





国語, 数学, 理科(化学, 生物)問題

はじめに, これを読みなさい。

1. これは, 国語, 数学, 化学, 生物の4科目の問題を綴じた冊子である。必要な科目を選択して解答しなさい。食料環境政策学科受験者は「国語」が必須である。
2. 問題は, 数学, 化学, 生物については表面から83ページ, 国語については裏面から14ページある。ただし, ページ番号のない白紙はページ数に含まない。
3. 解答用紙に印刷されている受験番号が正しいかどうか, 受験票と照合して確認すること。
4. 監督者の指示にしたがい, 解答用紙の氏名欄に氏名を記入すること。
5. 監督者の指示にしたがい, 解答用紙にある「解答科目マーク欄」に1つマークし, 「解答科目名」記入欄に解答する科目名を記入しなさい。なお, マークしていない場合, または複数の科目にマークした場合は0点となる。
6. 解答は, すべて解答用紙の所定欄にマークするか, または記入すること。所定欄以外のところには何も記入しないこと。解答番号は各科目の最初に示してある。
7. 問題に指定された数より多くマークしないこと。
8. 解答は, 必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入のこと。
9. 訂正する場合は, 消しゴムできれいに消し, 消しくずを残さないこと。
10. 解答用紙は, 絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
11. 解答用紙はすべて回収する。持ち帰らず, 必ず提出すること。
12. この問題冊子は必ず持ち帰ること。
13. マーク記入例

良い例	悪い例
	  

生 物

(解答番号 1~48)

〔 I 〕 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

植物の光合成は、光エネルギーを利用してATPを合成する反応系である。光合成の反応は、葉緑体の(ア)における光が直接関係する反応と、(イ)における光が直接関係しない反応の2つに大きく分けられる。第一の反応は、光エネルギーによって引き起こされる(ウ)から(エ)につながる電子伝達である。(ウ)に電子を与えるのは H_2O であり、 H_2O から電子が引き抜かれると(オ)が生じる。光化学系で伝達された電子は最終的に(カ)に渡され、(キ)が生産される。一方、電子伝達と結びついたATP合成により、光エネルギーがATPの化学エネルギーに変換される。第二の反応は、二酸化炭素(CO_2)から有機物を合成する炭酸同化である。この反応では、 CO_2 とリブローズビスリン酸から(ク)分子の(ケ)がつくられる。その後、第一の反応でつくられたATPのエネルギーと(キ)の還元力を用いて、 CO_2 が糖に取り込まれる。

イネやコムギなどの C_3 植物では、大気中の CO_2 をそのまま、カルビン・ベンソン回路による炭酸同化に用いている。しかし、一部の植物は、 CO_2 の固定を段階的に行うことで、高温で光が強い環境や乾燥した環境に適応している。例えば、サトウキビやトウモロコシなどの C_4 植物では、いったん取り込んだ CO_2 は、まず(コ)にある(サ)に結合して固定され、 C_4 化合物である(シ)を生じる。(シ)は有機化合物に変えられたのち、原形質連絡を通じて(ス)へ輸送され、ここで分解されて CO_2 を生じる。放出された CO_2 は(セ)によって再固定されてカルビン・ベンソン回路で糖が合成される。一方、乾燥地域に生息するサボテンやパイナップルなどのCAM植物では、昼間に

CO₂を取り込むために気孔を開くと、植物体内の水分が失われてしまう。そのため、気温の低い夜間に気孔を開き、CO₂をC₄化合物として取り込み、(ソ)に貯える。昼間には夜間に蓄積したC₄化合物を分解してCO₂を取り出し、光合成を行う。

植物は土壌の無機窒素化合物を根から吸収し、窒素同化を行う。一般には植物にとって、より効率的に吸収できるのは(タ)である。植物体内に入った(タ)は(チ)を経て(ツ)に変換される。(ツ)は、(テ)のエネルギーを用い、グルタミン合成酵素のはたらきによってグルタミン酸と結合してグルタミンをつくる。グルタミンのアミノ基はアミノ基転移酵素のはたらきによって(ト)に渡され、続いて別の有機酸に渡され、さまざまなアミノ酸がつくられていく。

植物の一生には多くの植物ホルモンがはたらき、発生や成長の制御を行っている。例えば、光合成による気体の交換は、気孔の開閉を通して行われる。気孔の開閉を調節する環境要因の1つは光であり、明条件では開き、暗条件では閉じる。気孔の開閉には(ナ)が有効であり、(ニ)が光受容体として関わっている。もう1つの要因は水で、植物が水不足の状態になると、気孔が閉じて蒸散が抑えられる。この調節は(ヌ)を介して行われる。また、活発な光合成を維持するためには、葉の老化を遅らせることが重要である。葉の老化がある程度進むと、葉柄の付け根に、離層とよばれる特殊な細胞の層が形成され、特に落葉期になると、離層付近の細胞の(ネ)濃度は減少し、(ノ)濃度は増加する。一方、(ハ)は葉の老化を遅らせる。

植物の花芽形成には、環境要因が大きな役割を果たしている。特に日長は花芽形成を左右する重要な環境要因である。一方、温度の影響も受けることが知られている。秋まきのコムギは(ヒ)にさらされることで、(フ)が合成されて花芽が形成される。このような現象を春化とよぶ。春化が必要な植物は(ヘ)である。

植物は外的要因などのストレスによって植物自体が損傷し、生育に支障をきたす。例えば、昆虫は植物体の一部を食害し、傷害ストレスを起こす。傷害を受けた植物では、(ホ)の合成を誘導する。また、(ホ)はタンパク質分解酵素

の阻害物質の合成を促進する。この阻害物質は昆虫の成長を妨げるので、食害の拡大を防ぐのに役立っている。一方、病原菌が植物体内に侵入すると、(マ)が合成され、感染部位周辺に広く蓄積して(ミ)を強化し、病原菌に対する物理的な障壁をつくる。

植物が光合成によって有機物を生産することを物質生産という。そのため、植物群落がどのような構造をつくるかによって、群落全体の物質生産に影響する。草本植物の生産構造図は、広葉草本型とイネ科草本型の2つに分けられる。一般に、広葉草本型では、同化器官が群落の(ム)に集中し、(メ)に広がる。一方、イネ科草本型は葉が(モ)に分布するため、群落下層部の同化器官の量が(ヤ)。

問1 空欄(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)、(オ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はア・イ・ウ・エ・オの順に示してある。

1

- A ストロマ・チラコイド・光化学系Ⅱ・光化学系Ⅰ・ O_2
- B ストロマ・チラコイド・光化学系Ⅱ・光化学系Ⅰ・ H_2
- C ストロマ・チラコイド・光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱ・ O_2
- D ストロマ・チラコイド・光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱ・ H_2
- E リボソーム・リソソーム・光化学系Ⅱ・光化学系Ⅰ・ O_2
- F リボソーム・リソソーム・光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱ・ H_2
- G リソソーム・リボソーム・光化学系Ⅱ・光化学系Ⅰ・ O_2
- H リソソーム・リボソーム・光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱ・ H_2
- I チラコイド・ストロマ・光化学系Ⅱ・光化学系Ⅰ・ O_2
- J チラコイド・ストロマ・光化学系Ⅱ・光化学系Ⅰ・ H_2
- K チラコイド・ストロマ・光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱ・ O_2
- L チラコイド・ストロマ・光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱ・ H_2

問 2 空欄(カ), (キ), (ク), (ケ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はカ・キ・ク・ケの順に示してある。

2

- A $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{ADP} \cdot 2 \cdot \text{ホスホグリセリン酸}$
- B $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{ADP} \cdot 3 \cdot \text{ホスホグリセリン酸}$
- C $\text{NADPH} \cdot \text{NADP}^+ \cdot 2 \cdot \text{ホスホグリセリン酸}$
- D $\text{NADPH} \cdot \text{NADP}^+ \cdot 3 \cdot \text{ホスホグリセリン酸}$
- E $\text{NADPH} \cdot \text{NADP}^+ \cdot 2 \cdot \text{グルセルアルデヒド-3-リン酸}$
- F $\text{NADPH} \cdot \text{NADP}^+ \cdot 3 \cdot \text{グルセルアルデヒド-3-リン酸}$
- G $\text{NADP}^+ \cdot \text{NADPH} \cdot 2 \cdot \text{ホスホグリセリン酸}$
- H $\text{NADP}^+ \cdot \text{NADPH} \cdot 3 \cdot \text{ホスホグリセリン酸}$
- I $\text{NADP}^+ \cdot \text{NADPH} \cdot 2 \cdot \text{グルセルアルデヒド-3-リン酸}$
- J $\text{NADP}^+ \cdot \text{NADPH} \cdot 3 \cdot \text{グルセルアルデヒド-3-リン酸}$
- K $\text{ADP} \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 2 \cdot \text{グルセルアルデヒド-3-リン酸}$
- L $\text{ADP} \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 3 \cdot \text{グルセルアルデヒド-3-リン酸}$

問 3 空欄(コ), (サ), (シ)に入る語の組み合わせとして, 最も適切なものを選びなさい。ただし, 選択肢の語はコ・サ・シの順に示してある。

3

- A 維管束鞘細胞・ホスホグリセリン酸・リンゴ酸
- B 維管束鞘細胞・ホスホグリセリン酸・オキサロ酢酸
- C 維管束鞘細胞・ホスホエノールピルビン酸・リンゴ酸
- D 維管束鞘細胞・ホスホエノールピルビン酸・オキサロ酢酸
- E 葉肉細胞・ホスホグリセリン酸・リンゴ酸
- F 葉肉細胞・ホスホグリセリン酸・オキサロ酢酸
- G 葉肉細胞・ホスホエノールピルビン酸・リンゴ酸
- H 葉肉細胞・ホスホエノールピルビン酸・オキサロ酢酸
- I 孔辺細胞・ホスホグリセリン酸・リンゴ酸
- J 孔辺細胞・ホスホグリセリン酸・オキサロ酢酸
- K 孔辺細胞・ホスホエノールピルビン酸・リンゴ酸
- L 孔辺細胞・ホスホエノールピルビン酸・オキサロ酢酸

問 4 空欄(ス), (セ), (ソ)に入る語の組み合わせとして, 最も適切なものを選びなさい。ただし, 選択肢の語はス・セ・ソの順に示してある。

4

- A 維管束鞘細胞・グリセルアルデヒド-3-リン酸・液胞
- B 維管束鞘細胞・グリセルアルデヒド-3-リン酸・細胞質基質
- C 維管束鞘細胞・ルビスコ・液胞
- D 維管束鞘細胞・ルビスコ・細胞質基質
- E 葉肉細胞・グリセルアルデヒド-3-リン酸・液胞
- F 葉肉細胞・グリセルアルデヒド-3-リン酸・細胞質基質
- G 葉肉細胞・ルビスコ・液胞
- H 葉肉細胞・ルビスコ・細胞質基質
- I 維管束・グリセルアルデヒド-3-リン酸・液胞
- J 維管束・グリセルアルデヒド-3-リン酸・細胞質基質
- K 維管束・ルビスコ・液胞
- L 維管束・ルビスコ・細胞質基質

問 5 空欄(タ), (チ), (ツ), (テ), (ト)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はタ・チ・ツ・テ・トの順に示してある。 5

- A 硝酸イオン・亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・ATP・ケトグルタル酸
- B 硝酸イオン・亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・ATP・アスパラギン酸
- C 硝酸イオン・亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・ADP・ケトグルタル酸
- D 硝酸イオン・亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・ADP・アスパラギン酸
- E アンモニウムイオン・硝酸イオン・亜硝酸イオン・ATP・ケトグルタル酸
- F アンモニウムイオン・硝酸イオン・亜硝酸イオン・ATP・アスパラギン酸
- G アンモニウムイオン・硝酸イオン・亜硝酸イオン・ADP・ケトグルタル酸
- H アンモニウムイオン・硝酸イオン・亜硝酸イオン・ADP・アスパラギン酸
- I 亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・硝酸イオン・ATP・ケトグルタル酸
- J 亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・硝酸イオン・ATP・アスパラギン酸
- K 亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・硝酸イオン・ADP・ケトグルタル酸
- L 亜硝酸イオン・アンモニウムイオン・硝酸イオン・ADP・アスパラギン酸

問 6 空欄(ナ), (ニ), (ヌ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はナ・ニ・ヌの順に示してある。 6

- A 赤色光・フォトトロピン・アブシシン酸
- B 赤色光・フォトトロピン・ジャスモン酸
- C 赤色光・フィトクロム・アブシシン酸
- D 赤色光・フィトクロム・ジャスモン酸
- E 青色光・フォトトロピン・アブシシン酸
- F 青色光・フォトトロピン・ジャスモン酸
- G 青色光・フィトクロム・アブシシン酸
- H 青色光・フィトクロム・ジャスモン酸

問 7 空欄(ネ), (ノ), (ハ)に入る語の組み合わせとして, 最も適切なものを選びなさい。ただし, 選択肢の語はネ・ノ・ハの順に示してある。

- A オーキシシン・エチレン・ジベレリン
- B オーキシシン・エチレン・サイトカイニン
- C エチレン・オーキシシン・ジベレリン
- D エチレン・オーキシシン・サイトカイニン
- E サイトカイニン・ジベレリン・エチレン
- F サイトカイニン・ジベレリン・オーキシシン
- G ジベレリン・サイトカイニン・エチレン
- H ジベレリン・サイトカイニン・オーキシシン

問 8 空欄(ヒ), (フ), (ヘ)に入る語の組み合わせとして, 最も適切なものを選びなさい。ただし, 選択肢の語はヒ・フ・ヘの順に示してある。

- A 高温・フロリゲン・長日植物
- B 高温・フロリゲン・短日植物
- C 高温・ジベレリン・長日植物
- D 高温・ジベレリン・短日植物
- E 低温・フロリゲン・長日植物
- F 低温・フロリゲン・短日植物
- G 低温・ジベレリン・長日植物
- H 低温・ジベレリン・短日植物

問 9 空欄(ホ), (マ), (ミ)に入る語の組み合わせとして, 最も適切なものを選びなさい。ただし, 選択肢の語はホ・マ・ミの順に示してある。

- A サリチル酸・セルロース・細胞膜
- B サリチル酸・セルロース・細胞壁
- C サリチル酸・リグニン・細胞膜
- D サリチル酸・リグニン・細胞壁
- E ジヤスモン酸・セルロース・細胞膜
- F ジヤスモン酸・セルロース・細胞壁
- G ジヤスモン酸・リグニン・細胞膜
- H ジヤスモン酸・リグニン・細胞壁

問10 空欄(ム), (メ), (モ), (ヤ)に入る語の組み合わせとして, 最も適切なものを選びなさい。ただし, 選択肢の語はム・メ・モ・ヤの順に示してある。

- A 上層・直立・水平・多い
- B 上層・直立・水平・少ない
- C 上層・直立・直立・多い
- D 上層・水平・直立・多い
- E 上層・水平・直立・少ない
- F 上層・水平・水平・多い
- G 下層・直立・水平・多い
- H 下層・直立・水平・少ない
- I 下層・直立・直立・多い
- J 下層・水平・直立・多い
- K 下層・水平・直立・少ない
- L 下層・水平・水平・多い

生物 問題は次ページに続いています。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

2017年ノーベル生理学・医学賞は米国の時間生物学者3氏に授与された。受賞理由は「概日リズムを制御する分子機構の発見」である。彼らはキイロショウジョウバエの突然変異体から概日リズムをつかさどる遺伝子を発見し、^(ア)「*Period* (ピリオド)」と名付けた。その後、^(イ)「*Timeless* (タイムレス)」がピリオドを活性化する役割をもつ遺伝子として発見された。3氏が中心となって、これらの遺伝子やその遺伝子産物の関わり合いで約24時間のサイクルが生み出される機構を発見し、受賞に至った。この仕組みに関わる遺伝子は時計遺伝子とよばれ、現在までに多くの遺伝子が発見されている。ヒトを含むほ乳類においても、この仕組みは共通であり、全身のほとんどの細胞に時計遺伝子が存在し、約24時間を生み出す機構、すなわち「細胞時計」が備わっていることがわかってきた。

ほ乳類の時計遺伝子は、ハツカネズミ(マウス)の突然変異体から *Clock* (クロック) 遺伝子が単離され、^(ウ)キイロショウジョウバエのピリオド遺伝子のオーソログ遺伝子^(注1)としてマウスのピリオド遺伝子が単離された。その他、ホモログ遺伝子^(注2)として多くの時計遺伝子が単離され、植物では光受容体としてはたらく *Cryptochrome* (クリプトクロム) や *Bmal* (ビーマル) とよばれる遺伝子も時計遺伝子^(エ)としてはたらいっていることがわかった。

ほ乳類における概日リズムの分子機構を簡単に説明すると、次のようになる。時計遺伝子の中でもピリオド遺伝子とクリプトクロム遺伝子は時計発振遺伝子とよばれ、その遺伝子にはクロックタンパク質とビーマルタンパク質が結合する特定の塩基配列である(オ)が存在する。(オ)にクロックタンパク質とビーマルタンパク質が結合すると、(カ)のはたらきを利用して、ピリオド遺伝子とクリプトクロム遺伝子の転写が開始される。その後、(ク)で翻訳されたピリオドタンパク質とクリプトクロムタンパク質は^(キ)(ケ)内に戻り、自身の転写^(コ)を制御するクロックタンパク質とビーマルタンパク質のはたらきを阻害する。この一連の流れは転写・翻訳フィードバックループとよばれ、ループが一周するのに約24時間かかる。これが細胞時計の中身である。

ほ乳類では、概日リズムをつかさどる体内時計中枢は脳の視床下部の視交叉^(ア)上核^(イ)に存在する。視交叉上核は眼から神経の連絡をもち、光情報を受けとることができる。視交叉上核には、多数のニューロンが存在し、そのニューロン1つ1つが細胞時計をもち合わせている。また、視交叉上核のニューロン同士で神経回路を形成^(ウ)し、強固な概日リズムを生み出す。視交叉上核で生成された体内時刻は神経系やホルモン^(エ)を介して全身へ送られ、時刻情報を受けた全身の細胞はそれぞれの機能^(オ)に即したピーク時刻やリズムをつくる。

(注1) 共通の祖先遺伝子から生じた相同な遺伝子

(注2) 配列と機能が似た遺伝子

問1 下線部(ア)に関する記述として、最も適切な組み合わせを選びなさい。

11

- ① だ腺染色体にパフが見られる。
- ② 発生過程の胚には、卵割腔と胞胚腔が生じる。
- ③ 前後軸(頭尾軸)は受精時に精子由来の因子によって決定される。
- ④ 体細胞の染色体数は $2n = 8$ である。
- ⑤ 幼虫の脱皮やさなぎ化を抑制するホルモンであるエクジステロイドを合成・分泌する。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A ①と② | B ①と③ | C ①と④ | D ①と⑤ |
| E ②と③ | F ②と④ | G ②と⑤ | H ③と④ |
| I ③と⑤ | J ④と⑤ | | |

問 2 下線部(イ)に関する記述として、最も適切な組み合わせを選びなさい。

12

- ① 突然変異によって DNA の塩基が置換されると形質が変化する。
- ② DNA 複製の過程で突然変異が生じることがある。
- ③ DNA の塩基の置換、挿入は起こるが欠失は起こらない。
- ④ かま状赤血球症では、突然変異によって細胞骨格タンパク質の立体構造が変化する。
- ⑤ 紫外線やある種の化学物質によって突然変異が起こりやすくなる。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A ①と② | B ①と③ | C ①と④ | D ①と⑤ |
| E ②と③ | F ②と④ | G ②と⑤ | H ③と④ |
| I ③と⑤ | J ④と⑤ | | |

問 3 下線部(ウ)の体細胞 1 個に含まれる DNA は、 1.04×10^{10} 個のヌクレオチドからなる。この細胞の 1 染色体あたりの DNA の平均の長さは何 cm か、最も適切な数値を選びなさい。ただし、10 ヌクレオチド対の長さは 3.4 nm とし、マウスの染色体数は $2n = 40$ である。

13

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| A 0.177 | B 1.77 | C 17.7 | D 0.340 |
| E 3.40 | F 22.1 | G 0.442 | H 4.42 |
| I 44.2 | J 0.520 | K 5.20 | L 55.2 |

問 4 下線部(エ)の遺伝子産物の役割として、最も適切な組み合わせを選びなさい。

い。 14

- ① 主に赤色光と遠赤色光を吸収する。
- ② 光発芽種子の発芽促進などの形態形成を引き起こす。
- ③ 主に青色光を吸収する。
- ④ 光による茎の伸長抑制に関与する。
- ⑤ 光屈性や気孔開口に関与する。

- A ①と② B ①と③ C ①と④ D ①と⑤
E ②と③ F ②と④ G ②と⑤ H ③と④
I ③と⑤ J ④と⑤

問 5 空欄(オ), (カ), (ク), (ケ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はオ・カ・ク・ケの順に示してある。 15

- A プライマー・DNAポリメラーゼ・ゴルジ体・染色体
- B プライマー・DNAポリメラーゼ・ゴルジ体・核
- C プライマー・DNAポリメラーゼ・リボソーム・核
- D プライマー・RNAポリメラーゼ・ゴルジ体・染色体
- E プライマー・RNAポリメラーゼ・ゴルジ体・核
- F プライマー・RNAポリメラーゼ・リボソーム・染色体
- G プライマー・RNAポリメラーゼ・リボソーム・核
- H 転写調節領域・DNAポリメラーゼ・ゴルジ体・染色体
- I 転写調節領域・DNAポリメラーゼ・ゴルジ体・核
- J 転写調節領域・DNAポリメラーゼ・リボソーム・染色体
- K 転写調節領域・DNAポリメラーゼ・リボソーム・核
- L 転写調節領域・RNAポリメラーゼ・ゴルジ体・染色体
- M 転写調節領域・RNAポリメラーゼ・リボソーム・染色体
- N 転写調節領域・RNAポリメラーゼ・リボソーム・核

問 6 下線部(キ)に関して、次の問(1)、(2)に答えなさい。

(1) 下線部(キ)に関する記述として、最も適切な組み合わせを選びなさい。

16

- ① RNAの鋳型となるDNAのヌクレオチド鎖の塩基がチミンであれば、相補的に対応するRNAの塩基はウラシルである。
- ② DNAの二本鎖がほどけると、その部分の両方のヌクレオチド鎖が鋳型となりRNAが合成される。
- ③ RNAの合成は、RNAの5'末端側から3'末端側に向けて一方向にのみ起こる。
- ④ DNA上には転写を終了させる配列が存在しないため転写の終了は酵素活性に依存する。
- ⑤ RNA合成が完成すると合成されたRNAの中には折りたたまれるものやタンパク質と複合体をつくるものもある。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A ①と② | B ①と③ | C ①と④ | D ①と⑤ |
| E ②と③ | F ②と④ | G ②と⑤ | H ③と④ |
| I ③と⑤ | J ④と⑤ | | |

- (2) 次の説明文の空欄(タ), (チ), (ツ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はタ・チ・ツの順に示してある。

17

<説明文>

マウスのクロック遺伝子は、アミノ酸配列の情報をもつ領域である(タ)とアミノ酸配列の情報をもたない領域である(チ)が交互に並んでいる。この遺伝子では、(タ)と(チ)の両方が転写され mRNA 前駆体が生じるが、(ツ)の過程で、(チ)部分が除去され、mRNA として残るのは(タ)の部分だけである。

- A イントロン・コドン・インプリンティング
- B イントロン・エキソン・インプリンティング
- C エキソン・コドン・インプリンティング
- D エキソン・イントロン・インプリンティング
- E イントロン・コドン・スプライシング
- F イントロン・エキソン・スプライシング
- G エキソン・コドン・スプライシング
- H エキソン・イントロン・スプライシング
- I イントロン・コドン・クローニング
- J イントロン・エキソン・クローニング
- K エキソン・コドン・クローニング
- L エキソン・イントロン・クローニング

問 7 下線部(□)に関連して、ビーマルやクロックは何遺伝子であるといえるか、最も適切なものを選びなさい。 18

- | | | |
|------------|-------------|---------|
| A ホメオティック | B 再生 | C ペアルール |
| D アンテナペディア | E 調節 | F 初期化 |
| G ギャップ | H ホックス(Hox) | I 分化 |

問 8 図1はヒトの脳の断面の模式図である下線部(※)の位置として、最も適切なものを選びなさい。 19

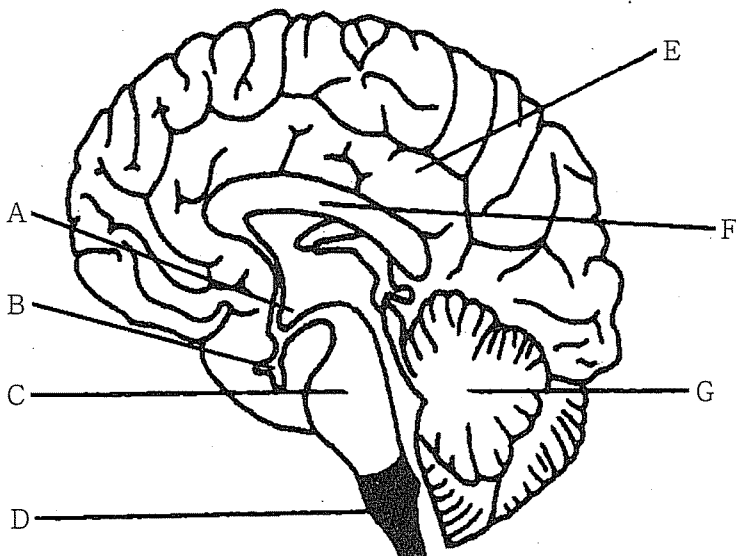


図1

問 9 下線部(シ)に関連して、光は網膜で受容される。網膜はさまざま細胞が層と
なっているがその層の並ぶ順番として、最も適切なものを選びなさい。ただ
し、選択肢の語は眼の内側(ガラス体側)から順に示してある。 20

- A 色素上皮細胞・視細胞・連絡神経細胞・視神経細胞
- B 視細胞・連絡神経細胞・視神経細胞・色素上皮細胞
- C 連絡神経細胞・視神経細胞・色素上皮細胞・視細胞
- D 視神経細胞・色素上皮細胞・視細胞・連絡神経細胞
- E 視神経細胞・連絡神経細胞・視細胞・色素上皮細胞
- F 連絡神経細胞・視細胞・色素上皮細胞・視神経細胞
- G 視細胞・色素上皮細胞・視神経細胞・連絡神経細胞
- H 色素上皮細胞・視神経細胞・連絡神経細胞・視細胞
- I 色素上皮細胞・連絡神経細胞・視神経細胞・視細胞
- J 連絡神経細胞・視神経細胞・視細胞・色素上皮細胞
- K 視神経細胞・視細胞・色素上皮細胞・連絡神経細胞
- L 視細胞・色素上皮細胞・連絡神経細胞・視神経細胞

問10 下線部(ス)に関する実験を下の<実験方法>で行った。次の問(1), (2)に答えなさい。

<実験方法>

マウスから視交叉上核を取り出し、組織培養下にて微小ガラス電極を視交叉上核に刺入した。ニューロンの細胞外電位を測定したところ、あるニューロンからは図2のような一定間隔の自発的な活動電位のオシロスコープ像を得ることができた。また、刺激への反応性などの実験を繰り返し、多くのデータを集めて視交叉上核ニューロンの特徴をシミュレーションソフトに入力した。

(1) 図2におけるニューロンの自発神経活動は何 Hz(ヘルツ)であるか、最も適切な数値を選びなさい。ただし、図中の縦実線が活動電位である。

21

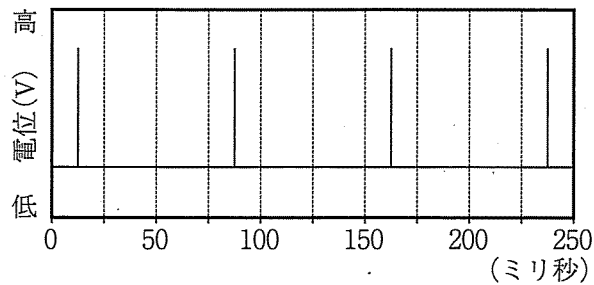


図2

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A 1.3 | B 1.5 | C 1.6 | D 2.0 |
| E 2.6 | F 3.0 | G 3.2 | H 4.0 |
| I 8.0 | J 13 | K 15 | L 16 |
| M 20 | N 26 | O 30 | |

(2) シミュレーションソフトを用いた解析により、細胞体の先端から軸索末端までの長さが1.5 mmの視交叉上核ニューロンにおいて、細胞体の先端から活動電位が発生し、その電位変化が軸索末端に伝わるまでの速度は2 mm/ミリ秒であった。この時、このニューロンを8000個分、図3のように直線状につなげる実験をシミュレートした。最初のニューロンに活動電位が発生してから、何秒後に最後のニューロンの軸索末端にその電位変化が伝わるか、最も適切な数値を選びなさい。ただし、ニューロン間は興奮性のシナプスで連絡しているものとする。

22

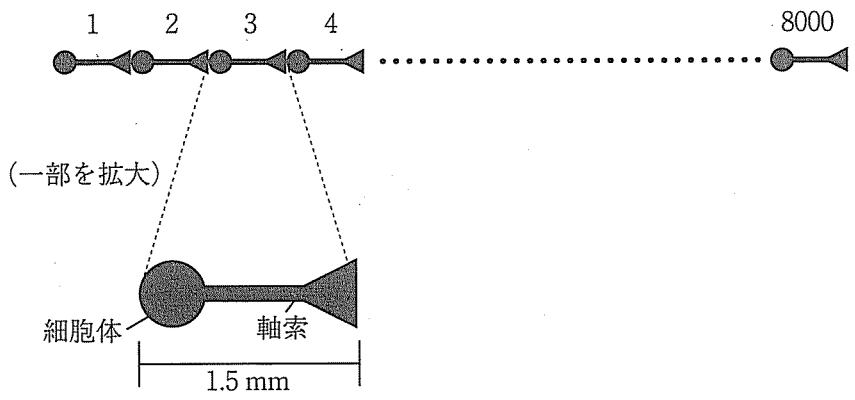


図3

- | | | | |
|--------|--------|--------|-------|
| A 0.06 | B 0.07 | C 0.14 | D 0.6 |
| E 0.7 | F 1.4 | G 6.0 | H 14 |

問11 下線部(セ)に関する記述として、最も適切な組み合わせを選びなさい。

23

- ① チロキシンは甲状腺刺激ホルモンの分泌を抑制するはたらきをもつ。
- ② バソプレシンは腎臓のボーマン^{のう}嚢での水の再吸収を促進する。
- ③ セクレチンは塩酸によって分泌が促進される。
- ④ アドレナリンは血糖値を下げ、心臓の拍動を促進する。
- ⑤ パラトルモンは血液中のカルシウムイオン濃度を下げる。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A ①と② | B ①と③ | C ①と④ | D ①と⑤ |
| E ②と③ | F ②と④ | G ②と⑤ | H ③と④ |
| I ③と⑤ | J ④と⑤ | | |

問12 下線部()に関連して、マウスの輪回し活動を明暗・恒常暗条件で記録したところ、図4のような結果を得た。明暗条件では明暗に同調し、その周期は24時間である。11日目以降の恒常暗条件ではこのマウスがもつ固有の周期で輪回し活動を行っている。このマウスの恒常暗における周期(時間)として、最も適切な数値を選びなさい。ただし、図の上部の白いバーは明期を示し、黒いバーは暗期を示す。輪回し活動が多い時間帯を灰色のバーで示している。

24

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A 23.1 | B 23.3 | C 23.5 | D 23.7 |
| E 23.9 | F 24.1 | G 24.3 | H 24.5 |
| I 24.7 | J 24.9 | | |

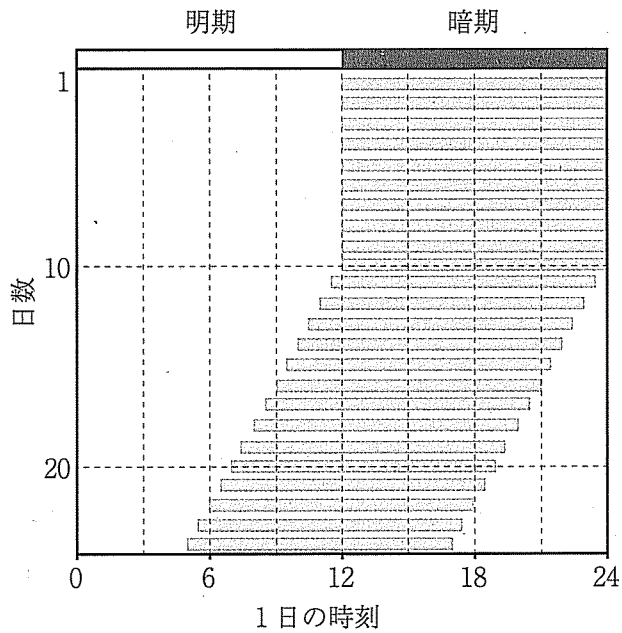


図4

問13 マウスの視交叉上核において、ビーマル遺伝子の mRNA 量を 24 時間にわたり測定したところ図 5 のグラフのように夜の後半に高く、昼の後半に低い mRNA 量を示した。この時、ペリオドとクリプトクロム遺伝子の mRNA 量は 24 時間でどのように変化するか、最も適切なグラフの組み合わせを選びなさい。ただし、選択肢のグラフはペリオド・クリプトクロムの順に示してある。

25

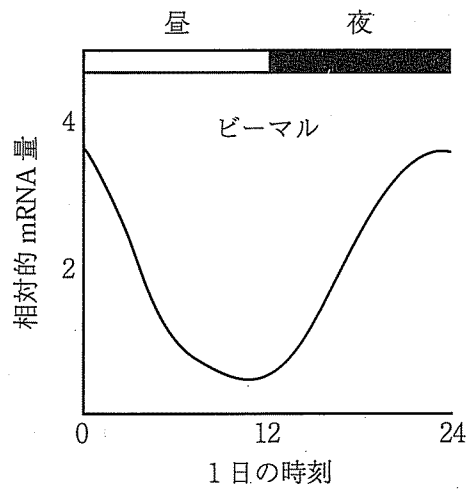
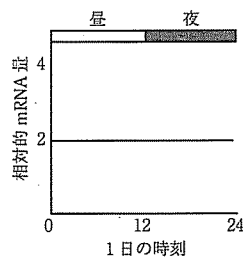
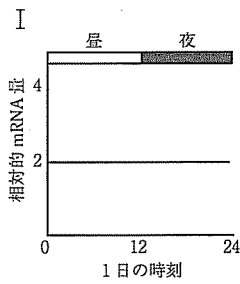
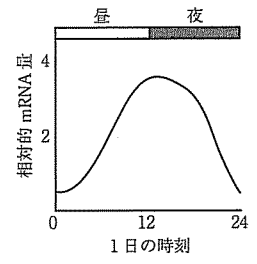
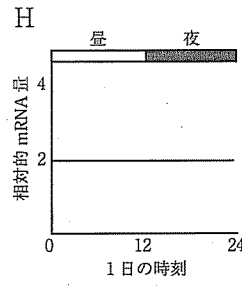
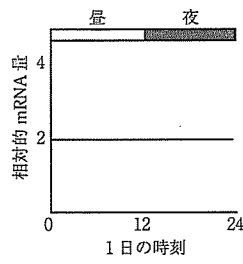
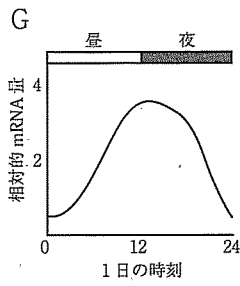
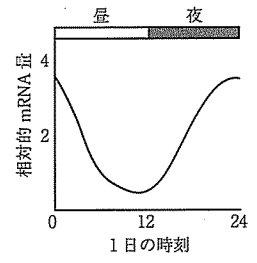
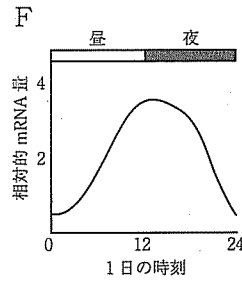
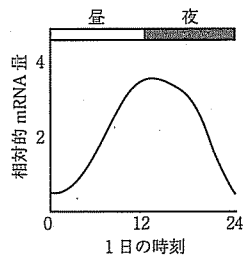
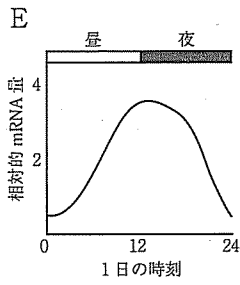
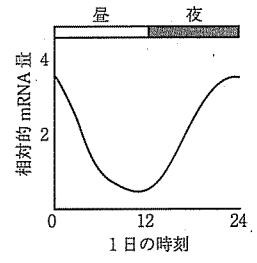
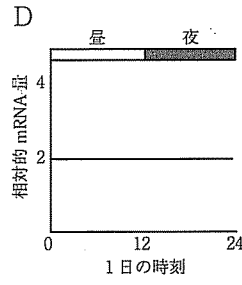
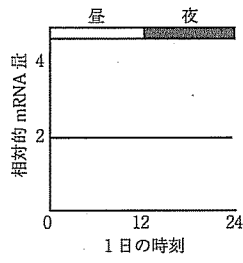
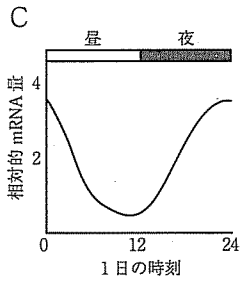
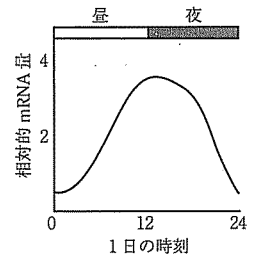
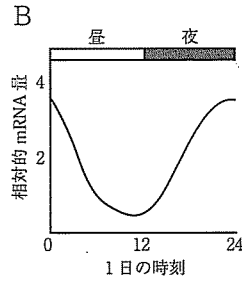
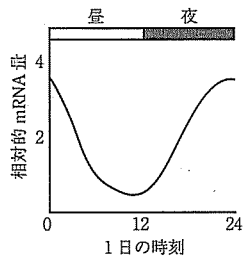
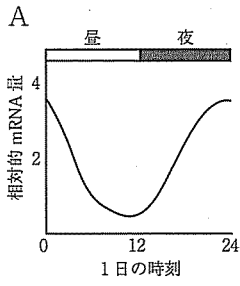


図 5



〔Ⅲ〕 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

20世紀初頭、米国コロンビア大学教授トーマス・ハント・モーガンらは、キイロショウジョウバエ(ハエ)にX線などのさまざまな刺激を与えて、形態的に異常な突然変異体を探し続けていた。ある日、モーガンは赤い眼をもつハエ集団の中に、白い眼をもつ1匹のハエを見つけた。この白眼のハエは雄で、正常な赤眼をもつ雌と交配させた結果、その子供は全て赤い眼をもっていた。次に、その子供どうしを交配させると、孫のうち全ての雌は赤い眼をもっていたが、雄の約半数は白眼をもっていた。この結果は遺伝要素(遺伝子)というものが実在し、眼の色を決定する遺伝子が染色体上のどこかに存在するということを強く示唆していた。

次にモーガンらは短い翅^{はね}をもつ突然変異体を見つけ、白眼をもつハエとの交配実験により白眼の対立遺伝子と短翅の対立遺伝子⁽¹⁾が一緒に遺伝する傾向があることを発見した。この現象は(ウ)として知られる。この交配実験では、白眼の対立遺伝子と短翅の対立遺伝子の組み合わせが親とは異なるものも観察された。これは、親が配偶子をつくる際の減数分裂⁽²⁾の過程において(オ)染色体間で対立遺伝子の(カ)が起こることによると考えられた。

モーガンの研究室の学生であったアルフレッド・スターティヴァントは、1本の染色体上の遺伝子の(ウ)は(キ)という形で表すことができるのではないかと発想した。そのことを確かめるために、複数の突然変異体間で交配実験を行った。スターティヴァントは孫世代の表現型の比から、異なる対立遺伝子の染色体上での位置関係を示すことに成功した。⁽³⁾

問 1 空欄(ウ), (オ), (カ), (キ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを選びなさい。ただし、選択肢の語はウ・オ・カ・キの順に示してある。

26

- A 接合・二価・組換え・染色体地図
- B 接合・二価・組換え・分子系統樹
- C 接合・二価・重複・染色体地図
- D 接合・相同・組換え・染色体地図
- E 接合・相同・組換え・分子系統樹
- F 接合・相同・重複・染色体地図
- G 接合・相同・重複・分子系統樹
- H 連鎖・二価・組換え・染色体地図
- I 連鎖・二価・組換え・分子系統樹
- J 連鎖・二価・重複・染色体地図
- K 連鎖・二価・重複・分子系統樹
- L 連鎖・相同・組換え・染色体地図
- M 連鎖・相同・組換え・分子系統樹
- N 連鎖・相同・重複・染色体地図
- O 連鎖・相同・重複・分子系統樹

問 2 下線部(ア)の結果から推定されるものとして、最も適切なものを選びなさい。

27

- A 雄のハエの白眼は劣性形質であり、その形質を決める遺伝子はX染色体上に存在する。
- B 雄のハエの白眼は劣性形質であり、その形質を決める遺伝子はY染色体上に存在する。
- C 雄のハエの白眼は劣性形質であり、その形質を決める遺伝子はZ染色体上に存在する。
- D 雄のハエの白眼は劣性形質であり、その形質を決める遺伝子はW染色体上に存在する。
- E 雄のハエの白眼は劣性形質であり、その形質を決める遺伝子は常染色体上に存在する。
- F 雄のハエの白眼は優性形質であり、その形質を決める遺伝子はX染色体上に存在する。
- G 雄のハエの白眼は優性形質であり、その形質を決める遺伝子はY染色体上に存在する。
- H 雄のハエの白眼は優性形質であり、その形質を決める遺伝子はZ染色体上に存在する。
- I 雄のハエの白眼は優性形質であり、その形質を決める遺伝子はW染色体上に存在する。
- J 雄のハエの白眼は優性形質であり、その形質を決める遺伝子は常染色体上に存在する。

問 3 下線部(イ)に関する記述として、最も適切な組み合わせを選びなさい。ただし、ある遺伝子座における対立遺伝子を A と a とする。 28

- ① ある遺伝子座をしめる遺伝子の塩基配列が異なっている場合に、それぞれ対立遺伝子とよぶため、対立遺伝子は 2 つしかないわけではなく、多数存在する場合もある。
- ② 対立遺伝子間には常に優劣関係が存在する。
- ③ 減数分裂の際に対立遺伝子 A と a は性質を変えずにそれぞれ配偶子として分配される。これを独立の法則という。
- ④ 体細胞の核相が $2n$ で有性生殖を営む生物の場合、遺伝子型が AA と aa の両親に由来する F_1 個体の遺伝子型は全て Aa となり、 F_1 個体どうしの交配から得られた F_2 個体における遺伝子型の割合は $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ となる。

A ①と②

B ①と③

C ①と④

D ②と③

E ②と④

F ③と④

G ①と②と③

H ①と②と④

I ①と③と④

J ②と③と④

問 4 下線部(エ)に関する記述として誤っているものの組み合わせを選びなさい。

29

- ① 2組の染色体をもつ細胞(2n)が減数分裂を行った場合、4個の娘細胞が生じる。娘細胞は染色体を1組(n)ずつもつ。
- ② 減数分裂では、2回の連続した核分裂が起こる。減数分裂開始前の母細胞中のDNA量を2c(相対量)とすると、第一分裂中期の細胞および第二分裂中期の細胞中のDNA量も2cであり、娘細胞中のDNA量は1cである。
- ③ 減数分裂の第二分裂は体細胞分裂と似ているが、減数分裂の第二分裂ではDNAの複製が起こらない点が大きく異なる。
- ④ 特定の遺伝子座間において組換えが起こる頻度は、遺伝子座間の距離に比例せず、遺伝子座間の塩基配列における2種類の塩基(GとC)の割合に比例する。
- ⑤ 動物の配偶子である精子や卵の形成過程ではともに減数分裂が起こる。しかし、卵形成の分裂過程においては、細胞質が娘細胞に均等に分配されず、細胞質を豊富に溜め込んだ一つの卵とその他の極体になる。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A ①と② | B ①と③ | C ①と④ | D ①と⑤ |
| E ②と③ | F ②と④ | G ②と⑤ | H ③と④ |
| I ③と⑤ | J ④と⑤ | | |

問 5 下線部(ク)に関して、次の問(1)、(2)に答えなさい。

(1) ハエの第Ⅱ染色体上に3つの劣性遺伝子(眼色を決める遺伝子 x 、体色を決める遺伝子 y 、翅の形態を決める遺伝子 z)があるとする。 x 、 y 、 z 遺伝子はいずれも野生型^(注1)対立遺伝子(X 、 Y 、 Z)の突然変異によって生じたものである。3つの劣性遺伝子全てについてホモ接合の個体($xxyyzz$)と野生型の個体($XXYYZZ$)とを交配し得られた F_1 雌個体に、ホモ接合の個体($xxyyzz$)を戻し交配した。 F_2 個体で確認された遺伝子型と個体数は下表の通りであった。

(注1)自然の中で大多数の個体に見られる表現型

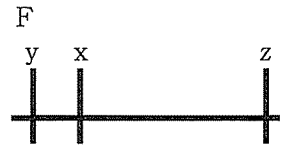
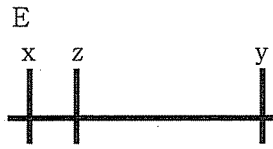
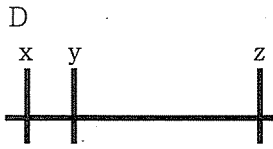
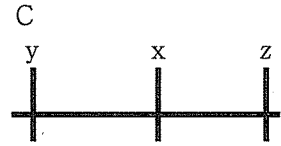
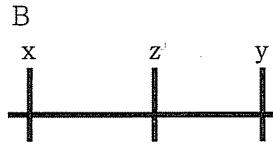
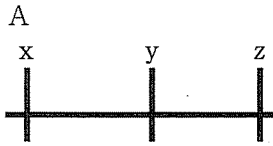
遺伝子型	$xxyyzz$	$xxyyZz$	$xxYyZz$	$xxYyzz$	$Xxyyzz$	$XxyyZz$	$XxYyZz$	$XxYyzz$
出現個体数 (計 1000)	301	61	116	10	89	15	328	80

上表における $x-y$ 間、 $x-z$ 間、 $y-z$ 間の組換え価として最も適切な値を選びなさい。ただし、 $x-y$ 間の解答は 、 $x-z$ 間の解答は 、 $y-z$ 間の解答は にマークすること。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A 77 % | B 17 % | C 50 % | D 23 % |
| E 0 % | F 35 % | G 73 % | H 65 % |
| I 10 % | J 37 % | K 15 % | L 6 % |

(2) (1)における3つの劣性遺伝子 x, y, z の染色体上での位置を示すものとして最も適切なものを選びなさい。

33



生物 問題は次ページに続いています。

[IV] 次の文章(1.と2.)を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

1. ある地域に生息する同種の個体のまとまりを個体群とよぶ。個体群の大きさ^(ア)は個体群の特徴をとらえる上での重要な尺度^{しよくど}となるが、連続して広がる森林に生息する動物などの場合には個体群の境界がはっきりしないため、個体群密度^(イ)のような別の尺度で特徴をとらえる必要がある。個体群密度を測る基本的な方法には区画法^(ウ)がある。区画法を用いる場合には、調査対象となる個体の分布様式、すなわち見かけ上、特定の場所にかたままって分布しているのか、等間隔^(オ)で規則的に分布しているのか、個体どうしの位置が特に関係なく分布している^(カ)のかに注意して、調査地点の選定や調査範囲の設定を行わなくてはならない。一方、ほ乳類や魚類のように移動性が高い動物の個体群密度を測る場合には標識再捕法^(キ)が用いられることが多い。

問 1 下線部(ア)の説明として、最も適切なものを選びなさい。

34

- A その個体群に属する個体が生息あるいは行動する範囲
- B その個体群に属する個体が生態系の中でしめる地位
- C その個体群に属する個体の体重あるいは体長の平均値
- D その個体群に属する個体の総数

問 2 下線部(イ)に関する記述として、最も適切な組み合わせを選びなさい。

35

- ① 個体群密度は面積や体積といった単位空間あたりの個体数で表される。
- ② 個体群密度の変化の過程を表したグラフを個体群の生存曲線とよぶ。
- ③ 個体群密度の変化に伴って個体群の性質が変化することを密度効果とよび、ある環境で存在できる最大の個体数を環境収容力とよぶ。
- ④ トノサマバッタでは相変異が観察され、個体群密度が高いときに出現する群生相の個体は体長に対して前翅が短い。

- A ①と② B ①と③ C ①と④ D ②と③
E ②と④ F ③と④ G ①と②と③ H ①と②と④
I ①と③と④ J ②と③と④

問 3 下線部(ウ)による調査が適している生物について、最も適切な組み合わせを選びなさい。

36

- A タンポポ・ニホンジカ・フジツボ
- B タンポポ・ニホンジカ・フナ
- C タンポポ・ニホンジカ・ウスバカゲロウの幼虫^(注1)
- D タンポポ・フジツボ・フナ
- E タンポポ・フジツボ・ウスバカゲロウの幼虫
- F タンポポ・フナ・ウスバカゲロウの幼虫
- G ニホンジカ・フジツボ・ウスバカゲロウの幼虫
- H ニホンジカ・フジツボ・フナ
- I ニホンジカ・フナ・ウスバカゲロウの幼虫
- J フジツボ・フナ・ウスバカゲロウの幼虫

(注1)アリジゴクともよばれる。地表にすり鉢状の巣を作って生活しており、通りがかったアリなどを捕らえて食べる。

問 4 下線部(エ), (オ), (カ)の分布様式をそれぞれ何とよぶか, 最も適切な組み合わせを選びなさい。ただし, 選択肢の語はエ・オ・カの順に示してある。

37

- A 集合分布・規則分布・ランダム分布
- B 集合分布・規則分布・不規則分布
- C 集合分布・一様分布・ランダム分布
- D 集合分布・一様分布・不規則分布
- E 集中分布・不規則分布・ランダム分布
- F 集中分布・不規則分布・規則分布
- G 集中分布・一様分布・ランダム分布
- H 集中分布・一様分布・規則分布

問 5 下線部(キ)の方法を用いて大学構内に生息するジャコウアゲハ(チョウの一種)の個体群密度を調査した。1 度目の調査で 18 頭の成虫を捕獲し, 翅に標識をしてから放した。3 日後に 2 度目の調査を行い, 36 頭を捕獲したところ 12 頭に標識が確認された。大学構内に生息するジャコウアゲハの個体数を推定し, 最も適切な値を選びなさい。

38

- | | | | | |
|------|-------|-------|-------|--------|
| A 24 | B 30 | C 36 | D 48 | E 54 |
| F 66 | G 216 | H 432 | I 648 | J 1080 |

2. 地球上の様々な環境に生息している生物はきわめて多種多様であるが、生物の多様性をとらえる上では、遺伝子・種・生態系という3つの視点が重要である。

遺伝的多様性は同じ生物種の中に見られる多様性であり、地理的に隔離された^(ク)個体群の間に見られるものと、個体群を構成する個体の間に見られるものに大きく分けられる。遺伝的多様性は個体数が減少すると低下し、遺伝的多様性が低下することで個体数の減少はさらに加速する。これは絶滅の渦^(ケ)ともよばれ、生物種や個体群がきわめて短い期間で絶滅する要因となる。また、遺伝的多様性は種の多様性や生態系の多様性とも相互に深く関わっている。

外部から加えられた力によって生物が影響を受けることをかく乱とよぶ。かく乱には山火事や河川の氾濫^{はんらん}などの自然現象だけでなく、森林の伐採や河川の改修^(カ)のような人間活動も含まれる。人間活動による強すぎるかく乱が、生物の多様性に深刻な影響をおよぼす場合も多い。例えば、タイリクバラタナゴやセイタカアワダチソウのような(ス)は、(セ)の絶滅を引き起こす要因となっている。環境省は、カダヤシやオオキンケイギクのように特に大きな影響をおよぼす種を(ソ)に指定し、飼育や運搬を制限している。一方、日本の里山^(ク)のように人間活動によって生物の多様性が維持されている環境もある。

問 6 空欄(ス)、(セ)、(ソ)に入る語として、最も適切な組み合わせを選びなさい。ただし、選択肢の語はス・セ・ソの順に示してある。

39

- A 捕食者・被食者・特定外来生物
- B 捕食者・被食者・絶滅危惧種
- C 被食者・捕食者・特定外来生物
- D 被食者・捕食者・絶滅危惧種
- E 在来生物・外来生物・特定外来生物
- F 在来生物・外来生物・絶滅危惧種
- G 外来生物・在来生物・特定外来生物
- H 外来生物・在来生物・絶滅危惧種

問 7 下線部(ク)に関する次の説明文の空欄(チ)～(ナ)に入る語として、最も適切なものを選びなさい。

チ ・ ツ ・ テ ・ ト ・ ナ

ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を(チ)とよぶ。この生物集団が地理的に隔離されて遺伝子の交流が全く起こらなくなると、その集団の(チ)も分断される。分断された2つの個体群は、それぞれの環境に適応して形態的にも生理的にも異なるようになり、その後何らかの理由で再び出会っても、交配することが出来なくなる。この状態を(ツ)とよび、この結果として複数の種に分かれることを(テ)とよぶ。(テ)は、地理的に隔離されていない集団の中での(ト)などの違いから起こることもある。このように共通の祖先から環境に適応して多様化することを(ナ)とよぶ。

- | | | |
|---------|----------|---------|
| A 生殖的隔離 | B 種間競争 | C 種内競争 |
| D 遺伝子平衡 | E 遺伝子プール | F 遺伝子頻度 |
| G 地理的隔離 | H 種分化 | I 自然選択 |
| J 繁殖時期 | K 適応放散 | |

問 8 下線部(ケ)の中で見られる現象として、最も適切な組み合わせを選びなさい。 45

- ① 環境の変化や新たな病原体の発生に適応できず、死亡率が高くなる。
- ② アリー効果によって天敵に捕食される確率が高くなる。
- ③ 性比の偏りが増すことで交配の機会が減少する。
- ④ 血縁の近い個体どうしの交配が多くなり、産子数や産まれた子の生存率が低下する。

- A ①と② B ①と③ C ①と④ D ②と③
E ②と④ F ③と④ G ①と②と③ H ①と②と④
I ①と③と④ J ②と③と④

問 9 下線部(コ)に関する記述として、最も適切なものを選びなさい。 46

- ① 種の多様性は生態系に含まれる生物の種数で評価される。
- ② 種の多様性が高い生態系には優占度の高い種(優占種)が存在する。
- ③ 生息地の面積が大きいほど種の多様性が高くなる傾向が見られる。

- A ① B ② C ③ D ①と②
E ①と③ F ②と③ G ①と②と③

問10 下線部(㉞)や(㉟)の後に起こる二次遷移について、①～④の植物を侵入する順に並べなさい。 47

- ① ヨモギやススキなど
- ② シロザやヒメジョオンなど
- ③ ブナやスタジイなど
- ④ アカマツやヤシャブシなど

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| A ①→②→③→④ | B ①→②→④→③ | C ①→③→②→④ |
| D ①→③→④→② | E ①→④→②→③ | F ①→④→③→② |
| G ②→①→③→④ | H ②→①→④→③ | I ②→③→①→④ |
| J ②→③→④→① | K ②→④→①→③ | L ②→④→③→① |

問11 下線部(㉞)に関する記述として、最も適切なものを選びなさい。 48

- ① 田畑や雑木林、ため池などの多様な生態系が存在し、種の多様性も高い。
- ② 草刈りなどの人為管理が適度なく乱となり、生物の多様性が高く維持されている。
- ③ 里山の管理が減少したことで植生の遷移が進み、近年は生物の多様性がさらに高くなっている。

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| A ① | B ② | C ③ | D ①と② |
| E ①と③ | F ②と③ | G ①と②と③ | |

