

生 物 (その1)

1 環境と微生物に関する以下の文章を読んで、質問に答えなさい。

(1) 下水を含めた有機性排水の殆どが生物学的処理法によって処理される。下水には多様な物質が含まれているが、特に浄化が必要なものは有機物、アンモニウム塩などである。水質汚濁の判定の指標の1つに生物化学的酸素要求量(BOD)がある。BODは水中の様々な有機物を、微生物によって分解された時に消費される酸素量として示したものである。代表的な污水处理法として活性汚泥法がある。これによると汚水は大きなゴミや不溶分が除去された後、曝気槽とよばれる酸素を過剰供給したバイオリアクターに入る。曝気槽には様々な微生物が汚水と共に存在し、活性汚泥と呼ばれる。

問 1 活性汚泥には様々な種類の微生物が存在するが、圧倒的に多いのは細菌である。曝気槽の中で汚染水がどのように浄化されるのかを、細菌の異化、同化に留意して40字以内で書きなさい。

問 2 活性汚泥法は有機物の除去には適しているが、アンモニウム塩の除去には不十分であり、アンモニウム塩の除去には別の生物学的処理法が用いられることが多い。細菌を用いてアンモニウム塩を N_2 に変換するにはどのような細菌を用いて、どのような過程で変換されるか、40字以内で書きなさい。なお、アンモニウム塩は「ア塩」としなさい。

(2) 河川に有機物を含む汚水が流入しても、大量の水による希釈や微生物による分解等が起こり、汚濁の原因になることはない。^Aいま、家庭排水が流入する、ある河川の水質、微生物相を上流から下流に向かって調査した。

問 3 下線部Aは何と呼ばれるか、その名前を書きなさい。

問 4 この河川におけるBODと水中に溶けている酸素(溶存酸素, Dissolved Oxygen, DO)の分布曲線を解答欄の図に描き入れなさい。

問 5 この河川では細菌、藻類、原生動物などは特徴的な増減を示す。細菌と原生動物との関係を20字以内で説明しなさい。

問 6 藻類とDOとの関係を20字以内で説明しなさい。

問 7 この河川における細菌、藻類、原生動物の量の変化を解答欄の図に描き入れ、それぞれの曲線について細菌、藻類、原生動物のどれを示しているのかを書きなさい。

- (3) 窒素，リン酸など植物が生育するのに必要な無機塩類が湖沼などの閉鎖水域に大量に入ると，湖沼では植物プランクトンが異常発生する。このような状態が長く続くと湖底での生態系が大きく変化する。

問 8 下線部Bについて，この現象は何と呼ばれるか，名称を書きなさい。

問 9 下線部Cについて，植物プランクトンが大量発生すると生態系にはどのような変化が起きるか，30字以内で書きなさい。

- (4) 生体に有害な物質が河川に流れ込むと重篤な疾患を引き起こし，時には大きな社会問題となる。このような例として水俣病，あるいはイタイイタイ病などがある。

問10 下線部Dについて，それぞれの原因物質名を書きなさい。

Windom

2 以下の文章を読んで、質問に答えなさい。

(1) ヒト赤血球の膜上にはさまざまな抗原があり、血液型の指標となるものは(ア)とも呼ばれる。それに対応して、ヒトの血清中にある(ア)に対する抗体は(イ)とも呼ばれる。血液型の中でも ABO 式血液型と Rh 式血液型は輸血に大きく関与しており特に重要である。ABO 式血液型は ABO 遺伝子座に存在する(ウ)遺伝子により(エ)の法則に従って遺伝する。ABO 式血液型では赤血球の表面抗原として、A と B があり、A 抗原が存在する赤血球を持つヒトの血液型は A 型であり、B 抗原を持つヒトの血液型は B 型である。A 抗原、B 抗原の実体は糖タンパク質であり、(オ)抗原と呼ばれる糖タンパク質の末端部分に(カ)が結合したものが A 抗原であり、(キ)が結合したものが B 抗原である。血液型 A が A 型のヒトは A 抗原に対する抗体は持たない。

問 1 (ア)～(キ)に適切な語句を入れなさい。なお、(カ)、(キ)には物質名を入れなさい。

問 2 下線部 A に関して、ヒトでは自己抗原と反応する T 細胞、あるいは自己抗原に反応する抗体を産生する B 細胞は排除される。ヒト T 細胞に関して、自己反応性 T 細胞の排除が行われる組織およびその機序について 30 字以内で書きなさい。

問 3 血液型の判定には「おもて試験」と「うら試験」とがある。おもて試験は抗 A および抗 B 血清を用いて赤血球の抗原を調べる検査で、うら試験は A、B、O 型の赤血球を用いて血漿中に存在する抗 A および抗 B 抗体を調べる検査である。両者の検査結果が一致して血液型を判定する。しかし、新生児～乳児期ではうら試験で正しい結果が得られないことが多く、一般にこの時期の血液型の判定は行わない。うら試験で正しい結果が得られない理由の 1 つを 30 字以内で書きなさい。

(2) Rh 抗原には数多くの抗原があるが輸血等で問題となるのは D(ラージ D)抗原であり、Rh(D)を発現しているものを Rh 陽性としている。99% 以上の日本人は Rh 陽性である。Rh 式血液型が問題となる例の 1 つとして、輸血がある。Rh 陰性のヒトに Rh 陽性の赤血球を輸血すると抗 Rh(D)抗体が産生される。再度、Rh 陽性の赤血球を輸血すると(ク)が起こり、危険な状態となる。Rh 式血液型が問題となるもう 1 つの例として妊娠がある。Rh 陰性の母親が Rh 陽性の子を妊娠すると、分娩時に子の Rh(D)が母体に移行し、母体内に抗 Rh(D)抗体が出来る。その後、2 回目の妊娠で胎児に障害が起こる。そこで、その対策として 1 回目の 出産後に母親に抗ヒト Rh(D)抗体を投与する。

問 4 (ク)に適切な語句を入れなさい。

問 5 下線部 B に関して、どのような障害が起こるのか、40 字以内で書きなさい。

問 6 下線部Bに関して、ABO 血液型の不適合ではこのような問題は起きない、その理由を 20 字以内で書きなさい。

問 7 下線部Cに関して、投与する理由は何か、20 字以内で書きなさい。

(3) 血液は出血を防ぐ目的で血液凝固が起きる。血管から出血すると(ケ)から血液凝固因子が出る。また、(コ)からトロンボプラスチンが出る。これらの因子と(サ)中のカルシウムがプロトロンビンをトロンビンに変える。トロンビンはフィブリノーゲンをフィブリンに変える。フィブリンは繊維状のタンパク質であり、血球と絡み合って(シ)となり、血液の凝固が起きる。凝固血液により血管からの出血が止血される。その後、出血部位の血管も修復され、(シ)は不要となり除去される。この現象は(ス)と呼ばれる。

問 8 (ケ)~(ス)に適切な語句を入れなさい。

問 9 凝固してはいけない血液では、薬剤で血液凝固を阻止する必要がある。代表的な抗凝固剤としてクエン酸ナトリウム、ヘパリンがある。この2つの作用機序を書きなさい。

Windom

生 物 (その2)

3 次の文章を読んで問1～問5に答えなさい。

脊椎動物骨格筋の筋繊維(筋細胞)は、内部に多数の細長い(ア)が束になっており、(イ)からなる細いフィラメントと(ウ)からなる太いフィラメントを含む。これらのフィラメントは収縮を調節するタンパク質とともに、繰り返し構造の単位である(エ)を構成している。(オ)の加水分解によるエネルギーにより活性化した(ウ)の頭部は、細いフィラメントと結合し、(カ)を形成する。その後、新たな(オ)を得て、(ウ)頭部は(イ)から離れる。このサイクルが繰り返され太いフィラメントと細いフィラメントが互いに滑り、(エ)を短縮して筋繊維が収縮する。

問1 (ア)～(カ)に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線のタンパク質を2つあげなさい。

問3 骨格筋が収縮するとき、カルシウムイオンについて正しいのはどれか。

- a. 粗面小胞体から分泌される。
- b. T管を介して活動電位を広げる。
- c. 活動電位の後の膜の分極を再構築する。
- d. 運動ニューロンから、筋繊維に興奮を伝達する。
- e. 調節タンパク質に結合し、その形を変え細いフィラメントと太いフィラメントの結合を阻害する。

問4 死んだ直後の動物の筋肉はなぜ硬くなるのか。30字以内で答えなさい。

問5 骨格筋は一般的に疲労がはやいが、2枚貝の筋肉にはパラミオシンというタンパク質を持っていて、1ヵ月も収縮を続けることができる。どのような機序が推察されるか。40字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

腎臓には外側の(ア)と内側の(イ)が存在し、両部位ともに(ウ)によって血液が供給され、(エ)によって血液が出ていく。(ア)と(イ)の間をつきぬけて存在する構造が、腎臓の機能的単位である(オ)である。ヒトの腎臓には片側でおよそ(カ)個の(オ)が存在する。(オ)は、単一の長い細管と(キ)と呼ばれる毛細血管の球体からなる。細管の盲端は(ク)と呼ばれ、(キ)を包んでいる。濾液の処理は、濾液が3つの主なネフロン部位を通過する時に起こる。すなわち、(ケ)、(コ)、(サ)である。(シ)は多数の(オ)から処理された濾液を受け取り、(ス)に運ぶ。

問1 (ア)～(ス)に適切な語句を入れなさい。

問2 多くの薬剤が(シ)の上皮の水に対する濾過率を低下させる。このような薬剤の摂取は腎臓からの排出にどのような影響を与えるか。40字以内で答えなさい。

問3 (キ)への輸入細動脈の血圧が下がった場合、(ク)内での血液濾過にどのような影響をおよぼすか。40字以内で答えなさい。

問4 ヒトの動脈血の血しょう、原尿、および尿の主な組成を比較した表である。1分間の尿の生産量は1.00 mLとする。以下の問に答えなさい。(イヌリンは再吸収されない物質である。)

成分	血しょう(mg/mL)	原尿(mg/mL)	尿(mg/mL)
グルコース	1.0	1.0	0.0
Na イオン	3.0	3.0	3.5
K イオン	0.2	0.2	1.5
尿素	0.3	0.3	20.0
イヌリン	0.1	0.1	12.0
クレアチニン	0.01	0.01	0.75

- ① 1分間の原尿生産量は何 mL か。
- ② 1分間に再吸収されたグルコースは何 mg か。
- ③ 原尿中から再吸収された Na イオンの量は1分間あたり何 mg か。
- ④ ある物質の血しょう中濃度を $P(\text{mg/mL})$ 、尿中濃度を $U(\text{mg/mL})$ 、単位時間あたりの尿量を $V(\text{mL/分})$ とすると、クリアランスは $C = (U \times V) / P$ で表される。クレアチニンのクリアランスを求めよ。
- ⑤ 脳下垂体から分泌されるホルモンで、腎臓での水分の再吸収を促進するものはなにか。