

令和6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5年8月9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 5 に全て答えよ。

問 1 分岐分類学において、共有派生形質を見いだすことが系統仮説の構築に重要である理由を説明せよ。

問 2 生物の系統関係を推定する方法として、最節約法（最大節約法）がある。最節約法における最節約系統樹とは何か説明せよ。

問 3 以下の現象は、ある生物個体群の遺伝的多様性にどのような影響を与えるか。(1)～(5)のそれぞれについて説明せよ。

- (1) 突然変異
- (2) 遺伝的浮動
- (3) 遺伝子流動
- (4) 自然選択
- (5) 無作為な交配

問 4 「生殖隔離の強化」とは何か説明せよ。

問 5 外来種による在来種の遺伝的攪乱が問題となっている。遺伝的攪乱とはなにか、また、どのような問題があるのか述べよ。

【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 棘皮動物，有櫛動物，襟鞭毛虫，絨毛虫，輪形動物，頭索動物，緩歩動物，腕足動物，ツボカビ，節足動物の 10 の分類群間の系統関係を示す系統樹を描け。

問 2 以下の説明を全て満たす動物門名を (1) ， (2) ， (3) についてそれぞれ答えよ。

(1) 現時点で太平洋からの報告はない。生活史に有性世代と無性世代が存在する。無性世代にはパンドラ幼生という発生段階が存在する。

(2) 寄生性種と自由生活性種を含む。成長に際し脱皮を行う。多細胞生物として初めてドラフトゲノムが決定された種を含む。

(3) 2017 年までは種名まで明らかになった種が 1 種のみであったが，2018 年，2019 年，2022 年に 1 種ずつ記載されたことで，現在 4 種が含まれている。背腹軸があるものの，前後軸や左右軸は存在しない。絨毛で滑るように移動する。

問 3 以下は架空の分類群に関する分類学的研究の歴史を述べた文章である。この文章を読み，以下の (1) ～ (4) に全て答えよ。

A 科に属する *Auus* Miller, 1885 は，*Auus fus* Miller, 1885 をタイプ種とする甲殻類の 1 属である。2000 年時点で *Auus* にはタイプ種に加え，*Auus kus* Smith, 1983, *Auus lus* Tanaka, 1986, *Auus mus* Sato, 1994, *Auus nus* Moore, 1995, *Auus ous* Miller, 1890 の計 6 種が所属していた。

2002 年，Smith (2002) は *Auus kus*, *Auus lus*, *Auus mus* について，形態的特徴に基づき *Auus* から切り出すべきと判断し，これら 3 種に対して同論文中で新属 *Buus* を設立した。

2003 年，Moore (2003) は *Auus nus* について，形態的特徴に基づき *Auus* から

切り出すべきと判断し、本種に対して同論文中で新属 *Cuus* を設立した。その後、Moore (2007) によって3新種 *Cuus ous*, *Cuus pus*, *Cuus qus* が、Moore (2009) によって2新種 *Cuus rus*, *Cuus sus* が記載されたことで、*Cuus* には6種が含まれることとなった。

2020年、*Cuus* の分類学的研究を行った Brian (2020) は、*Cuus ous* Moore, 2007 と *Cuus sus* Moore, 2009 が同一種であると判断し、後者を前者の新参異名とした。同論文では2新種 *Cuus tus*, *Cuus uus* の記載も行われた。

2022年、A科の包括的な分類学的研究を行った Adams (2022) は、①ある条件が満たされていないことから Smith (2002) の設立した *Buus* が ( ② ) であることを明らかにした。つまり Smith (2002) で扱われた3種は *Auus kus*, *Auus lus*, *Auus mus* として *Auus* との組み合わせを維持していたことが明らかになった。Adams (2022) はさらに、*Cuus* が *Auus* から形態的に区別できないことを明らかにし、*Cuus* を *Auus* の新参異名とみなした。これにより *Cuus* に所属していた種はすべて *Auus* に所属することとなったが、その結果1件の二次 ( ③ ) 関係が生じた。この二次 ( ③ ) 関係の解消のため、新参 ( ③ ) である *Auus ous* (Moore, 2007) は *Auus sus* (Moore, 2009) という学名で置換された。

(1) Brian (2020) が出版された時点で *Cuus* に所属している全ての有効な種の学名を、著者名・公表年と共に答えよ (回答例: *Auus fus* Miller, 1885)。なお、組み合わせ変更に伴う種小名の語尾変化は起こらないものとする。

(2) 下線①について、Smith (2002) と Moore (2003) は全く同じ手続きを論文で行った。その上で新属 *Cuus* の設立には問題が生じなかったことを踏まえ、満たされていない条件が何か簡潔に答えよ。

(3) ②に入る最も適切な用語を漢字で答えよ。

(4) ③に入る用語を漢字2文字で答えよ。

**問題3** 植物系統分類学に関する以下の問1～問6に全て答えよ。

問1 「植物」という生物用語は、これまで、異なる生物の範囲を含んで使用されてきている。例えば、二界説での植物界や陸上植物などである。緑色植物、紅色植物、灰色植物を合わせて植物と認識する考えもある。緑色植物、紅色植物、灰色植物を合わせて植物と呼ぶ場合、どのような進化的背景が根拠となるか、考えるところを述べよ。

問2 「藻類」は、多様な生物群を含み、多系統である。そのような多系統である生物群をまとめて「藻類」として認識する意義を、進化学および生態学的な観点から述べよ。

問3 葉緑体の起源は、細胞内共生した藍藻類であると考えられており、実際、葉緑体と藍藻類の間には共通点が見られる。葉緑体と藍藻類の間での共通点を述べよ。

問4 次の生物および葉緑体の系統関係を示す有根系統樹を描け。

クラミドモナスの葉緑体、ワカメの葉緑体、シネココッカス、ユーグレナの葉緑体、アサクサノリの葉緑体
--

問5 珪藻類は珪酸質の細胞外殻を持つ単細胞性の藻類であり、褐藻類は多細胞性であるが、これら2つの藻類群は不等毛植物に属しており、不等毛植物の特徴を持っている。不等毛植物の鞭毛と葉緑体の特徴を述べよ。

問6 真核生物の中に、アルベオラータという大きな系統群が知られている。アルベオラータには、いずれも1,000種以上を含む3つの門（あるいは門に相当する生物群）が含まれている。これらの生物群の名称を述べよ。また、アルベオラータを特徴づける形態形質を説明せよ。

**問題 4** 鳥の生活史に関する次の文章を読み、以下の問 1～問 7 に全て答えよ。

ハゴロモガラス *Agelaius phoeniceus* は、アメリカの沼沢地になわばりを作り繁殖する全長 20 cm ほどの主に昆虫を餌とする鳥類である。ハゴロモガラスの雌は、雄のさまざまな形質を評価し、雄を選び繁殖をする。ハゴロモガラスのつがいには、一個体の雄が一個体の雌と繁殖する一夫一妻、一個体の雄が複数の雌と繁殖する一夫多妻の形態がある。複数の雌と繁殖するかどうかは、雄のなわばりの中の餌の量によって決まると考えられている。図 1 左図は一夫二妻が生じる場合であり、ハゴロモガラスの生息環境には餌が豊富にある場所と少ない場所が混在している。図 1 右図は一夫二妻が生じない場合で、生息環境は比較的均質で餌が豊富にある状況である。両図ともさらになわばり内の餌量にはなわばりごとに差があり、図中の●は餌が豊富ななわばりの雄、▲は餌が乏しいなわばりの雄を示す。なわばり内の餌の量が多いと縦軸に示された一雌あたり巣立ち雛数が増える。

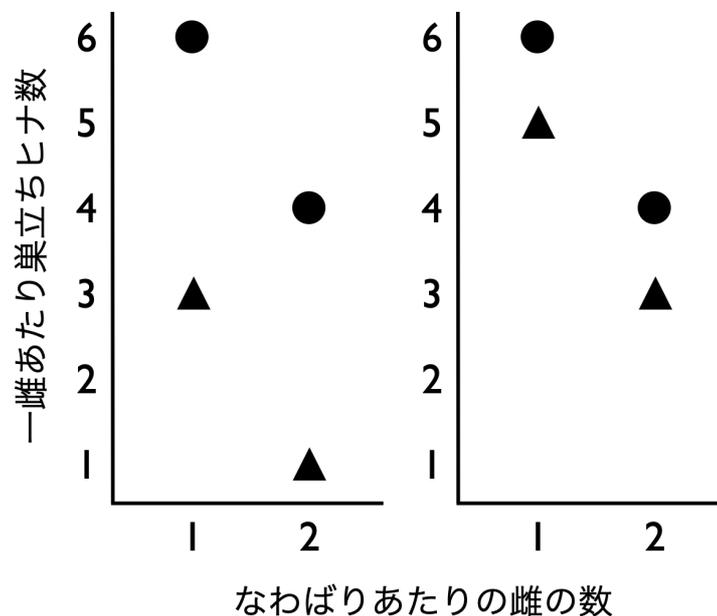


図 1 餌の豊富さが異なる地域、およびなわばりにおける雌の数と巣立ち雛数に関する概念図

資源とは、環境中に存在しそれらを利用する生物が自己、あるいは血縁にある個体の生存率を高め、また繁殖を成功させ、（ア）を向上させる可能性のあるものの総称である。資源には、餌、営巣場所、水場、巣材などのほか、交尾可能な異性個体も含まれる。一般に資源は（イ）であり、同種個体間や異種個体間で資源の奪い合いが生じる。資源の奪い合いは、（ア）を低下させる。利用可能な資源の量が圧倒的に多い場合や、資源の独占が困難で共有できない場合に競争は緩和されたり、なくなったりすることがある。競争は大きく2つのタイプに区分される。一つは自らの生育や繁殖に必要な餌や住み場所を使用することによって他の個体に負の影響を与える（ウ）競争である。もう一つは、競争相手を直接的（または間接的）な行動によって制限する（エ）競争である。

なわばりとは防衛された空間のことで、個体やつがいはなわばりに侵入する同種のほかの個体を追い払う行動を示す。複数の個体やつがいが隣接する地域でのなわばり形成は、（エ）競争に当てはまる。その後、なわばりは（ウ）競争によって維持される。<sup>(a)</sup> 異種間でなわばり関係が構築される種間なわばりも知られている。なわばりは広いほど餌の資源量は多くなる。しかしなわばりを占有する個体が限られた時間内に取りることができる餌の量には限度があるので、取ることができる餌の量は次第に頭打ちになる。一方、なわばりが広くなるにつれてなわばり防衛のための労力は多くなる。図2は、なわばりの広さと餌の量または労力の大きさの関係を示した概念図である。

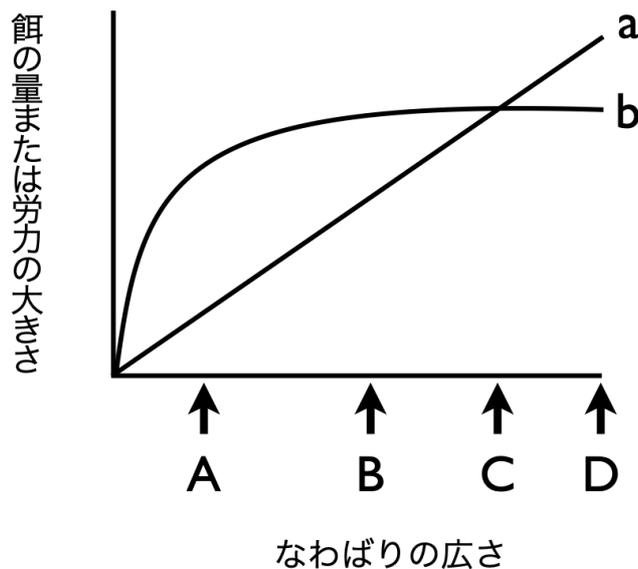


図2 なわばりの広さの決定に関する概念図

問1 なぜ、図1左図では一夫二妻が生じ、図1右図では一夫二妻が生じないのか、その理由を図2から読み取り、説明せよ。

問2 日本で繁殖する種で、ハゴロモガラスと同様な様式で繁殖する種を1種挙げよ。さらに挙げたその種において、雌は資源以外のどのような形質を指標にして雄を配偶者として選択すると想定されるか、説明せよ。

問3 文章中の空欄（ア）～（エ）に入る適切な語句を答えよ。

問4 図2の直線aと曲線bは、餌の量または労力の大きさを示している。直線aと曲線bは、それぞれどちらを示すか、答えよ。

問5 最適ななわばりの大きさはどこになるか、図2の横軸上に矢印で示したA～Dの中から1つ選び、そのように考えた理由を説明せよ。

問6 下線(a)の種間なわばりが知られている2種の組み合わせについて、2組（それぞれ2種ずつ）記述せよ。種間なわばりが形成される至近的な環境要因について説明し、種間なわばり形成の究極要因について推察して説明せよ。

問7 ある地域において、A型（生活のすべてをなわばり内で完結させる様式）のなわばりを形成して繁殖する複数つがいを想定する。それぞれのなわばりが防衛された範囲であることを確かめるにはどのような実験が想定されるか。また、なわばりの面積が規定される要因を探るにはどのような実験が考えられるか。それぞれについて簡潔に説明せよ。

**問題 5** 集団遺伝学，分子進化学，および分子系統学に関する以下の問 1～問 5 に全て答えよ。

問 1 集団遺伝学の分野において，進化はどう定義されるか，説明せよ。

問 2 遺伝的浮動の強さは集団サイズが変わるとどうなるか，簡潔に述べよ。

問 3 種間あるいは個体間でコード領域の塩基配列を比較した際，第 1 コドンと第 2 コドンに比べ，第 3 コドンの塩基置換率が高い場合が一般的である理由を説明せよ。

問 4 ある集団について，ある遺伝子の DNA 配列を用いて Tajima (1989) の検定を行ない，その統計量 (Tajima's  $D$ ) が負の値を示した場合，1) 当該遺伝子に方向性選択が働いた，あるいは 2) 集団サイズが急速に増大したという解釈が考えられる。これらのうち，どちらの解釈が妥当であるかを検証するにはどうすればよいか，説明せよ。

問 5 ヒトと類人猿 (チンパンジー，ボノボ，ゴリラ，オランウータン) のゲノム配列をそれぞれ決定し，系統関係をもとに比較することの意義を述べよ。