

平成 23 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 55 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)

問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1 ~ 15 ページ,	化	学	16 ~ 30 ページ
生	物	31 ~ 47 ページ,	地	学	48 ~ 55 ページ

- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
 - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
 - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
 - ② 物理学科の受験者は、120 分。
 - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
 - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
 - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理と化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理と化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

生 物

注意

問題 4 には、4—① と 4—② が出題されている。

4—① は、「生物の分類と進化」から、4—② は、「生物の集団」からの出題である。いずれか一つを選択し、解答すること。

4—① と 4—② の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

1 生体の調節に関する以下の文章Ⅰ、Ⅱを読み、各問いに答えよ。

Ⅰ ほ乳類のからだの [1] を保つためには、血液などによって運ばれるホルモンと、脳からの神経系が大きな役割を果たしている。体内で合成されたいろいろな物質を分泌する組織や器官を腺というが、その中でホルモンを出す腺を [2] という。ホルモンの量は間脳の [3] で作られる「分泌を刺激するホルモン」で厳密に調節されている。たとえば、[3] で作られる「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」は [4] に働き、甲状腺刺激ホルモンの分泌を促進する。この甲状腺刺激ホルモンは甲状腺に働き、[5] の分泌を促進する。血中の [5] 濃度が上昇すると [3] で作られる「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」と [4] で作られる^(ア)甲状腺刺激ホルモンの分泌が著しく影響を受ける。この結果、[5] の量の変化が一定に保たれる。この調節のしくみを [6] 調節という。

問 1 [1] ~ [6] に下の語句から最適なものを1つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------|-------------|--------------|
| 1 安定性, | 2 平衡性, | 3 恒常性, |
| 4 内分泌腺, | 5 外分泌腺, | 6 皮脂腺, |
| 7 大 脳, | 8 視 床, | 9 視床下部, |
| 10 延 髄, | 11 インスリン, | 12 バソプレシン, |
| 13 チロキシン, | 14 脳下垂体, | 15 ランゲルハンス島, |
| 16 甲状腺, | 17 副 腎, | 18 膵(すい)臓, |
| 19 コントロール, | 20 フィードバック, | 21 拮 抗, |
| 22 相 乗, | 23 相 加 | |

問 2 下線部(ア)では、どういう変化がおこるか。下の(1)~(6)の記述から1つ選んで番号で答えよ。

- (1) 「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」の分泌が増加し、甲状腺刺激ホルモンの分泌も増加する。
- (2) 「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」の分泌は不変で、甲状腺刺激ホルモンの分泌は増加する。
- (3) 「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」の分泌が減少し、甲状腺刺激ホルモンの分泌は増加する。
- (4) 「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」の分泌が増加し、甲状腺刺激ホルモンの分泌は減少する。
- (5) 「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」の分泌は不変で、甲状腺刺激ホルモンの分泌は減少する。
- (6) 「甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン」の分泌が減少し、甲状腺刺激ホルモンの分泌も減少する。

問 3 甲状腺から出るホルモンである の作用について述べよ。

II 神経は意識とは無関係に内臓の働きを調節している。この中枢はホルモンの場合と同様、間脳の に存在している。 神経は伝導速度の遅い 神経である。 神経は と に分けられ、お互いに拮抗的に器官の働きを調節している。たとえば、 の末端からは が出て心臓の拍動が増加する。心臓を支配する神経の末端と心臓のペースメーカー細胞(拍動をひき起こす細胞)の間にはすき間があり、この構造を という。

問 4 1 ~ 7 に下の語句から最適なものを1つ選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|------------|-------------|--------------|----------|
| 1 有 髄, | 2 無 髄, | 3 脊 髄, | 4 脳, |
| 5 自 律, | 6 知 覚, | 7 大 脳, | 8 小 脳, |
| 9 視床下部, | 10 延 髄, | 11 運動神経, | 12 知覚神経, |
| 13 交感神経, | 14 副交感神経, | 15 ノルアドレナリン, | |
| 16 アドレナリン, | 17 アセチルコリン, | 18 受容体, | |
| 19 酵 素, | 20 神経終末, | 21 軸 索, | 22 シナプス |

問 5 1921年にレーウィが2つの心臓を用いて神経と器官の間について実験した。次の文を読み、(1)~(4)に答えよ。

2匹のカエルの心臓を取り出し、その一方の心臓Aには心臓を支配する神経をつけておいた。心臓AとBに図のように生理的塩類溶液を流すと、それぞれ自律的に拍動し続けた。心臓Aの支配神経に電気刺激を与えると心臓の拍動記録に変化が生じた。

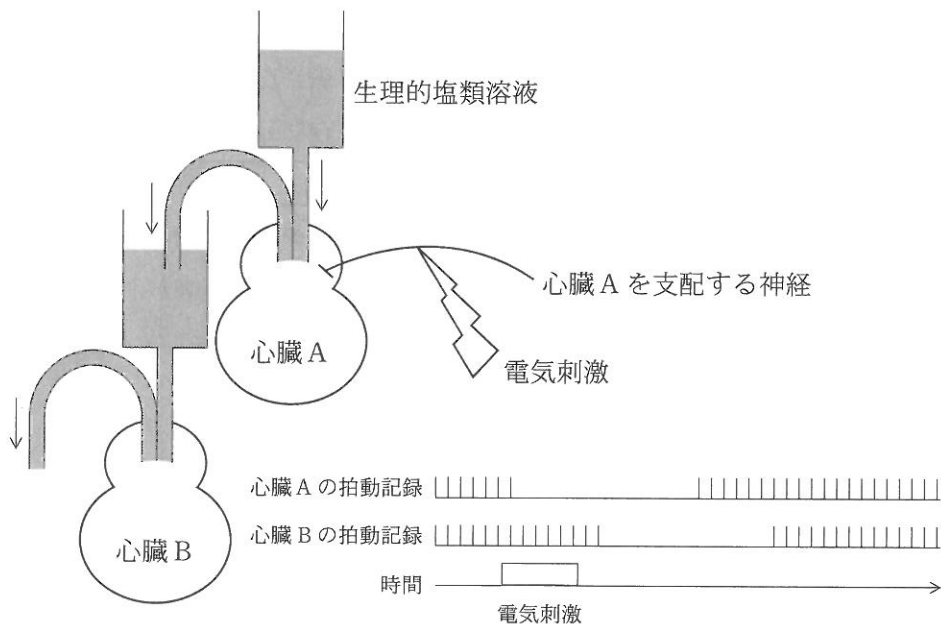


図 1

- (1) 心臓 A を支配するこの神経は何か。
- (2) 心臓 A を支配する神経を電気刺激すると、心臓 B に何がおこったか答えよ。
- (3) この神経と心臓の間で情報がどのように伝達されるか答えよ。
- (4) 生理的塩類溶液の名称を答えよ。

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

植物の光合成は葉緑体とよばれる細胞小器官で行われる。光合成の反応は、光エネルギーを利用してATPや還元型補酵素($X \cdot 2 [H]$)を合成する過程と、ATPや還元型補酵素($X \cdot 2 [H]$)を利用して CO_2 から有機物を合成する過程の2つに分けられる。

問 1 以下は下線部(ア)に関する文章である。空欄に入る適切な語句を語群の中から選び、文章を完成させよ。

葉緑体の [1] 膜には [2] と [3] という2種類の光化学反応系が存在する。このうち [2] では [4] が光エネルギーを吸収して活性型 [4] となり、その過程で [5] が分解されて酸素、電子、 [6] イオンが生じる。 [2] と [3] の間には電子伝達系が存在し、 [5] の分解によって生じた電子が電子伝達系を流れる間に、 [6] イオンが [7] から [1] 内部に運ばれ、 [6] イオンの濃度勾配が形成される。 [6] イオンは濃度勾配に従って [1] 膜にある [8] を通って [1] の内部から [7] 側へと移動する。この時、 [8] によってADPとリン酸からATPが合成される。電子伝達系を流れる電子は、 [3] で吸収された光エネルギーの働きによって、最終的に [6] イオンや補酵素(X)と結合して還元型補酵素($X \cdot 2 [H]$)を生じる。

<語群>

水素、水、二酸化炭素、窒素、酸素、水酸化物、ストロマ、クリステ、マトリックス、チラコイド、クロロフィル、キサントフィル、フィコシアニン、デンプン、グルタミン、クエン酸、光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱ、ヒル反応、ATP合成酵素、脱リン酸化酵素、カタラーゼ

問 2 図 1 は下線部(イ)に関わる反応を示したものである。この反応の名称を答えよ。

問 3 植物にさまざまな条件のもとで光合成を行わせ、図 1 に示した反応の中間生成物であるホスホグリセリン酸とリブローズビスリン酸の増減を観察した。図 2 はホスホグリセリン酸(実線)およびリブローズビスリン酸(点線)の変動を示している。図 1 と図 2 をもとに以下の問いに答えよ。

(1) 図 2 の A において、ホスホグリセリン酸が増加する一方でリブローズビスリン酸が減少するのはなぜか。その理由を説明せよ。

(2) 図 2 の B において、リブローズビスリン酸が増加する一方でホスホグリセリン酸が減少するのはなぜか。その理由を説明せよ。

問 4 葉緑体の断面の模式図を描きたい。解答用紙にある作成途中の図に適切な構造を書き加えて模式図を完成させよ。また、完成した模式図の中に、下線部(ア)が行われる場所を実線の矢印(→)で、下線部(イ)が行われる場所を点線の矢印(----→)でそれぞれ示せ。

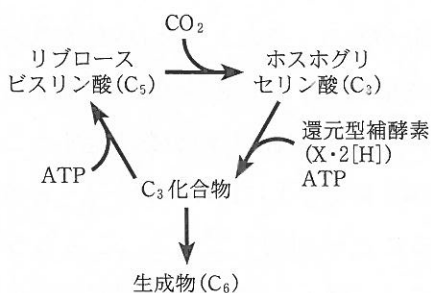


図 1

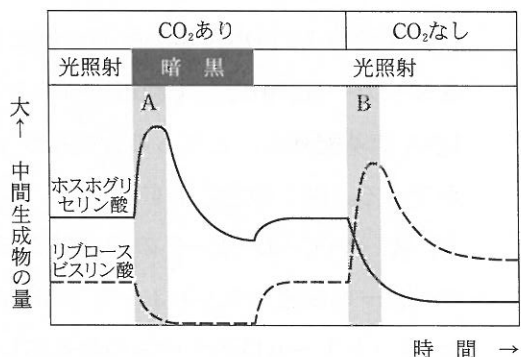


図 2

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ほ乳類であるラットでは、常染色体上のすべての遺伝子座において、同一の対立遺伝子をもっている近交系(純系)ラットをつくりだすことができる。近交系ラットを利用することで、さまざまな形質の原因となる遺伝子の解析ができる。

ある近交系ラット(S)では、肝臓への銅の異常な蓄積が雌雄の区別なくみられる。また、Sの毛色は黒色であった。このような銅の異常蓄積をひきおこす病気の遺伝子^(注)を解析するため、Sの雄を、銅異常蓄積がみられない別の白色の近交系ラット(W)の雌と交配した。すると、得られた雑種第一代(F₁)の個体のすべてで銅異常蓄積は認められず、毛色は黒色であった。この結果より、Sでみられる銅異常蓄積は 形質であることがわかった。また、毛色を決める遺伝子^(注)について、Sは黒色にする 遺伝子をもっていることが判明した。さらに、そのF₁ どうしを交配すると、得られた雑種第二代(F₂)^(ア)には、銅異常蓄積で黒色のもの、銅異常蓄積で白色のもの、正常で黒色のものおよび正常で白色のものという4つのタイプが : : : の比率であらわれた。この結果から、銅異常蓄積をひきおこす遺伝子と毛色を決定する遺伝子は しており、その2つの遺伝子の間の組換え価は20%^(イ)であることがわかった。

表1は、そのF₂で得られたデータの一部(ラット1~6)であり、縦1列が1匹の個体に対応している。前述の実験で用いた2つの近交系ラット(SとW)の間で染色体上のDNA塩基配列が異なる部分がある。そのようなDNA塩基配列をマーカー(目印)として利用することで、常染色体上の特定部位における一對のDNA塩基配列が、どちらの近交系ラットから伝えられたものかを決定することができる。図1の左に示すように、ラット第9染色体上にはマーカーA~Fがあり、A—B—C—D—E—Fの順に並んでいることが判明している。このようなマーカーの伝達をラット1~6で調べたところ、図1に示すような結果が得られた(ラット1~6は表1のものに対応している)。図1のラット1~6の染色体では、黒で示す染色体部位がSに由来し、白で示す染色体部位がWに由来していることを示している。このような結果から、銅異常蓄積をひきおこす遺伝子と毛色を決定する遺伝子のラット第9染色体上での位置を決めることができる。

(注)銅異常蓄積をひきおこす遺伝子と毛色を決定する遺伝子は、それぞれが単一であり、ともにラット第9染色体上にあることがわかっている。

表 1

ラット番号	1	2	3	4	5	6
性別	雄	雌	雌	雄	雌	雄
銅蓄積	異常	正常	異常	異常	正常	正常
毛色	黒	黒	白	黒	黒	白

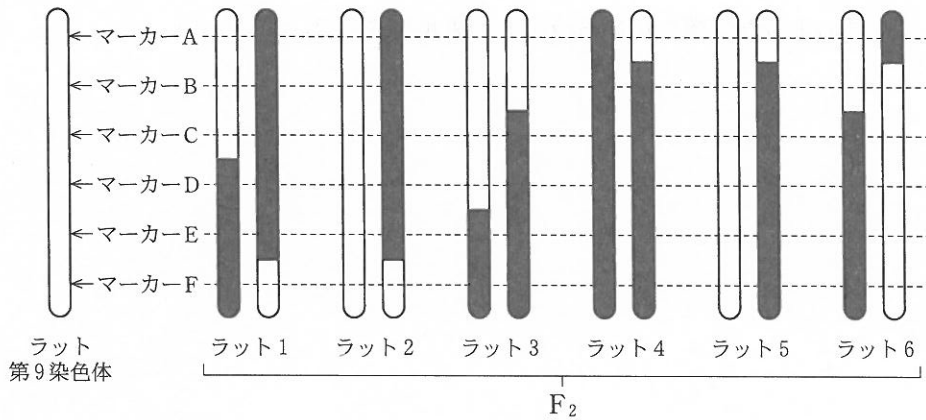


図 1

問 1 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 文章中の ～ に適切な数値を入れよ。

問 3 下線部(ア)の F_2 どうしを無作為にいろいろな組み合わせで交配した場合に、得られた子の中で銅異常蓄積を示すものと示さないものの比率はどうなるか推定せよ。

問 4 下線部(ア)の F_2 において、銅異常蓄積が認められないものどうしを無作為に交配した場合に、得られた子の中で銅異常蓄積を示すものと示さないものの比率はどうか推定せよ。

問 5 表 1 および図 1 に基づくと、銅異常蓄積をひきおこす遺伝子と毛色を決定する遺伝子の染色体上の位置は、それぞれマーカー A~F のどれに最も近いと予想されるか答えよ。また、銅異常蓄積をひきおこす遺伝子を例にし、そのように予想した理由を述べよ。

問 6 下線部(イ)について、組換え価は F_1 を検定交雑することでも調べられる。このような交雑に用いるラットの表現型を答えよ。

この図は、ある物質の溶解度と温度との関係を示している。横軸は温度（℃）、縦軸は溶解度（g/100g）を示している。溶解度は温度の上昇とともに増加している。また、溶解度は温度が下がると減少している。この物質は、温度が下がると結晶化する性質を持っている。

この図は、ある物質の溶解度と温度との関係を示している。横軸は温度（℃）、縦軸は溶解度（g/100g）を示している。溶解度は温度の上昇とともに増加している。また、溶解度は温度が下がると減少している。この物質は、温度が下がると結晶化する性質を持っている。



4—①は次ページ

注意 問題④には、④―①と④―②が出題されている。④―①は、「生物の分類と進化」から、④―②は、「生物の集団」からの出題である。いずれか一つを選択し、解答すること。④―①と④―②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

④―① 生物の分類と進化に関する以下の文章Ⅰ、Ⅱを読み、各問いに答えよ。

Ⅰ 秋の里山に出かけて、のシイタケ、シダ植物のワラビ、のゼニゴケ、地衣類のウメノキゴケ、被子植物のを採集して持ち帰り、それぞれについて観察した。

持ち帰ったシイタケの形状は、食品売り場で見られる形と同じだった。ワラビは、胞子体とよばれる部分であることがわかった。ゼニゴケは葉状体から傘(かさ)のような形状のものが突き出ている状態だった。については、花の部分を一般的な被子植物の花の模式図(図1)と比較した。花の構造は、①で示される, ②で示される花弁、③とそれを支える④から形成されるおしべ(雄ずい)、⑤と⑥と⑦から構成されるからなり、⑧の内部には⑨が存在することがわかった。ウメノキゴケは、木の樹皮にへばりついているものを採集した。地衣類とは、との共生体であり、は、自らが行うによって得た栄養分をに与え、逆にからは、生活の場を与えてもらっている。

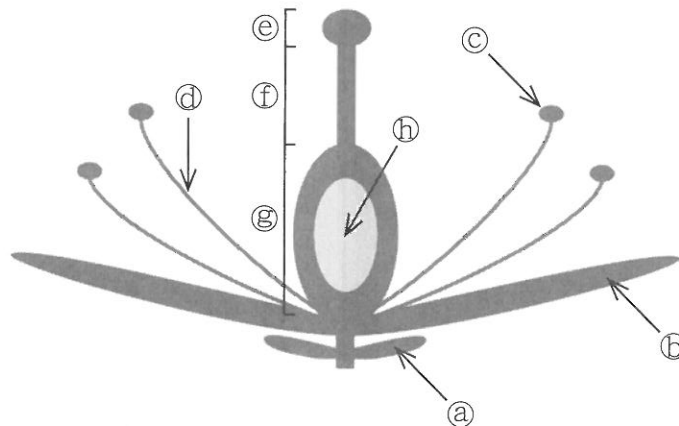


図1

問 1 文中の ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 採集したシイタケを横から見た図を描き、胞子ができる場所を矢印で示せ。

問 3 に入る植物としては、次のうちのどれが適当か答えよ。

ウメ、ユキツバキ、カタクリ、リンドウ、アカマツ

問 4 シダ植物の前葉体は被子植物の何に相当するか。名称を述べ、図 1 のどこに存在するかを①～⑥から選べ。

問 5 ゼニゴケの葉状体から出ている傘のようなものは何か答えよ。

II 地球上に生命が誕生したのは約 40 億年前といわれている。その後、生物は^(ア)進化を続け、現在のように種は多様化している。生物の遺伝情報は DNA の塩基配列である。進化の要因の 1 つに突然変異^(イ)があげられる。突然変異によって引き起こされる形質の変化が生存に有利であれば、その遺伝子は子孫に引き継がれる可能性が高くなる。また、自然選択に関して有利でも不利でもない中立突然変異も、生物の中に蓄積していく。DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化には、この中立突然変異が多いと考えられている。そのため最近では、突然変異の起きる頻度が一定であると仮定して、異なる生物の同じ遺伝子を比較することにより、それぞれの種の分岐時期を推定することが可能となっている。

問 6 下線部(ア)について、以下の生物①～④を出現した順に並べよ。

- ① 酸素を利用してエネルギーを得る好気性細菌
- ② ミトコンドリアをもつ真核生物
- ③ 光のエネルギーを利用して ATP を合成する光合成細菌
- ④ まわりに存在する有機物を分解して ATP を合成する嫌気性従属栄養細菌

問 7 下線部(イ)について、突然変異には遺伝子突然変異のほかに染色体の構造や数が変化する染色体突然変異が知られている。染色体突然変異にはどのようなものがあるか、1つあげてその名称と内容を説明せよ。

問 8 5種類の動物(ア)~(オ)について、それらの系統関係を調べるために、それぞれの組織の一部をすりつぶしてDNAを抽出し、ある遺伝子Zからできるタンパク質のアミノ酸配列を調べた。ヒトのアミノ酸配列と比べてそれぞれの動物のアミノ酸が何個異なるかを調べたところ、表1のようになった。このタンパク質のアミノ酸1個が別のアミノ酸に置換されるような遺伝子の変異は、約700万年に1回起こることがわかっている。古生代石炭紀(2.9~3.6億年前)にヒトとの共通祖先から分岐したと考えられるものはどれか。

表 1

動物種	異なるアミノ酸の数
(ア)	10
(イ)	132
(ウ)	77
(エ)	34
(オ)	92

4-②は次ページ

4—② 生物の集団に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

生物群集とそれを取りまく非生物的環境は互いに密接に関係しており、両者をひとつのまとまりとしてとらえたものを生態系とよぶ。生態系を構成する生物群集は、生産者、消費者および分解者の3つのグループに分けることができる。生産者は光合成等により [1] から [2] をつくりだし、消費者は生産者がつくった [2] を直接または間接に利用する。また、分解者は生産者や消費者の遺体や排出物を、生産者が再び利用できる [1] に分解する。これらの捕食・被食の関係は直線的ではなく、複雑な網目状になっており、 [3] とよばれている。

生態系に流れ込む太陽の [4] エネルギーの一部は、生産者によって [2] の中に [5] エネルギーとして蓄えられる。この [5] エネルギーは [3] にしたがって消費者に移り、生命活動に利用される。分解者も、遺体や排出物中の [5] エネルギーを利用する。これらの全過程で利用された [5] エネルギーは、各栄養段階において代謝にともなう [6] エネルギーとなる。

人間は、他の消費者とは異なり、食物として摂取する [5] エネルギーに加えて、膨大な量の [5] エネルギーを生活のために消費している。そのおもなエネルギー源となるのが、石油や石炭などの [7] である。 [7] の大量消費により、大気中の [8] の濃度は上昇を続けている。

問 1 文章中の [1] ～ [8] に適切な語句を入れよ。

問 2 ある森林において、生産者の 10 年間の物質収支を調査したところ、1 年あたりの平均値は次のようになった。以下の問いに答えよ。

総生産量	2832
純生産量	1284
枯死量	1071
被食量	212

単位：乾物重量 $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$

- (1) この森林の成長に関する特徴を述べよ。
- (2) そのような特徴を示す森林は遷移のどの段階にあるか答えよ。

問 3 海は地球表面の約 70 % を占めるが、海で行われる物質生産の量は地球全体の約 3 分の 1 に過ぎない。この理由として考えられることを述べよ。

問 4 浅い実験池における各栄養段階の純生産量を調査したところ、次のような値が得られた。一次消費者のエネルギー効率(%)を求めよ。

植物プランクトン	250
動物プランクトン	22.5
魚 類	3.6

単位：乾物重量 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{日}$

問 5 生態系における物質の流れとエネルギーの流れについて、違いを述べよ。

問 6 下線部に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 大気中における 8 などの温室効果ガスの濃度上昇により、地球温暖化が引き起こされるしくみを述べよ。
- (2) 地球温暖化により、生態系にどのような影響が及ぼされるか。予想されることを 1 つ述べよ。