

令和5年度北海道大学大学院理学院
自然史科学専攻 多様性生物学講座
修士(博士前期)課程 入学者選抜試験問題

-専門科目-

令和4年8月17日(水曜日)実施
13:00 ~ 16:00

答案作成上の注意

- 1) 問題1から問題5のうち、問題1は必須(全員解答)です。残りの4つの問題から3つの問題を選択して解答してください(計4つの問題を解答することになります)。
- 2) 解答は問題ごとに別の解答用紙を用いて作成してください。4枚の解答用紙のそれぞれに受験番号と氏名を明記し、選択した問題番号を○で囲んでください。裏面を使用しても構いません。
- 3) 切取線の1cmほど下から解答を記入してください。裏面を使用するときには特に注意してください。
- 4) 試験終了後、解答用紙計4枚を提出してください。
- 5) 解答用紙以外に草稿用紙1枚がありますので、利用してください。草稿用紙は回収しません。

【必須問題】 問題 1 は全員が解答すること。

問題 1 以下の問 1～問 4 に全て答えよ。

問 1 系統分類における羊膜類とはどのような特徴をもった生物群か、説明せよ。また、ヒトを含む哺乳類（綱）は羊膜類に分類される生物群のひとつであるが、その他に羊膜類に含まれる生物群を全てあげ、各々の固有派生形質を述べよ。

問 2 地質時代の白亜紀末（約 6600 万年前）に起こった地球規模の出来事により、哺乳類の種多様性がもたらされたと考えられている。なぜ、この出来事が哺乳類の多様性をもたらしたのか、次の語句を全て用いて論ぜよ（同じ語句を何度用いてもよい）。

語句：環境変動，ニッチ，適応

問 3 現存する哺乳類の食性には多様性が見られ、主に、肉食性，雑食性，草食性に分けられる。草食性である有蹄類（偶蹄類および奇蹄類）は、植物を食することに適応するために、どのような特徴を獲得し進化したか。他の食性の哺乳類と比較しながら、解剖学的ならびに生理学的な観点などから述べよ。

問 4 人間活動のグローバル化にともない、哺乳類を含めて、外来種となる生物が増加している。わが国では、外来生物法が制定され、指定された特定外来生物の飼育，栽培，保管，運搬などが原則禁止されている。外来種がもたらす生物学的な問題点について、次の語句を全て用いて論ぜよ（同じ語句を何度用いてもよい）。

語句：多様性，生態系，遺伝子，在来種

【選択問題】 問題 2～問題 5 のうち、3 つの問題を選択して解答すること。

問題 2 動物の系統分類に関する以下の問 1～問 3 に全て答えよ。

問 1 2010 年代以降、大量のゲノム塩基配列情報に基づいて動物界全体の進化の道筋を明らかにする研究が盛んに行われて来た。そのような一連の研究によって明らかになった、脊椎動物、胴甲動物、頭索動物、微顎動物、尾索動物、腹毛動物、平板動物、線形動物の 8 つの分類群の間の系統関係を示す系統樹を描け。ただし襟鞭毛虫類を外群とした有根系統樹とせよ。また、系統樹の末端の分類群に関して、それらが左右相称動物、前口動物、後口動物、脱皮動物、螺旋卵割動物（広義の冠輪動物）のいずれであるかも示せ。

問 2 次の(1)～(3)の特徴を示す動物門をそれぞれ答えよ。また、文中の空欄 ～ に当てはまる適切な語句を答えよ。

(1) 生体は五放射相称、全て海産自由生活性。幼生の体腔が発達した と呼ばれる構造をもつ。これは体外から海水を取り込んで体内の各所をめぐるっており、各部から と呼ばれる管が体外に伸び、運動や摂食の他にガス交換や排出にも関与している。

(2) 海産だけでなく淡水や陸上に進出した種も含む。体サイズは 1 mm 以下のものから最大 20 m を超えるものもある。左右相称で、一般に と呼ばれる構造をもち、ここから石灰質の殻が分泌される。 は背側にあり、内臓塊を覆う。頭部にはやすり状の摂食器官である をもち、これによって餌をかきとる。

(3) 現生種は 2 属 10 種で全て海産。キチン質の棲管をつくる。体は蠕虫状で、胴部の一方の端に 冠をもつ。胴部のもう一方の端はやや膨らんでおり、端球と呼ばれる。体長は数 cm 程度のものが多く、大きいものでは 20 cm を超える。 冠は繊毛の生えた が環状に並んだ構造であり、口を囲む。消化管は口から伸びて、端球に位置している胃に至る。胃から 冠へと腸が伸び、 冠の外側に開く肛門に終わる。真体腔をもつ。閉鎖血管系を流れる血液中にはヘモグロビンを含む赤血球がある。

問3 ナンヨウタコクラゲ属 *Phyllorhiza* Agassiz, 1862 は現在3つの分類学的種から構成され、そのうちの1つは2つの名義種 *Cotylorhizoides pacificus* Light, 1921 と *Phyllorhiza peronlesueuri* Goy, 1990 を含むと見なされている。国際動物命名規約の条と勧告に従った場合のこの分類学的種の学名を著者名・設立年と共に答えよ。ただし属名 *Phyllorhiza* の文法的性は女性、*Cotylorhizoides* Light, 1921 は男性である。種小名 *pacificus* は形容詞であり、*pacificus* (男性)・*pacifica* (女性)・*pacificum* (中性) のように語尾変化する。種小名 *peronlesueuri* は属格の男性名詞である。

問題3 以下の文章を読み、問1～問5に答えよ。

藍藻類は、原核生物であり、シアノバクテリアと呼ばれることも多い。その起源は大変古く、約25億年前には存在していたと考えられている。藍藻類が光合成を行い放出した酸素は太古の地球環境に蓄積し、地球環境を大きく変えたと考えられている。酸素を環境から得られるようになり、酸素呼吸を行う好気性細菌が繁栄した。

真核生物は、好気性細菌を細胞に取り込み共生させることにより酸素呼吸を効率よく行う能力を、また、藍藻類を細胞内共生させることにより光合成を行う能力を獲得したと考えられている。細胞内共生した細菌が、それぞれ、ミトコンドリアと(a)葉緑体という細胞小器官になったという考えは、多くの証拠により支持されている。

真核生物の中で、最初の葉緑体の獲得がどの系統で起こったかについては、(b)光合成色素や電子顕微鏡観察による葉緑体の微細構造などから推測されてきたが、近年発達した分子系統解析によりほぼ答えが絞り込まれた。それによると、アーケプラスチダと呼ばれる系統群の祖先で最初の葉緑体の獲得が起こったと考えられている。また、分子系統学的解析は、アーケプラスチダ以外で葉緑体をもつ生物群が、(c)アーケプラスチダの生物を細胞内に取り込み共生させることにより葉緑体を獲得したことを明らかにしてきた。このように、葉緑体の獲得に関しては共生段階があり、前者は一次共生、後者は二次共生と呼ばれる。また、一次共生により葉緑体を獲得した生物は一次植物、二次共生により葉緑体を獲得した生物は二次植物と呼ばれる。(d)二次共生は、複数回起こったことが知られており、例えば、SARやエクスカバータと呼ばれる系統群の中で起こっている。

上記のように葉緑体の獲得が起こってきた一方で、持っていた葉緑体を失って従属栄養性となった生物の存在も知られている。(e)葉緑体の消失が起こったことは、系統学的証拠、形態学的証拠、ゲノム解析からの証拠により明らかにされてきている。

問1 下線部(a)に関して、藍藻類が真核細胞に取り込まれて葉緑体となる過程でどのようなことが起こったと考えられているか、次の語を全て使用して述べよ。

「核ゲノム」，「遺伝子」，「タンパク質輸送」，「分裂」

問 2 下線部(b)に関して、アーケプラスチダに属する生物群のクロロフィルの種類とフィコビリンの有無について述べよ。また、藍藻類の一般的な光合成色素との類似についても言及せよ。

問 3 下線部(c)に関して、クリプト藻類は二次植物である。クリプト藻類にヌクレオモルフが発見された時に、クリプト藻類の葉緑体は真核藻類の葉緑体が起源であるという仮説が提唱され、ヌクレオモルフはその重要な証拠とされた。ヌクレオモルフが重要な証拠とされた理由を説明せよ。ただし、次の語を全て用いること。

「葉緑体 ER」, 「細胞質」, 「共生体」, 「退化」

問 4 下線部(d)に関して、二次共生により誕生したと考えられる二次植物の主要な群（「～植物」）を3つ挙げ、それぞれについて、その時に共生したと考えられている葉緑体の起源生物を答えよ。ただし、クリプト藻類は除くこと。

問 5 下線部(e)に関して、系統学的証拠, 形態学的証拠, ゲノム解析からの証拠とはどのようなものか、それぞれについて説明せよ。

問題 4 島嶼生物学と種概念、種形成に関する次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

隔離島嶼、特に十分に面積が広い島や多くの島々からなる群島は、多くの固有種を産することが知られている。ハワイ諸島のミツスイ類やガラパゴス諸島のガラパゴスフィンチ類がその例である。これらの種群は、祖先種がそれぞれの諸島に到達し、先住者が利用していない空きニッチを利用することで多様化する（ア）により、さまざまな種へと分化したものと考えられている。(1) 島嶼に生息する鳥類は、大陸に生息し島嶼の種に対応する種とは異なる生態や行動の特徴を持つことが多い。

種とは何か、という問題はさまざまな生物の分類群において議論され、多くの種概念が提唱されてきた。鳥類学者の（イ）によって確立された「生物学的種概念」は種の実体や判断基準を表すものとして、脊椎動物を研究材料とする生態学者の間で最も広く支持されている。この概念は（ウ）に存在する集団にしか適用できない。また（エ）に繁殖する生物や（オ）のある雑種が頻繁にできる植物には適用できない。2つの種が交雑せずに共存する場合、それらの交雑を妨げる何らかの仕組みが必要になる。(2) 交配前隔離機構と(3) 交配後隔離機構が、それぞれの種間の遺伝的な不連続性を担保することに機能する。

一つの種でも、それをいろいろな地域から採集してみると、さまざまな形質に地域ごとの違いがみられることが多い。こうした地理変異は、体の大きさ、生理的な特徴、行動、生活史などの形質の他、染色体や遺伝子配列の変異から知ることができる。集団を構成する個体が互いに遺伝的交流をしないことが、集団ごとに異なる性質をもたらす要因となっている。したがって、(4) 種分化は地理的に分断されることで引き起こされるはずである。このような古典的なモデルでは、生殖に関係した形質は生態学的な違いの副産物として進化すると考えられる。近年は、地理的視点とは異なる生物自体の生態や行動から種分化を捉える試みもされている。(5) 生態学的種分化 (Ecological speciation) や (6) 突然変異順序種分化 (Mutation-order speciation) はその代表例である。

問 1 文中の（ア）～（オ）の空欄に適切な用語を入れよ。

問 2 なぜ、下線部 (1) 島嶼に生息する鳥類は、大陸に生息する種とは異なる生態や行動の特徴をもつようになるのか、島嶼が持つ生物学的、物理化学的な特徴から説明せよ。

問3 生物学的種概念では，種をどのように定義するか，簡潔に記述せよ。

問4 下線部(2) 交配前隔離機構と(3) 交配後隔離機構について，それぞれ簡潔に説明せよ。

問5 下線部(4) 地理的に分断されることによる種分化を何と呼ぶか，その名称を記せ。

問6 下線部(5) 生態学的種分化 (Ecological speciation) と下線部(6) の突然変異順序種分化 (Mutation-order speciation) について，簡潔に説明せよ。

問題5 以下の問1～問5の全てに答えよ。

問1 日本列島におけるいくつかの海峡は、種々の生物地理境界線として提唱されてきた。その中でよく知られた境界線として、津軽海峡が相当するブラキストン線がある。このブラキストン線の生物地理学的意義について、例をあげて説明せよ。

問2 一方、同一の生物種が、ブラキストン線をはさんで分布している場合もある。このような生物種の生物地理学的歴史（日本列島への移動の歴史）を明らかにするには、どのような分析方法を使って調べるのが適切と考えられるか、分析結果の予想も含めて述べよ。

問3 DNA配列の変異（突然変異）には、どのような種類のものがあるか、列挙して説明せよ。

問4 一般に、生物の集団サイズが小さくなると、集団内の遺伝的特性はどう変わるか、その理由とともに説明せよ。

問5 「ハーディー・ワインベルグの法則」の集団遺伝学的意義について説明せよ。