

前

## 平成 18 年度 入学 試験 問題

# 理 科

200 点満点

〈配点は、学生募集要項に記載のとおり。〉

物 理	(1～8 ページ)	化 学	(9～22 ページ)
生 物	(23～40 ページ)	地 学	(41～48 ページ)

### (注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに 48 ページ，解答冊子は表紙のほかに，物理：12 ページ，化学：12 ページ，生物：12 ページ，地学：12 ページ，である。
3. 問題は物理 3 題，化学 4 題，生物 4 題，地学 4 題である。
4. 筆答開始後，選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に学部名・受験番号・氏名をはっきり記入すること。表紙には，これら以外のことを書いてはならない。
5. ◇工学部志願者は，物理・化学の 2 科目を解答すること。  
◇医学部(医学科)・医学部(保健学科「検査技術科学専攻」・「理学療法学専攻」)・薬学部志願者は，物理・化学・生物のうちから 2 科目を選択すること。  
◇医学部(保健学科「看護学専攻」・「作業療法学専攻」)志願者は，生物 1 科目と物理・化学のうちから 1 科目の計 2 科目を解答すること。  
◇総合人間(理系)・理・農学部志願者は，物理・化学・生物・地学のうちから 2 科目を選択すること。
6. 解答は，すべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は，どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが，選択した科目の解答冊子は持ち帰ってはならない。

# 生 物

(4 問題 100 点)

## 生物問題 I

次の文(A), (B)を読み, 問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 細胞に対するホルモンの作用には, いろいろな反応段階が関与している。たとえば, 副腎の細胞からはホルモンの一種であるアドレナリンが分泌され, そのアドレナリンが肝細胞に作用すると, 次のような過程を経てグルコースがつくられる。まず始めに肝細胞の細胞内で, アドレナリンによってアデニル酸シクラーゼと呼ばれる酵素が活性化され, 細胞内に cAMP(サイクリック AMP)と呼ばれる情報伝達物質がつくられる。次いで cAMPによって別の酵素が活性化されると, 最終的にグリコーゲンが分解されてグルコースが放出される。

以下は, アドレナリンを作用させたのちの肝細胞内の cAMP 量を測定するために行った実験である。

**実験1** : 微量の cAMP の濃度を直接測定することは困難であり, ふつう数段階の反応を利用して間接的に測定する方法が用いられる。この方法は放射性同位元素を利用しており, 最終的に放射線の測定値(単位 cpm)として得られる。あらかじめ濃度がわかっているいくつかの cAMP のサンプルについて調べたところ, 測定値と cAMP 濃度について図1に示すような対応関係が得られた。

次に肝細胞を培養皿の上で培養し, そこへさまざまな濃度のアドレナリンを作用させた。一定時間後に肝細胞を回収して細胞内に存在する cAMP 量を上記の方法で測定したところ, 各アドレナリン濃度に対して表1の測定値が得られた。

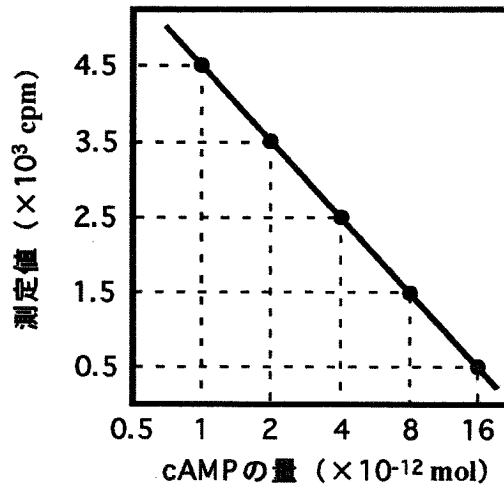


図 1

表 1

アドレナリンの濃度 (mol/l)	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$
測定値 (× 10 <sup>3</sup> cpm)	4.5	3.5	2.5	1.5	1.5

**実験 2**：ある 2 種類の試薬 X と Y を別々に肝細胞に作用させたのち、アドレナリンで肝細胞を刺激したが、試薬 X と Y のどちらで処理した場合もグルコースの放出が起こらなかった。細胞内の cAMP 量を測定してみると、試薬 X で処理した場合はアドレナリンによる cAMP の生成が見られなかったが、試薬 Y で処理した場合はアドレナリンによる cAMP の生成が見られた。

**問 1** 図 1 と表 1 の結果に基づいて、アドレナリンの濃度と肝細胞内の cAMP 量の関係を表したグラフを、図 2 の(あ)～(か)から 1 つ選べ。

**問 2** 問 1 で答えたアドレナリンの濃度と肝細胞内の cAMP 量にはどのような関係があるといえるか、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

**問 3** 実験 2 から、試薬 X と Y はその作用にどのような違いがあると考えられるか、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。ただし、試薬 X と Y は、アドレナリンによるグルコース分泌反応以外の機能には影響を与えなかったものとする。

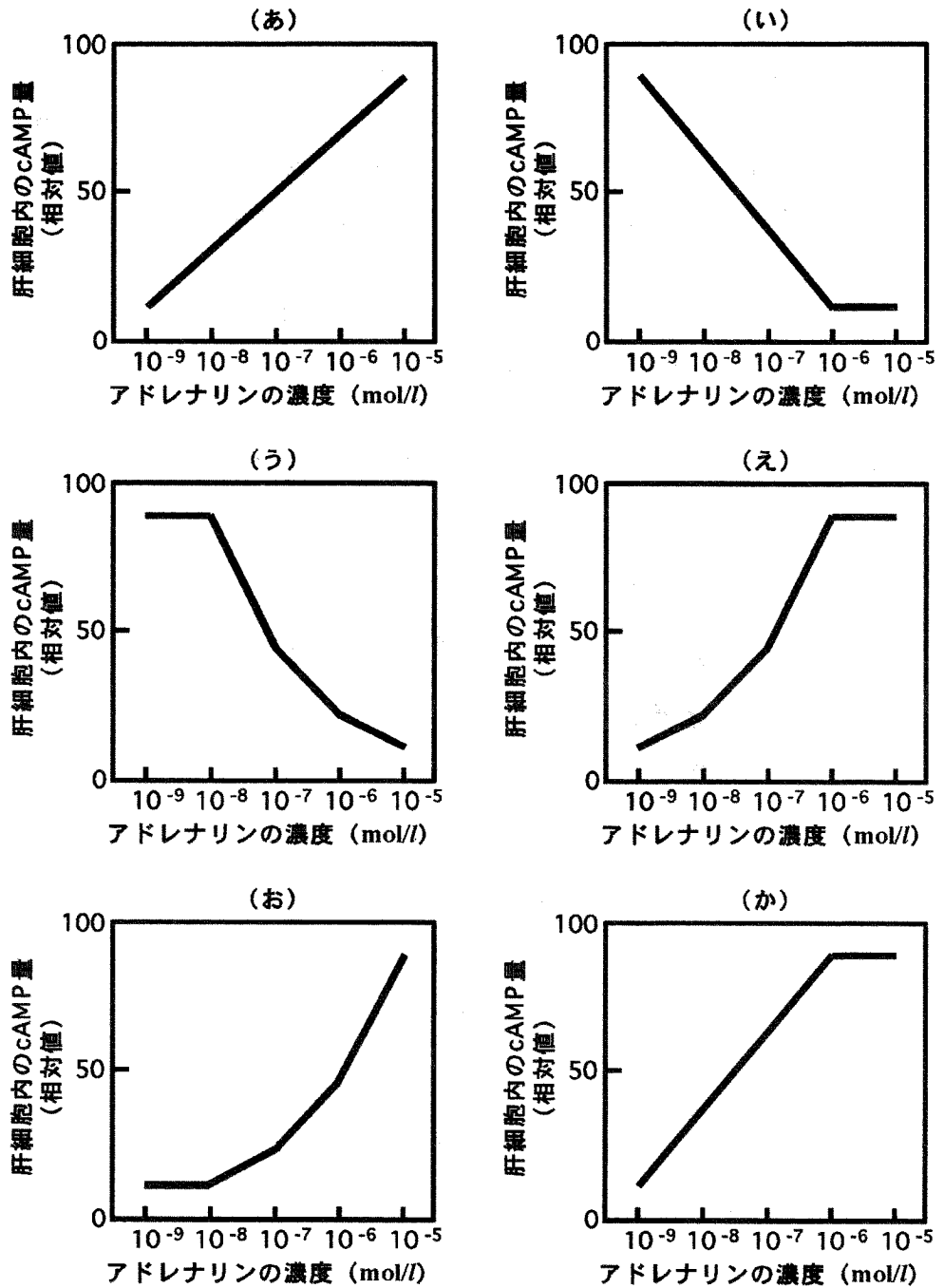


図 2

(B) 我々の体内には侵入した病原菌を排除するための免疫反応がそなわっている。免疫反応はリンパ球やマクロファージなどの細胞以外に、さまざまな因子が関与する複雑な反応である。ある病原菌に対する免疫反応を調べるため、無菌環境で飼育した正常マウスに病原菌を感染させ、その後の脾臓中の菌数を調べた。その結果、菌数は図3中のaのように変化し、菌は脾臓から排除されることがわかった。

また、先天的に胸腺をもたないマウスに同じようにして病原菌を感染させ、脾臓中の菌数を調べたところ、図3中のbのように菌数が変化した。さらに、胸腺をもたないマウスに、病原菌を排除することができた正常マウスの血清成分を投与し、その後病原菌を感染させたところ、脾臓中の菌数は図3中のbと同じように増加した。

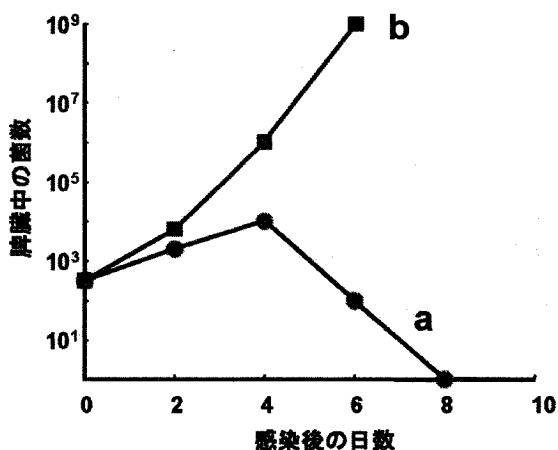


図3

問4 病原菌を正常マウスに注射した場合、脾臓中の菌数は一時的に増加したのち、顕著に減少した(図3中のa)。なぜこのような菌数の変化が生じたのか。免疫反応の観点から解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問5 この病原菌を排除するためにどのような免疫反応が必要と考えられるか。解答欄の枠の範囲内で述べよ。

問 6 病原菌を排除できた正常マウスに再び同数の同じ菌を感染させた場合、

(a) その後の脾臓中の菌数の変化を表すグラフとして最も適当なものを図 4

(あ)~(え)の中から選べ。

(b) また、(a)で選んだ理由を解答欄の枠の範囲内で述べよ。

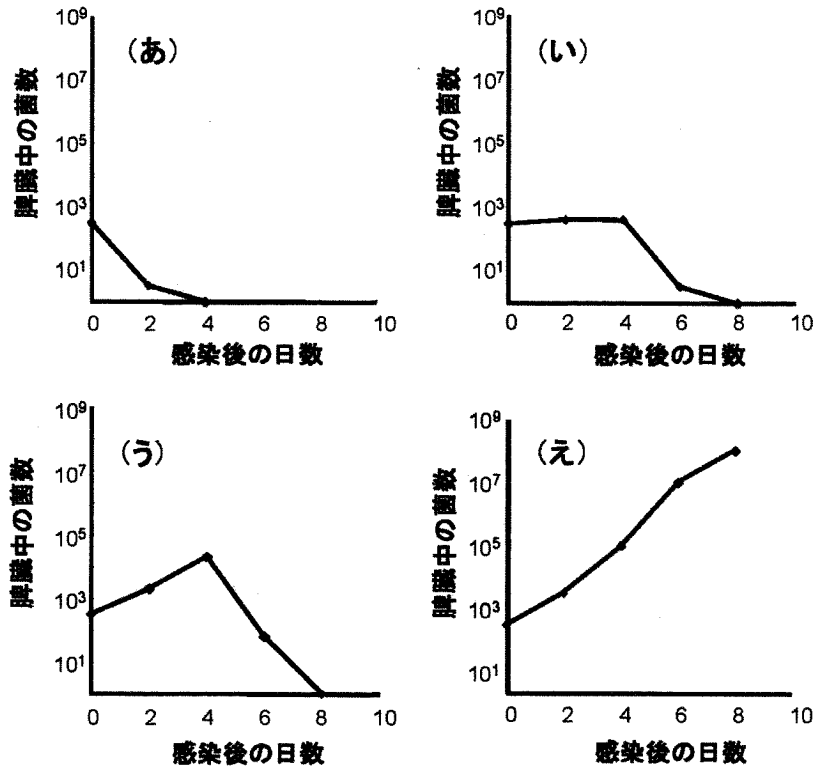


図 4

## 生物問題 II

次の実験1、実験2の文を読み、問1～問5に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

実験1：植物や藻類は、代謝や炭酸固定に必要なエネルギーを光から得ている。光合成にかかわる色素を調べるために、ツバキ(種子植物)の葉、クロレラ(緑藻)、ワカメ(褐藻)、ムカデノリ(紅藻)の水分をよく除いたのち、アセトンを用いて色素を抽出した。薄層クロマトグラフィー用プレートの原点に抽出液の上澄み液をつけてすばやく乾燥させたのち、混合有機溶媒を用いて展開した。このとき図1の結果を得た。

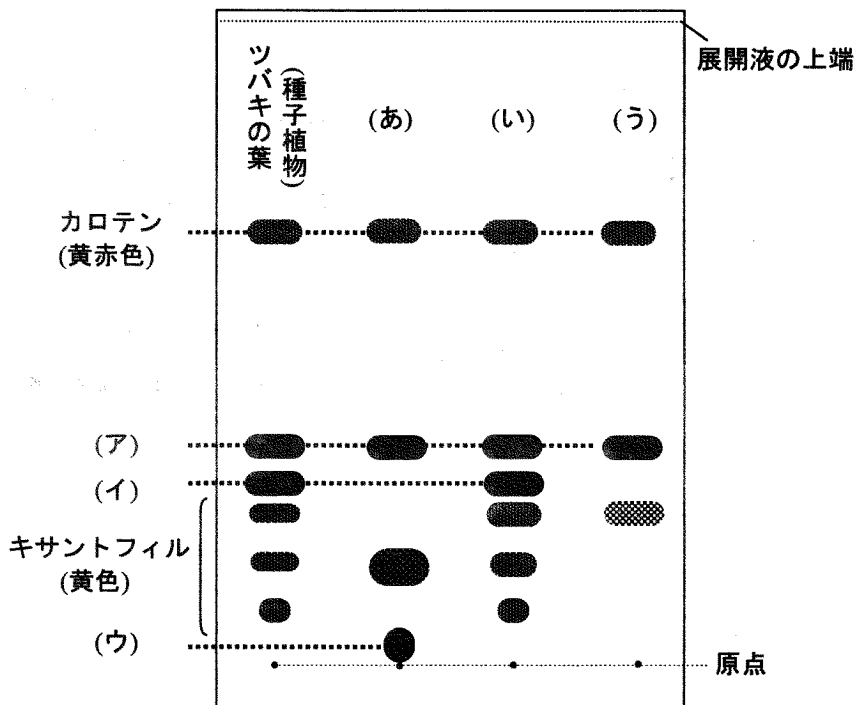


図1

**実験 2**：ピーカーに入れた中性のリン酸緩衝液に充分量の炭酸水素ナトリウムを加えたのち、クロレラを入れてよく混合した。これを、緩衝液中のクロレラに光が均等に当たるように工夫された扁平なフラスコに移した。フラスコを水槽に入れて温度を 20℃ に保った。つぎに、太陽光とよく似た光特性をもつ高輝度ランプを水槽内のフラスコに向けて水槽の横に設置した。水槽と高輝度ランプの間に特殊な光学装置を置いて、高輝度ランプの光から、波長 400 nm～700 nm の可視光(a)のみを得た。(a)をフラスコに向けて 5 分間照射したところ、光合成によって放出された酸素量は 0.70 ml であった。引き続き、水槽と特殊な光学装置の間に光学フィルターを加えて、(a)から波長 400 nm～500 nm の光(b)のみを得た。(b)をフラスコに 5 分間照射し、放出された酸素量を測定したところ、0.42 ml であった。同様に(a)から、波長 500 nm～600 nm の光(c)、波長 600 nm～700 nm の光(d)を得た。(c)および(d)をフラスコに 5 分間照射し、放出された酸素量を測定したところ、それぞれ 0.14 ml および 0.35 ml であった。なお、光学フィルターを加えて(a)から特定の波長域の光を得た際に、各波長域において光の強さが 10 % 減少していた。また、酸素量はすべて室温で測定した。

**問 1** 下線部①に関して、光を利用してエネルギーを得るまでの過程は、起こる反応の違いからおおよそ 3 つの段階に分けることができる。3 つの段階で、それぞれどのような反応が起こるかを記せ。

**問 2** 図 1 の(ア)、(イ)、(ウ)の色素は、それぞれ、青緑色、黄緑色、緑褐色に見えた。それぞれの色素の名称を記せ。また、これらの色素の分布から、(ア)、(イ)、(ウ)は、それぞれどの生物から抽出された上澄みの色素を展開したものと考えられるか、生物名を記せ。

問 3 (b), (c), (d)のそれぞれの光を照射した際に光合成によって放出された酸素量は異なった。その理由として、考えられることを解答欄の枠の範囲内で述べよ。

問 4 (b), (c), (d)のそれぞれの光を照射した際に光合成によって放出された酸素量の総和は、特定の波長域の光を得る際に光の強さがそれぞれ 10 % 減少したにもかかわらず、(a)を直接照射した際に放出された酸素量よりも大きくなった。その理由として、考えられることを解答欄の枠の範囲内で述べよ。

問 5 今回の実験で、クロレラの量を変えずに、下線部②において放出される酸素量を増やすためにはどのような工夫が考えられるか。理由とともに解答欄の枠の範囲内で述べよ。

## 生物問題 III

次の文(A), (B)を読み, 問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 穀類の胚乳のデンプン特性は, デンプンを構成するアミロペクチンとアミロースの含量の比率によって変化する場合がある。二倍体である植物Rには, 胚乳のデンプン特性としてアミロースを含む品種と全く含まない品種がある。一方, 植物Wは異なる二倍体種(A, B, C)に由来するゲノムをもつ六倍体であり, 植物Wには胚乳にアミロースを全く含まない品種はこれまで自然界には存在しないとされていた。植物Wの胚乳にアミロースを含むか含まないかは, 異なる種のゲノムに由来する3つの遺伝子 $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$ によって決定される。3つの遺伝子について, それらのうちの1つでも優性の対立遺伝子をもつ場合はアミロースを含む。

広範な遺伝資源探索の結果, 植物Wの既存の品種はすべて胚乳にアミロースを含み, その遺伝子型は表1のような5つのタイプに分けられた。

表1 植物Wの5つの遺伝子型タイプと胚乳中のアミロースの有無

タイプ	遺伝子			アミロースの有無
	$S_A$	$S_B$	$S_C$	
1	+	+	+	有
2	-	+	+	有
3	+	-	+	有
4	+	+	-	有
5	-	-	+	有

注) + : 当該遺伝子に関して優性ホモ接合体

- : 当該遺伝子に関して劣性ホモ接合体

問 1 表 1 に示した異なるタイプ間の 1 回の交雑と、その後の自家受精によって、胚乳にアミロースを全く含まない個体の作出に成功した。その場合、どのタイプとどのタイプを交雑したと考えられるか、タイプの番号をあげよ。

問 2 問 1 の雑種第一代の自家受精によって生じた雑種第二代において、アミロースを全く含まない個体の期待分離比を分数で示せ。

問 3 下線部①に関して、

(1) 植物 W が二倍体種 (A, B, C) から形成される過程について、1 例を下記の用語を用いて解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

染色体倍加, 交雑

(2) (1)において、異なる種間の交雑によって雑種(種子で繁殖できる)をつくるためには、ふつう染色体倍加が必要である。その理由として考えられることを、解答欄の枠の範囲内で述べよ。

問題は、次のページに続いている。

(B) ある節足動物Xの眼の色は、遺伝子Aのはたらきにより真紅になる。遺伝子Aに突然変異(1塩基変異)が起きたため、眼の色が薄紅になるものがいくつか見つかった。そこで、それらのホモ接合体の中から、2つの異なる変異遺伝子A<sup>1</sup>またはA<sup>2</sup>をもつものを選び、その発現を調べた。これらの遺伝子のDNAの塩基配列の中には、最終的にタンパク質に翻訳される **ア** という領域と、それらの中に存在し、タンパク質をつくるための情報をもたない **イ** という領域がある。DNAの転写は両方の領域共に行われるが、伝令RNAは **イ** を切り落とし **ア** をつなぎ合わせる **ウ** という過程を経て再構成される。2つの変異遺伝子由来の伝令RNAは、野生型遺伝子Aのものと同じヌクレオチド数をもっていた。変異遺伝子A<sup>1</sup>由来の伝令RNAから翻訳されたタンパク質のアミノ酸総数は、野生型のものと同じであった。一方、変異遺伝子A<sup>2</sup>由来の伝令RNAは、約半分の大きさのタンパク質に翻訳された。

問4 文中の **ア** ~ **ウ** に適切な語句を記入せよ。

問5 変異遺伝子A<sup>1</sup>と変異遺伝子A<sup>2</sup>は、遺伝子Aにどのような突然変異が生じた結果と考えられるか、それぞれ解答欄(エ)と(オ)の枠の範囲内で説明せよ。

問6 変異遺伝子A<sup>1</sup>をもつ個体(ホモ接合体)に人為突然変異を起こし、眼の色が真紅になる変異遺伝子A<sup>3</sup>をもつ個体(ホモ接合体)を得た。変異遺伝子A<sup>1</sup>に、どのような変異が生じたことにより、変異遺伝子A<sup>3</sup>ができたと考えられるか、解答欄の枠の範囲内で答えよ。

## 生物問題 IV

次の文(A)、(B)を読み、問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 山間部に降り注いだ雨水の一部は土壤中に浸透した後、再び地表に涌出して河川水となる。河川水は山間部から平野部へと下るにつれ次第に流量を増し、やがて海に流れ込む。河川流域は、生活の基盤としてだけでなく、農業や工業といったさまざまな人間活動の場を提供してくれるため、人口が集中しやすい。これらの人間活動は、河川水を通じて海洋生態系に影響を与える。

一般に、河川が流れ込む沿岸域では多様な生き物による生産活動が営まれている。植物プランクトンは二酸化炭素や無機塩類などの無機物から有機物を生産する。その生産物は動物プランクトンなどの一次消費者に利用される。さらに、それらが食う・食われるという関係を通じて小型の魚類、大型の肉食性魚類を経て、高次栄養段階に位置する海産の大型ほ乳類まで運搬される。この一連の過程を  と呼ぶ。しかし、実際の生態系では、1種類の捕食者が複数の種類の餌生物を食べ、餌生物の栄養段階も複数にまたがっている場合が多い。このように  は複雑な網目状の関係を呈するので、 とも呼ばれる。しかし、 あるいは  を通じて上位の栄養段階の生物に食べられなかった生物の死骸は、最終的に細菌などが酸素を消費しながら分解する。

健全な状態の海洋生態系では、 あるいは  を通じて行われる生産と細菌などによる分解のバランスがとれている。しかし、近年、一部の植物プランクトンが異常に増殖する  と呼ばれる現象が頻繁に見られるようになった。それによって、しばしば魚介類の大量死が起こるため大きな問題となっている。魚介類の乱獲も生態系のバランスを崩す原因の1つと考えられている。

陸上で人工的に合成される有機化合物の中には河川から沿岸域まで運ばれる過程で、 あるいは  を通じて高次消費者の体内に高濃度で蓄積するものがある。この現象を  と呼ぶ。我が国の高度経済成長期には、重金属のような毒性の強い物質による汚染が問題となったが、近年、低濃度でも本来のホ

ルモンの働きを阻害することによって動物の正常な生理機能を狂わせる **オ**  
物質による汚染が問題視されている。 **オ** 物質は **エ** によって魚介類  
に蓄積されるため、それを人間が食べることによる健康被害が懸念されている。

問 1 文(A)中の **ア** ~ **オ** に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部①に関して、一般に、海洋生態系における単位容積あたりの生産量は  
外洋に比べて沿岸の河川が流れ込む浅海域で高い値を示す。これは流域の人口  
規模にかかわらず、普遍的に見られる現象である。外洋より沿岸の生産性が高  
くなる理由を解答欄の枠の範囲内で述べよ。

問 3 下線部②の原因として考えられる陸上の人間活動を2つあげよ。

問 4 **ウ** が発生すると魚介類が大量死する理由を解答欄の枠の範囲内で述  
べよ。

問題は、次のページに続いている。

(B) 文(A)中の下線部③に関連して、汚染物質の一種であるダイオキシン類の生物体内における濃度を2つの湾で調査したところ、表1のような結果が得られた。植物および動物プランクトンのダイオキシン類濃度には、2つの湾で統計的に意味のある差が見られなかった。一方、スズキ(魚類の一種)のダイオキシン類濃度を比べると、X湾はY湾より2倍近い値を示した。これは統計的に意味のある差であった。

表1 生物体内のダイオキシン類濃度

試料	ダイオキシン類濃度の平均値 (pg-TEQ/g) *	
	X湾	Y湾
植物プランクトン	0.008	0.007
動物プランクトン	0.207	0.212
スズキ	2.092	1.101

\*pg-TEQは毒性の強さを表す指標。濃度の数値は、生物体の単位湿重量(g)当りに換算。

問5 表1の結果より、X湾とY湾のあいだに、海水のダイオキシン類濃度の違いはあると言えるか。違いの有無と、それを判断した理由を解答欄の枠の範囲内で述べよ。

問6 表1の結果より、Y湾よりX湾のスズキのダイオキシン類濃度が高かった理由として考えられることを解答欄の枠の範囲内で述べよ。ただし、スズキは沿岸域を生息場とし、その活動能力やダイオキシン類に対する感受性や代謝(分解)能力には、両個体群間で差がないものとする。

生物問題は、このページで終わりである。