

# 広島大学 前期 医学部 歯学部

## 学 力 検 査 問 題

# 理 科

平成 26 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

### 答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理(3～12 ページ)、化学(13～24 ページ)、生物(25～48 ページ)、地学(49～56 ページ)の各問題があります。総ページは 56 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 3 枚(表裏の計 6 ページ)です。  
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。  
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書き用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。  
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。
- 8 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。

# 補足説明

生物 38 ページ 問 4 問(2)

## 補足説明

順番を答えるに当たっては、同じ区画の記号を  
二回以上用いてはならない。

生物 39 ページ 問(3) 問(i)

## 補足説明

順番を答えるに当たっては、同じ区画の記号を  
二回以上用いてはならない。

## 生 物 (4 問)

### 注 意 事 項

- 〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕, 〔Ⅲ〕は必須問題である。〔Ⅳ〕は選択問題であり, 〔Ⅳ—a〕または〔Ⅳ—b〕のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に, 選択した問題の番号(〔Ⅳ—a〕または〔Ⅳ—b〕)を○で囲み示すこと。  
\* 〔Ⅳ—a〕と〔Ⅳ—b〕を両問とも解答した場合には, 両問とも採点対象とはならず, 〔Ⅳ—a〕と〔Ⅳ—b〕はともに0点になる。
- 字数制限のある設問については, 句読点を含めた字数で答えること。

このページは白紙です。

〔 I 〕 遺伝とその解析技術に関する次の文章を読み、問 1 ～問 3 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

遺伝情報を担うゲノム DNA の塩基配列には個体差がある。この個体間の塩基配列の違い(多型)は、ゲノム DNA を鋳型として、ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法によって多型を含む DNA 断片を増幅し解析することで検出できる。PCR 法は、一組の短い一本鎖 DNA (プライマー)によってはさまれた領域の DNA 断片を特異的に増幅する。例えば、鋳型となる DNA、一組のプライマー、DNA 合成酵素および 4 種類のヌクレオチドを含む溶液を、95℃ で熱した後、60℃ に温度を下げ、<sup>(a)</sup>72℃ に温度を上げるというサイクルを繰り返す。

問 1 下線部(a)で用いた 95℃、60℃、72℃ の各温度において、どのような反応が起こることが DNA 断片の増幅に必要なものであるか、それぞれの温度について簡潔に述べよ。

問 2 下線部(a)の反応で用いる DNA 合成酵素は、ほ乳類の DNA 合成酵素にはない特殊な性質をもっている。それはどのような性質か、20 字以内で述べよ。

問 3 常染色体上の劣性の対立遺伝子 a のホモ接合体で必ず観察される、あるほ乳類の形質について、以下のような解析を行った。

劣性対立遺伝子 a に対して、野生型の優性対立遺伝子を A とする。対立遺伝子 A または a を直接解析することは困難であるが、この遺伝子の近傍には DNA 塩基配列の個体差である多型が存在する。そこで、その多型を調べることで、個体が持つ対立遺伝子の組み合わせ (AA, Aa または aa) を推定することができる。この多型は、特定の塩基配列を認識して切断する酵素 (制限酵素) で切断されるか否かで区別でき、ここでは制限酵素によって切断される型を B, 切断されない型を b とする。今、一組の雌雄から仔 1 (雌), 仔 2 (雄), 仔 3 (雌) の 3 匹の仔が生まれた。この 3 匹の仔について、多型の組合せが BB, Bb あるいは bb のいずれであるかを解析することにした。まず、3 匹の仔からゲノム DNA を抽出し、多型 B または b を含む DNA 断片を PCR 法により増幅した。次に制限酵素により DNA 断片を切断した後、アガロースゲル電気泳動法による解析を行った。アガロースゲル電気泳動法では DNA は長さの違いによって分離され、短い DNA 断片ほどゲル中を速く移動するため、制限酵素による切断の有無を知ることができる。その結果を図 1 に示す。このとき、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

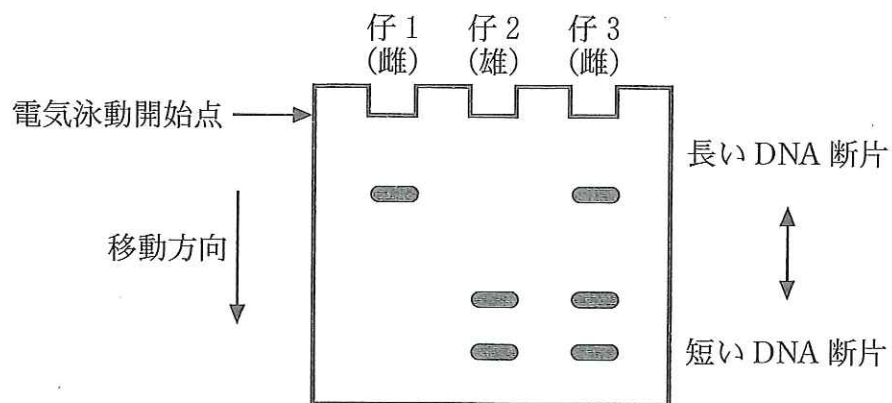


図 1

問(1) 3匹の仔について、この形質の対立遺伝子Aまたはaの近傍に存在する多型の組合せはBB, Bb, bbのいずれと考えられるか、それぞれの仔について答えよ。

問(2) 解析を行なった3匹の仔の両親は2匹とも、この形質の対立遺伝子についてAaのヘテロ接合体であり、制限酵素によって区別される多型についてもBbのヘテロ接合体である。また、この両親ではAはBと、またaはbとそれぞれ同一の染色体上に存在していた。このほ乳類では、減数分裂時の相同染色体間の組換えは雌のほうが高い頻度で起こり、AとB(またはaとb)の間の組換え価は、雄では5%、雌では8%である。このとき、以下の問(i)~問(iv)に答えよ。

問(i) 雄親において、制限酵素によって区別される多型の型がbである精子が、対立遺伝子Aまたはaをもつ確率はそれぞれ何%か答えよ。

問(ii) 雌親の一次卵母細胞において、AとB(またはaとb)の間で相同染色体間の乗換えが起こる細胞の割合は何%と期待されるか答えよ。また、その理由を簡潔に述べよ。なお、一つの一次卵母細胞において、AとB(またはaとb)の間での相同染色体間の乗換えは複数回起きないものとする。

問(iii) 仔1(雌)に、この形質があらわれる確率は何%か、計算式とともに少数点以下第1位まで答えよ。

問(iv) 仔2(雄)が、この形質の対立遺伝子に関してAaのヘテロ接合体である確率は何%か、計算式とともに少数点以下第1位まで答えよ。



〔Ⅱ〕 生物と水に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

溶液中のある大きさ未満の粒子を透過させ、それ以上の大きさの粒子を透過させない膜を  という。細胞膜は  に似た性質を持っており、限られた物質を透過させる。動物細胞では水が流入すると細胞がふくらむが、植物細胞では細胞壁が存在するため水が流入しても形が大きく変わることはない。植物細胞に水が流入すると細胞壁を押し広げる方向に  とよばれる圧力が発生する。

細胞膜を介して無機イオンを輸送する仕組みはいくつか存在する。細胞膜を貫いた孔<sup>あな</sup>を形成することで、細胞内外の濃度勾配にしたがった拡散によるイオン輸送を行う膜タンパク質を  とよぶ。動物細胞では、細胞内では $K^+$ が多く $Na^+$ は少ないのに対し、細胞外では $K^+$ が少なく $Na^+$ は多い。この $K^+$ と $Na^+$ の濃度差を維持するのに重要な働きをしている膜タンパク質が  である。

水は生命維持に欠かせない必須の要素である。陸生動物の水分補給の主な手段は飲水と摂食であるが、飲み水が手に入りにくい乾燥地帯では食物からの水分摂取がより重要になる。実際、乾燥地帯に生息するネズミの間では、食物に含まれる糖質やタンパク質などを代謝することで得られる水(代謝水)が水分摂取量の90.％にもなることが知られている。

多くの水生動物は、その動物が生息する環境水の浸透圧に適応しており、淡水と海水の間を行き来する水生動物はそれほど多くない。一方で、多くの水生動物が普段生息している環境水とは異なる浸透圧条件にさらされても、ある範囲内であれば生存することができる。



問 1 文章中の ア ~ エ にあてはまるもっとも適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)に関して、図 1 はヒトの赤血球を異なる濃度の NaCl 水溶液に入れたときの細胞の体積変化を調べたものであり、血液中での赤血球の体積を 1 とした相対値で示してある。以下の問(1)と問(2)に答えよ。

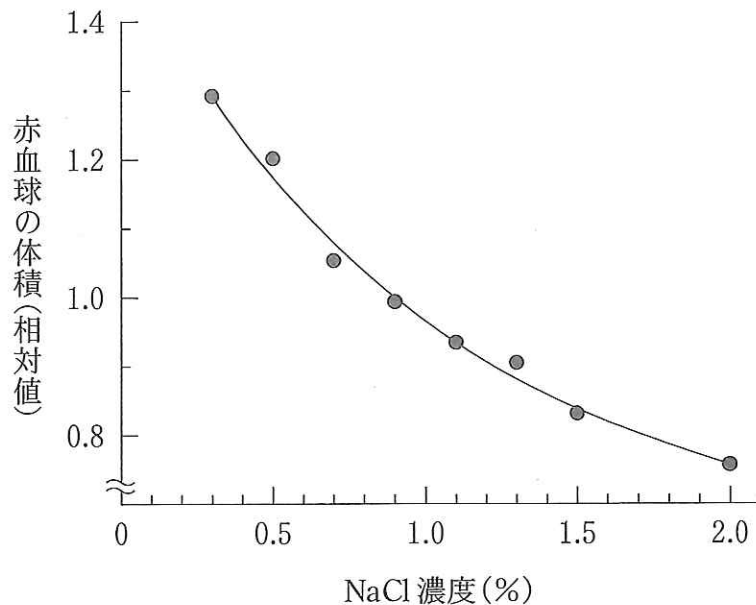


図 1

問(1) 図 1 の結果から、0.6 % および 1.2 % NaCl 水溶液は、赤血球に対して、それぞれ等張液、低張液、高張液のどれにあたりと考えられるか答えよ。

問(2) 0.9 % NaCl 水溶液と同じ浸透圧の尿素水溶液に赤血球を入れたところ溶血した。尿素水溶液中で赤血球が溶血した理由を、尿素の性質を考えて 80 字以内で述べよ。ただし、尿素自体には細胞膜の性質を変化させる作用はないものとする。

問 3 下線部(b)に関連して、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) 代謝水の例として、糖質が酸化される際に得られる水があげられる。

グルコースを完全に酸化して二酸化炭素と水を生成する反応の化学反応式を書け。

問(2) 1グラムのグルコースが完全に酸化されたときに何グラムの水が生じるか答えよ。ただし、C、H、Oの原子量はそれぞれ12、1、16として計算せよ。

問 4 下線部(c)に関連して、図2は汽水に生息する動物A～Dにおいて、実験的に環境水の塩濃度を変えたときにみられる体液の塩濃度変化を調べた結果である。塩濃度は、海水の塩濃度を1とした相対値で表示されている。それぞれの動物が生存できた範囲を実線で、体液の塩濃度と環境水の塩濃度が等しい場合を点線で示してある。図2に関する以下の(ア)～(オ)の記述のうち、誤っているものを二つ選び、記号で答えよ。また、それらの記述が誤りである理由をそれぞれ70字以内で述べよ。

(ア) AはCよりも高い塩濃度の環境水に生息しているとはいえない。

(イ) Aは浸透圧調節ができない動物である。

(ウ) BとCは同程度の塩濃度範囲で生存することができる。

(エ) BとCの浸透圧調節能力は同じである。

(オ) 環境水の塩濃度が変化するとき、もっとも体液の塩濃度が変化しやすい動物はDである。

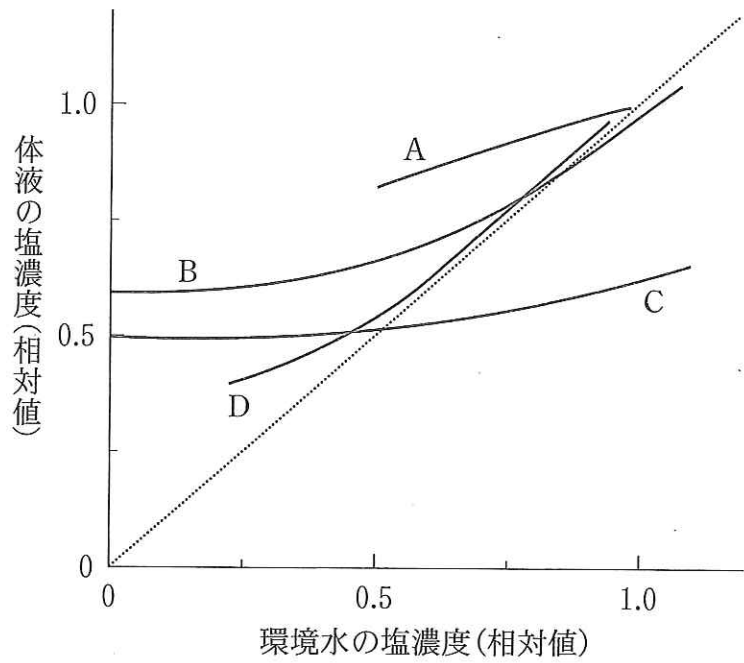


図 2

このページは白紙です。

〔Ⅲ〕 ヒトの血液と心臓に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

血液は有形成分と液体成分からなり、液体成分はさまざまな**栄養分**や**免疫・血液凝固**に関する因子を含んでいる。**心臓**や血管などからなる循環系は、血液を循環させ体内の環境を維持するために、重要なはたらきをしている。

問1 下線部(a)に関連して、次の(ア)～(カ)の記述のうちから適当なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 白血球にはヘモグロビンが含まれる。
- (イ) 細胞性免疫にはマクロファージやT細胞などが関与する。
- (ウ) 血小板は血液の凝固に関与する。
- (エ) T細胞は心臓で分化・成熟する。
- (オ) T細胞の中には非自己と認識された移植片を攻撃できるものがある。
- (カ) 血液の有形成分はおもに脊髄でつくられる。

問 2 下線部(b)に関連して、小腸で吸収された栄養分は血液中に入り、図1のように肝臓へ運ばれ、心臓に到達する。以下の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) 図1において、A~Cで示されている静脈の名称を答えよ。

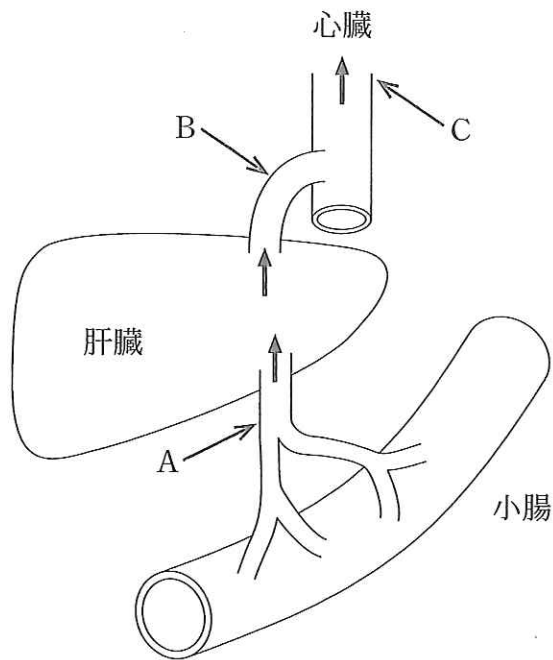


図1

問(2) 肝臓の機能の一つに血糖調節がある。肝臓はどのように血糖調節を行っているか、70字以内で述べよ。

問 3 下線部(c)に関連した次の文章を読み、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

ある病原体に対する抵抗性を高めるために、ワクチンを注射した。数週間後、血液を採取して試験管 A および試験管 B に入れた。試験管 A には何も添加せず、試験管 B にはクエン酸ナトリウムを添加し、放置した。すると、試験管 A の血液は凝固したが、試験管 B の血液は凝固しなかった。生じた上澄みを、試験管 A では 、試験管 B では  とよぶ。 および  中のこの病原体に対する  の濃度は、ワクチンを注射した後の方が注射する前に比べて著しく上昇していた。 は  細胞で合成され、抗原と結合して白血球の食作用を受けやすくする。

問(1) 文章中の  ~  にあてはまるもっとも適切な語句を記入せよ。

問(2)  にも  にもほとんど含まれていない物質を、次の (a)~(d)から一つ選び、記号で答えよ。

- |              |              |
|--------------|--------------|
| (a) プロトロンビン  | (b) カルシウムイオン |
| (c) フィブリノーゲン | (d) フィブリン    |



問 4 下線部(d)に関連して、以下の問(1)~問(3)に答えよ。

問(1) 心筋に関する次の(ア)~(オ)の記述のうちから適当なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 随意筋である。
- (イ) 平滑筋である。
- (ウ) 自動性を有する細胞が存在する。
- (エ) ミオシンとアクチンは筋原繊維(線維)を構成するタンパク質である。
- (オ) 筋収縮にはカルシウムイオンが関わっている。

問(2) 図2はヒトの心臓の模式図である。A~Dの区画の名称を答えよ。また、ある薬を足の筋肉内に注射した場合、その薬が心臓に入り体循環へと送り出されるまでの順番を図2の区画の記号と矢印を用いて答えよ(例:A → B → …)。なお、図2は心臓を腹側から観察したものであり、上が頭部側を示している。

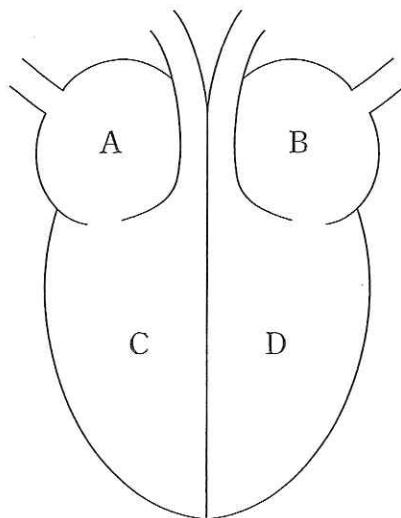


図 2

問(3) ヒトの胎児の心臓には、図2における区画AとBをつなぐ<sup>あな</sup>孔<sub>(e)</sub>があり、胎児に特有な血液の循環が起こる。これに関して、以下の問(i)と問(ii)に答えよ。

問(i) 胎児において酸素を多く含む血液は体循環の静脈系を經由して心臓へ入る。この血液が心臓に入ってから、下線部(e)に示される胎児に特有な経路を経て、再び体循環へと送り出されるまでの順番を、図2の区画の記号と矢印を用いて答えよ。

問(ii) この胎児に特有な血液循環にはどのような利点があると考えられるか、胎児の酸素の取り込み方と関連づけて簡潔に述べよ。

〔IV〕 選択問題

次の〔IV— a〕または〔IV— b〕のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号(〔IV— a〕または〔IV— b〕)を○で囲み示すこと。

〔IV— a〕 生物の進化および系統・分類に関する次の文章を読み、問1～問6に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

現存する生物は、細胞を基本単位としている。単一の細胞で生活している生物<sup>(a)</sup>は単細胞生物とよばれ、機能分化した複数の細胞から一つの個体ができている生物は多細胞生物とよばれる。また、機能分化がほとんど見られない複数の細胞の集合体も存在し、これは細胞群とよばれる。<sup>(b)</sup>

細胞内の構造や細胞の大きさで分類した場合、生物は  生物と  生物に大別される。 生物と考えられる生物の化石は約 35 億年前の地層からみつかり、その大きさや形態から現在の細菌に似た生物であったことがわかっている。一方、 生物と考えられる化石はそれよりも後の約 20 億年前の地層にはじめて出現する。

世界各地の先カンブリア時代の地層からストロマトライトとよばれる岩石が見つかり、ストロマトライトは光合成を行うある生物が存在することでできる層状構造をもつ岩石であり、オーストラリアでは現生のものも知られている。細胞小器官である  は、そのような生物の祖先が他の宿主細胞に取り込まれて細胞内共生したことに由来すると考えられている。<sup>(c)</sup><sup>(d)</sup> また、酸素を発生する光合成生物の出現は、大気の組成を変化させ、好気呼吸を行う生物の進化をうながしたと推定されている。細胞内共生により  という細胞小器官を獲得したと考えられている生物は、増加してきた大気中の酸素を利用して生命活動に必要なエネルギーを効率よく取り出すことに成功したといえる。

問 1 文章中の ア ~ エ にあてはまるもっとも適切な語句を記入せよ。

問 2 ア 生物に分類される生物名を次のうちからすべて選び、名称で答えよ。

アカマツ	アメーバ	オオカナダモ	カサノリ
クラミドモナス	クンショウモ	コンブ	ゼニゴケ
ゾウリムシ	ネンジュモ	ヒト	ヒドラ
ボルボックス	ミカツキモ	ミジンコ	ミドリムシ
酵母菌	細胞性粘菌	大腸菌	乳酸菌

問 3 下線部(a)に関連して、現存するすべての生物は共通の祖先をもつと考えられている。その根拠とされていることを簡潔に二つ述べよ。

問 4 下線部(b)に関して、多細胞生物は、単細胞生物から細胞群体を形成する生物を経て進化したと考えられてきた(仮説 A)。一方で、細胞群体を形成する生物と多細胞生物は、単細胞生物からそれぞれ独自に進化したという考え方もある(仮説 B)。図 1 の(ア)~(エ)の系統樹は、仮説 A または仮説 B のいずれかにあてはまるものである。これらの系統樹のうち、仮説 A にあてはまるものをすべて選び、記号で答えよ。ただし、単細胞・細胞群体・多細胞の三者の間の変化は、それぞれ矢印の箇所だけで生じたものと仮定する。また、それぞれの系統樹上では絶滅はないものとする。

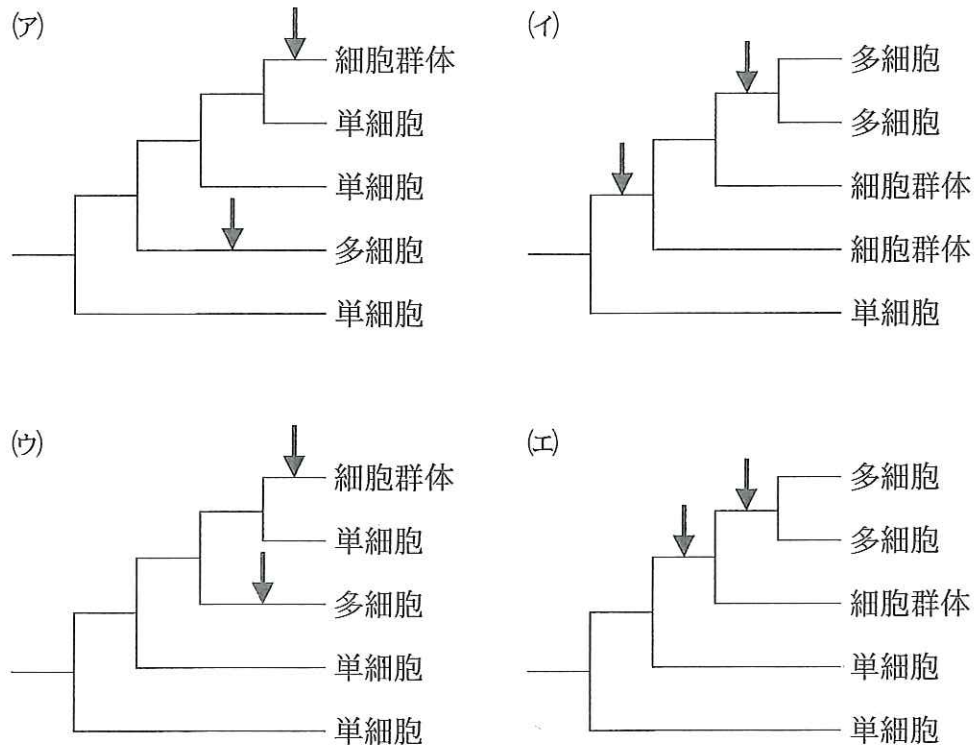


図 1

問 5 下線部(c)に関して、この生物が含まれる生物群は、植物界に分類されていたが、マーグリスの五界説では細菌類と同じ界に分類される。これに関して、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) この生物群を何とよぶか、その名称を答えよ。

問(2) この生物群について、次の(ア)~(オ)の記述のうち適当なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 核膜をもたない。
- (イ) 細胞壁をもつ。
- (ウ) 硫化水素を用いて光合成を行う。
- (エ) 光合成色素としてバクテリオクロロフィルをもつ。
- (オ) 菌類と共生して地衣類をつくるものがある。

問 6 下線部(d)に関して、宿主細胞になったと考えられている生物に類似した体制をもち、系統的に近い生物群は現在でも確認されている。この生物群は極限環境下に生育するものが多く、発見当初は細菌の一つの系統と考えられていた。また、ウーズが三つのドメインを提唱した際に、ドメインの一つを構成するとされた。これに関して、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) この生物群を何とよぶか、その名称を答えよ。

問(2) 下線部(d)の考えは共生説とよばれている。その根拠とされていることを簡潔に二つ述べよ。

〔IV—b〕 河川や海洋の生態系に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

河川に有機物の豊富な汚水が流れ込んだ場合、ある程度の量であれば、上流から下流へと流れるにしたがって、微生物などの働きにより自然浄化されていく。<sup>(a)</sup>この過程において、有機窒素化合物は分解されアンモニウムイオンが生じる。このアンモニウムイオンは硝化という作用により酸化される。<sup>(b)</sup>これら無機窒素化合物やリン酸塩は、農業で使われる肥料などからも水域に流れ込み、最終的には海洋に到達する。<sup>(c)</sup>

海洋におけるおもな生産者は植物プランクトンである。植物プランクトンは光合成を行い、無機物から有機物を作り出し増殖していく。生態系において光合成によって生産される有機物の総量を  とよぶ。植物プランクトン自体も呼吸を行うので、生産された有機物の一部は呼吸により消費される。 から呼吸量を差し引いた量を  とよぶ。水中を透過する光の強さは水深が増すにつれて低下し、光合成量も低下していく。しかし、呼吸量は光の強さに影響されないため、ある水深で  はゼロとなる。このときの光の強さを  とよび、それに相当する水深を  とよぶ。この水深よりも浅い層は生産層とよばれる。<sup>(d)</sup>

植物プランクトンの一部は自然死し、また一部は一次消費者によって摂食される。一次消費者において摂食量から、消化・吸収されない不消化排出量を差し引いた量を  とよぶ。 から、さらに消費者自身の呼吸による損失を差し引いた量を生産量とよぶが、生産量から  と  を差し引くことで群集の成長量となる。

問1 文章中の  ～  にあてはまるもっとも適切な語句を記入せよ。



問 2 下線部(a)の過程において、好気性の従属栄養細菌(ここでは細菌とよぶ)や原生動物、藻類は特徴的な増減を示す。このことについて、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) 図1の「生物の量の変化」のグラフにおいて、(A)~(C)の曲線は、細菌、原生動物、藻類のうち、それぞれどれを示したものが、解答欄のグラフの (A) ~ (C) に記入せよ。

問(2) これら生物の働きにより、河川水中の酸素濃度は上流から下流へと流れるにしたがって、どのように変化すると考えられるか、解答欄の「酸素濃度の変化」のグラフに、実線(—)で描き入れよ。

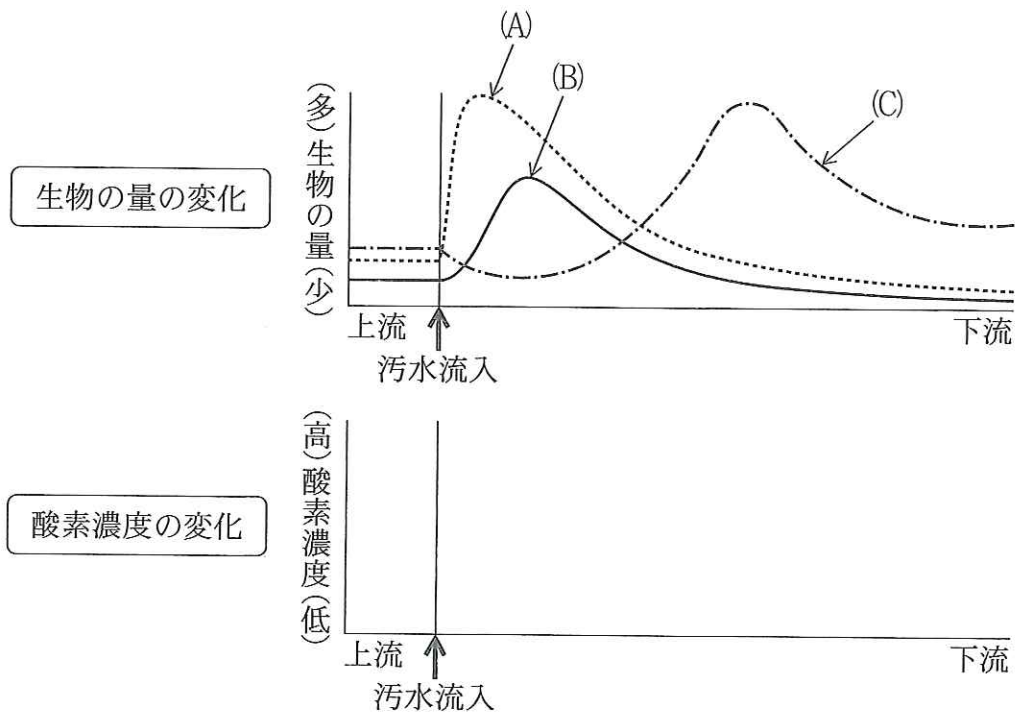


図1

問 3 下線部(b)の硝化という作用は土壌中でも生じる。アンモニウムイオンがどのような微生物により、どのように酸化されていくか、関与する微生物と中間生成物、最終生成物の名称を含め、60字以内で述べよ。

問 4 下線部(c)について、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) 栄養塩類が水界で増加することを何というか、その現象の名前を答えよ。

問(2) 海洋の沿岸部に栄養塩類が過剰に増加するとどのような問題を起こすと予想されるか、60字以内で述べよ。

問 5 下線部(d)に関連して、日本のある沿岸海域において、水温、栄養塩濃度、光の強さ、植物プランクトンの量を、海面から水深10mの海底まで調べた。その結果を図2に示す。このとき植物プランクトンとしてケイ藻類がおもに観察された。また、生産層は水深0～7mであり、全水深にわたって植物プランクトンの増殖に適した水温の範囲内にあった。このとき、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

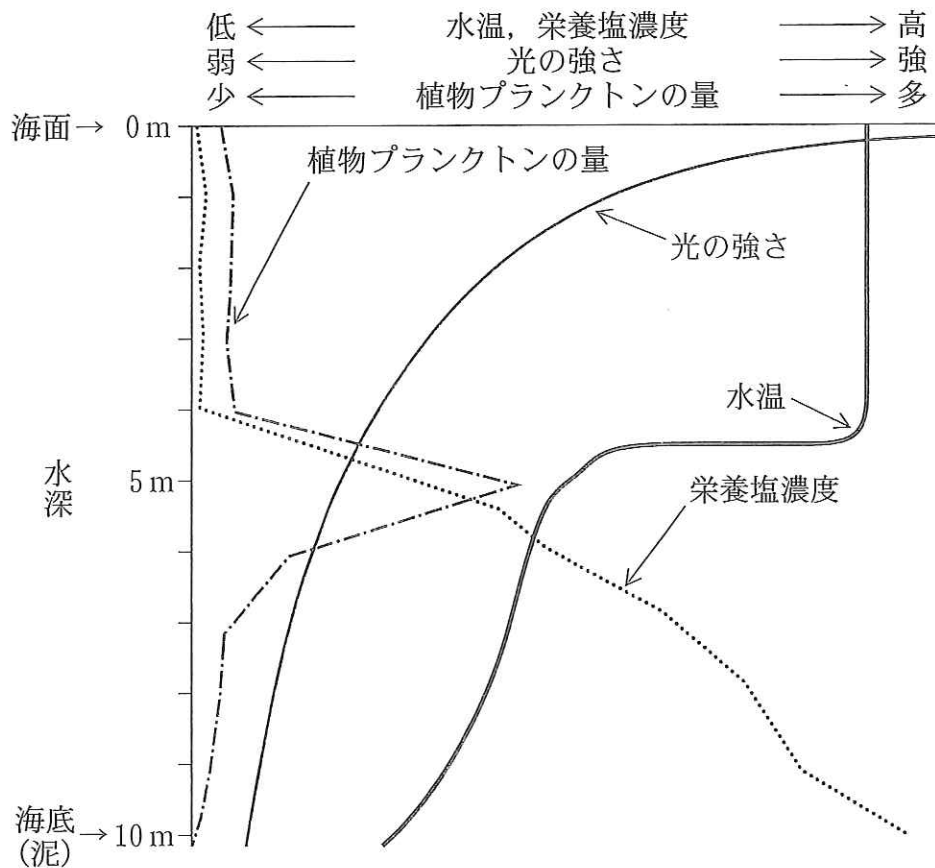


図 2

問(1) この調査結果に関連して、以下の(ア)~(カ)の記述のうち適当なものをすべて選び記号で答えよ。

- (ア) 図2は春もしくは秋にみられる典型的な結果である。
- (イ) 水深0~4mでは、光の強さは十分であったが、栄養塩がほぼ枯渇していたため、植物プランクトンの量が少なかったと考えられる。
- (ウ) 水深5mにおいて植物プランクトンの量が増加したのは、豊富な栄養塩と十分な光を利用して増殖したからだと考えられる。
- (エ) 水深6mにおいて植物プランクトンの量が急に減少したのは、この水深の光の強さでは植物プランクトンの呼吸量が光合成量を上まわったからだと考えられる。
- (オ) 深い層で栄養塩濃度が高かったのは、植物プランクトンによって栄養塩が消費されなかったことに加え、遺体や排泄物等の分解や海底からの栄養塩の供給があったからだと考えられる。
- (カ) 河川水は、沿岸海域に流れ込んだ場合、海水と同じ水温であれば深い層に流入するので、海底付近の栄養塩濃度が高くなると考えられる。

問(2) この調査を実施した直後、強い風と波が数日間続き、植物プランクトンの大増殖が起きた。強い風と波によってどのような環境の変化が生じ、植物プランクトンが大増殖したと考えられるか、50字以内で述べよ。

このページは白紙です。