のアとイの に入る適切な語句を答えよ。

問 2. 図1のA～Cは原生動物(ゾウリムシなど)、藻類、細菌のいずれかを示している。解答欄に適切な記号を記入せよ。

問 3. 図1の①の地点で生物Aの生物量が急激に増加し、その後、下流で減少した理由を「生物B」という語句を用いて説明せよ。

問 4. 図1の②の地点で酸素量が減少し NH_4^+ (栄養塩類の一種)が増加している理由を述べよ。

問 5. 図1の③の地点で酸素量が増加している理由を述べよ。

問 6. 生活排水などの流入で湖沼が富栄養化すると植物プランクトンが異常に発生する。図 2 は富栄養湖と有機物の少ない貧栄養湖について、水深と酸素の濃度の関係を示している。

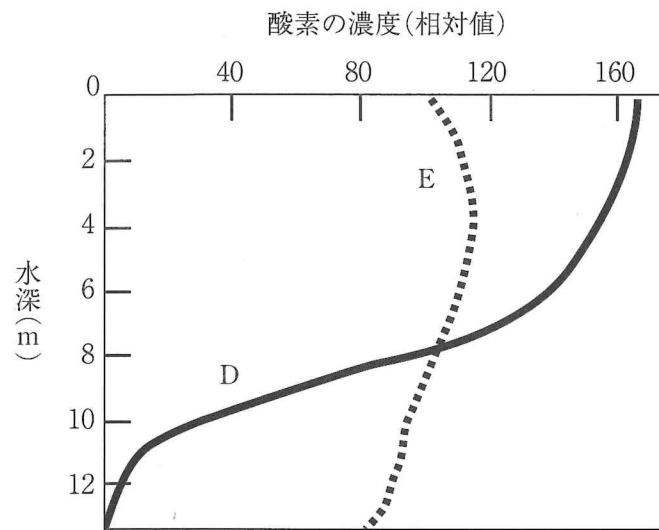


図 2

1) 次のア～エの文章の中で誤っているものをひとつ選び、記号で答えよ。

- ア. 貧栄養湖の透明度は富栄養湖より高い。
- イ. 貧栄養湖の栄養塩類は富栄養湖より少ない。
- ウ. 富栄養化は水生生物の大量死の原因となる。
- エ. 富栄養化によって補償深度が深くなる。

2) 図 2 の D と E のうち、富栄養湖を示しているのはどちらか、解答欄 I に記号で答え、解答欄 II に理由を述べよ。

4. 体液に関する各問いに答えよ。

I. 脊椎動物の体液は、血液、液、リンパ液に分けられる。血液の液体成分である血しょうは、毛細血管の血管壁からしみ出して細胞の間を満たす液となるが、その一部はリンパ管に入ってリンパ液となる。リンパ液は、静脈で血液と合流する。

リンパ管のところどころは、豆粒のように膨らんだとなっている。には免疫細胞であるリンパ球が集まっている。リンパ球は、体内に侵入した細菌やウイルスなどの異物を排除する免疫機能を果たす。^①

問 1. 文中のア～ウのに入る適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部①で述べられているようにウイルスや細菌がリンパ球の働きにより排除されるが、他にどのようなものが排除されるか、例をひとつあげよ。

問 3. リンパ球のうち自然免疫に関わるものの名称を答えよ。

II. 血管が小さな傷を受けて出血すると、血液が固まって出血を防ぐしくみがある。このしくみを血液凝固とよび、次のように説明できる。まず、血管の傷口にがあつまって、ある程度傷口をふさいだ後、さまざまな因子が協調して働くことにより、最終的にという酵素がというタンパク質を繊維状のタンパク質であるに変える。これがいろいろな血球をからめとって血べいが形成されると、傷口が完全にふさがれて止血される。なお、血管が修復された後、血べいは分解され、血管内から取り除かれる。^②この現象をという。

問 4. 文中のエ～クのに入る適切な語句を答えよ。

問 5. 下線部②のように血べいが取り除かれることがなく血管内に残ることがある。これが血管につまることで生じる疾患の一例をあげよ。

問 6. 血液の凝固のしくみを確かめるため、カルシウムを取り除いたブタの新鮮な血液(以降、処理血液という)を用い、以下の実験1～5を行った。

実験1：処理血液 3 mL を試験管内に入れ、そこに水 3 mL をまぜた。その後 37℃で 10 分間おいたところ、血液は凝固しなかった。

実験2：処理血液 3 mL を試験管内に入れ、そこに塩化カルシウム水溶液 3 mL をまぜた。その後 37℃で 10 分間おいたところ、血液は凝固した。

実験3：処理血液 3 mL を試験管内に入れ、そこに塩化ナトリウム水溶液 3 mL をまぜた。その後 37℃で 10 分間おいたところ、血液は凝固しなかった。

実験4：処理血液 3 mL を試験管内に入れてから 4℃にし、そこに塩化カルシウム水溶液 3 mL をまぜた。その後 4℃で 10 分間おいたところ、血液は凝固しなかった。

実験5：処理血液 3 mL を試験管内に入れ 56℃で 30 分間加熱してから 37℃にし、そこに塩化カルシウム水溶液 3 mL をまぜた。その後 37℃で 10 分間おいたところ、血液は凝固しなかったが、少量の沈殿が生じた。

1) 実験1～5からなにがわかるか、次の①～④より適切なものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① 血液の凝固は水で阻害される。
- ② 血液の凝固には塩素が必要である。
- ③ 血液の凝固にはカルシウムが必要である。
- ④ 血液の凝固には適切な温度条件が必要である。

2) 実験5で生じた少量の沈殿は、なにがどのような変化をして生じたと考えられるか、答えよ。