

令和5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

(2022年7月2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4-5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。

脊椎動物の網膜には、⁽¹⁾ 桿体と錐体の二種類の視細胞が存在する。ヒトを含む多くの脊椎動物では、すべての桿体がロドプシンという同一の光受容タンパク質を発現するのに対し、⁽²⁾ 錐体は、それぞれ異なる波長の光に応答する光受容タンパク質を発現する複数種が存在し、これによって色を見分けることができる。

ヒトのロドプシンは、⁽³⁾ Gタンパク質共役型受容体であり、光照射によりトランスデューシンという三量体 G タンパク質を活性化し、その後の酵素反応によって細胞内の cGMP 濃度が低下する。これにより、⁽⁴⁾ 細胞膜の cGMP 依存性陽イオンチャネルが閉じることで、膜電位が変化する。

- 問 1. 下線部 (1) に関して、桿体と錐体はそれぞれ異なる感度を持ち、桿体・錐体の網膜内での比率は、個々の動物種の生息環境や行動リズムを強く反映している。例えば、昼行性の種と夜行性の種とでは、桿体と錐体の比率はどのように異なると考えられるか、その理由とともに 100 字程度で述べなさい。
- 問 2. 下線部 (2) に関して、ヒトは青・緑・赤の 3 種類の錐体による色覚を有しているが、このような 3 色型の色覚は、脊椎動物の中でも限られたグループにしか見られない。図に示した、様々な脊椎動物の錐体に発現する光受容タンパク質の分子系統樹を参考にしながら、ヒトの 3 色型色覚が獲得された進化の過程について 100 字程度で説明しなさい。
- 問 3. 下線部 (3) に関して、リガンドによる G タンパク質共役型受容体の活性化がエフェクター分子によるシグナル伝達を起こすまでの過程について、「サブユニット」と「グアニンヌクレオチド交換因子 (GEF)」という語を用いて、200 字程度で説明しなさい。
- 問 4. 下線部 (4) に関して、光照射によって視細胞の膜電位はどうなると考えられるか、その理由とともに 50 字程度で述べなさい。
- 問 5. ある種のチョウは、それぞれ異なる分光感度 (光の波長に対する感度) を示す 15 種類の視細胞を持つ。このチョウが色の違いをどれくらい細かく識別できるか、行動学的に調べるための実験を計画し、その内容を説明しなさい。

著作権保護の観点から、図は掲載していません。

図. 脊椎動物の錐体に発現する光受容タンパク質の分子系統樹の例

脊椎動物の錐体の光受容タンパク質は、大きく A~D の 4 つのグループに分類される。ゼブラフィッシュは、赤と緑に応答する光受容タンパク質をそれぞれ複数持つが、図では 1 つにまとめて表示している。系統樹の枝の長さは、配列の違いを反映している。(Collin et al. 2009 より改変)

小論文問題 2

以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

地球上の生物の多様性を包括的に保全し、持続的に利用することを目的として、1992年に生物多様性条約が締結された。生物多様性を保全するには、まず対象とする地域の生物多様性の状況を把握する必要がある。

生物多様性を異なる地域間で比較する場合、どのような空間スケールで調査を実施するかによって結論は大きく異なる。例えば、下図のように、地域1の森林の4つの区画で調査をしたところ、森林全体に生息する種数は2となった。しかし、地域2の森林で調査をしたところ、1つの調査区画に生息する種数は2であるが、森林全体に生息する種数は4となった。つまり、森林内の任意の1地点のみで調査を実施した場合、両地域の森林の生物多様性に差がないという誤った結論を導く。

ある地域の1つの調査区画における多様性を α 多様性とよぶ。一方、ある地域全体の多様性を γ 多様性とよぶ。 β 多様性は、多様性の空間変異を表し、生態系の多様性の指標となる。生物多様性を調査で観察された種数（種の豊富さ：Species richness）で表すと、3つの多様性の関係は、

$$\gamma \text{多様性} = \alpha \text{多様性} \times \beta \text{多様性}$$

となる。

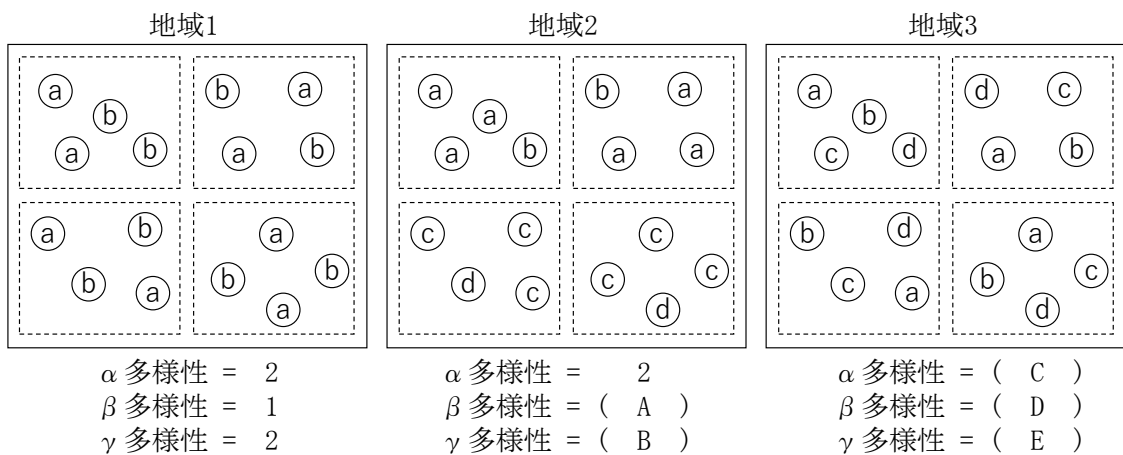


図. 3つの地域の森林における生物多様性の調査結果

各地域の点線で囲まれた4つの調査区画それぞれで観察された①～④種の個体の生息状況を表す。

- 問 1. 先述の α , β , γ 多様性の定義にしたがって、図にある地域 2 と地域 3 の森林の多様性 (A) ~ (E) に当てはまる数値を答えなさい。なお、 α 多様性は 4 つの調査区画の平均値とする。
- 問 2. 地域 2 と地域 3 における森林生態系の多様性を比較する際、4 つの区画の内、2 つでしか調査を行わなかった場合、どのような誤った結論に陥る可能性があるか、100~200 字程度で考察しなさい。
- 問 3. 生物多様性を評価する指標は数多く提案されている。種の豊富さではなく、シャノン・ウィナーの多様度指数 (H' : 式 1 を参照) を用いた場合、地域 1 と地域 2 の森林それぞれについて 4 つの調査区画の α 多様性の平均値を小数点下二桁まで求めなさい。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i) \quad \text{式 1}$$

ここで、 S は 1 つの調査区画で観察される種数、 p_i は調査区画における全種の個体数に占める種 i の個体の割合を表す。自然対数 \ln の計算値として、以下を参考にしなさい。

$$\ln(0.25) = -1.4, \quad \ln(0.50) = -0.7, \quad \ln(0.75) = -0.3, \quad \ln(1.00) = 0.0$$

- 問 4. 種の豊富さとシャノン・ウィナーの多様度指数を用いて地域 1 と地域 2 の森林の α 多様性を比較した場合、シャノン・ウィナーの多様度指数を用いることは生物多様性の保全を考える上でどのような利点があるか、両者の違いに留意しながら 200~300 字程度で説明しなさい。
- 問 5. 生物多様性を保全することは人類にとってどのような意義があるか、「生態系機能」および「生態系サービス」のキーワードを用いて具体例を挙げながら 200~300 字程度で説明しなさい。

