

令和2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-

令和元年 8 月 22 日(木曜日)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) 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 6 に全て答えよ。

北海道大学理学部の N さんは卒業研究のテーマとして、沖縄の海藻について調査しました。中でも彼女が特に着目したのは、ジュゴン *Dugong dugon* の分布の北限とされている、沖縄県辺野古の藻場に生える海藻でした。ちょうど埋め立て工事が始まる直前の時期であり、最後の貴重なデータになると考えたためです。調査の結果、環境省レッドリスト掲載種のコバモク *Sargassum polycystum* (絶滅危惧 II 類) やヤバネモク *Hormophysa cuneiformis* (準絶滅危惧) の生育を確認しました。

問 1 上の文章中の具体例を用いながら、生物の学名と標準和名について説明せよ。

問 2 ジュゴンは海草類を食べる大型海棲哺乳類で、環境省レッドリストでは最も絶滅の危険性が高い区分「絶滅危惧 IA 類」に掲載されている。絶滅危惧種の保護活動にみられるように、生物の多様性は維持すべきとされているが、その理由を、人類にとっての価値という観点から説明せよ。

問 3 環境省レッドリストでは、絶滅危惧 IA 類には哺乳類 12 種が掲載されており、そのうち海棲種はラッコ、ニホンアシカ、ジュゴンの 3 種である。ラッコは、コンブ藻場生態系のキーストーン種として有名である。生態系におけるキーストーン種とは何か、優占種との違いをふまえて説明せよ。

問 4 ジュゴンやコバモクは絶滅危惧種とされているが、そもそも種とはどのような単位であるか。生物学的種概念の観点から説明せよ。

問 5 生物の多様性は、種のレベルだけに限らない。他にどのようなレベルの多様性がみられるのかを挙げ、それぞれのレベルについて、多様性が低下するとどのようなことが起こると予測されるかを説明せよ。

問 6 沖縄の海に、たとえばカリブ海から熱帯・亜熱帯性の生物を多数持ち込めば、生物の種多様性が増加するように思える。しかし実際には、このような人為的な他の地域からの生物の移動もまた、生物多様性の観点からは問題がある。この理由を説明せよ。

【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 ヨーロッパマダコの 3 つの名義種 *Sepia octopodia* Linnaeus, 1758, *Sepia octopus* Gmelin, 1791, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1879 における種小名のうち，*octopodia* と *octopus* はそれぞれラテン語の女性と男性の単数・主格名詞である。一方，*vulgaris* は形容詞であり，主格・単数ではそれぞれ *vulgaris* (男性)，*vulgaris* (女性)，*vulgare* (中性) のように語尾変化する。また，*Sepia* 属と *Octopus* 属の文法上の性はそれぞれ女性と男性である。これら 3 つの名義種が *Octopus* 属における単一の分類学的種に含まれる場合，その学名を著者・公表年と共に答えよ。ただし，これらの学名の優先権に関して動物命名法国際審議会のいかなる裁定もなかったものとする。

問 2 次の分類群はそれぞれ単系統群・側系統群・多系統群のいずれであるか答えよ。

- ・脊椎動物
- ・無脊椎動物
- ・四足動物 (四肢動物)
- ・爬虫類
- ・甲殻類
- ・多毛類 (Polychaeta ; ゴカイなどが含まれる群)
- ・渦虫類 (Turbellaria ; プラナリアなどが含まれる群)
- ・擬環虫類 (Gephyrea ; ホシムシ，ユムシ，エラヒキムシからなる群)

問 3 襟鞭毛虫類，半索動物，有櫛動物，苔虫動物，類線形動物，鰓曳動物，環形動物の 7 つの分類群の間の進化的な関係を表す系統樹を描け。また，後口動物 (新口動物)，脱皮動物，冠輪動物 (螺旋卵割動物) はそれぞれどの分類群に対応するか，系統樹上に記せ。

問 4 軟体動物の特徴を簡潔に述べよ。

問題 3 次の図は真核生物の主要な系統（スーパーグループとも呼ぶ）を、含まれる代表的な分類群の特徴的なイラストを添えて系統樹として表現したものである。この系統樹を見て次の問 1～問 7 に答えよ。

問 1 スーパーグループ①は後生動物や菌類を含む系統群である。このスーパーグループの名称を答えよ。また、その名前の由来となったこのグループに見られる形態的特徴を述べよ。

問 2 スーパーグループ④はアーケプラスチダと呼ばれ、2枚の包膜に囲まれた葉緑体をもつグループの集まりである。図に示されるように④は、3つの主要な系統群（⑦、⑧、⑨）から構成される。これら3群は、単系統であるにも関わらずその特徴は互いに大きく異なっている。図のイラストを参考にこれら系統群⑦、⑧、⑨の名称（一般名でよい）を述べ、それぞれの群を特徴づける（3群間で共有せず、互いの区別に使用できる）形質を1個ずつ述べよ。

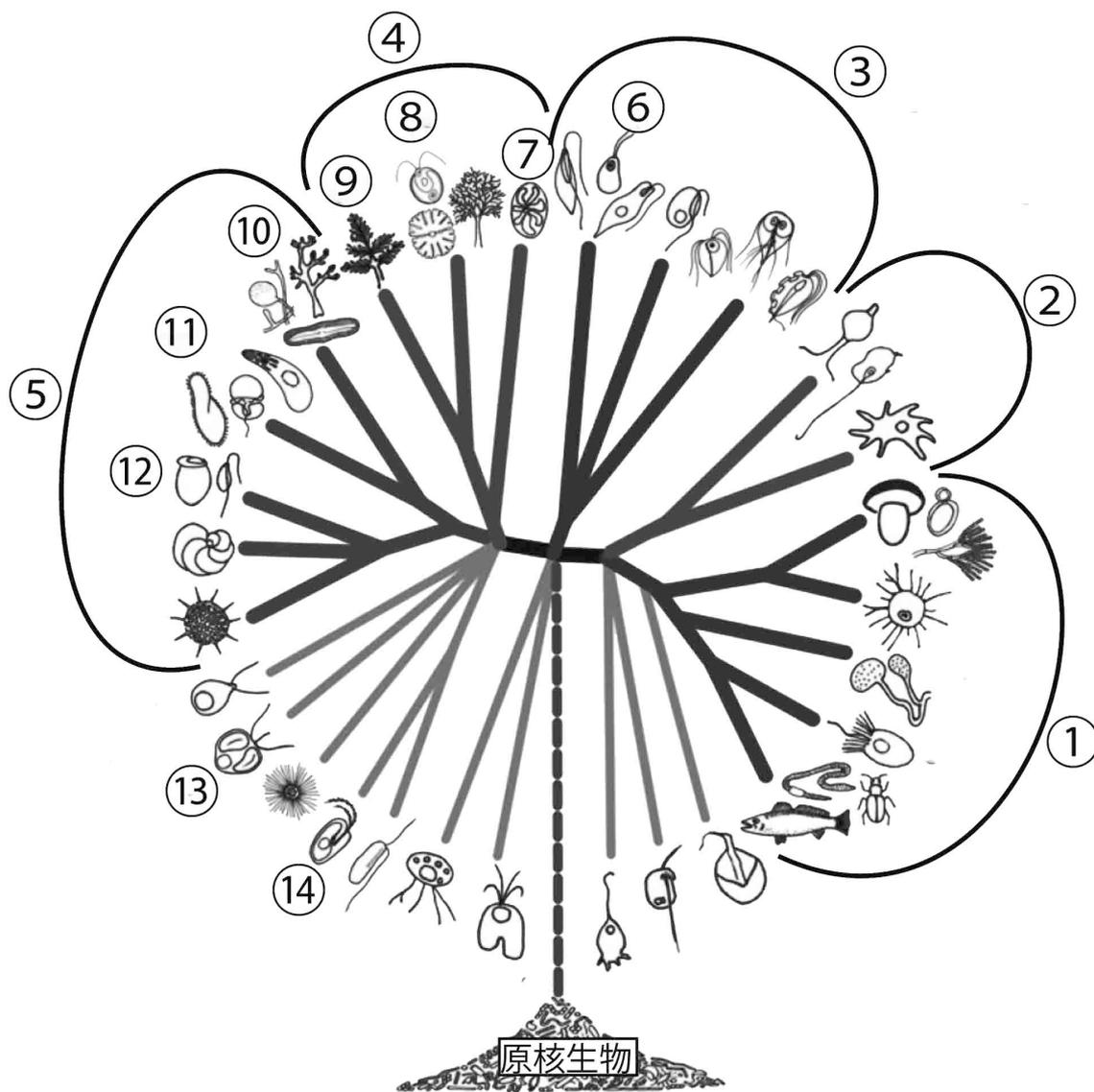
問 3 系統群⑥～⑭は真核の藻類が含まれるグループである。この図から、藻類がいかに系統的に多様であるかがわかる。ちなみに⑫はクロララクニオン植物門（クロララクニオン藻類）を含む。図中のイラストを参考にして、系統群⑥、⑪、⑬、⑭に属する藻類群の名称（植物門名または一般名）を述べよ。

問 4 ⑬、⑭に属する藻類群は、光合成色素として、クロロフィル a と c をもつ。これらの藻類の葉緑体の起源および獲得の方法は、どのように考えられているか述べよ。また、⑬と⑭では、葉緑体獲得プロセスにおける進化段階が異なっていると考えられている。そのように考えられる根拠を述べよ。

問 5 ⑩は、ストラメノパイルと呼ばれる系統群である。ストラメノパイルの鞭毛の特徴について述べよ。

問 6 ストラメノパイルは、無色（＝従属栄養性）ストラメノパイルおよび不等毛植物からなる。無色ストラメノパイルに所属する生物の名称（一般名でよい）を1つ挙げよ。

問 7 不等毛植物の光合成色素および葉緑体の特徴について述べよ。



真核生物の主要な系統 (Adl, S.M. et al. 2012 (The revised classification of eukaryotes. Journal of Eukaryotic Microbiology 59: 429-493)より, Fig. 1 を改変)

問題 4 次の文章を読み、問 1～問 3 の全てに答えよ。

a) 一般に、海洋島にはネコ目に代表されるような地上性高次捕食者の哺乳類は分布しない。大陸島でも、小面積の島嶼にはネコ目の哺乳類が分布することは少ない。面積 1,826 km²と比較的広い韓国済州島のベンガルヤマネコ *Prionailurus bengalensis* は絶滅した。長崎県対馬は、面積約 700 km² で比較的小面積ではあるものの、ベンガルヤマネコの亜種 ツシマヤマネコ *P. b. euphilurus* が生息している。しかし個体数が減少し、国内希少野生動植物種に指定された。その個体数減少の要因は、人為的要因など様々である。

イリオモテヤマネコは 1965 年に西表島で発見され、1 属 1 種の *Mayailurus iriomotensis* として 1967 年に記載された。その後、ツシマヤマネコと同様のベンガルヤマネコの亜種 *P. b. iriomotensis* として分類学的位置付けは変更されている。発見当初、世界の哺乳類学者は、b) 西表島におけるネコ科動物の新種発見を奇跡と考えた。奇跡とされたのは、次の二点が島における個体群の存続を不可能にすると考えるためである。すなわち、西表島の面積は約 284 km²と小面積であること、および、イリオモテヤマネコと同程度のサイズのヤマネコの主要な餌はネズミ類であるが、西表島には在来のネズミ類が生息していなかったこと、である。

イリオモテヤマネコは、大陸に生息するベンガルヤマネコよりも小型である。島嶼における哺乳類の予想可能な形態の変異様式は、島の規則 (island rule) と呼ばれる。反証例も知られているが、一般に、c) 島において、小さな動物は本土の対応種よりも大型化し (gigantism) , 大きな動物は矮小化するとされる (dwarfism)。環境による制約が緩和されると、それぞれの種は最適な体格に収束すると考えるものである。

問 1 下線部 a について、その理由を簡潔に答えよ。

問 2 下線部 b について、なぜ哺乳類学者は奇跡的と考えたのか、3 つの要因 (一次生産量・消費段階・小個体群) を念頭に答えよ。

問 3 下線部 c について、なぜ島の規則に見られる変化が生じるのか、生態的解放と密度補償の概念を明確にした上で答えよ。

問題5 以下の問1～問3の全てに答えよ。

問1 ミトコンドリアDNAの塩基配列をサンガー法で決定する際には、クローニングをすることなく、PCR産物を直接シーケンス反応に用いる場合がほとんどであるが、その合理的理由を述べよ。

問2 ある遺伝子に正の自然選択が働いた場合、負の自然選択が働いた場合と比べて、同義置換と非同義置換の比率はどうか、説明せよ。

問3 以下の文を読んで、小問(1)～(4)に答えよ。

ある生物4種について、以下の7座位分のDNA配列データが得られたとする。

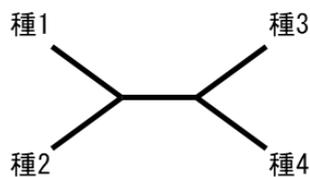
種1: AAGCAAT

種2: AAGTAGT

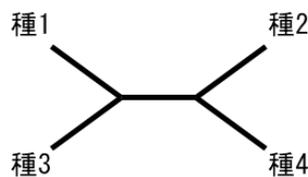
種3: GACCAGT

種4: GACTAGT

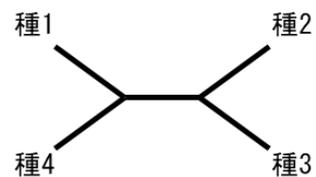
また、4種について考え得る無根系統樹の樹形は、以下の3とおりである。



樹形A



樹形B



樹形C

(1) 上記の配列データにおいて、トランジションおよびトランスバージョンによる塩基置換は、それぞれ何番目の座位で認められるか、説明せよ。

(2) トランジションおよびトランスバージョンによる塩基置換のうち、一般に塩基置換が生じやすいのはどちらか、理由とともに述べよ。

(3) 上記の配列データに基づくと、最節約法で支持される無根系統樹の樹形は、A、B、Cのうちどれか、理由とともに述べよ。

(4) 上記の配列データに、さらに別の種の配列を1つ追加すると、考え得る無根系統樹の樹形は何とおりになるか、説明せよ。