

# 長崎大学

## 平成 27 年度 入学 試験 問題

### 理 科

	ページ
物 理.....	1～11
化 学.....	12～26
生 物.....	27～48
地 学.....	49～56

#### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

# 生 物

1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

特定の遺伝子を解析する場合、ゲノム DNA から目的の遺伝子を単離したり、増幅したりする必要がある。目的の塩基配列の DNA 鎖を短時間で大量に増幅させるには PCR 法が有効である。そこで、ある生物試料(サンプル)中の DNA をもとにして PCR 法の実験を行った。鋳型となる DNA を含むサンプル溶液、DNA の材料となる 4 種類のヌクレオチド、2 種類の短い 1 本鎖 DNA、DNA を複製させる酵素を混合した。それらの混合液を 95 °C、55 °C、72 °C に、その順で一定時間ずつさらし、その操作を一定の回数(サイクル数)繰り返して目的の配列の DNA を増幅させた。その後、寒天ゲルを用いた電気泳動法によって、目的の長さの DNA 鎖が増幅されたかどうかを確認した。なお、図 1 は PCR 法の原理を簡単に説明したものである。

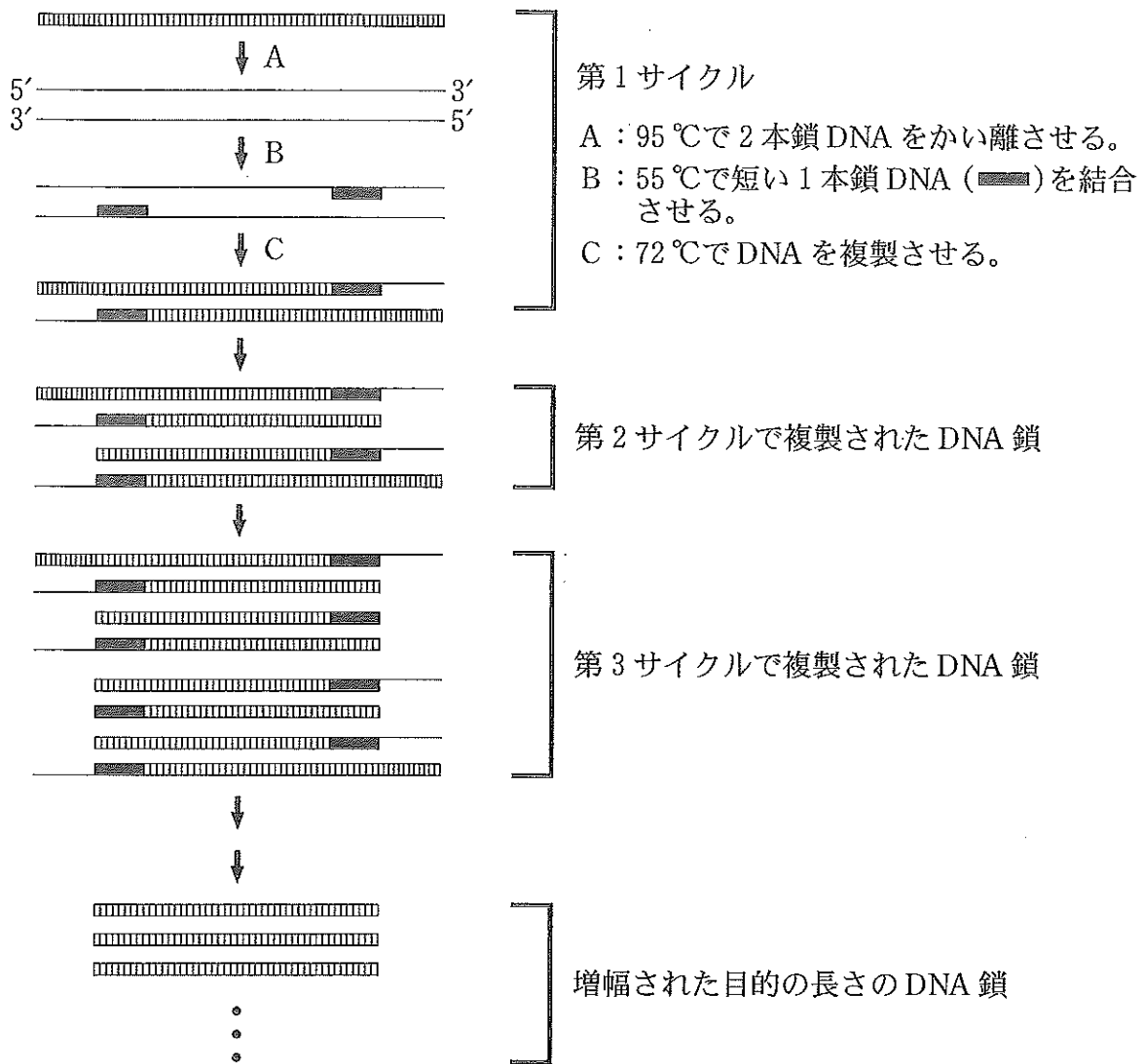


図1 PCR法の原理

問1 下線部①と②について、以下の問に答えよ。

(1) PCR法に用いられる①の名称を答えよ。

(2) ②の名称を答えよ。

問 2 次の配列をもつ 2 本鎖 DNA を PCR 法で増幅させたい。ただし、2 本鎖のうち一方の鎖の 5' 側からの配列のみを記してある。PCR 法を実行するためには、2 種類の短い 1 本鎖 DNA を、次の配列中に示した 2 ヶ所の 2 重下線部に対して、それぞれ設計する必要がある。その設計として正しいものを以下の(ア)~(カ)から 2 つ選び、記号で答えよ。

5'-AGCAATCTCTCGATCTCGGGACAGCTAGCTGGGTTTATCTTTCAATT  
GGATAGCTGAAATCTAGCTAGGGAGATCATGCTAGCTAGCTATTTTCGG  
GCCGGTAATGCTAGCTGATCGATTGATCGTTAGCTAGCTGGTTGGGCCG  
ATCGTAGGGTTCGCTATTCGATTCGATCCGCTCTTG-3'

- (ア) 5'-AGCAATCTCTCGATCTCG-3'
- (イ) 5'-CGATTCGATCCGCTCTTG-3'
- (ウ) 5'-CGAGATCGAGAGATTGCT-3'
- (エ) 5'-CAAGAGCGGATCGAATCG-3'
- (オ) 5'-TCGTTAGAGAGCTAGAGC-3'
- (カ) 5'-GCTAAGCTAGGCGAGAAC-3'

問 3 PCR 法における温度設定は、DNA 増幅の効率および正確性に大きく影響する要素である。上述のように 95 °C、55 °C、72 °C で PCR 法を行ったところ、目的の長さの DNA 鎖とともに、その他の異なる長さの DNA 鎖も増幅されていた。そこで、各温度の一部を変更して再度 PCR 法を行い、電気泳動法によって PCR 法終了後の DNA を確認した。

- (1) 95 °C を 85 °C に変更したところ、DNA はまったく増幅されなくなった。その理由を 35 字以内で述べよ。
- (2) 55 °C を 60 °C に変更したところ、目的の長さの DNA 鎖のみが効率よく増幅された。その理由を 35 字以内で述べよ。

問 4 2本鎖 DNA に結合する蛍光色素を混合して PCR 法を行うと、その光を検出する機器によって増幅中の DNA 量を時間を追って測定することができる。A, B, C の 3 種類のサンプル溶液を用いて、目的の DNA が正確かつ効率的に増幅されるように調整された PCR 法を同時並行で実行した。その増幅中の DNA 量を経時的に測定した結果を図 2 に示す。A, B, C のサンプル溶液には、同一生物種由来の DNA が異なる濃度で入っているが、それ以外の条件はすべて同一である。また、この調整された PCR 法では、1 サイクルで DNA 量が 2 倍になることを確認している。

- (1) PCR 法の実行前に A に含まれていた目的の配列をもつ DNA の濃度は、B におけるその濃度の何倍であったかを記せ。
- (2) PCR 法の実行前に C に含まれていた目的の配列をもつ DNA の濃度は、A におけるその濃度の何倍であったかを記せ。

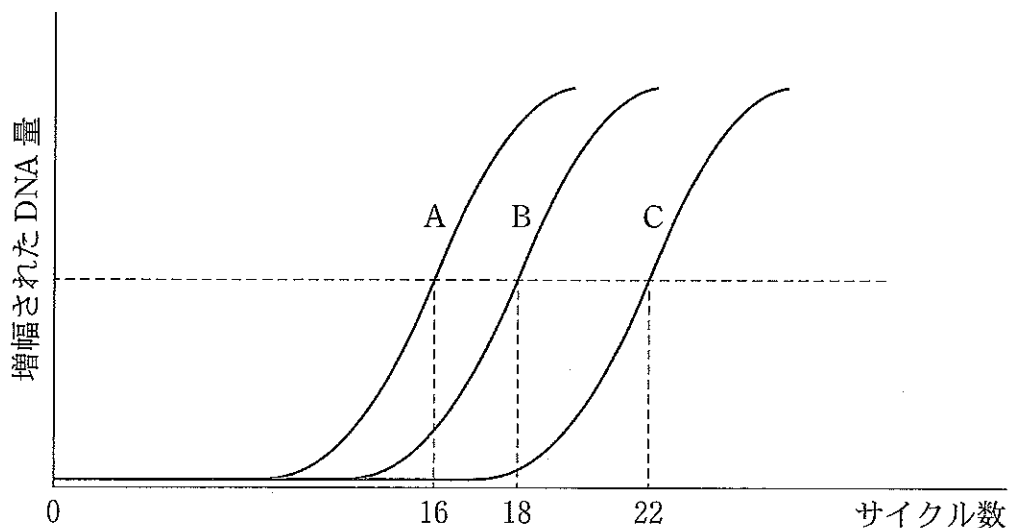


図 2 一定の DNA 量に達したときのサイクル数を A, B, C のそれぞれについて示す。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

脊椎動物の中樞神経系は、と脊髄からなり、多数の神経細胞から構成されている。神経細胞はシナプスを介して複雑なネットワークを形成し、多くの情報を統合し、<sup>①</sup>どのような外界の刺激かを判断し、どのように行動するのかを決定する。情報を処理する中枢であり、高度な精神活動をつかさどっている大脳においては、ヒトの場合には特に新皮質と呼ばれる部分が発達している。この新皮質は、感覚野や運動野のほかに、<sup>②</sup>思考、意思、認知、判断などに関連したなどからなる。

間脳はとからなる。は多くの感覚情報の中継の場であり、は自律神経系の中樞として、体温、水分、血糖値、血圧などを調節している。は姿勢を保つ中枢で、眼球運動、瞳孔の大きさなどを調節する。は運動を調節する中枢で、体の平衡を保つ上で重要な働きをもつ。そしては呼吸運動、心臓の拍動を調節する中枢である。また、脊髄は体の各部ととを連結しており、<sup>③</sup>脊髄反射の中樞でもある。

問1 文章中の～にあてはまる語句を記せ。

問2 下線部①について、以下の問に答えよ。

(1) 下記の文章のとにあてはまる語句を記せ。

神経終末に興奮が伝わると、その中のに蓄えられた各種のがシナプス間隙に放出される。情報を受け取る側の細胞の細胞膜上にある受容体にが結合することで、情報が伝達される。

(2) 情報を受け取る側の細胞に情報が伝わった後、伝達をすみやかに終了させるための仕組みを簡潔に記せ。

問 3 下線部②について、以下の間に答えよ。

(1) 下線部②を主に構成するのはどれか、次の(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ミエリン
- (イ) 髄 鞘
- (ウ) 神経細胞体
- (エ) 神経繊維

(2) 下線部②の肉眼的な特徴を示す語句を、次の(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 明 帯
- (イ) 暗 帯
- (ウ) 白 質
- (エ) 灰白質

問 4 下線部③について、以下の間に答えよ。

(1) 脊髓反射であるものを、次の(ア)~(ウ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 目の前にボールが飛んでくると、目をつぶる。
- (イ) 指先に熱いものが触れると、思わず手を引っ込める。
- (ウ) ひざ頭の下2 cm程度の部位を軽くたたくと、ひざから下の足がはねあがる。

(2) 刺激を受容して、反射によって反応が引き起こされるまでの興奮の伝わる神経の経路を何とというか記せ。

問 5 次の文章(ア)~(エ)と図1(A)~(D)は、霊長類、鳥類、両生類、魚類のいずれかの脳のそれぞれの特徴について示したものである。鳥類および両生類の脳を説明する上で最も適切なものを、文章(ア)~(エ)ならびに図1(A)~(D)の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- (ア) 新皮質がほとんど発達しておらず、大脳は古皮質および原皮質(旧皮質)からなる。体の姿勢を保つ部位の割合が大きい。また体の平衡を保つ部位の占める割合も大きい。
- (イ) 新皮質がほとんど発達しておらず、大脳は古皮質および原皮質(旧皮質)からなる。体の姿勢を保つ部位に比べて、平衡を保つ部位はあまり発達していない。
- (ウ) 視覚の情報を処理する部位が比較的発達している。体の姿勢を保つ部位と、体の平衡を保つ部位が発達している。
- (エ) 大脳の中でも、新皮質が特に発達している。

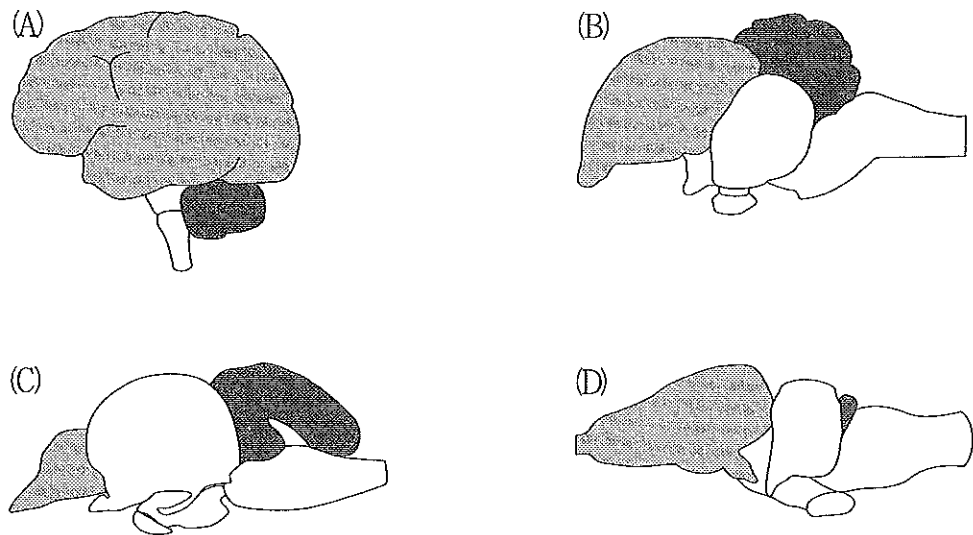




図1 さまざまな脊椎動物の脳の模式図。動物間で脳の部位ごとの大きさの割合を比較できるように、それぞれの脳全体の大きさがほぼ同じになるように図の倍率を調整してある。また、部分と部分はそれぞれ同じ脳の部位であることを示している。



3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ヒトの腎臓は腹部の背側に左右1対あり、 (腎単位)と呼ばれる構造が1個あたり100万個ほどある。 は基本的な構造単位で、 と腎細管(細尿管)からなる。 は、毛細血管が糸球体のようにからまった糸球体をボーマンのうという袋が包みこむような構造になっており、ボーマンのうから続く腎細管は糸球体から続く毛細血管に取り巻かれている。このボーマンのうにこし出された液体は原尿と呼ばれる。赤血球、白血球などの血球や のような比較的大きな分子は、血管の壁を通り抜けられず、毛細血管内に残るため、原尿には含まれない。原尿に含まれる大部分の成分は、腎細管とそれに続く を通る間に、その壁を通して隣り合う毛細血管に再吸収されて血液に戻る。このとき、健康なヒトでは通常、水や無機塩類はそれぞれの大部分が再吸収され、<sup>①</sup>グルコース(糖)はそのほぼすべてが再吸収される。一方で、尿素などの老廃物はあまり再吸収されない。<sup>②</sup>このようにして、ろ過の後に再吸収されなかった成分が尿となる。

問1 文章中の ～ にあてはまる語句を記せ。

問2 腎機能を調べるために、ヒトの静脈にイヌリンを注射してから一定時間が経過した後、血しょう、原尿および尿におけるイヌリンとその他の3成分の濃度を測定したところ、表1のようになった。イヌリンは植物が作る多糖類の一種で、血しょう中のタンパク質と結合しない、糸球体からボーマンのうへ自由に透過するがその後は再吸収されない、生物学的活性がないなどの特徴があり、糸球体ろ過量の測定に使用される。また、尿は1分間に1 mL生成されるものとする。以下の問に答えよ。

表1

成分	血しょう(質量%)	原尿(質量%)	尿(質量%)
イヌリン	0.1	0.1	12.5
成分A	7～9	0	0
成分B	0.3	0.3	0.35
成分C	0.03	0.03	2

- (1) 1分間あたりにこし出された血しょうの量(mL)を記せ。
- (2) ナトリウムイオンは成分A, 成分B, 成分Cのうちどれか。記号で答えよ。また, 血しょう中のナトリウムイオンのうち, 何パーセント(%)が再吸収されたか。四捨五入して小数第1位まで記せ。

問 3 下線部①について, 以下の問に答えよ。

- (1) 腎臓での水分量調節に直接働くホルモンの名称を1つ記せ。
- (2) (1)で答えたホルモンは体内のどこから分泌されるかを記せ。
- (3) (1)で答えたホルモンの働きとその分泌量が増したときの尿量の変化を25字以内で述べよ。

問 4 下線部②について, 以下の問に答えよ。

- (1) 糖尿病で尿中にグルコースが排出される原因とその仕組みについて45字以内で述べよ。
- (2) 下記の文章中の  ~  にあてはまる語句を記せ。

糖尿病は, すい臓の  にあるB細胞から分泌される  の分泌量が不足したり,  に対して標的細胞が反応しにくくなることによって起こる病気である。  は, グルコースの細胞内への取り込みや消費(分解)を促進するとともに, 肝臓でグルコースから  への合成を促進する働きがある。

4 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

光合成を行う生物の葉緑体には様々な色素が含まれ、色素ごとに特定の波長(色)の光を吸収して、光エネルギーを化学エネルギーへと変換する。これまでの研究から、植物に含まれる緑色と青緑色の光合成色素の量は、色素に作用する変換酵素の働きによって調節されることがわかっている。また、水中に生息する①海藻は、この変換酵素の作用だけでなく海藻に特有の色素を合成することで、水中での光合成効率を高めていることも明らかにされている。光合成色素のうち、一定量の緑色、青緑色、赤色の色素が吸収する光の色と、それぞれの光の吸収の度合い(吸光度)を表1に示した。緑色素は主に紫色光と赤色光を吸収し、青緑色素は主に青緑色光と橙色光を吸収する。どちらの色素も黄緑色光はほとんど吸収しないが、赤色素は、青緑色光と黄緑色光の両方をよく吸収する。

表1 光合成色素が吸収する光の色と、それぞれの吸光度

吸収される光の色 光合成色素	紫	青緑	黄緑	橙	赤
緑	1.05	0.01	0.01	0.05	0.95
青緑	0.02	1.19	0.01	0.81	0.01
赤	0.01	0.70	1.30	0.03	0.01

問 1 下線部①の変換酵素が緑色素に作用すると、色素分子の構造が変化し、緑色素は青緑色素へと変換される。ただし、増加した青緑色素により変換酵素の作用は弱められるので、緑色素と青緑色素の葉緑体内での比率は一定に保たれる。

(1) 変換酵素が作用することで、光の吸収特性はどのように変化するか。30字以内で述べよ。

(2) 変換酵素と色素との間で認められる相互調節は、動物の生理代謝においても多くみられる仕組みである。変換酵素—青緑色素の関係と同様の相互調節の関係が成り立つものを、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) ナトリウムイオンチャンネル—細胞外ナトリウムイオン

(イ) ヘモグロビン—酸素

(ウ) 副甲状腺ホルモン(パラトルモン)—血中カルシウム

(エ) トリプシン—塩酸

問 2 水中では水深と共に光の強さ(照度)が減少してだけでなく、光の色によって水中を透過する割合が違うため、水中でのそれぞれの光の色の照度に大きな差が生まれる。水面に照射されるそれぞれの光の色の照度を 100 % としたときの、ある水域の水深に応じた光の色の相対照度を図 1 に示した。

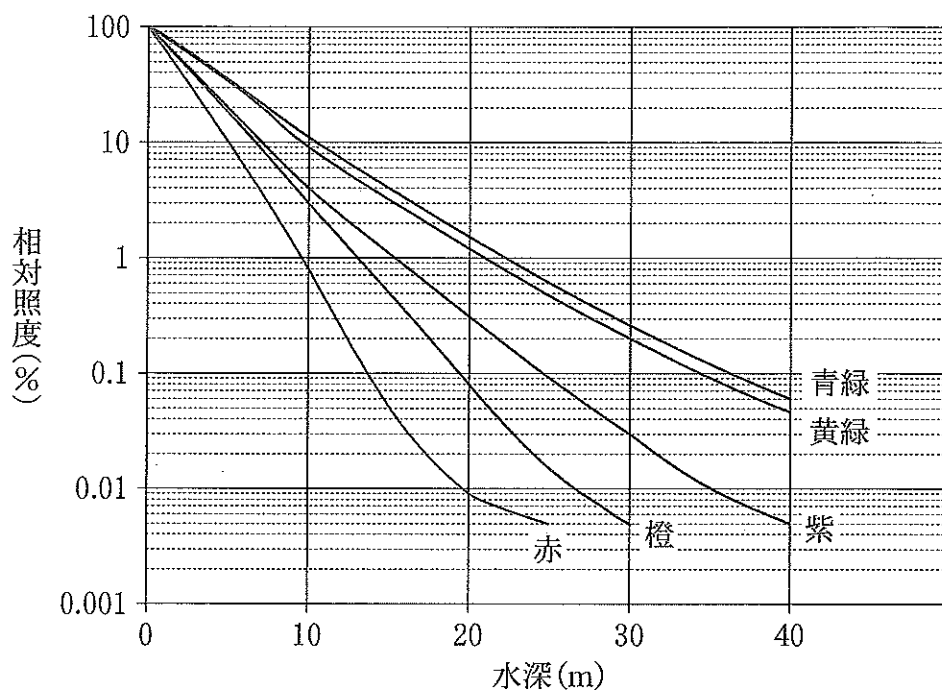


図 1 水深に応じた相対照度(水面での照度に対する割合)

(1) 緑色と青緑色の光合成色素による吸光度が表 1 の結果であるとき、水深 10 m の水中で、一定量の緑色素と青緑色素が吸収する光の量の比(緑色素 : 青緑色素)に最も近いものを次の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、水面で計測した各光の色の照度は等しいものとする。

(ア) 1 : 1    (イ) 1 : 2    (ウ) 1 : 3    (エ) 2 : 1    (オ) 3 : 1

(2) 海藻は水深に応じて異なる種が生息する。赤色の色素をもつ紅藻と、緑色と青緑色の色素を多く含む緑藻とでは、どちらが水深の深い場所での生息に有利かを答え、表 1 と図 1 を参考にしてその理由を 50 字以内で述べよ。

問 3 光合成は照度の他に、温度などの環境要因の影響を受ける。そこで、光の強さや温度の変化と光合成との関係を調べる実験を行った。水槽にある海藻を一定量栽培し、水温を変化させて、それぞれの水温における12時間の水中の二酸化炭素変化量を測定した。その際、ある水域の水深1 m, 5 m, 10 m, 15 mに相当する照度の光を当てると二酸化炭素は減少し、図2 Aに示す結果となった。また、同じ水槽を暗所に設置し、水温を変化させた際の二酸化炭素量の変化を図2 Bに示した。これらの実験結果は、海藻を栽培する前に測定した水中の二酸化炭素量に対する変化量を表している。

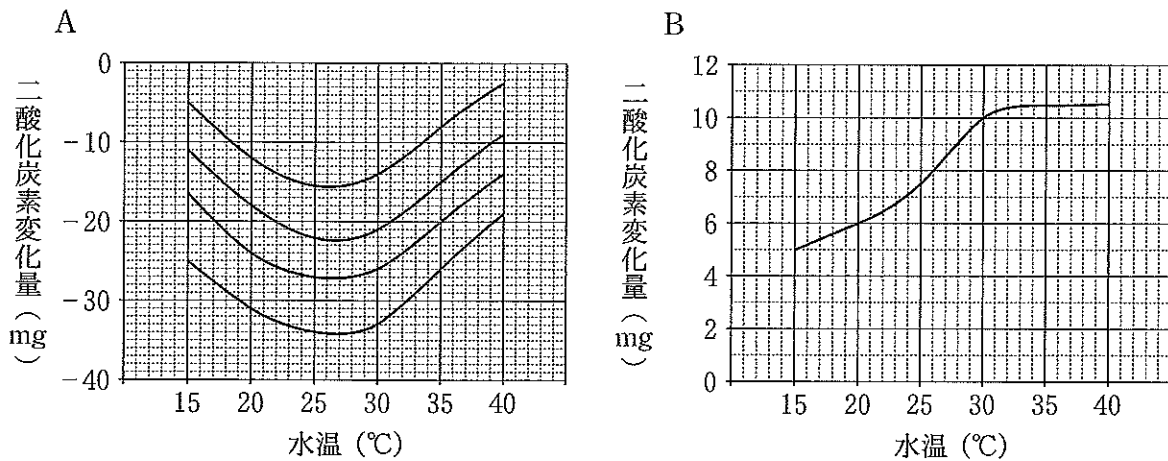


図2 A：水深1 m, 5 m, 10 m, 15 mに相当する照度での二酸化炭素変化量  
 (4本の曲線は、1 m, 5 m, 10 m, 15 mでの変化量のいずれかを示す。)  
 B：暗所での二酸化炭素変化量

(1) この海藻の光合成速度が最大となる水温は何°Cか。最も近いものを次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 25°C      (イ) 30°C      (ウ) 35°C      (エ) 40°C

- (2) 実際の水中では、水深に応じて水温は低下する。この水域における水温の実測値を図3に示した。水深5 mにおいて、12時間の光合成によりこの海藻が吸収する二酸化炭素の総量は何 mg か。整数で答えよ。

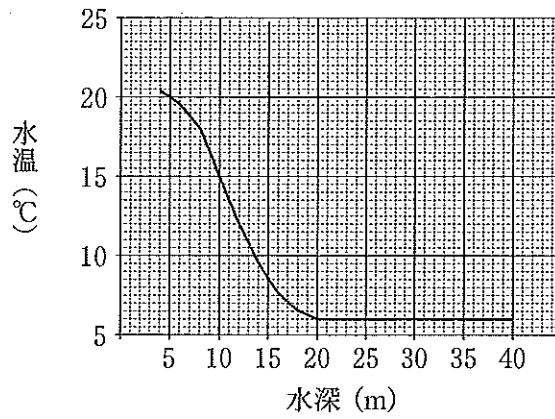


図3 水深と水温との関係

5 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

ヒトをはじめとする多くの動物では、母親と父親の一倍体の配偶子同士が受精した受精卵のみから個体が発生する。したがって、すべての個体が母親由来と父親由来の染色体を1セットずつもつ二倍体である。しかし、アリやハチなどの社会性昆虫では、受精卵からだけでなく未受精卵からも個体が発生するので、一倍体の個体も存在する。受精卵と未受精卵のどちらから発生するかによって雌雄が決まり、受精卵から発生する二倍体の個体が雌で、未受精卵から発生する一倍体の個体が雄である。このような遺伝システムは単数倍数性と呼ばれている。

アリでは、雌の羽アリと雄の羽アリが交尾をし、貯精のうという器官に雄の精子を貯めた雌が巣を作って女王アリになる。女王アリは、卵と貯精のうの精子から働きアリとなる不妊の雌を産み、巣を成長させていく。女王アリが自分の子を産むことに専念する一方で、働きアリは他の働きアリ(姉妹)の世話や巣の防衛などに専念する。巣が十分に成長すると、女王アリは働きアリだけでなく雌雄の羽アリ(次世代)を産むようになる。そして、羽アリはたくさんの巣から一斉に飛び立って交尾をし、新たな巣(新たな集団)を作る。単数倍数性生物では二倍体生物よりも姉妹間の遺伝子の共有度合(血縁度)が高いので、このような女王アリと姉妹の世話に専念する不妊の働きアリを中心とした社会性が発達したと考えられている。



問 1 下線部に関連する次の文章中の  ~  に入る適切な数値を記せ。

通常の二倍体生物では、娘は母親と父親の遺伝子セットのそれぞれ半分を引きつぐるので、娘の遺伝子セットの半分(0.5)は確実に(確率1で)母親由来である。この場合、母娘間での遺伝子の共有度合(血縁度)は、 $0.5 \times 1 = 0.5$ と計算される。姉妹間では、姉妹の遺伝子セットのそれぞれ半分(0.5)が母親由来であり、姉が引きついだ母親の遺伝子は確率0.5で妹にも引きつがれている。父親由来に関しても同様であるので、姉妹間の血縁度は母親由来と父親由来とを合わせて、 $(0.5 \times 0.5) + (0.5 \times 0.5) = 0.5$ となる。

アリのような単数倍数性生物では、母娘間の血縁度は  であるが、姉妹間の血縁度については、母親由来に関しては  となる一方、父親由来に関しては、父親が一倍体であることから  となる。したがって、姉妹間の血縁度は母親由来と父親由来とを合わせて  になる。このように、単数倍数性の生物においては姉妹間の血縁度が高く、姉妹を通じて自分の遺伝子をより多く残しやすいため、姉妹の世話をする行動が発達したと考えられている。

問 2 あるアリでは、遺伝子座 I によって頭部の色が決まり、遺伝子座 II によって腹部の色が決まる。遺伝子座 I と II は同じ染色体上にあり、遺伝子座 I の対立遺伝子 A (表現型：黒色) は a (表現型：赤色) に対して優性で、遺伝子座 II の対立遺伝子 B (表現型：黒色) は b (表現型：赤色) に対して優性であることがわかっている。また、遺伝子座 I と II の間にはある一定の頻度で組換えが起こることもわかっている。

このアリの女王アリ  $Q_1$  (遺伝子型 AABB) と雄の羽アリ  $M_1$  (遺伝子型 ab) から生まれた雌の羽アリ (女王アリ  $Q_2$ ) が、別の巣で生まれた雄の羽アリ  $M_2$  (遺伝子型 aB) と交尾をして作った巣があるとする。この巣で生まれた羽アリ 100 頭を無作為に捕獲したとき、表 1 のような表現型の割合になった。さらに調べたところ、雌雄の羽アリそれぞれについての表現型の割合は、女王アリの配偶子の分離比の理論値 (期待値) と完全に一致していた。

表 1

		腹部の色	
		黒	赤
頭部の色	黒	47 頭	3 頭
	赤	38 頭	12 頭

- (1) 100 頭の羽アリのうちの雄の頭数を  $x$  とし、遺伝子座 I と II の間の組換え価 (%) を  $y$  とする。このとき、雄の頭部と腹部の色の各組み合わせの頭数 (期待値) は  $x$  と  $y$  によってどのように表されるか、4 通りの組み合わせすべてについて解答欄の表に記せ。
- (2) (1) の雄の頭数  $x$  と組換え価  $y$  を求めよ。

問 3 あるアリが多くの巣を含む十分に大きな集団を形成している。このアリの遺伝子座Ⅲには、突然変異が起こらず、遺伝子型による繁殖上および生存上の有利不利もない。遺伝子座Ⅲの対立遺伝子 C と c の遺伝子頻度は、この集団の女王アリでそれぞれ  $r_0$  と  $s_0$  ( $r_0 + s_0 = 1$ )、女王アリと交尾をした雄の羽アリでそれぞれ  $r'_0$  と  $s'_0$  ( $r'_0 + s'_0 = 1$ ) である。集団外からの個体の移入や集団外への個体の移出がなく、雌雄の羽アリ同士は、遺伝子座Ⅲの遺伝子型によらず完全に任意に交尾を行い、1頭の雌は1頭の雄とだけ、1頭の雄は1頭の雌とだけ交尾をするものとする。

(1) この集団の女王アリと、女王アリと交尾をした雄の羽アリを合わせた全体での対立遺伝子 C と c の遺伝子頻度をそれぞれ  $R_0$  と  $S_0$  ( $R_0 + S_0 = 1$ ) とする。このとき、 $R_0$  と  $S_0$  は既知の遺伝子頻度 ( $r_0, s_0, r'_0, s'_0$ ) によってそれぞれどのように表されるか、記せ。

(2) この集団内の十分に成長した巣から雌雄の羽アリ (次世代) が生まれた。これらの羽アリのうちの雌の対立遺伝子 C と c の遺伝子頻度をそれぞれ  $r_1$  と  $s_1$  ( $r_1 + s_1 = 1$ )、雄の対立遺伝子 C と c の遺伝子頻度をそれぞれ  $r'_1$  と  $s'_1$  ( $r'_1 + s'_1 = 1$ ) とする。このとき、 $r_1, s_1, r'_1$ 、および  $s'_1$  は既知の遺伝子頻度 ( $r_0, s_0, r'_0, s'_0$ ) によってそれぞれどのように表されるか、記せ。

(3) (2)の羽アリ同士が交尾をし、交尾に成功した雌雄の羽アリ全体での対立遺伝子 C と c の遺伝子頻度をそれぞれ  $R_1$  と  $S_1$  ( $R_1 + S_1 = 1$ ) とする。このとき、 $R_1$  と  $S_1$  は既知の遺伝子頻度 ( $r_0, s_0, r'_0, s'_0$ ) によってそれぞれどのように表されるか、記せ。ただし、(2)の羽アリの数は十分に多く、交尾に成功した羽アリと成功しなかった羽アリの間で対立遺伝子 C と c の遺伝子頻度に差はないものとする。

6 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

地質学的に見て長い歴史を有する琵琶湖には、ここだけにしかない固有種と国内の他の水域にも分布する普通種が生息しており、あわせて1つの生物群集を構成している。生物群集は、食物連鎖や食物網で表されるように、食う一食われるの関係で相互につながって存在している。生物の栄養分の摂りかたに着目して、各栄養段階における生物の個体数や全生物の量(現存量)を積み重ねると、栄養段階が高くなるにつれて数量が少なくなる傾向が認められる。

かつての琵琶湖岸にはヨシ(イネ科の多年草)が繁茂し、その群落は魚類の保育場<sup>①</sup>として機能していた。しかし、近年の開発によって、湖岸のヨシ群落は大幅に減少している。また、アメリカからもち込まれたオオクチバス等の外来生物は、エビ類や稚魚を捕食し、<sup>②</sup>在来生物を減少させる要因となっている。過度の外圧が加えられた生態系はバランスを損ない、もとの状態に戻ろうとする力が働かなくなってしまう。

問1 下記の文章の  ～  にあてはまる語句を次の(ア)～(カ)から1つずつ選び、記号で答えよ。

生物が、生存や繁殖のために有利な形質を持っていることを  という。同じ集団内で、生存や繁殖のために相対的に有利な対立遺伝子が広まったり、不利な対立遺伝子が消えていったりする過程を  という。このように、世代を通して遺伝子頻度が変化していくことを  と呼ぶ。

(ア) 調節

(イ) 小進化

(ウ) 大進化

(エ) 適応

(オ) 自然選択

(カ) 生殖的隔離

問 2 図1では、琵琶湖内の食物網について、食う—食われるの関係の一部が描かれている。図の 1 ~ 5 にあてはまる生物を次の(ア)~(オ)から1つずつ選び、記号で答えよ。なお、ゾウミジンコ、ゲンゴロウブナ、ピワマス、カワウは、それぞれミジンコ、フナ、マス(鱒)、ウ(鵜)の仲間である。また、アナンデールヨコエビとは、体長1 cmほどになる琵琶湖固有のヨコエビの仲間、湖底から水深30 m付近までの水中を日周移動する。

- (ア) ゾウミジンコ      (イ) ゲンゴロウブナ      (ウ) ピワマス  
 (エ) ア ユ              (オ) アナンデールヨコエビ

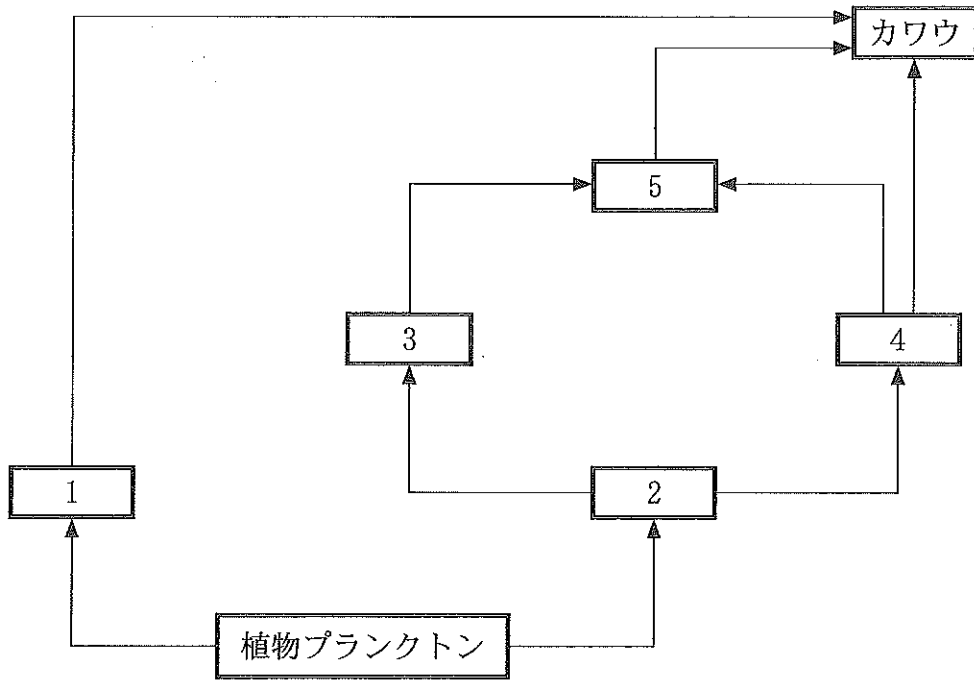


図1

問 3 一般的に、各栄養段階の現存量の相対的な関係は、図 2 (右)のピラミッド型で示される。すなわち、栄養段階が低い植物プランクトンの現存量が最も多く、栄養段階の高い魚類の現存量が最も少なく、動物プランクトンの現存量は両者の中程度となる。ところが、水界の生態系では、図 2 (左)のように、動物プランクトンと植物プランクトンの現存量が逆転することがある。このような逆転状態が維持されるために必要な条件を 30 字以内で述べよ。

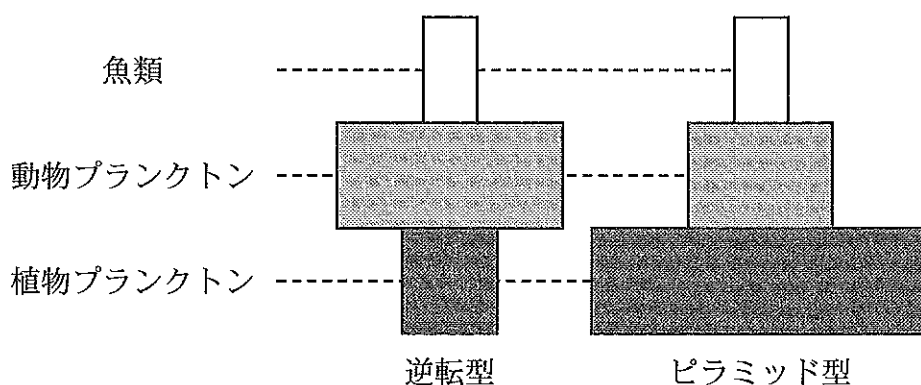


図 2

問 4 下線部①について、以下の問に答えよ。

- (1) 一般に湖岸では、場所に応じて異なるタイプの植生が発達する。ヨシの生息に最も適した場所を図 3 の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

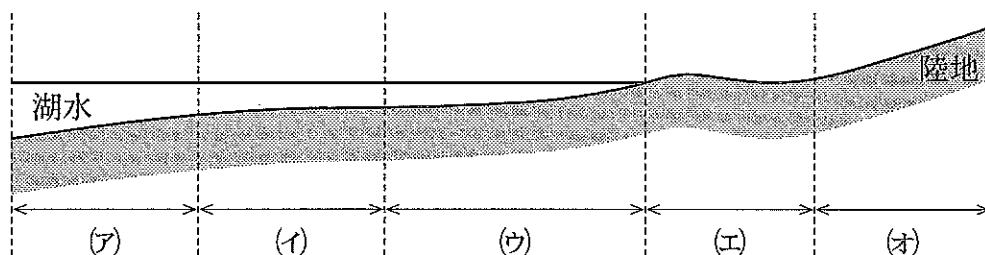


図 3

(2) ある場所の植生が時間とともに変化していく現象を遷移という。仮に琵琶湖のヨシ生息場所で遷移が進行した結果、それ以上は全体として大きな変化を示さない状態に達したとする。このとき、多く見られる種(極相種)として適当な植物を次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) スダジイ                      (イ) クロモ                      (ウ) ソテツ  
(エ) エゾマツ                      (オ) スイレン

(3) 外圧によって自然状態を乱し、生物に影響を与えることを攪乱という。ヨシ生息場所における遷移の進行に対して、攪乱による抑制効果があると考えられる項目を(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 枯死したヨシの地上部分を刈り取り、群落から除去する。  
(イ) 琵琶湖在来のカイツブリやオオヨシキリ等の鳥類が、群落内で営巣する。  
(ウ) コイやニゴロブナ等の魚類が、群落内で稚魚期まで過ごす。  
(エ) ヨシを刈り取った跡に枯れ草を敷き、火を付けて焼き払う。  
(オ) ヨシの栄養分となる窒素やリン等が陸域から流入する。

問 5 下線部②について、オオクチバスは、捕食を通じて琵琶湖の生物群集に対して著しく悪い影響を及ぼしている。一方、琵琶湖在来のピワコオオナマズは、オオクチバスと同じ捕食者の地位にありながら、生物群集のなかで被食者と共存している。在来の被食者が外来の捕食者とは共存できない理由を50字以内で述べよ。