

生 物

教育学部・医学部・応用生物科学部

問 題 冊 子

注意事項

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. 問題冊子は 20 ページで、医学部は解答用紙 3 枚、教育学部、応用生物科学部は解答用紙 5 枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
4. 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
5. 問題は、大問で 5 題ある。教育学部・応用生物科学部の受験生は 5 題すべてに解答すること。
医学部の受験生は、問題

| |
|---|
| 1 |
|---|

、

| |
|---|
| 2 |
|---|

、

| |
|---|
| 3 |
|---|

 に解答すること。
6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子は持ち帰ること。
8. 大問ごとに、満点に対する配点の比率を表示してある。
9. 指定の字数以内で解答用紙のマス目に解答を記述する場合、数字、アルファベット、および句読点は、すべて 1 マスに 1 文字とする。

1 次の文章を読み、問1～9に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ ，医： $\frac{1}{3}$)

動物の性が決まるしくみはさまざまであるが、ここでは遺伝的に性が決まる場合をみてみよう。真核生物の核内のDNAは **ア** というタンパク質に巻きついて **イ** を形成し、折りたたまれて **ウ** という構造をとる。これが細胞分裂の際に規則的に集合して太い棒状の染色体を形成する。染色体の数や形状は種によって概ね決まっており、通常は同じ形と大きさのものが2本ずつある。この1対の染色体を **エ** という。性によって形や大きさが異なる組み合わせとなる染色体がみられる場合があり、このような染色体を性染色体という。性染色体による性決定の様式には、性染色体の組み合わせが雌でホモ、雄でヘテロとなるXY型や、雌でヘテロ、雄でホモとなるZW型などがあり、これらは雌雄の性染色体を観察することで調べられる。

染色体を効率よく観察するには、細胞分裂が活発な組織を用いて、チューブリンに結合して重合を阻害する ^① コルヒチンという薬品で細胞を処理することで細胞分裂を中断させる方法がよく用いられる。図1はコルヒチン処理されたショウジョウバエの幼虫の細胞を顕微鏡で観察した像の模式図 ^② であり、このように染色体の形態を観察することで性決定の様式を判断できる。一方、性染色体が存在していても、大きさや形で明瞭に識別できない場合がある。

メダカ属の魚類には性決定の様式がXY型のもの ^③ とZW型のもの ^④ が存在する。日本に生息する ミナミメダカ (*Oryzias latipes*) ^⑤ はXY型の性決定様式をもつが、X染色体とY染色体を形態で識別するのは困難である。魚類では性が未分化な幼魚の時期に性ホルモンを餌に混ぜて与えることで遺伝的な性とは異なる性へ分化(性転換)させることが可能である。この性質を利用すると、性染色体の形態によらずに性決定の様式がXY型かZW型かを推定できる ^⑥。

ミナミメダカでは同じ親から生まれた子どうしの交配を数世代繰り返すことで、Y染色体上には体色を黄色にする ^⑦ 顕性の対立遺伝子 $R(Y^R)$ と表記する)が存在し、X染色体上には体色を白色にする潜性の対立遺伝子 $r(X^r)$ と表記する)が存在する系統が人為的につくられた。この系統では、性染色体と対立遺伝子の組み合わせが X^rX^r となる雌は体色が白色、 X^rY^R となる雄は体色が黄色 ^⑧ となり、遺伝的な性を体色で判定できるため、性転換の研究に数多く利用されてきた。

問1. **ア** ～ **エ** に適切な語を入れよ。

問 5. 下線部④に関して、図 2 はメダカ属魚類の系統関係と性決定様式を示したものである。メダカ属の中で ZW 型の性決定様式が出現したのはおよそ何万年前以降であるか、記せ。

この部分につきましては、著作権許諾の都合により公開しません。

(竹花, 長浜バイオ大学ゲノム編集研究所紀要 4, 25-30, 2024 を一部改変)

問 6. 下線部⑤に関する以下の説明文の ~ に適当な性比(雌:雄)を最も簡単な整数比で記せ。

ある魚種のふ化直後の稚魚(F_1 群)に雄性ホルモンを添加した餌を与えてすべての個体を雄化した。これらの F_1 群からランダムに雄個体を選び、正常な雌個体と交配させて次世代(F_2 群)を得た。 F_2 群が成長して雌雄判別が可能になった際に性比を調べると以下のことが予想される。なお、雄性ホルモンを与えられた遺伝的な雌も雄も、ともに雄として機能するものとする。また、出現しない性については比率を 0 とする(例 雌が出現せず雄のみ出現する場合には「0:1」とあらわす)。

XY 型で性が決まる魚種の場合、ある F_1 雄個体と正常な雌の交配で得られる F_2 群の性比(雌:雄)は、 F_1 個体が遺伝的な雄であった場合には となり、性転換した雄であった場合には になる。

ZW 型で性が決まる魚種の場合、ある F_1 雄個体と正常な雌の交配で得られる F_2 群の性比(雌:雄)は、 F_1 個体が遺伝的な雄であった場合には となり、性転換した雄であった場合には になる。

問 7. 下線部⑥に関して、一般にこのような交配を繰り返すと生存に有害な形質の遺伝子による表現型が増加し、適応度が低下することが知られている。このような現象を何とよぶか、記せ。

2 次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ ，医： $\frac{1}{3}$)

植物は、さまざまな受容体を介して周囲の環境の変化を感知する。感知された情報は植物ホルモンによって細胞に伝達されると、遺伝子発現が変化する。その結果、植物にさまざまな反応が引き起こされ、発生や成長が調節される。光は、植物の発芽や花芽形成などに影響を与える環境要因の1つであり、^①いくつかの光受容体によって感知される。植物の光に対する反応と光受容体について調べるために、被子植物であるシロイヌナズナにおいて、光受容体 A、光受容体 B、光受容体 C をコードする遺伝子にそれぞれ変異が生じた変異体 a、変異体 b、変異体 c および変異が生じていない野生株を用いて、以下の実験 1、2、3 を行った。なお、変異体 a、変異体 b、変異体 c はそれぞれ光受容体 A、光受容体 B、光受容体 C のみを変異して、機能的な光受容体タンパク質を生産することができないが、ゲノムに含まれる他の遺伝子には変異がないものとする。また、本文に記されていない環境要因は、シロイヌナズナの生育に適した条件とする。

[実験 1]

白色光下で培地の入ったペトリ皿に変異体 a、変異体 b、変異体 c および野生株の種子をまいた。その結果、変異体 a は低い発芽率を示したが、それ以外の変異体および野生株は、ほぼ 100 % の発芽率を示した。このとき、変異体 a 以外の種子中で、植物ホルモン X の量が増えていた。また、種子に植物ホルモン X を与えると、すべての変異体および野生株が、暗所下でも発芽した。

[実験 2]

発芽したばかりの幼植物体を明所と暗所で育てた。その結果、暗所で育てたすべての幼植物体は、明所で育てたときに比べて、^②胚軸が長く生育した。一方、白色光下で育てると、変異体 b は野生株とほぼ同じような胚軸の形態を示したが、変異体 a と変異体 c は野生株に比べて胚軸が長くなった。

[実験 3]

発芽した幼植物体に横から白色光を当てると、変異体 b 以外は、光が当たる方向に向かって成長したが、変異体 b は光の方向に成長することはなかった。^③また、このとき、植物ホルモン Y の作用を阻害すると、すべての変異体および野生株で光の方向への成長が抑制された。

問 1. 下線部①に関して、一般に植物が発芽するために必要な環境要因について、光以外の要因を3つ記せ。

問 2. 実験1に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 植物ホルモン X は何か、その名称を記せ。

(2) 植物ホルモン X と拮抗して種子発芽を抑制する植物ホルモンは何か、その名称を記せ。

(3) (2)の植物ホルモンは、種子発芽の抑制の他にどのようなはたらきをもつか、1つ記せ。

問 3. 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

明所で育てたシロイヌナズナ(野生株)の幼植物体[図1(ア)]とは異なり、暗所で育てた幼植物体は、もやし状の形態を示す[図1(イ)]。一般に、もやし状の形態とは、閉じた黄白色の子葉、フック状に曲がった胚軸の先端、および柔らかく細長い胚軸を特徴とする。このことは、多くの植物に共通し、特に地中で発芽する植物にとって重要な性質である。植物が地中でもやし状に成長することには、地表に出る過程でどのような利点があると考えられるか。以下の語句を用いて、「植物がもやし状に成長することには」から書き始めて80字以内で記せ。

(語句) 保護, 養分

この部分につきましては、著作権許諾の都合により公開しません。

(Nemhauser and Chory, *The Arabidopsis Book*, 1, e0054, 2002 を一部改変)

下書き用(80字)

| | 5 | 10 | 15 | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| 植 | 物 | が | も | やし | 状 | に | 成 | 長 | す | る | こ | と | に | は | , | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

問 4. 実験 3 に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 植物が光に向かって成長する反応を何とよぶか、記せ。
- (2) 植物ホルモン Y は何か、その名称を記せ。
- (3) 下線部③に関して、白色光下で変異体 b は、野生株と比較して、気孔についてどのような異常を示すか、記せ。

問 5. 光受容体 A, 光受容体 B, 光受容体 C は何か、それぞれの名称を記せ。また、それぞれの光受容体が活性型になるために吸収する光の色を記せ。

3 次の文章 I, II を読み, 問 1 ~ 5 に答えよ。(配点比率 教育・応生: $\frac{1}{5}$, 医: $\frac{1}{3}$)

I. DNA は 2 本鎖からなり, それぞれの鎖はヌクレオチドとよばれる構造単位が連なってできている。ヌクレオチドは という糖と, 塩基とリン酸とで構成されている。DNA を構成する塩基には 4 種類あり, そのうち 特定の 2 種類ずつが互いに化学結合しているが, この性質を 性という。

DNA を試験管内で増幅させる技術として PCR 法がある。PCR では, 増幅したい遺伝子配列を含む鋳型 DNA, 4 種類のデオキシリボヌクレオシド三リン酸, 鋳型 DNA と 的な配列をもつ 2 種類のプライマー, DNA ポリメラーゼなどを一定割合で混合し, 3 つの異なる温度で順番に反応させる(この 3 段階の反応を 1 サイクルの PCR とする)。PCR を何サイクルも繰り返すことにより, DNA の断片を指数関数的に増幅させることができる。

問 1. , に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して, DNA 分子内における塩基どうしの化学結合に関する記述として適切なものを次の(a)~(d)の中から 1 つ選び, 記号を記せ。

- (a) アデニンとチミンは 2 つの, シトシンとグアニンは 3 つの共有結合を有し, 後者の方が結合が強い。
- (b) アデニンとチミンは 3 つの, シトシンとグアニンは 2 つの共有結合を有し, 前者の方が結合が強い。
- (c) アデニンとチミンは 2 つの, シトシンとグアニンは 3 つの水素結合を有し, 後者の方が結合が強い。
- (d) アデニンとチミンは 3 つの, シトシンとグアニンは 2 つの水素結合を有し, 前者の方が結合が強い。

問 3. 下線部②に関して, 次の条件で PCR 実験を行った。以下の問いに答えよ。

1000 塩基対の DNA 断片を鋳型として PCR を行った。PCR には鋳型 DNA 内の特定の領域(600 塩基対)の両端の位置に結合するプライマーを用いた。なお, 各サイクルで必ずすべての DNA が増幅されたとする。また, 反応スタート時の鋳型 2 本鎖 DNA の数は 1 であったとする。

- (1) PCR を n サイクル行った場合に得られる 2 本鎖 DNA の総数を記せ。

(2) 両鎖とも 600 塩基からなる 2 本鎖 DNA が、最初に得られるのは何サイクル目か、記せ。

(3) PCR を n サイクル行った場合に得られる 2 本鎖 DNA のうち、両鎖とも 600 塩基からなるものの数を記せ。

II. 遺伝子を人為的に切断したり結合させたりする技術を遺伝子工学とよぶ。遺伝子の切断と結合、すなわち「はさみ」と「のり」の役割を担うのはそれぞれ と DNA リガーゼである。遺伝子工学では、ある配列をもつ DNA とベクターとよばれる (環状 2 本鎖 DNA) を共通の で切断したのち、DNA リガーゼで結合させる方法が広く用いられる。

一方、PCR で増幅した DNA 断片を直接ベクターに挿入することもできる。そのような方法の 1 つとして TA クローニング法がある。TA クローニングでは、まず、Taq という DNA ポリメラーゼが含まれる反応溶液を用いて、ベクターに挿入したい DNA 断片を増幅する。Taq は末端デオキシヌクレオチドトランスフェラーゼ活性をもつため、増幅された DNA 断片の 3' 末端にアデノシンヌクレオチド(A)が付加される。これに対し、直鎖化したベクターの 3' 末端にチミジンヌクレオチド(T)が付加された T ベクターを用意する。Taq で増幅した DNA 断片と T ベクターとを混合し、DNA リガーゼを反応させると、互いに両端に突出した A と T とが「のりしろ」となって結合し、PCR で増幅した DNA 断片が T ベクターに組み込まれる。その際、DNA 断片が逆方向に挿入されることがある点に注意が必要である。

問 4. , に適切な語を入れよ。

問 5. TA クローニング実験に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ある遺伝子断片(1000 塩基対)を、T ベクター(3900 塩基対)に組み込む TA クローニング実験を行い(図 1)、最終的に目的の遺伝子組換えベクターの候補サンプルが複数得られた。

図 1 に示したように、ベクターに組み込んだ遺伝子断片のプラス鎖の 5' 末端から 200 塩基対の位置には、酵素 A で切断される DNA 配列がある。また、T ベクターの両末端から各 100 塩基対のところには *EcoRI* で切断される配列がある。片方の *EcoRI* 配列から 1100 塩基対のところには酵素 B で切断される配列がある。

候補サンプルのうち、目的の遺伝子断片が適切に組み込まれたものを選別するために、サンプルを *EcoRI* あるいは酵素 A、B で切断したのち、寒天ゲルを用いて電気泳動を行った。電気泳動の結果から、目的の遺伝子断片が適切に組み込まれた遺伝子組換えベクターの候補を特定したのち、組み込まれた DNA の配列をサンガー法で解析した。

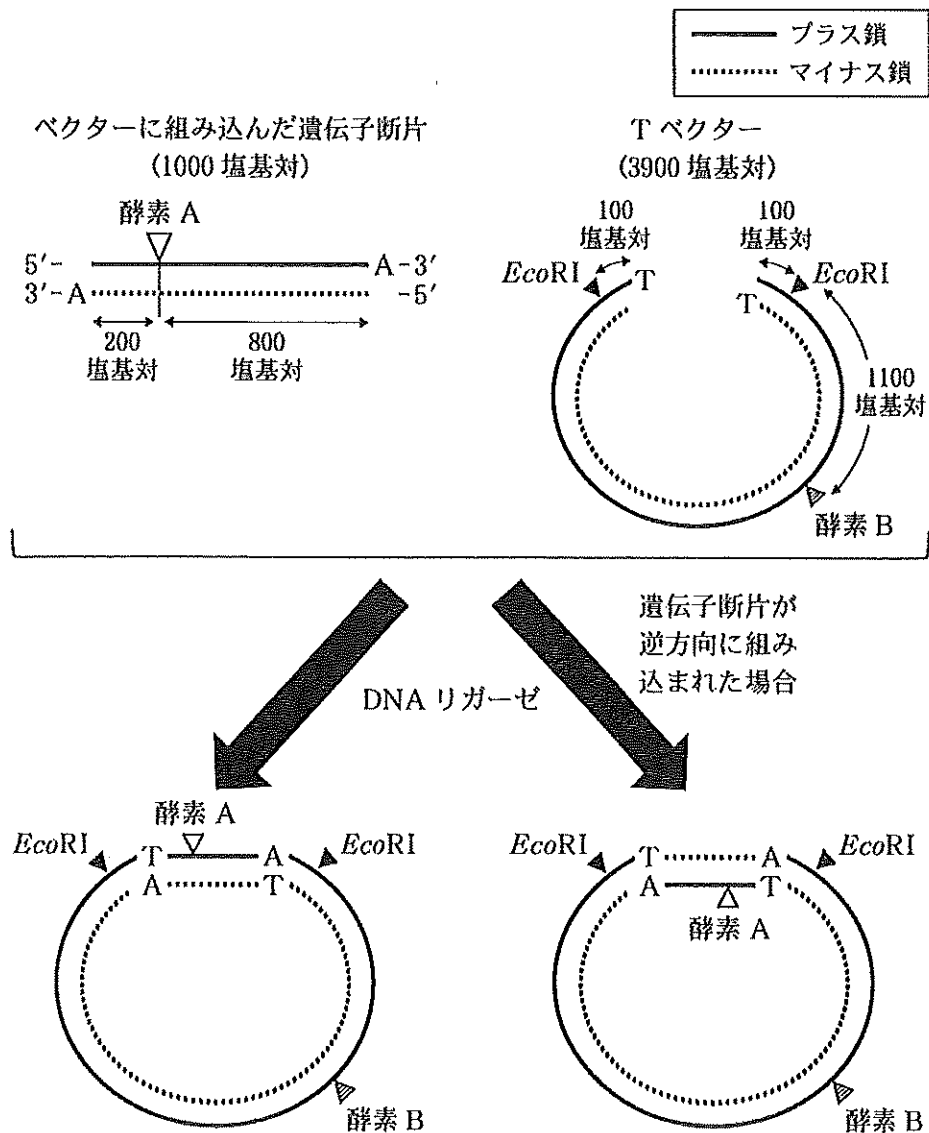


図 1 TA クローニング実験の模式図

- (1) 候補サンプルを *Eco*RI で切断したのち、寒天ゲルを用いて電気泳動を行った。その際、1番左の列に分子量がわかっているマーカーも一緒に泳動した。目的の遺伝子断片が組み込まれたベクターの電気泳動パターンとしてもっとも適切なものを図2の(a)~(d)の中から1つ選び、記号を記せ。

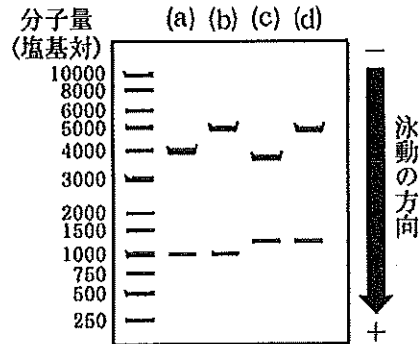


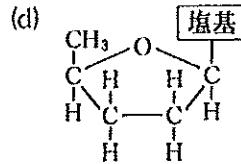
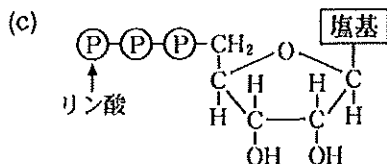
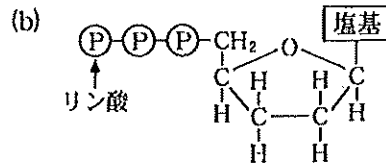
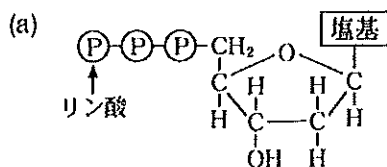
図2 電気泳動の結果の模式図

- (2) 酵素-A, B の両方で切断した候補サンプルを電気泳動すれば、目的の遺伝子断片がどちらの向きで挿入されているのかを推測することができる。その理由について、65字以内で記せ。

下書き用 (65字)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|----|--|--|--|--|----|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 5 | | | | | 10 | | | | | 15 | | | | | 20 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- (3) 下線部③に関して、配列を調べたい鋳型 DNA, プライマー, DNA ポリメラーゼ, 4種類のデオキシリボヌクレオシド三リン酸以外に蛍光標識された塩基を含む物質が必要である。その物質の化学構造として適切なものを、次の(a)~(d)の中から1つ選び、記号を記せ。



(4) 図3のDNA断片が逆方向に挿入された遺伝子組換えベクターの配列を、サンガー法で解析した。図4に示したように、挿入された2本鎖DNA断片のうち、一方の鎖(破線)の配列をTからAの向きに読んだ。なお、配列に誤りはなかったとする。読み取られた挿入配列として適切なものを次の(a)~(d)の中から1つ選び、記号を記せ。

- (a) 5' - CGATAGCATG ······ GACGATGATC - 3'
- (b) 5' - GATCATCGTC ······ CATGCTATCG - 3'
- (c) 5' - CTAGTAGCAG ······ GTACGATAGC - 3'
- (d) 5' - GCTATCGTAC ······ CTGCTACTAG - 3'

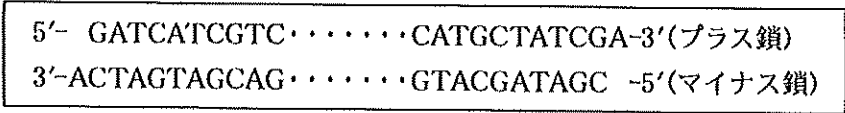


図3 ベクターに挿入されたDNA断片の模式図

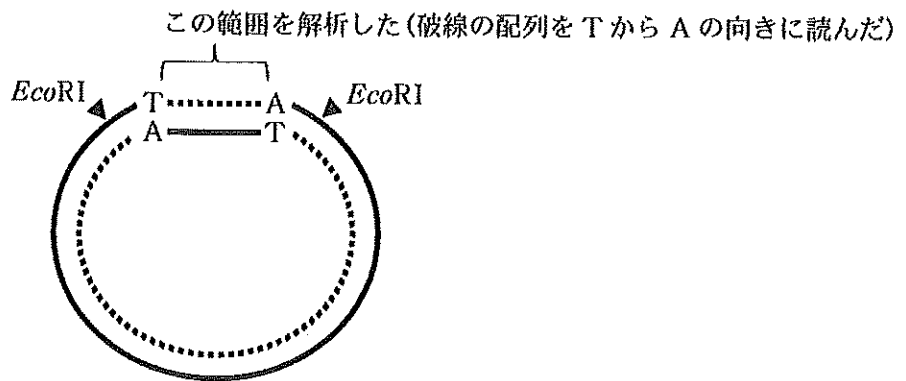


図4 目的のDNA断片が逆方向に組み込まれたベクターの模式図

4 次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$)

生物が環境のなかで生活する基本単位は、個体である。しかし、多くの生物種は個体単独ではなく、繁殖などを通して集団で生活している。このような、ある一定地域に生息する同一の生物種で構成される集団のことを **ア** という。実際の環境下では、さまざまな生物種の **ア** が互いに影響を与え合いながら生態系を作り出している。

ある生物種が必要とする食物や生活空間などの資源、その利用のしかたなど、生態系の中で占める位置を **イ** という。**イ** の重なりが大きい種同士は、種間競争が強くなることが一般的に知られており、種間競争によって一方の種が駆逐されることを **ウ** という。ある2種のアブラムシ(アブラムシAとアブラムシB)では、同一植物体上で単独で生息する場合と、2種が共存する場合で、それぞれの種の個体数の動態が異なる。また、競争相手がいない場合でも、環境中の資源には限りがあり、その環境で維持できる上限の個体数を **エ** という。さらに、環境中の個体数が増え、^①遺骸や排泄物などの蓄積によって環境が変化することで、^②個体の発育や性質、生理などに影響を与えることがあり、このような現象を **オ** という。

一方、資源を共有する複数種が同所的に生育していても、それぞれの種が他の種にあまり影響をおよぼさない場合もある。北アメリカ中西部に分布するハナシノブ科の近縁な2種の植物(植物Cと植物D)は、分布域の一部が重複している。両種共に異所集団ではトリとチョウによって花粉が運ばれるため、同所的に生育する地域では種間の交配が起こり得るが、実際の生育地では^③雑種個体はほぼみられない。この2種のように、何らかのメカニズムによって^④種間競争が緩和され、複数種が安定的に共存することがある。

問1. **ア** ～ **オ** に適切な語を入れよ。

問2. 下線部①に関して、アブラムシAとアブラムシBが、共存下で互いにどのような影響を与えるかを調べるために、以下の実験を行った。餌の入った2つのケースの一方でアブラムシAを単独で100頭、もう一方でアブラムシAとアブラムシBをさまざまな割合で合計100頭飼育し、5日間ごとにアブラムシAの個体数を数えた。個体数の変化の目安として、初期個体数に対する一定期間後の個体数の割合(相対個体数)を用いた。また、同様の実験を、アブラムシBを用いて行った。なお、餌は1種の植物とし、観察日に新しいものと取り替え、実験期間を通して劣化はみられなかった。また、両種共に雌だけで繁殖し増えるため、雌のみを実験に用いた。これらの実験から、図1のような結果を得た。以下の問いに答えよ。

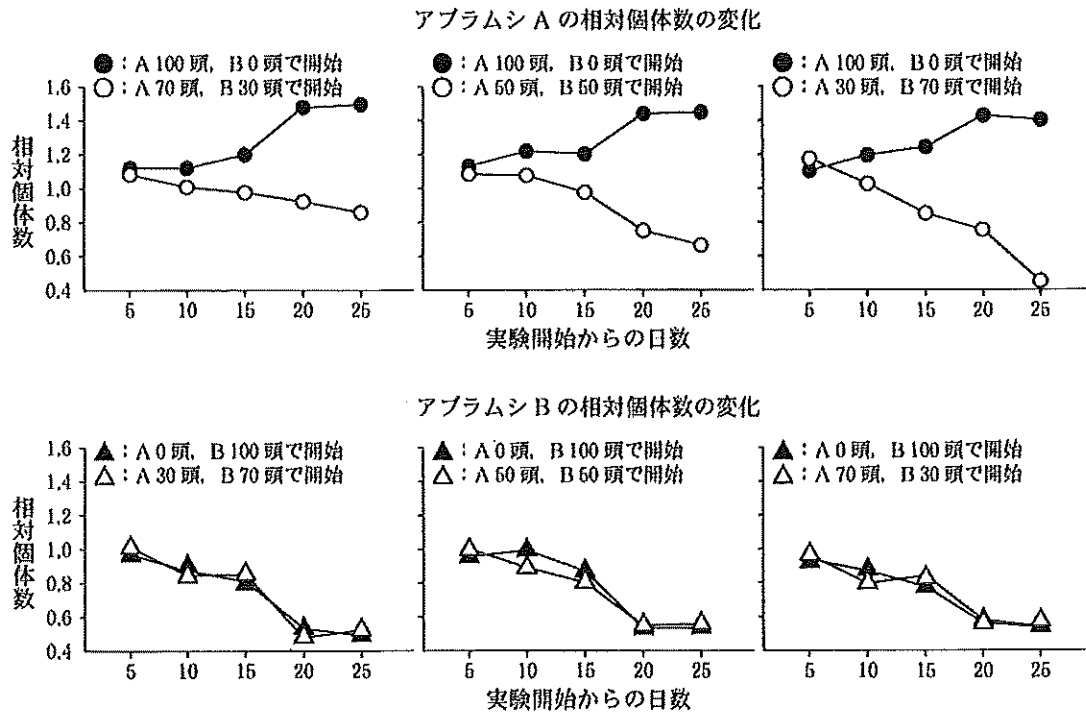


図1 アブラムシ2種をそれぞれ1種単独または2種を共存させて飼育した場合のA種(上段)およびB種(下段)の相対個体数(実験開始時の相対個体数を1とする)の時間的変化

(1) 図1のアブラムシAの個体数の変化に関して、適切なものを次の(a)~(e)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) アブラムシAは、アブラムシBの存在により負の影響を受け、個体数が減少する。
- (b) アブラムシAは、本実験環境下ではアブラムシBの存在にかかわらず、個体数が減少する。
- (c) アブラムシAは、アブラムシBとの餌をめぐる競争に勝ち、個体数が増加する。
- (d) アブラムシAは、アブラムシBとの共存により繁殖しやすくなり、個体数が増加する。
- (e) アブラムシAは、アブラムシBが多いほど強い負の影響を受け、個体数が減少する。

(2) 図1のアブラムシBの個体数の変化に関して、適切なものを次の(a)~(e)の中から1つ選び、記号を記せ。

- (a) アブラムシBは、アブラムシAの存在により負の影響を受け、個体数が減少する。
- (b) アブラムシBは、本実験環境下ではアブラムシAの存在にかかわらず、個体数が減少する。
- (c) アブラムシBは、アブラムシAとの餌をめぐる競争に勝ち、個体数が増加する。
- (d) アブラムシBは、アブラムシAとの共存により繁殖しやすくなり、個体数が増加する。
- (e) アブラムシBは、アブラムシAが多いほど強い負の影響を受け、個体数が減少する。

問 3. アブラムシ A とアブラムシ B が単独で生息する場合の **エ** はおよそ何個体か、適切なものを次の(a)~(e)の中からそれぞれ1つずつ選び、記号を記せ。

- (a) 50 個体 (b) 80 個体 (c) 120 個体 (d) 150 個体 (e) 180 個体

問 4. 下線部②に関して、**オ** の違いに応じて、同一種の形態や行動などに大きな違いが生じることを何とよぶか、記せ。

問 5. 下線部③に関して、生物の集団間で、交配が起こらない、もしくは交配しても子ができない状況を何とよぶか、記せ。

問 6. 下線部④に関して、植物 C と植物 D において、同所集団で種間競争が緩和されている理由を調べるために、以下の実験 1, 2 を行った。

[実験 1]

a から o までの 15 地点において、それぞれの種の花弁の色(反射光の波長)の測定を行ったところ、図 2 のような結果を得た。

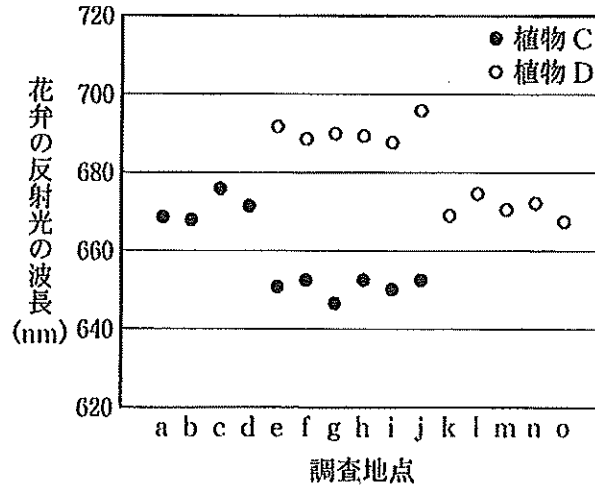


図 2 各調査地点における植物 C と植物 D の花弁の反射光の波長

[実験 2]

植物 C と植物 D の花粉を運ぶトリとチョウがどの色を好むかを調べるために、行動実験を行った。トリとチョウに、3つの波長(650 nm, 670 nm, 690 nm)を反射する色紙の中から、同時に 2つを提示し、どちらを選択するかを調べたところ、図 3 のような結果を得た。なお、トリとチョウそれぞれの色に対する好みはいずれの調査地点でも同じであった。

5 次の文章 I, II を読み, 問 1 ~ 8 に答えよ。(配点比率 教育・応生: $\frac{1}{5}$)

I. 生物は, 炭水化物・脂肪・タンパク質などの有機物を分解する過程で得られる ATP を利用することで生命活動を営んでいる。図 1 のように酸素を用いて有機物を分解し, ATP を合成する過程を呼吸という。また, 呼吸によって分解される有機物を呼吸基質といい, 例えば, 炭水化物であるグルコースは二酸化炭素と水に分解される。

呼吸の過程は 3 つの反応系に大別され, 細胞質基質で反応が進行する解糖系, ミトコンドリアのマトリックスで反応が進行するクエン酸回路, ミトコンドリアの内膜で反応が進行する **ア** がある。呼吸基質の分解過程は次の通りである。炭水化物はグルコースに分解された後, 解糖系で **イ** を生じクエン酸回路に **ウ** として供給され, さらに分解が進む。脂肪は脂肪酸とグリセリンに分解され, 脂肪酸は β 酸化を受け **ウ** としてクエン酸回路に入り, グリセリンは解糖系に入り ATP 合成に利用される。タンパク質はアミノ酸に分解された後, アミノ酸は脱アミノ反応により有機酸とアンモニアに分解される。有機酸はクエン酸回路に入り, ATP の合成に利用される。

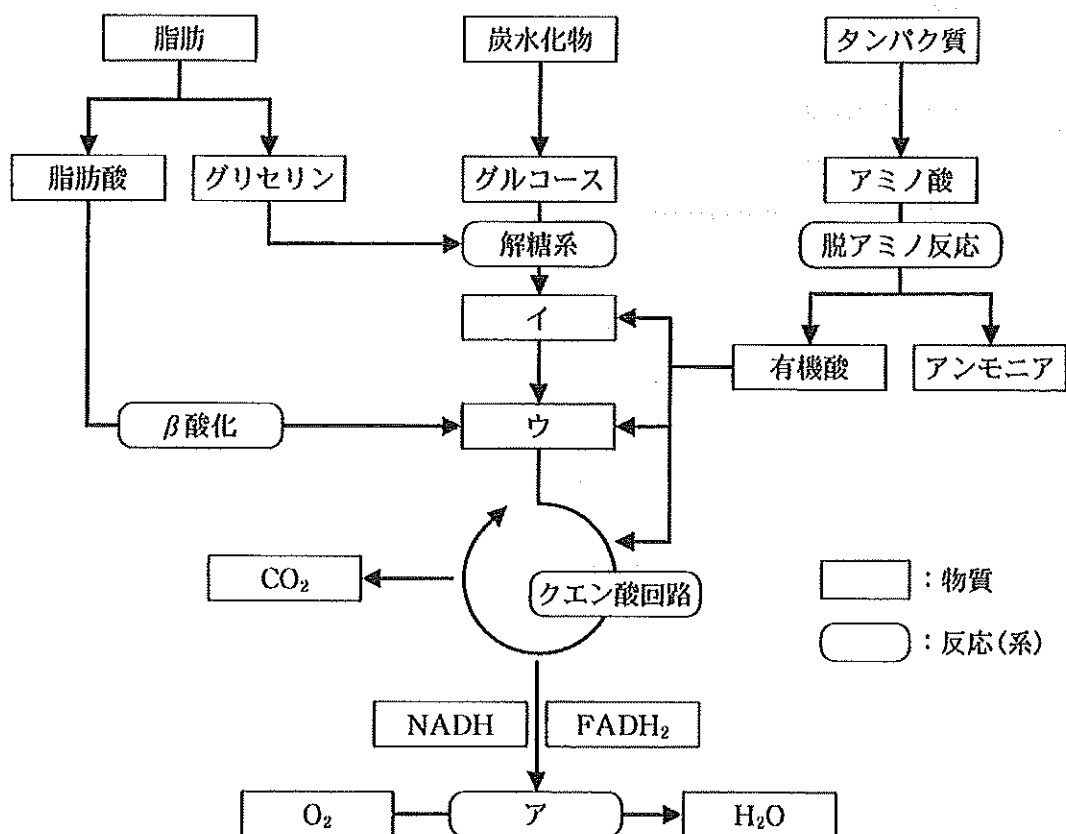
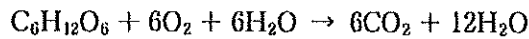


図 1 炭水化物・脂肪・タンパク質の分解過程

問 1. **ア** ~ **ウ** に適切な語を入れよ。

II. 呼吸商とは生物が呼吸を行うときに放出する二酸化炭素と外界から吸収する酸素との体積比（放出する CO_2 量 / 吸収する O_2 量）のことである。呼吸商は呼吸基質の種類によって異なるため、呼吸商を計測することで、呼吸基質として何が使われているかを推測することができる。例えば、グルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) を呼吸基質とした場合の反応式は次のようにあらわされ、呼吸商は 1.0 となる。



問 7. 呼吸商に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) トリパルミチン ($\text{C}_{51}\text{H}_{98}\text{O}_6$) およびバリン ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$) を呼吸基質とした場合の反応式を記せ。ただし、反応式左辺の水 (H_2O) の記載は省略し、窒素の代謝産物はアンモニア (NH_3) とする。なお、反応式の係数は整数とする。
- (2) トリパルミチンとバリンの呼吸商を求めよ。なお、小数第 4 位を四捨五入し、小数第 3 位まで記せ。

問 8. 呼吸商に関する説明として適切なものを次の(a)~(f)の中から 1 つ選び、記号を記せ。

- (a) 代謝産物が異なっても、消費する呼吸基質が同じ場合、呼吸商に変化はない。
- (b) 呼吸基質によって呼吸商が異なるのは炭素、水素、酸素の含有割合が異なるためである。
- (c) 呼吸商は動物でのみ測定することが可能である。
- (d) 長期間の絶食により脂肪酸を呼吸基質として使用する状態では、呼吸商は大きくなる。
- (e) 動物が置かれる環境条件が異なっても、消費する呼吸基質が同じ場合、呼吸商に変化はない。
- (f) 呼吸基質によって呼吸商が異なるのは、基質によって ATP 生成量が異なるためである。

