

平成 26 年度 入 試
個別学力試験問題(前期日程)

生 物

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 15 ページ，解答用紙は 6 枚です。指示があつてから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 問題は 6 問(~)です。 ~ は全員が解答してください。選択問題の ， は，そのいずれかを選択して解答してください。選択問題については，選択しなかった問題の解答用紙全体に斜線を引いてください。
4. 計算は問題紙の余白を使用してください。
5. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後，問題紙は必ず持ち帰ってください。

平成26年度 個別学力試験（前期日程）

問題訂正

（科目名：生物）

生物 12ページ

5 【選択問題】

本文 14行目及び問2（1）の2か所

（誤） ゼニコケ

（正） ゼニゴケ

1 次の文章を読み、下記の問い(問1～問3)に答えよ。

減数分裂は **ア** が作られる過程で行われる細胞分裂で、第一分裂と第二分裂の過程がある。第一分裂前期では、核内に広がっていた染色体が次第に太く短くなり、それぞれ特徴的な形となり、 **イ** が消失する。やがて紡錘糸が現れ、染色体に紡錘糸が付着する。染色体に着目すると、減数分裂は体細胞分裂と異なり **ウ** 染色体が対合し、 **エ** となる。対合した染色体の間で部分的な交換⁽¹⁾が起こることがあり、これは **オ** とよばれる。第一分裂中期になると **エ** が赤道面に並ぶ。このとき **オ** が起こった染色体はキアズマとよばれる構造を形成する。キアズマは分裂が開始するまで **ウ** 染色体どうしを結びつけている。第一分裂後期には **ウ** 染色体がそれぞれ紡錘糸に引かれるようにして、互いに反対側の極へ移動する。この後、細胞質分裂がおこる。第二分裂中期になると染色体が赤道面に並び、後期では複製された染色体が分かれてそれぞれ両極へと移動する。終期では太く短くなっていた染色体が広がって、新たな **イ** に包まれる。その後、細胞質分裂が起こることにより、第二分裂を終了すると4個の娘細胞ができる。

問1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部(1)の紡錘糸が付着する部分は染色体がくびれたところで、染色体によってその位置が決まっている。そのくびれたところの名称を答えよ。

問 3 下線部(2)に示した染色体の部分的な交換について、遺伝学者の田中義麿は 1913 年と 1914 年にカイコの交雑実験の結果を報告した。次に示す文章は、田中の交雑実験について述べたものである。文章を読んで(1)~(7)に答えよ。

カイコの幼虫には黄色い体液を持つもの(黄)と白い体液をもつもの(白)があり、黄が白に対して優性であった。また、幼虫に黒い縞しまがあるもの(有縞)と縞のないもの(無縞)があり、有縞が無縞に対して優性であった。体液の色と縞の有無の形質についてホモ接合体である黄・有縞の雌と、白・無縞の雄を交雑して生まれた雑種第一代(a)の雌と雄とを、それぞれ、白・無縞の個体(b)と交雑した。その結果生まれた表現型の個体数は表 1 のようになった。このとき、黄の遺伝子記号を Y 、白の遺伝子記号を y 、有縞の遺伝子記号を S 、無縞の遺伝子記号を s とする。

表 1

表現型 雑種第一代	表現型				合計
	黄・有縞	白・有縞	黄・無縞	白・無縞	
雌	583	0	0	600	1183
雄	1998	824	906	2086	5814

- (1) 下線部(a)に示した雑種第一代の遺伝子型を遺伝子記号で示せ。
- (2) 下線部(b)に示した個体の遺伝子型を遺伝子記号で示せ。
- (3) 下線部(b)のような遺伝子型の個体と交雑することを何というか、その名称を答えよ。またその交雑を行うことで何がわかるか説明せよ。
- (4) この実験でカイコの雌と雄では減数分裂の過程に違いがあることがわかった。どのような違いか交雑実験の結果から説明せよ。
- (5) もしも体液の色を決める遺伝子と縞の有無を決める遺伝子が異なった染色体上にあるとすれば、雑種第一代の雄を白・無縞の雌の個体と交雑したとき、表1に示された雄の実験結果はどのようなようになることが予想されるか。それぞれの表現型の理論値を求めよ。理論値は整数になるとは限らない。
- (6) 体色の遺伝子と縞の有無の遺伝子の組換え価を求める式を示し、組換え価を小数点以下第二位を四捨五入して答えよ。
- (7) カイコには28対56本の染色体がある。雌の減数分裂によって生じる染色体の組み合わせには何通りあるか、累乗の形で答えよ。

2

次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。ただし、下線部(ア)～(オ)の語句は正しいとは限らない。

神経系において、信号を伝える働きをするのは神経細胞である。神経細胞はニューロンともよばれ、ふつう核を含む細胞体と、そこから突き出た多数の樹状突起および1本の軸索を持っている。神経細胞は刺激を受けない状態(静止状態)では、細胞の内側が外側に対して負となる静止電位を示す。神経細胞の軸索の一部を電氣的に刺激したとき、その刺激の強さが一定値を超えると、刺激された部分で瞬間的に細胞内側の電位が外側に対して正の値となるよう変化し、その後すぐに元の静止電位に戻る。この瞬間的に発生する電位変化を活動電位とよぶ。軸索の細胞膜には特定のイオンを選択的に通すチャネルとよばれるタンパク質が存在し、刺激によってチャネルが開くと、それを通してカリウムイオンが細胞の外側から内側に流入するため活動電位が発生する。軸索の一部が興奮すると、興奮部とその隣接部分との間に電位差が生じ、弱い電流が流れる。この電流が刺激となって、次に隣接部分が興奮する。このようにして、軸索上では興奮部分が次々と隣に移動する。

軸索の末端は次の神経細胞あるいは筋細胞などの効果器とシナプスにより接続している。シナプスにおいて、信号を伝える側の細胞をシナプス前細胞、伝えられる側の細胞をシナプス後細胞とよんでいる。シナプス後細胞が神経細胞の場合、シナプス前細胞の軸索はシナプス後細胞の樹状突起や細胞体とシナプスを形成する。シナプス前細胞の軸索末端に達した活動電位は、末端部にあるカルシウムイオンを選択的に通すチャネルを開く。これにより、細胞外から細胞内にカルシウムイオンが流入し、末端部のカルシウムイオン濃度が一時的に上昇する。これが引き金となって、軸索末端から神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。このカルシウムイオンの作用は、同じ2価イオンであるマグネシウムイオンによって抑制される。シナプス後細胞には、神経伝達物質を受け取るためのポンプタンパク質が存在し、これに神経伝達物質が結合することにより、微弱な電位変化が生じる。この微弱な電位変化が加算され、その値が一定値を超えるとシナプス後細胞の活動電位が誘発される。放出された神経伝達物質は、シナプス間隙か

ら速やかに除去されるため、新たな情報伝達が可能になる。

シナプス後細胞が骨格筋細胞の場合、シナプス前細胞となる感覚神経と筋細胞^(オ)の接合する部分を神経筋接合部とよび、その筋細胞側の構造を「終板」とよぶ。また、シナプス伝達により筋細胞の終板部に生じる電位を「終板電位」とよんでいる。シナプス前細胞から放出される神経伝達物質の量が増加すると終板電位も大きくなり、一定値を超えると活動電位が発生する。シナプス後細胞が神経細胞であるときと同様に、神経筋接合部の周りの溶液の陽イオン組成を変化させて、1回⁽²⁾の活動電位により生じる神経伝達物質の放出量を抑えることができる。 こうして⁽³⁾神経伝達物質の放出をある程度抑えた条件下で行った実験により、シナプス伝達⁽³⁾の特性が明らかにされた。

問 1 下線部(ア)~(オ)の語句について、正しいければ○を、間違っている場合は正しい語句を、それぞれ解答欄に答えよ。

問 2 上の文章を参考に、活動電位の性質として正しいと考えられるものを以下の(a~e)からすべて選び、その記号で答えよ。

- a. 活動電位は、軸索を伝導していくにつれて徐々に小さくなる。
- b. 神経細胞への刺激の強さが増すと、より大きな活動電位が発生する。
- c. 神経細胞への刺激の強さが増すと、活動電位はより速く伝導する。
- d. 軸索の中央部分が刺激されると、活動電位はその両側に伝導する。
- e. 活動電位が生じるには、^{いきち}閾値以上の刺激が必要である。

問 3 下線部(1)について、神経伝達物質が除去されるしくみを二つ答えよ。

問 4 下線部(2)について、神経伝達物質の放出量を抑える時に用いる溶液の陽イオン組成として最も適当なものを、以下の(a～d)の中から一つ選び、その記号で答えよ。ただし、通常の反応をみる際に用いる溶液のイオン組成は次のとおりとする(mMは濃度の単位)。

(通常の反応)

$\text{Na}^+ : 140 \text{ mM}$, $\text{K}^+ : 5.7 \text{ mM}$, $\text{Ca}^{2+} : 2.5 \text{ mM}$, $\text{Mg}^{2+} : 1.2 \text{ mM}$

(放出量を抑える反応)

a. $\text{Na}^+ : 140 \text{ mM}$, $\text{K}^+ : 140 \text{ mM}$, $\text{Ca}^{2+} : 2.5 \text{ mM}$, $\text{Mg}^{2+} : 1.2 \text{ mM}$

b. $\text{Na}^+ : 5.7 \text{ mM}$, $\text{K}^+ : 140 \text{ mM}$, $\text{Ca}^{2+} : 2.5 \text{ mM}$, $\text{Mg}^{2+} : 1.2 \text{ mM}$

c. $\text{Na}^+ : 140 \text{ mM}$, $\text{K}^+ : 5.7 \text{ mM}$, $\text{Ca}^{2+} : 1.2 \text{ mM}$, $\text{Mg}^{2+} : 12.5 \text{ mM}$

d. $\text{Na}^+ : 140 \text{ mM}$, $\text{K}^+ : 5.7 \text{ mM}$, $\text{Ca}^{2+} : 12.5 \text{ mM}$, $\text{Mg}^{2+} : 1.2 \text{ mM}$

問 5 下線部(3)の実験を行ったときの結果を、表 1 に示している。この結果について、以下の(1), (2)に答えよ。ただし、この実験では、神経を刺激して全部で 200 回の活動電位をシナプス前細胞に発生させ、1 回の活動電位により生じる終板電位の大きさをそれぞれ測定した。表には、各終板電位の大きさと、その大きさの終板電位が観察された例数が示されている。

表 1

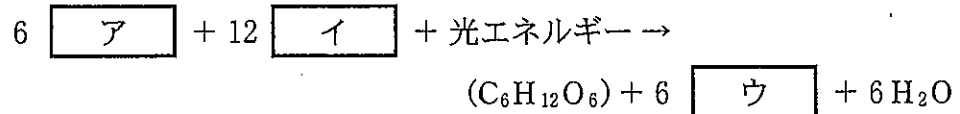
終板電位の大きさ(mV)	観察例数	終板電位の大きさ(mV)	観察例数	終板電位の大きさ(mV)	観察例数
0	18	1.0	6	2.0	4
0.1	0	1.1	10	2.1	2
0.2	1	1.2	11	2.2	1
0.3	12	1.3	9	2.3	1
0.4	20	1.4	4	2.4	2
0.5	13	1.5	7	2.5	1
0.6	6	1.6	9	2.6	0
0.7	14	1.7	6	2.7	0
0.8	18	1.8	5	2.8	1
0.9	16	1.9	3	2.9	0

(1) 表 1 をもとに、横軸に終板電位の大きさ、縦軸に各大きさの終板電位が観察された例数(度数)を示すヒストグラム(度数分布図)を作成したい。解答欄のグラフ用紙には、終板電位が全く観察されなかった例数(18)のみが記されているので、これにならってすべての例数を記入し、ヒストグラムを完成せよ。

(2) (1)で描いたヒストグラムをもとに、神経筋接合部のシナプス伝達における信号伝達の特性と、そのように考えた理由について 120 字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

光合成とは、植物や藻類などの光合成色素をもつ生物が行う次のような反応である。
(1)



光合成は、光化学反応と炭素固定反応の二つに大きく分けることができる。光化学反応では、光エネルギーにより水が酸素、電子および **エ** へと分解される。生じた電子や **エ** を利用して光エネルギーは化学エネルギーへと変換される。次に、多くの植物の炭素固定反応では、得られた化学エネルギーを利用して二酸化炭素を固定し、炭素数3の **オ** が生成される。この反応は、発見した研究者の名前を由来としてカルビン・ベンソン回路とよばれる。

一方、サトウキビやトウモロコシなどの一部の植物種では、気孔から取り込んだ二酸化炭素を炭素数4の化合物(C₄化合物)に固定する。このとき二酸化炭素の固定に働く酵素は、カルビン・ベンソン回路で働く酵素と比較して、低い二酸化炭素濃度下でも十分に活性が高い。この反応によって葉肉細胞で固定・濃縮されたC₄化合物は維管束鞘細胞い かんそくしょうへと運ばれ、そこで二酸化炭素とC₃化合物に分解された後、カルビン・ベンソン回路により有機物が合成される。このような光合成様式はC₄光合成とよばれ、それを営む植物をC₄植物という。それに対して、カルビン・ベンソン回路のみで行われる場合はC₃光合成とよばれ、それを営む植物をC₃植物という。

問1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適当な語句を答えよ。ただし、ア～ウには化学式で答えよ。

問2 下線部(1)の色素の名称を一つ答えよ。

問 3 下線部(2)の二つの反応は、葉緑体内の異なる場で行われる。それぞれの反応が行われる場の名称を答えよ。

問 4 図 1 は、 C_3 植物の光合成速度と二酸化炭素濃度との関係を破線で示している。問題文を参考に、 C_4 植物の光合成速度と二酸化炭素濃度との関係を予測して、解答欄の図に実線で描き加えよ。ただし、光は十分に飽和している条件とする。

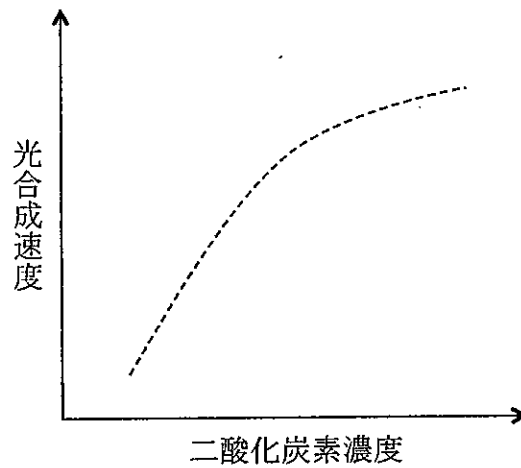


図 1

問 5 下線部(3)で示した植物とは異なり、ベンケイソウ科の植物やサボテンなど一部の植物種は二酸化炭素の C_4 化合物への固定とカルビン・ベンソン回路を同一の細胞で行う。これらの植物は、いったん夜間に気孔から取り込んだ二酸化炭素を C_4 化合物へ固定して細胞内の液胞に蓄える。そして、日中に C_4 化合物を分解して得られた二酸化炭素を、カルビン・ベンソン回路を介して固定し、 C_3 化合物を生成する。この光合成様式は、砂漠などの水分の枯渇した環境での植物の生育にとって有利である。その理由を「気孔」と「蒸散」という二つの用語を用いて説明せよ。

4 次の文章を読み、下記の問い(問1～問6)に答えよ。

生物を構成する物質の大部分は、生体内での化学反応でつくりだされる。こうした生体内での化学反応をまとめて **ア** という。**ア** には、体の成分などその生物に必要な物質を合成する同化と、生体内に取り入れた物質を分解する異化がある。エネルギーの収支からみると同化ではエネルギー供給が必要であり、異化ではエネルギーが放出される。放出された化学エネルギーは、ATP合成に利用され、再び化学エネルギーとして蓄えられる。ATPは **イ** に3つの **ウ** が結合した構造をしている。ATPの末端の **ウ** が遊離し、**エ** になる時に多量のエネルギーが放出される。動物ではATPの大半がミトコンドリアで合成される。

⁽³⁾ 生体内で合成されたATPは、細胞膜での物質輸送にも用いられる。細胞膜はリン脂質とタンパク質で構成されており、リン脂質は水に溶解しやすい部分と水に溶解しにくい部分を持つ。細胞膜における物質輸送には、選択的透過性が関係している。

問1 文章中の空欄(ア～エ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部(1)に関して下記(a～e)の反応はそれぞれ同化と異化のどちらに含まれるか、その記号で答えよ。

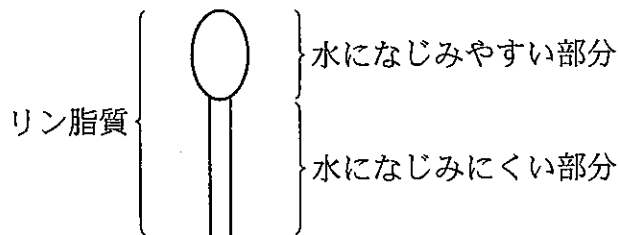
- a. 呼吸 b. 光合成 c. 解糖
d. アルコール発酵 e. 窒素固定

問3 下線部(2)はATPがもつある特別な結合が切断されることにより起こる。この特別な結合の名称を答えよ。

問 4 下線部(3)に関して述べた下記の(a～e)の文のうち、正しいものをすべて選び、その記号で答えよ。

- a. 外膜と内膜の二重の膜からできている。
- b. マトリックスとよばれる管状(クシの歯状)に陥入した構造を持つ。
- c. 電子伝達系が存在する。
- d. クエン酸回路の反応は主にクリステで起こる。
- e. 好気呼吸の一部に関与している。

問 5 下線部(4)に示した細胞膜の構造の断面図を、下記に示したリン脂質の模式図を用いて描け。ただし、タンパク質の形は特に指定しないが、内部を黒く塗りつぶして示せ。



問 6 下線部(5)に関して、細胞膜では酸素や二酸化炭素などの低分子は自由に通過することができるが、イオンや高分子は通常通過することができない。このような物質は、輸送タンパク質を介した能動輸送あるいは受動輸送によって細胞内外に輸送されている。この能動輸送と受動輸送について、それぞれのしくみを簡潔に説明せよ。

5

【選択問題】次の文章を読み、下記の問い(問1～問3)に答えよ。

スウェーデンの博物学者リンネは1735年に「自然の体系」を著し、動物と植物の分類方法を整理して、近代分類学の基礎を築いた。彼は種が生物分類の基本単位であるとし、生物種を命名する方法として **ア** を確立した。この命名法はラテン語表記の **イ** と **ウ** を組み合わせたもので、最後に命名者の略称を付ける。

生物の種を構成する個体は自由に交配し、 **エ** によって子孫を生み出すことができる。他種とは生殖的に **オ** されており、交配できない。系統に基づく分類では、進化的に近縁で、形質がよく似た種どうしを **カ** としてまとめ、さらに共通の特徴を持ついくつかの **カ** をまとめて科とするなど、階層的に分類する。たとえば、エンドウという種はエンドウ **カ** ・マメ科・マメ目・ **キ** 綱・被子植物亜門・種子植物 **ク** ・植物界に分類される。

植物界は、水生の緑藻から分かれて陸上の乾燥環境に適応進化した、いわゆる陸生植物からなる分類群である。一般に、陸生植物は維管束を持たないゼニコケやコスギゴケなどのコケ植物、ゼンマイやワラビなどのシダ植物、ソテツやマツなどの裸子植物とポタンやユリなどの被子植物からなる種子植物に分類されている。

問1 文章中の空欄(ア～ク)に最も適当な語句を答えよ。

問2 植物分類群の特徴を示した下記の文(1)～(6)の下線部に最も適当な語句を(a～d)から選び、その記号で答えよ。

(1) ゼニコケの葉状体の部分は_____である。

- a. 配偶体 b. 孢子体 c. 原糸体 d. 倍数体

(2) 有性生殖型のシダ植物の孢子の核相は_____と同じである。

- a. 孢子体の核相(2n) b. 配偶体の核相(n)
c. 造卵器の核相(2n) d. 孢子のうの核相(n)

- (3) 種子植物の花粉は_____である。
- a. 配偶子 b. 配偶体 c. 胞子のう d. 胞子体
- (4) _____はすべて被子植物である。
- a. スギ, シイ, ヤナギ
b. コウヤマキ, ユリノキ, クスノキ
c. ヒノキ, カエデ, ツツジ
d. クルミ, ブナ, ウメ
- (5) _____は単子葉植物である。
- a. ユリ b. スギナ(ツクシ)
c. セリ d. アサガオ
- (6) _____は双子葉植物である。
- a. カタクリ b. コチョウラン
c. タチツボスミレ d. ツユクサ

問 3 サクラ(ソメイヨシノ)に関する次の説明文の下線部には6カ所、間違いが含まれている。例にならってその6カ所を適切な語句で訂正せよ。

例：シダ植物は種子で繁殖する。

胞子

サクラ(ソメイヨシノ)は裸子植物のサクラソウ科に属する木本植物である。花は葉より先に開く。花柄を持たない花には、花弁が5枚、がく片が10枚あり、花色は淡紅色から白色である。満開時には花が樹冠全体を覆^{おお}う。雌しべは5つ、雄しべは10本あり、果実には種子が1個ある。

6

【選択問題】次の文章を読み、下記の問い(問1～問7)に答えよ。

地球上には多様な生物が、多様な環境のなかで互いに関係しあい、生活している。そのような生物と環境の関係を理解する学問が生態学である。生態学であつから最少単位はふつう **ア** であり、同一種の **ア** が集まった集団を **イ** とよぶ。さらに、**イ** が複数集まった集合体を **ウ** とよぶ。生物的環境である **ウ** とそれが成立している非生物的環境(無機的環境)⁽¹⁾をあわせたものが生態系である。図1は生態系のイメージを示した図であり、図1の中の細線の矢印は **ア** の間で生じる相互作用を、太線の矢印は **イ** の間で生じる相互作用を示したものである。このように生態系はさまざまな相互作用のバランスで成り立っている。また、生態系に存在する生物は、その生態系の中での役割の違いから、生産者、消費者、分解者に区別される。⁽⁴⁾

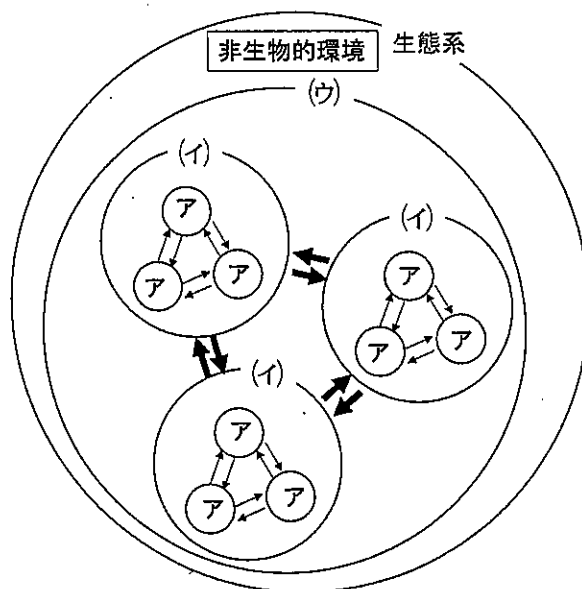


図1

問1 図1に対応する文章中の空欄(ア～ウ)に最も適切な語句を答えよ。

問2 文章中の下線部(1)と生物環境の中を物質がめぐることを何とよぶか、その名称を答えよ。また、このしくみから生じる環境問題の一つである「生物濃縮」とはどのような現象か説明せよ。

問 3 下線部(2)の一つに密度効果がある。密度効果とはどのようなものか説明せよ。

問 4 下線部(3)の相互作用には、さまざまな種類があることが知られている。捕食—被食関係以外の相互作用の名称を一つあげ、その相互作用はどのようなものか説明せよ。

問 5 図 2 は、ある捕食者とその被食者の個体数の時間変化を示している。破線は被食者の個体数を表し、実線は捕食者の個体数を表している。このような変動が生じるしくみを説明せよ。

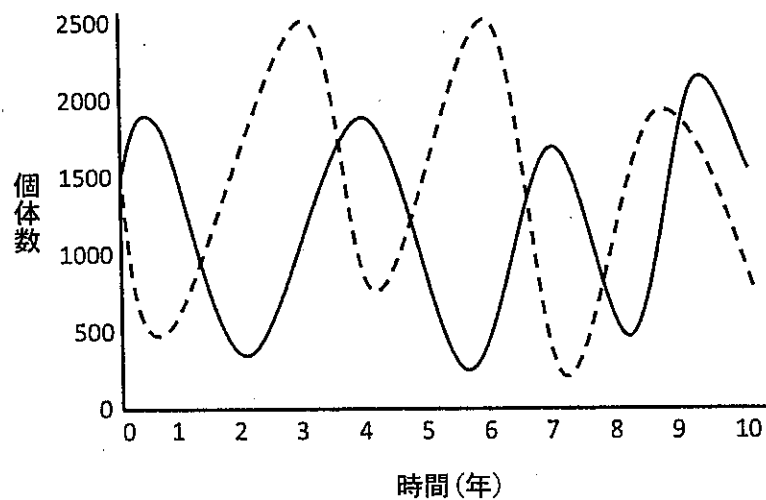


図 2

問 6 下線部(4)の生態系の中での役割を簡潔に説明せよ。

問 7 近年、人間活動にともなう生態系の破壊が懸念されている。その一つとして、生活排水などが流入する湖沼において、水中の植物プランクトン、動物プランクトンが増加する現象が知られている。その現象を何とよぶか、答えよ。