

令和6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

(2023年7月1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4-8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。9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。

変態は、脊椎動物を含む様々な動物で見られる重要な発生イベントである。昆虫などの節足動物においては、⁽¹⁾ ステロイドホルモンの一種であるエクジソンが、脱皮や変態のタイミングを制御していることが知られている。エクジソンは、細胞内のエクジソン受容体と結合することにより、多数の標的遺伝子の発現を制御していることが明らかになっている。エクジソン受容体は⁽²⁾ 核内受容体ファミリータンパク質の一つであり、リガンド依存性の DNA 結合型転写調節因子として機能している。エクジソン受容体はリガンドに結合していない状態でも標的配列に特異的に結合することが可能であり、エクジソン非存在下では標的遺伝子の発現を抑制している。すなわち、エクジソン受容体は、エクジソンの刺激により変態関連遺伝子の発現を促進し（“ON” 状態）、一方で、エクジソンの刺激がない場合はこれらの遺伝子が発現しないよう抑制している（“OFF” 状態）。このように、エクジソン受容体は、ON/OFF の二つの相反する状態に切り替わる分子スイッチとして機能することにより、変態の時期を厳密に制御しているのである。

一部の昆虫の唾液腺では、細胞分裂を伴わない DNA 複製により、巨大な多糸染色体が形成されることがある。このような昆虫にエクジソンを投与すると、多糸染色体の決まった位置にパフと呼ばれる膨らんだ構造が観察される。パフは、⁽³⁾ ヌクレオソームが積み重なって凝縮した状態にあるクロマチンが、エクジソン受容体の作用により部分的に緩んだ状態となることによって生じる染色体構造である。パフのある位置にはエクジソン受容体の標的遺伝子が存在しており、⁽⁴⁾ パフの膨らみの大きさは遺伝子発現と強い相関があると考えられている。

問 1. 下線部 (1) について、ヒトではたらくステロイドホルモンを二つ挙げ、それぞれの生理作用について 100 字程度で述べなさい。

問 2. 一般に、ステロイドホルモンの受容体は下線部 (2) の核内受容体であるが、ステロイドホルモンが、細胞膜上ではなく細胞内に存在する受容体に作用できる理由を、ステロイドホルモンの化学的性質を踏まえて 60 字程度で説明しなさい。

問 3. 下線部 (3) のヌクレオソームについて、100 字程度で説明しなさい。

問 4. 下線部 (4) について、パフのようにクロマチンの構造が緩んだ領域では、その領域に含まれる遺伝子の発現が活性化されることが知られている。この理由について、100 字程度で説明しなさい。

問 5. 変態期におけるエクジソン受容体の機能を明らかにするため、ショウジョウバエを用いて以下の実験 A, B を行った。以下の設問 (ア), (イ) に答えなさい。なお、野生型個体では、エクジソン受容体は変態期以外においても恒常的に存在することが知られている。

実験 A: エクジソンの体液中濃度が上昇する前の、変態開始よりもかなり早い時期 (24 時間前) に、エクジソン受容体を全身で 30 分間過剰発現させた個体から、RNA を抽出して変態関連遺伝子の発現量を野生型個体と比較した。

実験 B: エクジソンの体液中濃度が十分に高くなっている変態開始時期に、エクジソン受容体を全身で 30 分間過剰に発現させた個体から、RNA を抽出して変態関連遺伝子の発現量を野生型個体と比較した。

(ア) 実験 A と実験 B において、エクジソン受容体の過剰な発現は、変態関連遺伝子の発現にどのような影響を与えると考えられるか、それぞれの実験について、50 字程度で説明しなさい。

(イ) エクジソン受容体については、アミノ酸配列の変化により、DNA 配列への結合は正常だがエクジソンとは結合できなくなった変異型タンパク質が知られている。この変異型エクジソン受容体を変態開始時期に過剰に発現させると、変態関連遺伝子の発現にどのような影響が現れると考えられるか、50 字程度で説明しなさい。

小論文問題 2

以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

ある生物の集団を種として認識するためには、生物の外観や解剖学的な特徴によって他と区別できる集団を種とする（ a ）種概念、⁽¹⁾ 互いに交配する自然集団で、他の類似する集団とは生殖的に隔離されている集団を種とする（ b ）種概念、同一のニッチを占有する集団で、ニッチの差異によって他と区別できる集団を種とする（ c ）種概念など、様々な種概念が用いられる。進化の概念が生物学にもたらされて以降は、生物の分類を行う際に、その生物の系統を反映させた分類群に所属させることが望ましいとされている。⁽²⁾ 生物の系統は、生物の形質を比較し、分岐図（系統樹）を作ることによって推定するが、推定に用いた情報によって系統樹の樹形が異なることがある。⁽³⁾ 近年では、DNA の配列情報をもとに系統を推定する分子系統解析が一般的に用いられている。

問 1. （ a ）～（ c ）に当てはまる最も適切な語を答えなさい。

問 2. 下線部（1）について、この種概念を適用できない例を二つ答えなさい。

問 3. 下線部（2）について、生物の系統推定に関する以下の設問（ア）、（イ）に答えなさい。

（ア）次頁に示した表は、架空の単細胞生物の形態形質を比較した結果である。1は「その形質を有する」、0は「その形質を有しない」ことを示す。種 F, G, H は褐色の葉緑体を喪失した種である。種 A を祖先から最も初期に分岐した種とし、形質の獲得および喪失の回数が最も少なくなるような系統樹を図示しなさい。さらに、褐色の葉緑体喪失の起源となる位置をその系統樹上に示しなさい。

表. 架空の単細胞生物の形態形質の比較

	種A	種B	種C	種D	種E	種F	種G	種H
褐色の葉緑体がある	0	1	1	1	1	0	0	0
細胞頂端に溝がある	0	0	1	1	1	1	1	1
細胞後端が尖る	0	0	0	0	1	1	1	1
眼点がある	0	0	0	0	0	1	0	0
青緑色の葉緑体がある	0	0	0	0	0	0	1	1
細胞が鎖状につながる	0	0	1	1	0	0	0	0

(イ) 表の種 A~H から、あるゲノム領域の DNA 配列をそれぞれ取得し、系統解析を行ったところ、設問 (ア) で作成した系統樹とは異なる下の図のような系統樹が得られた。下図の系統樹が真の系統関係を復元できていると仮定し、葉緑体の進化に着目しながら、この生物群の進化について 100 字程度で説明しなさい。

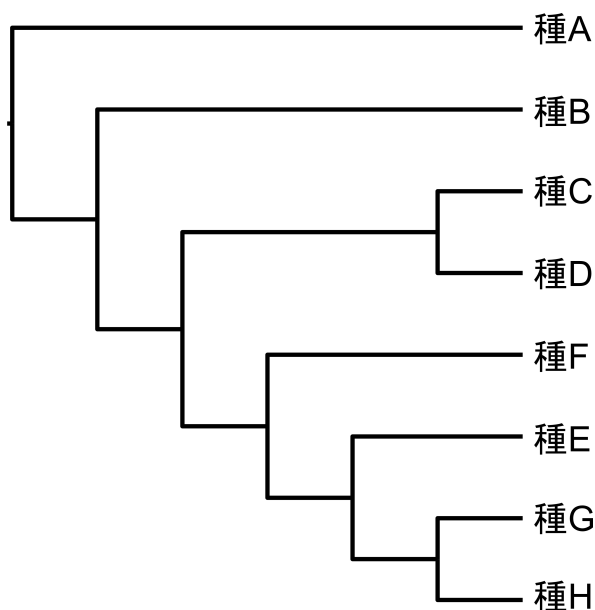


図. あるゲノム領域の DNA 配列を用いた分子系統樹
ここでは系統樹の枝の長さは考慮しないものとする。

(次頁に続く)

- 問4. 下線部(3)について、分子系統解析は形態による系統推定よりも真の系統関係に近い系統関係を推定できる可能性が高い。形態形質のみで系統を推定する方法の問題点と分子系統解析の利点について、200字程度で説明しなさい。
- 問5. 下線部(3)について、ある特定のDNA配列の類似性をもとに推定した系統樹は、生物の進化を推定した仮説の一つであり、推定に用いるDNAの領域によっては真の系統関係を推定できない可能性がある。どのような場合に正しく推定できなくなるか、その理由とともに100字程度で説明しなさい。

