

生 物

解答上の注意

第 1 問～第 3 問は共通問題である。これらには全員が解答すること。

第 4 問と第 5 問は選択問題である。第 4 問または第 5 問のどちらか一方を選んで解答すること。第 4 問と第 5 問の両方に解答した場合には、いずれも採点の対象とならないので、十分注意すること。

第 1 問

タンパク質と酵素に関する次の文章を読み、以下の問 1～問 8 に答えよ。

遺伝子が発現する際、DNA 上の遺伝情報はまず (ア) と呼ばれる過程で RNA に写し取られる。さらにその情報にもとづいてタンパク質がつくられる過程は (イ) と呼ばれる。タンパク質は多数のアミノ酸が鎖状に結合した物質であり、その結合を (ウ) 結合と呼ぶ。(ウ) 結合では、一つのアミノ酸の (エ) 基と他のアミノ酸の (オ) 基とから 1 分子の (カ) が取り除かれ、(エ) 基の窒素原子と (オ) 基の炭素原子が結合している。

a タンパク質の構造は非常に多様性に富み、その機能は多岐にわたる。タンパク質の主要な機能の一つに酵素としてのはたらきがある。酵素は b 生命活動に関係する化学反応を c 促進する触媒であり、 d 酵素反応により基質は反応生成物へと変化する。 酵素は特有の立体構造をとる (キ) をもち、それに適合した基質とのみ (ク) を形成する。このように酵素が特定の基質にしか作用しないという性質を (ケ) という。酵素反応において基質とよく似た構造の物質が (キ) に結合して酵素反応を阻害することを (コ) という。酵素の活性は温度に大きく影響される。また、高温にさらされた酵素は多くの場合 e 変性し、その活性を失う。

問 1 文章中の (ア)、(イ) に入る語句を、それぞれ漢字 2 文字で答えよ。

問 2 文章中の (ウ)～(カ) に適切な語句を入れよ。

問3 文章中の(キ)～(コ)に入る語句として最も適切なものを、次の①～⑫のうちから選び、番号で答えよ。

- ① 酵素-基質複合体 ② 受容体 ③ 抗原抗体反応 ④ 失活
⑤ フィードバック調節 ⑥ 補酵素 ⑦ 基質特異性 ⑧ 活性部位
⑨ 競争的排除 ⑩ 競争的阻害 ⑪ 非競争的阻害 ⑫ 恒常性

問4 下線部 a に関連して、タンパク質について述べた内容が誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① タンパク質は4種類のアミノ酸からなり、その配列は多様性に富む。
② タンパク質を構成するアミノ酸の配列を一次構造と呼ぶ。
③ タンパク質に見られる部分的な立体構造(らせん状の α ヘリックス構造やジグザグ状の β シート構造)を三次構造と呼ぶ。
④ タンパク質の中には複数の鎖が組み合わさり四次構造をつくるものがある。
⑤ タンパク質を構成するアミノ酸の一つが他の種類のアミノ酸に置き換わっただけで、その構造や機能が大きく変わる場合がある。
⑥ DNA の塩基配列に突然変異が生じてもタンパク質の構造や機能に影響がない場合がある。

問 5 下線部 **b** のうち，異化と同化に関する説明として正しいものを，次の①～⑥のうちから二つ選び，番号で答えよ。ただし，解答の順序は問わない。

- ① 複雑な物質を単純な物質に分解する過程を異化と呼ぶ。
- ② 単純な物質から複雑な物質を合成する過程を異化と呼ぶ。
- ③ 従属栄養生物は異化を行わない。
- ④ 独立栄養生物は同化を行わない。
- ⑤ 同化は一般に酵素を必要としない反応である。
- ⑥ 同化は一般にエネルギーを吸収する反応である。

問 6 下線部 **c** に関連して，酵素による反応の促進に関する説明として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- ① 酵素は自らエネルギーを発して反応を促進する。
- ② 酵素は反応で生じるエネルギーを吸収することで反応を促進する。
- ③ 酵素は反応に必要とされる活性化エネルギーを低下させることで反応を促進する。
- ④ 酵素は反応に必要とされる活性化エネルギーを増加させることで反応を促進する。

問7 下線部 d に関連して、酵素と、その酵素がつかさどる反応の基質、反応生成物の組合せとして適切なものを、次の①～⑧のうちから三つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

	酵素	基質	反応生成物
①	DNA ポリメラーゼ	ヌクレオチド	DNA
②	DNA ポリメラーゼ	RNA	DNA
③	RNA ポリメラーゼ	ヌクレオチド	RNA
④	RNA ポリメラーゼ	DNA	RNA
⑤	制限酵素	ヌクレオチド	DNA
⑥	制限酵素	DNA	DNA
⑦	DNA リガーゼ	RNA	DNA
⑧	DNA リガーゼ	DNA	RNA

問8 下線部 e について簡潔に説明せよ。

第 2 問

両生類の発生に関する次の文章を読み、以下の問 1～問 5 に答えよ。

受精卵は、a 卵割を繰り返すことで細胞数を増やしていき、やがて内部に空所（胞胚腔）をもつ胞胚が形成される。胞胚期以後、b 胚の表面にあった細胞が胚の内側に陥入し原口となり、原腸が形成されてくる。原腸胚期には、胚を構成する細胞は層状の構造に分かれて、c 外胚葉、中胚葉、内胚葉の三つの胚葉が明瞭に区別できるようになる。

胚のある領域が、近くにある他の領域に作用して分化を引き起こす現象を（ア）と呼ぶ。（ア）作用をもつ領域は広義には（イ）と呼ばれ、初期原腸胚にある原口背唇（部）などがある。個体発生過程における（ア）の例として眼の形成が代表的である。イモリの眼が形成されるときには、まず、原口背唇（部）が外胚葉に作用し神経管を形成させる。形成された神経管の前部の一部が眼杯となり、これが新たな（イ）となり、表皮に作用し（ウ）を形成させる。さらに、（ウ）が新たな（イ）としてはたらくことで表皮から角膜を形成させる。このような連続的事象を（エ）と呼ぶ。各胚葉は分化を続け、両生類の胚では、神経胚や d 尾芽胚と呼ばれる発生段階を経て個体形成が進行していく。

問 1 文章中の（ア）～（エ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 卵割は、通常の体細胞分裂に比較して細胞周期は短いことが多い。
- ② 卵割は、減数分裂の一種である。
- ③ 卵割は、調整卵でもモザイク卵でも見られる細胞分裂である。
- ④ 卵割でできた娘細胞（割球）は、次の細胞分裂までの間にはほとんど成長しない。
- ⑤ 卵割中の胚全体の DNA 量は変化する。

問3 下線部 b に関連してカエル胚の発生の説明として正しいものを、次の①～⑤の中から二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 原腸胚において、原口に囲まれた部分を卵黄栓と呼ぶ。
- ② 原口を含む領域が口に分化する。
- ③ 精子の進入点に原口が形成される。
- ④ 原口の形成は赤道面のやや植物極側でおきる。
- ⑤ 原腸は中胚葉性組織と外胚葉性組織との間に形成される。

問 4 下線部 c に示される三つの胚葉の成り立ちに関して、サンショウウオ胚をもちいて実験 1 と実験 2 を行った。これらの実験結果から推論される記述として誤っているものを、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

実験 1 図 1 のように、サンショウウオ胚中期の動物極側の組織と植物極側の組織を別々に切り出して培養したところ、動物極側の組織 A から外胚葉性組織が、植物極側の組織 B から内胚葉性組織ができた。しかし、組織 A と組織 B を接着させて培養すると、組織 A と組織 B との間に中胚葉性の組織 C ができた。

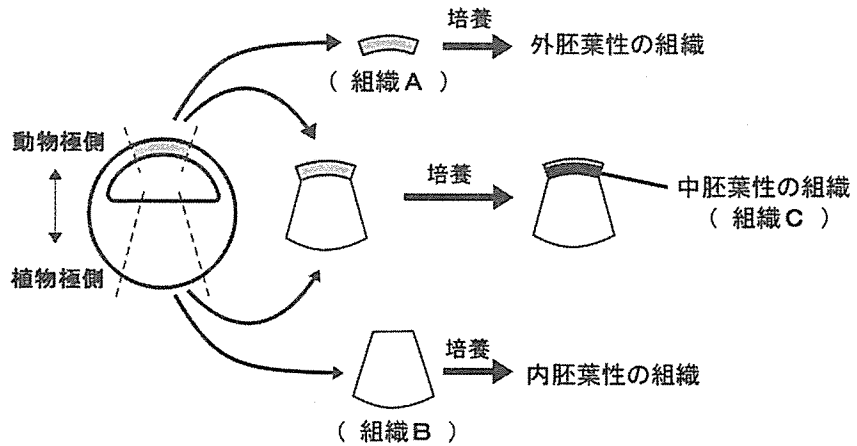


図 1

実験2 図2のように、培養する組織Aと組織Bの間に、物質は通過できるが細胞は通過できない性質をもつフィルターを挟んで培養したとき、組織A側のみに組織Cを形成させることができた。

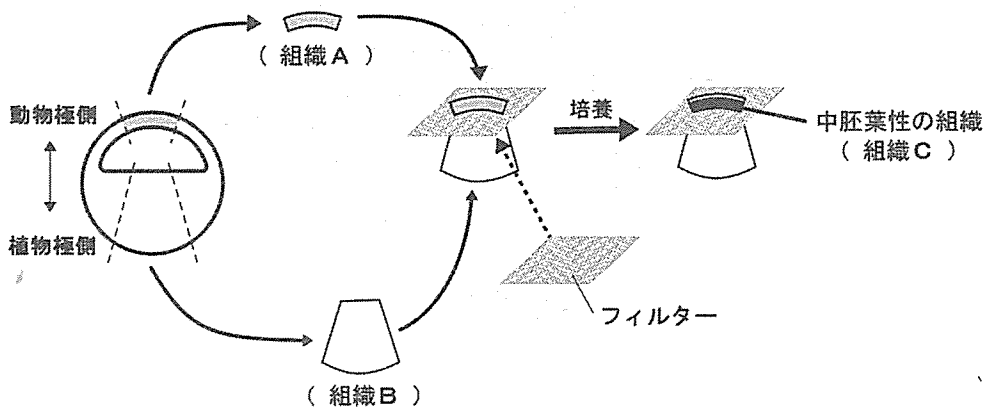


図2

- ① 組織Aからの外胚葉性組織の形成には、組織Bは必要ない。
- ② 組織Aの単独の培養では組織Cは形成されない。
- ③ 組織Aには組織Cの細胞に分化できる細胞はない。
- ④ 組織Bからの内胚葉性組織の形成には、組織Aは必要ない。
- ⑤ 組織Bは、組織Aから組織Cを形成させる作用をもつ。
- ⑥ 組織Bの単独の培養では組織Cは形成されない。

問5 下線部 d に関連して、図3に示すサンショウウオの尾芽胚に関して次の(1)～(3)に答えよ。

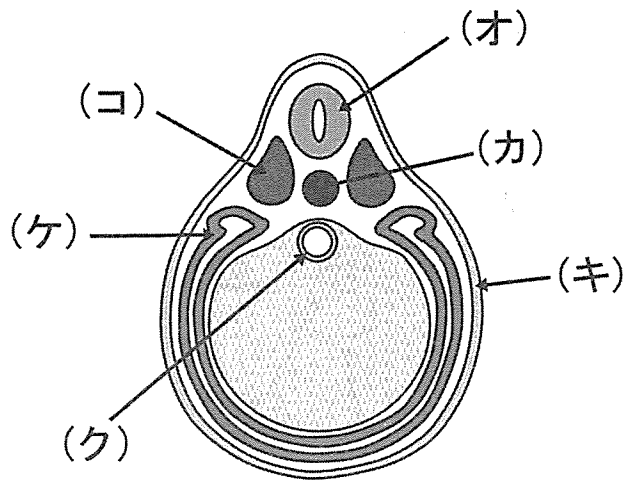


図3 サンショウウオの尾芽胚の断面

- (1) 図3の(オ)～(コ)の組織のうち、中胚葉性であるものをすべて選び記号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。
- (2) 図3の(カ)の名称を答えよ。
- (3) 図3の(カ)の発生過程における特徴を説明する文として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 内臓・血管の結合組織や筋組織に分化する。
- ② 中枢神経系に分化する。
- ③ 肝臓に分化する。
- ④ 一定期間観察されるが、後に退化する。
- ⑤ 横隔膜を構成する組織に置き換わる。
- ⑥ 心臓に分化する。
- ⑦ 表皮の裏打ち構造となる真皮を形成する。

第3問

動物の刺激の受容と神経に関する次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

ヒトの眼は、光を受容する感覚器官である。眼に入射した光は、角膜やガラス体などを通り、(ア)の上に像を結ぶ。ヒトの(ア)には、色の識別をおこなう(イ)と色の識別ができない(ウ)の2種類の視細胞が存在する。

ヒトの耳は、音と(エ)を受容する感覚器である。音の受容のためには、空気の振動が鼓膜などを介して内耳の(オ)内の基底膜を振動させることで、聴細胞を興奮させる。一方、(エ)の受容のために、体の回転を感知する(カ)と体の傾きを感知する(キ)が内耳にある。(カ)では、リンパ液の動きによって感覚毛が刺激される。

受容された刺激の情報は感覚ニューロンによって運ばれる。多くのニューロンは、細胞体の他に、そこから長く伸びた(ク)と短い突起が枝分かれした(ケ)からなる。刺激を受けていないニューロンでは細胞膜外を基準(0mV)とすると、多くの場合、細胞膜内の電位は約-70mVになっている。この電位を(コ)という。a ニューロンの一部に刺激を与えると、興奮部で細胞膜内側の負の電位が瞬間的に正の電位になり、また負の電位に戻る。このような電位の変化を活動電位という。これには細胞膜のナトリウムチャネルとカリウムチャネルによるイオンの移動が関与している。

問1 文章中の(ア)～(コ)に適切な語句を入れよ。

問 2 ヒトの眼の遠近調節の説明として正しいものを、次の①～⑧のうちから二つ選び、番号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 遠くのものを見る時には瞳孔を拡大する。
- ② 遠くのものを見る時にはチン小帯を緩める。
- ③ 遠くのものを見る時には水晶体を薄くする。
- ④ 遠くのものを見る時には黄斑^{おうはん}に焦点を当てる。
- ⑤ 近くのものを見る時には虹彩を収縮させる。
- ⑥ 近くのものを見る時には角膜を引っ張る。
- ⑦ 近くのものを見る時には毛様体を収縮させる。
- ⑧ 近くのものを見る時には前庭階^{まへてい}を広げる。

問 3 ヒトの耳の耳小骨の説明として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 内耳の基底膜とコルチ器をつなぐ。
- ② 中耳の聴神経を振動させる。
- ③ 鼓膜の振動を増幅させる。
- ④ 耳殻と外耳道を形作る。

- 問 4 下線部 a に関連して，図 4 はニューロンの活動電位を示したグラフである。
図中の A の部分の膜電位の変化において，ナトリウムチャネルはどのような
役割をしているか 60 字以内で説明せよ。

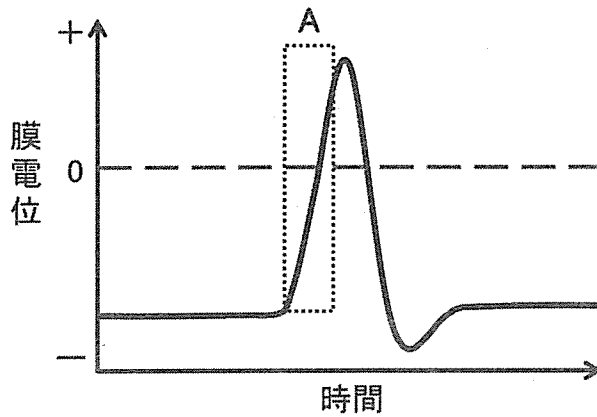


図 4

- 問 5 ニューロンの“全か無かの法則”について 80 字以内で説明せよ。

第 4 問（選択問題）

生態系に関する次の文章を読み、以下の問 1～問 4 に答えよ。

a 生態系を構成する生物には、光合成を行う植物である（ア）、（ア）を食べる植食性動物および植食性動物を食べる肉食動物である（イ）や、さらにこれらを食べる高次の（イ）が存在している。このような被食者と捕食者の連続的なつながりは（ウ）と呼ばれており、栄養分の摂り方によって生物を段階的に分けるとき、これを（エ）という。実際の生態系においては、多くの生物は複数種類の生物を食べ、また複数種類の生物に捕食されている。このような被食者－捕食者の相互関係に注目して、群集の全体像を表現したものを（オ）という。（オ）を中心とした生物群集に関する概念は、人間活動と自然環境の間で生じているさまざまな問題のメカニズムを解明する上で有効である。例えば近年、水産資源の持続可能な利用の重要性が増しており、人間による漁業活動が生態系に与える影響の評価が注目を集めている。

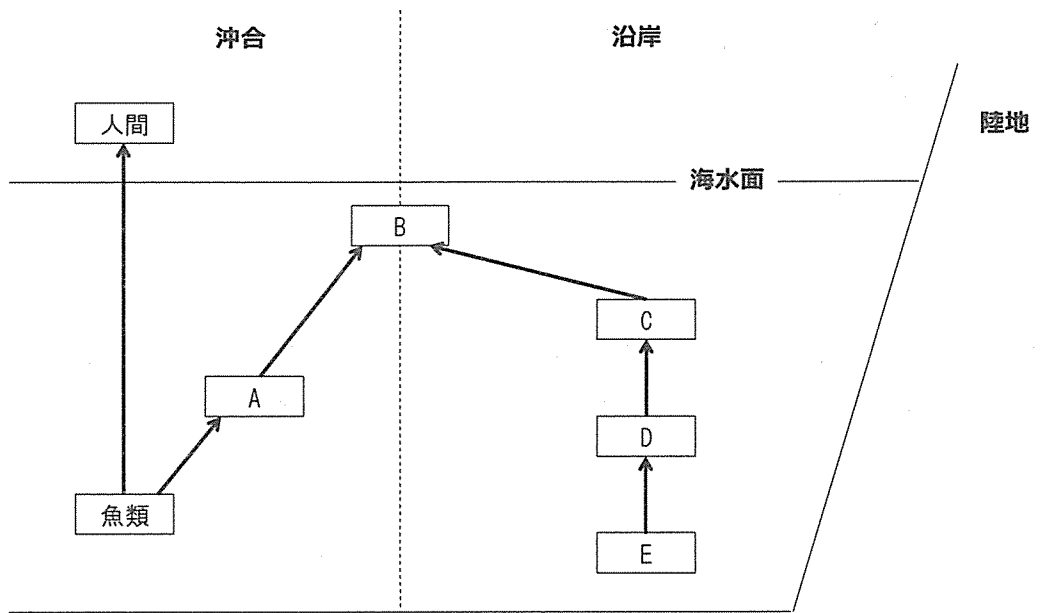
北太平洋に多数生息していたラッコは、毛皮貿易のための乱獲によって 20 世紀初頭には絶滅寸前にまで激減した。その後の乱獲禁止の国際的な取組みの結果、1970 年代には個体数が回復した。しかし、1990 年代には再び b ラッコの個体数が急減し、それと同時にラッコの生息場所でもある巨大な海藻ジャイアントケルプ（コンブの一種）の個体数も急減した。このようなラッコを取り巻く生物群集の個体群変動の一要因として、近年に活発化した人間による沖合での漁業活動の影響が指摘されている。これは、海洋では陸域に比べて、生物や物質の移動する空間スケールが大きいいため、被食者－捕食者の相互関係を介して、人間活動の影響がより広範囲に及ぶ可能性を示す一例である。

問 1 文章中の（ア）～（オ）に入る語句として最も適切なものを，次の①～⑬のうちから選び，番号で答えよ。

- | | | |
|---------|--------|-------------|
| ① 順位制 | ② 生産者 | ③ 栄養段階 |
| ④ 利用者 | ⑤ 消費者 | ⑥ 個体群 |
| ⑦ 連鎖反応 | ⑧ 食物連鎖 | ⑨ 正のフィードバック |
| ⑩ 栄養状態 | ⑪ 栄養水準 | ⑫ 食物網 |
| ⑬ 種の多様性 | | |

問 2 下線部 a について，必要とする資源の種類やその利用の仕方などにおいて，ある種の生物が生態系の中で占める位置を何と呼ぶか答えよ。

問3 下線部 b で示されるラッコの個体数変動が人間による魚類を対象とした漁業活動によって引き起こされたと仮定した場合に、図5のA～Eに当てはまる生物名の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。



(注) 矢印は被食者から捕食者への方向を表す

図5 ラッコを取り巻く生物群集の被食-捕食関係

	A	B	C	D	E
①	ウニ	シャチ	アザラシ類	ラッコ	ジャイアントケルプ
②	アザラシ類	ラッコ	シャチ	ウニ	ジャイアントケルプ
③	アザラシ類	シャチ	ラッコ	ウニ	ジャイアントケルプ
④	ラッコ	アザラシ類	シャチ	ジャイアントケルプ	ウニ
⑤	シャチ	ラッコ	アザラシ類	ウニ	ジャイアントケルプ
⑥	シャチ	ラッコ	アザラシ類	ジャイアントケルプ	ウニ
⑦	アザラシ類	シャチ	ラッコ	ジャイアントケルプ	ウニ
⑧	ウニ	アザラシ類	シャチ	ラッコ	ジャイアントケルプ

問 4 図 5 に示された群集構成種の個体数変動の要因が、図中に示してある被食—捕食関係だけと仮定して、次の (1)、(2) に答えよ。

(1) シャチ個体群が絶滅した場合に予想される魚類個体数とジャイアントケルブ個体数の変化を 1 行で答えよ。

(2) 人間による漁業活動の縮小が被食者—捕食者の相互関係を介して、E の個体数を増加させた場合の A～D の生物の応答として最も適切なものを、次の ①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① A は減少し、B は個体数の多い C を集中的に捕食するようになった結果として、C は減少し、D が増加した。
- ② A は増加し、B は個体数の多い A を集中的に捕食するようになった結果として、C は増加し、D も増加した。
- ③ A は減少し、B は個体数の多い C を集中的に捕食するようになった結果として、C は減少し、D も減少した。
- ④ A は増加し、B は個体数の多い A を集中的に捕食するようになった結果として、C は増加し、D は減少した。
- ⑤ A は減少し、B は個体数の多い C を集中的に捕食するようになった結果として、C は増加し、D は減少した。
- ⑥ A は増加し、B は個体数の多い A を集中的に捕食するようになった結果として、C は減少し、D は増加した。

第5問（選択問題）

進化のしくみに関する次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

生物の進化は、集団中での（ア）の変化と定義することができ、集団中の個体のうち、a 特定の対立遺伝子をもつものが生存や繁殖に有利な場合、その対立遺伝子が集団中に広まり、不利な対立遺伝子は集団から排除される。一方、対立遺伝子間に有利不利の関係がない場合でも、特定の対立遺伝子が次世代に偶然に多く受け渡されるということが起こりうる。このような偶然による（ア）の変動を（イ）という。（ア）の変化は生物種においてさまざまな形質の変化を引き起こすが、これだけでは（ウ）には不十分である。（ウ）が起きるためには、親集団から分かれた2つの集団の個体間で交配できないか、交配しても生殖能力のある子ができない状態になる必要がある。このような状態を（エ）という。（エ）が成立する要因の一つに、山脈や海などの地理的な障壁が挙げられる。これらの地理的な障壁は、生物の移動を制限し、自由な交配を妨げることで、集団間の遺伝的な交流を阻害する。このような現象を（オ）という。

（エ）の遺伝的基盤に関する古典的な研究例として、ショウジョウバエ種間の雑種致死に関する研究がある。オナジショウジョウバエの雄とキイロショウジョウバエの雌の間で種間交配を行うと、ほとんどの場合に雑種第一世代の雄が致死となる。しかし、キイロショウジョウバエの中には、同様の種間交配において、雑種第一世代の雄が致死とならない系統が存在しており、この雑種の生存を可能にする遺伝子がX染色体上に存在することがわかっている。X染色体と常染色体上に対立遺伝子が存在する場合の遺伝子型の表記法（図6）を用いて、この遺伝子に基づいたb 種の生成モデルを図7に示した。ここではまず、キイロショウジョウバエの1集団のX染色体上に優性の致死抑制対立遺伝子（R）が突然変異で生じ、集団中の全個体がRをもつに至ったと考える。次に同じ集団の常染色体上に優性の致死対立遺伝子（L）が生じるとする。事前に致死抑制対立遺伝子が存在しているので、新しく生じた致死対立遺伝子によって致死となることなく、両対立遺伝子をもった状態でオナジショウジョウバエが生まれたと考える。ここでは、RとLの劣性の対立遺伝子をそれぞれrとl

とし、両遺伝子は Y 染色体上には存在しないものとする。このモデルは、現実に観察される雑種致死のパターンをよく説明し、突然変異による新しい種の生成を説明することができる。

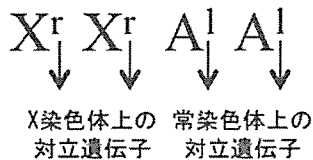


図6 X染色体と常染色体上に対立遺伝子が存在する場合の遺伝子型の表記法



図7 致死抑制対立遺伝子 (R) と致死対立遺伝子 (L) による種の生成モデル

問1 文章中の (ア) ~ (オ) に入る語句として最も適切なものを、次の

①~⑰のうちから選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|----------|-----------|---------|---------|
| ① 適応度 | ② 地理的隔離 | ③ 表現型 | ④ 転座 |
| ⑤ 遺伝子型 | ⑥ 塩基配列 | ⑦ 組換え | ⑧ 遺伝的浮動 |
| ⑨ 無性生殖 | ⑩ 生殖(的)隔離 | ⑪ 遺伝子流動 | ⑫ 異数性 |
| ⑬ 選択圧 | ⑭ 遺伝子頻度 | ⑮ 種分化 | ⑯ 近交弱勢 |
| ⑰ 自家不和合性 | | | |

問 2 下線部 a の内容を表す最も適切な用語を漢字 4 文字で記せ。

問 3 下線部 b で示される種の生成モデルにもとづいて、次の (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) オナジショウジョウバエの雄($X^R Y A^L A^L$)とキイロショウジョウバエの雌($X^r X^r A^l A^l$)を交配したときに得られる遺伝子型のすべてを書き、それぞれの遺伝子型が生存可能か致死かを記せ。
- (2) オナジショウジョウバエの雌($X^R X^R A^L A^L$)とキイロショウジョウバエの雄($X^r Y A^l A^l$)を交配したときに得られる遺伝子型のすべてを書き、それぞれの遺伝子型が生存可能か致死かを記せ。
- (3) 上述の (1) と (2) の交配で得られた雑種第一世代の個体で、生存可能な雄と雌を掛け合わせたときに得られる遺伝子型のうち、雄で致死となる遺伝子型をすべて書け。

問 4 下線部 c について、致死抑制対立遺伝子の効果によって、この集団中では致死対立遺伝子 L は有利でも不利でもなく、かつ集団サイズは十分に大きく、任意交配が行われていると仮定する。集団中に、対立遺伝子 L をホモにもつ個体が 81% 存在するとき、集団中において、 $A^L A^l$ の遺伝子型をもつ個体が何% 存在すると考えられるかを答えよ。

問題訂正

教科・科目名 (理科 ・ 生物)

問題訂正

理科

生物

第2問

33ページ5行目

誤 調整卵でも

正 調整卵 (調節卵) でも