

令和 3 年度
神戸大学理学部生物学科
第 3 年次編入学者
選抜試験問題
小論文

(2020 年 7 月 4 日実施)

注意事項

- 1) これは問題冊子です。試験監督の指示があるまで、2 枚目以降を見ないでください。
- 2) 問題は 4-7 頁目にあり、全部で 2 問です。全問題について解答しなさい。8 頁目以降は下書き用紙です。
- 3) 答案用紙（別紙）は、各問題に対して 1 枚ずつ、全部で 2 枚です。
- 4) すべての答案用紙の上部の所定の欄に、受験番号と氏名を必ず記入しなさい。未記入の場合は採点できません。
- 5) 解答欄が不足する場合は、続けて各答案用紙の裏面に記入して構いません。
- 6) 試験時間は 1 時間 30 分です。試験監督の指示に従って受験しなさい。
- 7) 試験終了後、問題毎に答案用紙を集めます。試験監督の指示に従ってください。

小論文問題 1

以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

動物は、しばしば非常に類型化した行動により、他の個体と親密なコミュニケーションをすることができる。人間は言語を操り、それぞれの文化で共通の表情や仕草を用いて意思伝達を図るが、このようなコミュニケーションは人間だけの専売特許ではない。キイロショウジョウバエのオスは、メスの⁽¹⁾フェロモンを感知して、驚くほど厳密に規定されたパターンを持つ求愛行動を行う。メスに対してオスはどの角度から接近すべきなのか、最初の物理的コンタクト（脚による接触）はいつ行われるべきかといった「作法」から、オスがメスのために羽を震わせて奏でる「ラブソング」の音程やリズムにいたるまで、実に詳細な点まで規定されているのである。このような求愛行動を経て、メスがオスを受け入れれば交尾が始まり、新たな生命の誕生へとつながっていく。

ショウジョウバエの求愛行動における複雑な行動パターンを説明するメカニズムについては不明な点が多いが、近年の研究からいくつかの重要な事実が明らかになっている。一つは、メスが分泌する性フェロモンの同定であり、シス 7-11 ヘプタコサジエン（7-11HD）という不揮発性の直鎖状炭化水素がその化学的実体であることが明らかにされている。7-11HD は、ハエの前肢に存在する少数の⁽²⁾感覚細胞により受容され、その情報が脳内にある求愛行動の中枢に伝えられると考えられている。もう一つは、オスの求愛行動に関与する⁽³⁾P1 ニューロンの発見である。以前から⁽⁴⁾fruitless という遺伝子がオスの求愛行動に必須であることが知られていたが、⁽⁵⁾fruitless を発現する脳内の多数のニューロンのうち、P1 ニューロンでのみ fruitless を発現しないオス個体を作成すると、その個体は求愛行動を示さなくなることが明らかにされた。

これらの研究成果は、動物の行動のような複雑な生命現象も、少数のニューロンの活動により説明することができ、その制御もまた比較的少数の遺伝子により行われていることを強く示唆している。動物の行動の裏に存在する分子メカニズムを解明することは決して簡単なことではないが、人間の理解の範疇をはるかに超える難解なものでもなさそうである。

- 問1. 下線部(1)について、その内容や関連して知られていることについて100字~200字程度で説明しなさい。
- 問2. 下線部(2)について、7-11HDを受容するのはどのような感覚であるか理由とともに答えなさい。
- 問3. 下線部(3)のP1ニューロンは介在ニューロンである。7-11HDの受容から求愛行動にいたるまでに、どのような順番で情報が伝達されると考えられるか説明しなさい。なお、以下の語句を必ず使うこと。(感覚ニューロン、運動ニューロン、受容体、興奮、筋肉)
- 問4. 下線部(4)について、*fruitless* 遺伝子は、雌雄のいずれの個体においても転写されるが、活性を持つ遺伝子産物はオスでのみつくられることが知られている。このような違いがうまれる分子メカニズムについて、考えられる可能性を2つ挙げてそれぞれ説明しなさい。
- 問5. 下線部(5)の実験結果から、P1ニューロンが求愛行動の中核として機能している可能性が考えられる。もしもこれが正しいならば、7-11HDの存在下あるいは非存在下でオスのP1ニューロンを人為的に活性化したときに、それぞれどのような結果が予想されるか述べなさい。

小論文問題 2

陸上植物の光合成に関する以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

(1) 植物細胞がもつ葉緑体では、光エネルギーを化学エネルギーに変換する光合成が行われる。光合成は葉緑体中のチラコイド膜で起こる光化学系を中心とした反応系と、ストロマで起こる酵素反応の2つに分けることができる。

光エネルギーは、まずチラコイド膜に存在する（ア）などの光合成色素に吸収される。光合成色素に吸収された光エネルギーは光化学系Ⅱの反応に用いられ（イ）の分解を引き起こし、チラコイド膜の（ウ）側に、気体Aと H^+ イオンと電子が発生する。

（イ）から放出された電子は光化学系Ⅱから光化学系Ⅰへと伝達され、その過程でチラコイド膜を隔てて H^+ イオンの濃度勾配が形成される。最終的に H^+ イオンの濃度勾配を利用して（エ）が生成される。光化学系Ⅰへ伝達された電子は最終的に補酵素Xを還元し $X \cdot H_2$ を生成する。

一方、(2) ストロマでは、（エ）と $X \cdot H_2$ を使い、炭水化物が合成される。まず空気中から取り入れた(3) 二酸化炭素が5炭糖分子の有機物Bと反応して、3炭糖分子の3-ホスホグリセリン酸を2分子生成する。3-ホスホグリセリン酸は、（エ）と $X \cdot H_2$ を使った何段階もの酵素反応によって再び有機物Bに変換される。その過程で、合成された有機物の一部から、6炭糖分子のグルコースや転流に使われるスクロース、貯蔵されるデンプンなどが合成される。このストロマで行われる一連の炭酸固定（同化）反応は（オ）回路と呼ばれる。

問1. （ア）～（オ）にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2. 下線部（1）について、陸上植物の細胞がもつ葉緑体の模式図を書き、その図中にチラコイド膜とストロマの位置を示しなさい。

問3. 気体Aの名称を答えなさい。

問4. 下線部（2）について、補酵素Xの名称を答えなさい。

問5. 葉緑体で合成される炭水化物以外の化合物群のうち代表的なものを3つ答えなさい。

- 問6. 下線部(3)について、有機物Bの名称と、この反応を触媒する酵素の名称をそれぞれ答えなさい。
- 問7. さまざまな光強度の下で光合成が行われた場合、光合成によって発生する気体Aの生成量はどのように変化するか？横軸に光強度を、縦軸に気体Aの生成量を取り、その関係をグラフで示しなさい。またグラフがそのような形状になる理由を説明しなさい。なお、温度は25°Cで二酸化炭素濃度は通常の大気と同じとする。
- 問8. 現在の地球の大気に含まれる二酸化炭素の濃度は、多くの陸上植物にとって光合成の限定要因となっている。さらに高温や乾燥などのストレス環境下では、蒸散を抑えるため気孔が閉じ気味になり、二酸化炭素を取り込みにくくなる。しかし一部の陸上植物は、高温や乾燥などの環境に適応した光合成の仕組みをもっている。それらの仕組みについて知るところを書きなさい。

