

平成28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－

平成27年8月17日（月曜日）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。裏面を使用する時には特に注意してください。
- 4) 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 以下の文章を読み、問 1～問 4 にすべて答えよ。

生物多様性という概念の定義には様々なものがあるが、一般的にそれは、分子、ゲノム、個体、種、個体群、生態系といったすべての生命現象の階層における変異の総体を表す。しかし、実際に生物多様性を評価する上で近似的に用いられるのは種数、すなわち種レベルの多様性であることが多い。群集生態学においては、様々な場所における生物相の多様度（場合によっては個体数も考慮に入れたサンプル中の種の多様さの尺度）や、地域間の類似度を示す指標が重要な意味をもつことから、これまでに様々な多様度指数や類似度指数が提唱され、使われている。1960年代頃までに提唱された指数（シン普森の多様度指数 D など）は群集内の種を均質に扱っている。たとえば、トガリネズミ目モグラ属 *Mogera* の 4 種—アズマモグラ *M. imaizumii*、コウベモグラ *M. wogura*、サドモグラ *M. tokudae*、センカクモグラ *M. uchidai*—が 1 個体ずつ観察された場合と、カモノハシ *Ornithorhynchus anatinus* (単孔目)、コアラ *Phascolarctos cinereus* (有袋類・カンガルー目)、メガネオオコウモリ *Pteropus conspicillatus* (翼手目)、オーストラリアアシカ *Neophoca cinerea* (食肉目)、ハンドウイルカ *Tursiops truncatus* (鯨偶蹄目) がそれぞれ 1 個体ずつ観察された場合では、多様度は同じ値となる。しかし、後者の方が多様度は高いと見做すべきではないのか？^a 人為的要因による環境変動が生物に与える影響^b が懸念され、環境政策の面でも多様性保全の機運が高まり、1990年代以降には分類の情報を組み込んだ新たな多様度指数が導入されるようになった。2001年に考案されたある指標では種間の「分類学的距離」を次のように定量化することにより、出現する種の分類学的組成を考慮している。つまり、サンプル中の任意の 2 個体が同種なら 0、同属他種なら 1、同科異属なら 2、同目異科なら 3...、といった具合である。上の群集内の多様度の例では前者 4 個体は同じ属の別種であるのに対し、後者の 4 個体は「目」レベルで異なるため、その多様度指数は当然、後者の方が大きな値となる。ここでは少なくとも次の 2 点が仮定されている。それは第一に、分類体系には何らかの生物学的な意味がある（たとえば、「分類体系は系統関係の近似である」という仮定）という点であり、第二は同じ分類階級にある異なる分類群間の「距離」はすべての生物について等しい^c ということである。

問 1 下線部 a の考え方の背後にあるのは何か？なぜそのように見なすべきだと考えるのだろうか？つまり何をもって「多様度」と見なそうとしているのだろうか？理想的な種の多様度指数としてどのようなことが想定されるのかについて論ぜよ。

問 2 下線部 b について、最近では大気中の二酸化炭素濃度増加が温暖化だけでなく海洋の水素イオン濃度にも影響を与えることが懸念されている。また、そのことにより次表のような生物群（「当該生物群」のカラム）の生育にも直接的な負の影響が及ぼされることが考えられている。

- (1) 以下の表のなかの(A)～(E)にあてはまる生物のグループの名称を答えよ。
 (2) これらの生物群および海洋生態系全体に対し、どのような影響があると考えられるか述べよ。

当該生物群が含まれる 高次分類群・系統群	当該生物群
リザリア	有孔虫類
ハプト藻類	(A)
紅藻類	(B)
刺胞動物	(C)
前口動物・冠輪動物	軟体動物 (二枚貝類・巻貝類)
前口動物・脱皮動物	(D)
後口動物	(E)

問 3 下線部 c は、たとえば「キイチゴ属 *Rubus* とナナカマド属 *Sorbus*（どちらもバラ科 *Rosaceae*) の間は、オオヤマネコ属 *Lynx* とマーブルキャット属 *Pardofelis*（どちらもネコ科 *Felidae*) の間と同じくらい異なる」という主張に等しい。この言説はいったい何を主張していると考えられるか、またその妥当性について論ぜよ。

問 4 大型の化石が現れる顕生代において過去 5 回の大量絶滅が起きたと考えられているが、現在はヒトの諸活動により第六の大量絶滅が進行中である、

と考える研究者もいる。その多くは生息地・生息環境の破壊が原因とされるが、ヒトの活動とは無関係にも生物種の絶滅は起りうる。そのような、自然に起こりうるような生物の種の絶滅の過程について、「個体群」・「遺伝子プール」・「対立遺伝子」の3つのキーワードを使って説明せよ。

【選択問題】

問題 2 以下の問 1～問 3 にすべて答えよ。

問 1 袋形動物門はかつて使用されていた動物門であり、以下のような特徴を共有する：体が左右相称で円筒形（放射相称の前体と胴部とに分かれているときもある）；体表がクチクラに覆われる（丈夫な外甲をもつこともある）；偽体腔を有する。袋形動物門は現在複数の動物門に解体されているが、そのうち 3 つの動物門の名前を挙げ、それぞれの特徴を述べよ。

問 2 棘皮動物、扁形動物、節足動物、鰓曳動物、箒虫動物、有櫛動物、脊索動物の 7 つの分類群間の系統関係を表す系統樹を描け。

問 3 科 *Widae* Bird, 1965 は以下（次ページ）の枠内に示した 3 属 7 種（タイプ属：属 *Wus* Bird, 1965）からなり、科 *Zidae* と姉妹群の関係にあることがわかっている。科 *Widae* の定義形質は「形態形質 A の状態が 1 であること」であり、3 属（*Wus*, *Xus* Wi, 1970, *Yus* Anderson, 1972）は形態形質 B および形態形質 C の状態の組み合わせにより定義されている。各種の形態形質 A から形態形質 G の状態は以下の表 1 のとおりである。今回、科 *Zidae* の *Zusus* Bird, 1980 を外群とし、適切な遺伝子を用いて分子系統解析を行ったところ、以下のような樹形（図 1）を得た（問題を単純化するため、解答にあたっては系統樹作成法、樹形の信頼度、および枝長の違いなどは考慮に入れなくともよい）。得られた分子系統樹に基づいて、科 *Widae* に関して必要な分類学的変更（属の定義形質の改変や新分類群の設立など）を行い、新たな分類体系を述べよ（新属を設立する場合、名称は *Ous*、*Pus*、*Qus*、・・・を用いよ。タイプ種は任意に設定してよい）。解答にあたっては 1) 各分類群の学名（属以下の分類群はその著者と公表年）、2) 属の定義形質、3) タイプ種、4) 構成種、の順に表記し、さらに 5) 当該分類群の分類学的変更を行った場合、「所見」という見出しを設けて、その変更を施した根拠を述べよ。

科 *Widae* の構成種 : *Wus aus* Bird, 1965 (タイプ種) , *Wus bus* Bird, 1978, *Wus cus* Edgar, 2000; *Xus dus* Wi, 1970 (タイプ種) , *Xus eus* Drumm, 1980, *Xus fus* (Sars, 1886); *Yus gus* Anderson, 1972 (タイプ種)

表 1. 各種における形態形質 A から形態形質 G の形質状態。

タクソン名	形質 A	形質 B	形質 C	形質 D	形質 E	形質 F	形質 G
<i>W. aus</i>	1	1	0	1	1	1	1
<i>W. bus</i>	1	1	0	1	1	1	0
<i>W. cus</i>	1	1	0	1	1	0	0
<i>X. dus</i>	1	0	1	0	0	0	0
<i>X. eus</i>	1	0	1	1	1	0	1
<i>X. fus</i>	1	0	1	1	1	0	0
<i>Y. gus</i>	1	0	0	0	1	0	0
<i>Z. zus</i> (外群)	0	2	3	0	0	2	0

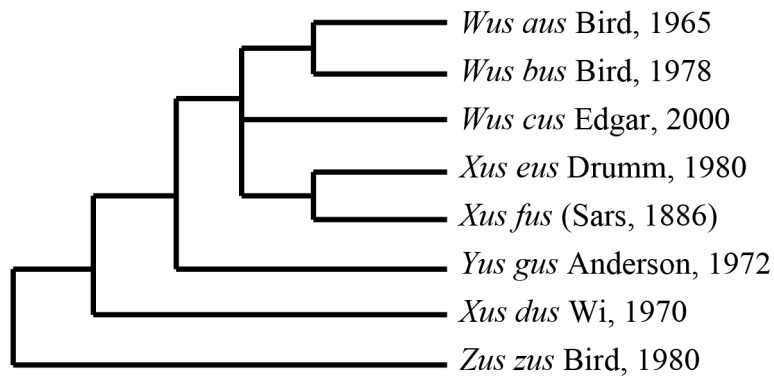


図 1. 分子系統解析の結果得られた樹形。

問題 3 分子系統解析の進展にともない、真核生物にはいくつかの主要な系統群が存在することが示されている。たとえばオピストコンタ (Opisthokonta) とよばれる系統群は、後生動物、菌類、原生生物の襟鞭毛虫などを含む巨大な系統群である。このような巨大な系統群はしばしばスーパーグループとよばれる。以下の問 1～問 4 にすべて答えよ。

問 1 緑色植物門は、スーパーグループであるアーケプラスチダ (Archaeplastida) に属する。このスーパーグループに属する緑色植物門以外の藻類群名 (植物門) を 2 つ挙げよ。また、アーケプラスチダに共通する特徴的な形態形質は何か、葉緑体の起源と関連させつつ述べよ。

問 2 緑色植物門には、綱のレベルでいくつかのグループが知られている。それらのグループは、どのような形質 (形態学的特徴, 細胞学的特徴, 微細構造学的特徴など) により互いに区別されているか説明せよ。

問 3 緑色植物門に属する海産緑藻アナオサに見られる「同形世代交代」とはどのようなタイプの生活環か。褐藻ワカメの生活環の様式と比較しつつ説明せよ。必要に応じて図示してもよい。

問 4 スーパーグループには「SAR 群」と称されるものもある。‘SAR’とは SAR スーパーグループに含まれる Stramenopiles (ストラメノパイル)、Alveolata (アルベオラータ)、Rhizaria (リザリア) の系統群のそれぞれの頭文字を並べたものである。この中でリザリアは、有孔虫類や放散虫類を含む系統群である。実は、リザリアの中にも「藻類」が含まれ、それらはクロララクニオン植物門 (Chlorarachniophyta) に分類されている。クロララクニオン植物門の主な特徴を述べよ。また、近縁であるはずのリザリアの他のグループが葉緑体をもたないのにクロララクニオン植物門のみが葉緑体をもつのはなぜか、その理由を説明せよ。

問題 4 以下の問 1～問 5 にすべて答えよ。

問1 脊椎動物発生における「砂時計モデル Developmental hourglass model」とはなにか、簡潔に説明せよ。

問2 近年、分子レベル（塩基配列およびアミノ酸配列）での収斂進化（収束進化）の報告が相次いでいる。実際の例をあげ、なぜそのようなことが起こるかを説明せよ。

問3 脊椎動物における顎と耳小骨の進化について、進化発生学的視点から述べよ。

問4 脊索動物から四足動物に至る四肢の進化について簡潔に記述せよ。

問5 無尾両生類をモデルに脊椎動物における再生能力の個体発生と系統発生について簡潔に論ぜよ。

問題 5 以下の問 1～問 3 にすべて答えよ。

問 1 以下の(1)～(5)に示す染色体の構造異常または染色体数の異常について説明せよ。

- (1) 相互転座
- (2) ロバートソン型転座
- (3) 逆位
- (4) トリソミー (trisomy)
- (5) 3 倍体

問 2 以下の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 遺伝的浮動 (genetic drift) とは何か、説明せよ。
- (2) 遺伝的浮動が作用すると、集団中の遺伝的多型の程度はどのように変わるか、説明せよ。
- (3) 遺伝的浮動の効果は集団サイズの違いによりどのように変わるか、説明せよ。

問 3 複数の生物集団間で観察されることがある「距離による隔離 (Isolation by distance)」とはどのような現象か、説明せよ。さらに、これが生じる原因を説明せよ。