

令和3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2年8月22日(土曜日)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下さい。
- 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 は全員が解答すること。

問題 1 次の文章を読み、問 1～問 5 に全て答えよ。

「生物多様性」とは、a 多種多様な生き物が存在し、それらが互いにつながりを持っていることを表す言葉です。この生き物たちのつながりにより、地球上では豊かな生態系が保たれています。

私たち人間は、b 水や空気をはじめ、衣食住など生物多様性から様々な恵みをうけて日々生活していますが、その一方で、c 私たちの人間の生活の影響により、地球上では 1 年間に 4 万種もの生き物が絶滅しているといわれています。

現在、d 生物多様性の喪失は、温暖化と並ぶ深刻な地球環境問題となっています。

出典：札幌市ホームページ くらし・手続き > 環境・みどり > 環境保全 > 生物多様性の保全 <https://www.city.sapporo.jp/kankyo/biodiversity/index.html>

(札幌市環境局環境都市推進部環境共生担当課)

問 1 多様性生物学を学んでいない一般の札幌市民が上の文章を読んだ際、下線部 a に関して、ヒグマやニホンザリガニといった種レベルの多様性を想起する者が大半であると予想される。しかし生物多様性とは、このサイトのさらに下の階層「知っていますか？生物多様性のこと」にも書かれているように、種多様性の他にも大きく分けて 2 つのレベルで捉える必要がある。その 2 つとは何の多様性であるか記せ。

問 2 下線部 b は生態系サービスとよばれる。「水や空気」「衣食住」および文章中にあげられていない任意の 2 項目を含めた 4 つの異なる観点を考慮して、生態系サービスにはどのようなものがあるのか説明せよ。なお、説明に必要であれば 4 つを超えた観点をあげてよいが、そのことによる加点はおこなわない。

問 3 下線部 c に関して、絶滅の要因となるものは様々であるが、影響の大きいものの一つに生息場所の消失がある。このとき、たとえば生息場所を横断する道路の敷設など、生息場所の総面積はそれほど減少していないにもかかわらず、人間の生活の影響で細分化されたことにより、絶滅してしまう例も多い。この

理由を説明せよ。

問4 下線部 d に関して、並列して書かれている温暖化も生物多様性の喪失の原因のひとつである。大気中の二酸化炭素濃度増加が温暖化の原因と言われており、世界的に排出削減の努力がなされている。温暖化により海面が上昇し海洋面積が増加するが、生息場所が増えるはずの多くの海洋生物にとっても、二酸化炭素濃度増加は絶滅の要因として危惧されている。この理由を説明せよ。

問5 本来この地域（札幌市）に生息していなかったアライグマ、セイヨウオオマルハナバチ、オオハンゴンソウなどは、外来種として駆除対象となっている。外来種が定着すれば、この地域に分布する種数が増えて良いことであるように見えるのに、逆に駆除をしている理由を説明せよ。

【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 4 に全て答えよ。

問 1 鉤頭動物は長らく独立した動物門として扱われてきたが、近年の分子系統学的な研究の進展により、現在は輪形動物門の一群として扱われるに至っている。このように最近（1990 年以降とする）まで動物門として扱われていたものの、その後の研究によって別の動物門に含まれる一群だと判断されるに至った動物門の名称を、現在含まれている動物門名と共に 2 つ答えよ。

問 2 半索動物、海綿動物、有孔虫、顎口動物、棘皮動物、頭索動物、刺胞動物、有爪動物、鰓曳動物、腕足動物の 10 の分類群間の系統関係を示す系統樹を描け。

問 3 *Auus* は Smith (1903) で設立された甲殻類の 1 属である。Smith (1903) は *Auus* 設立に際し、タイプ種 *Auus joni* に加え、*Auus keni*、*Auus luni* の計 3 種を新種記載した。Adams (1923) は、インドネシアで採集し、*Auus* に属すると暫定的に判断した 1 未記載種の標本の研究の過程で、同未記載種と *A. luni* に共通する形質を発見し、これら 2 種については *Auus* ではなく新たに属を設立してそこに所属させるべきだと判断、*A. luni* をタイプ種とする *Buus* を新たに設立し、未記載種は *Buus mani* として新種記載した。その後 Lu (1956) が *Auus nini*、Brown (1967) が *Buus oui*、Tanaka (1990) が *Buus poni* を新種として報告している。その後 Jones (2000) による *A. joni* と *B. luni* の個体発生に関する研究から、*Auus* と *Buus* を区別する形質が成長に伴って変化するものであることが明らかとなったことに加え、Kaneko and Tanaka (2001) による分子系統解析の結果、両属はそれぞれ単系統にならず、入れ子関係になることが明らかになったことから、Kaneko and Tanaka (2001) は *Buus* を *Auus* の新参異名と判断し、2 属に含まれていた 7 種は全て *Auus* の構成種として扱われることとなった。2000 年に入ってから、*Auus quoi* が Kaneko and Tanaka (2006) により新種記載され、現在 8 種が *Auus* に含まれている。*Auus* については、昨年 Evans (2019) により、鳥類にも Gorbachev (1924) により設立された *Auus* という属が存在していることが明らかとなり、Evans (2019) により、同名関係は解消された。

(1) Adams (1923) が出版された時点で記載されている上記問題文に登場する 4 種の学名を、著者・公表年と共に答えよ（回答例：*Auus joni* Smith, 1903）。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（以下同様）。

(2) Kaneko and Tanaka (2001) が出版された時点で記載されている上記問題文に登場する 7 種の学名を、著者・公表年と共に答えよ。

(3) Evans (2019) が出版された時点で記載されている上記問題文に登場する 8 種の学名を、著者・公表年と共に答えよ。

問 4 以下の特徴を有する動物門名を答えよ。

- ①自由生活性種と寄生性種を含む
- ②体長 8 メートルに至る寄生性種が報告されている
- ②身体に体節はない
- ③三放射相称の口を有する
- ④直達発生を行う（幼生期を欠く）
- ⑤頭部左右に双器と呼ばれる化学受容器をもつ

問題3 藻類に関する以下の文章を読み、問1～問5に全て答えよ。

藻類は、水中を主な生活場所とする光合成生物の総称である。多様な多系統の生物群を含むため、藻類を厳密に定義することは難しいが、あえて定義すると の光合成を行う生物のうち陸上植物を除いた残りと言える。

藻類に含まれる各生物群は、形態や光合成色素の特徴により認識されてきた。例えば、緑色藻類は、 の鞭毛を持ち、葉緑体は二重包膜を持ち、光合成色素としてクロロフィル *a* と *b* をもつと特徴づけられる。しかし、藻類群間の系統関係については、形態や光合成色素から推察するには難しい場合が多く、分子系統学的解析により明確になってきている。真核藻類については、真核生物の大きな系統群（スーパーグループ）に散在し、例えば、緑色藻類はアーケプラスチダに、ユーグレナ藻類はエクスカバータに属する。また、葉緑体ゲノムを利用した葉緑体の系統解析も行われてきている。真核藻類の系統関係（核ゲノムの系統）とそれぞれの藻類がもつ葉緑体の系統関係を比較すると、大きく異なる部分がある。

各藻類群内での系統も分子系統学的解析により、明らかになってきている。緑色藻類では、電子顕微鏡により観察される の特徴、および A 鞭毛装置の特徴により認識されてきた系統群が分子データによっても支持され、5つの主要なグループが分類群として認められている。その5つの主要な分類群のうち、 は主に海に生育するグループであり、また、 は陸上植物と比較的近縁であることがわかっている。

には、黄金色藻綱、珪藻綱、褐藻綱などが属するが、分子系統学的解析により、多くの藻類群が綱のレベルで発見されてきている。

紅色植物は鞭毛を持たないという特徴がある。クロロフィルとして をもち、光合成補助色素として、 をもつ。葉緑体のチラコイドは一重で、その表面には、 とタンパク質の複合体から構成された が存在する。多くは多細胞性であるが単細胞性のグループも含む。真正紅藻類では、配偶子として不動精子と と呼ばれる卵細胞を形成する。

問1 ～に入る適切な語句を答えよ。では、緑色藻類の鞭毛の特徴を答えよ。

問2 アークプラスチダに属する生物は、一次植物と呼ばれることがある。そのように呼ばれる理由を説明せよ。

問3 藻類の系統とそれらの葉緑体の系統関係が一致しない理由を、緑藻類、紅藻類、褐藻類を例に用いて説明せよ。図を描き、描いた図を利用して説明しても良い。

問4 下線部 A について、交叉型鞭毛根系と側方型鞭毛根系について解説せよ。

問5 は、クロロフィル *a* と *c* をもつ。クロロフィル *a* と *c* をもつ他の藻類群（植物門のレベルで）を2つあげよ。あげた藻類群の1つについて、葉緑体の形態的特徴を述べよ。

問題 4 島嶼生物学に関する以下の文章を読み、問 1～問 4 の全て答えよ。

トカラ列島の中之島から八重山諸島の波照間島までの南西諸島と台湾南東部の蘭嶼 (ランユウ) 島には、リュウキュウコノハズク *Otus elegans* が生息している。中之島から蘭嶼島までは約 1,200km の距離があり、その間にリュウキュウコノハズクが生息する島が点々と分布している。本種のオスは同種他個体に対し、自らの存在を示す広告声を発する。22 島から合計約 700 個体のオスの広告声が録音された。各個体の広告声をコンピュータソフトにより可視化し、それぞれの個体を代表する 2 つの周波数成分と 3 つの時間成分を求めた。得られた 5 つの成分を用い、ある手法で広告声の類似の程度を全個体総当たりで計算した。

その結果を広告声の非類似性として表現し、個体間距離との関係を示したものが下図である。縦軸の広告声の非類似性は単位のない数値で、値が大きくなるほど互いの声が似ていないことを意味する。黒丸は個体間距離 30km ごとの広告声の非類似性の平均値である。横に平行な点線は、リュウキュウコノハズクが島々を自由に動き回ることができると仮定した場合に得られる広告声の非類似性の期待値である。各黒丸に付属の星印 (*, **, ***) は、期待値との比較で統計的に有意に異なることを示す。上側は期待されるよりも互いの広告声が似ていないこと、下側は期待されるよりも似ていることを意味する。

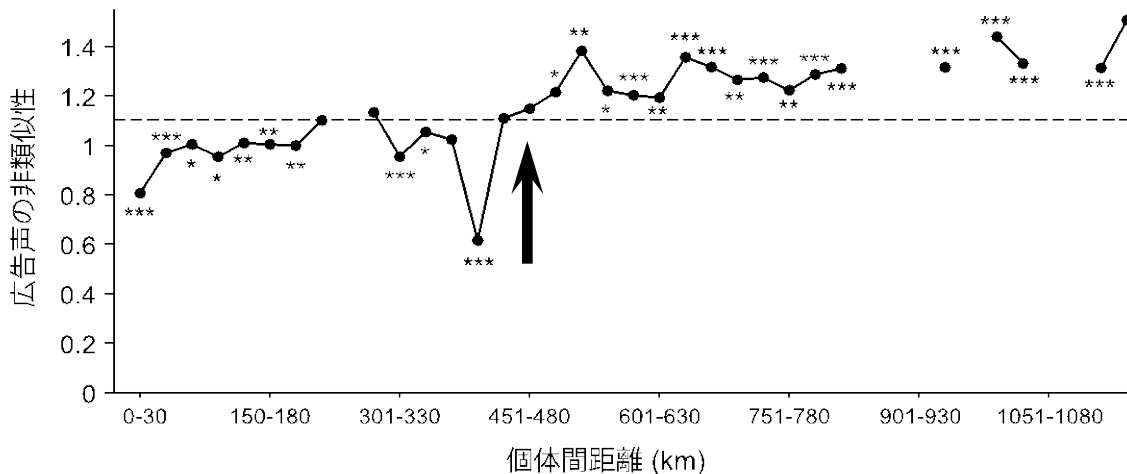


図 広告声の非類似性と個体間距離の関係

図の出典『島の鳥類学-南西諸島の島をめぐる自然史』水田拓・高木昌興（編著）海游舎

問1 図のように個体の形質が、個体間の距離が離れるにつれ大きくなる現象を一般に何と呼ぶか答えよ（英語解答可）。

問2 図はあたかも遺伝解析の結果のように見える。広告声の解析にも関わらず、遺伝構造を示すような結果が得られた理由を考察し説明せよ。

問3 距離が近いもの同士では広告声が類似し、遠いもの同士では広告声の違いが大きくなる理由を3つあげ、それぞれについて簡潔に説明せよ。

問4 図から個体間距離が450kmを超えたあたり（図中矢印）を境に、距離が近いと広告声の非類似性が期待値よりも小さく、距離が離れると期待値よりも大きくなっている。このように変化した理由を琉球列島の地理的な構造から考察し説明せよ。

問題 5 分子進化学, 集団遺伝学に関する以下の問 1~問 3 の全てに答えよ。

なお, 解答には図を含めてもよい。

問 1 ハーディー・ワインベルクの法則と対比しながら, 生物集団が進化する要因をわかりやすく説明せよ。

問 2 分子進化において考えられる特徴について主な 3 つをあげ, 各々をわかりやすく説明せよ。

問 3 種間の分子系統関係を解析する際, オーソロガス (orthologous) な遺伝子とパラロガス (paralogous) な遺伝子を区別して扱う必要がある。分子系統解析には, どちらの遺伝子がマーカーとして適切であるか。その理由と合わせて答えよ。