

令和 8 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 7 年 8 月 7 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 1 cm 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 次の文章を読み、問 1～問 5 に全て答えよ。

今年 6 月下旬、バイカルハナウド *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier に類似した植物が本学構内に生育していることが広く報道された。日本に自然分布するハナウド属は 2 種あり、北海道にはオオハナウド *H. lanatum* Michaux var. *lanatum* が分布している。今回問題となった植物は、a 在来種オオハナウドがすでに結実している時期に開花すること、b オオハナウドの約 2 m よりもさらに高い 3 m ほどの草丈となること、c 茎や葉柄に紫色の斑点を生じること、d 葉がしばしば羽状複葉となり尖った鋸歯がみられることなどから、オオハナウドと区別できる。バイカルハナウドの原産地は黒海とカスピ海に挟まれたコーカサス地方であるが、19 世紀前半にヨーロッパの植物園などに持ち込まれたものから外来種として定着し、現在は北米やオーストラリアなどにも分布を広げている。ハナウド属は世界で約 90 種が知られる比較的大きな属で、欧米に侵入しているバイカルハナウドを含む複数種について分類学的な混乱が見られる。そのため信頼できる参照標本が無く、本学構内で見つかった問題の植物の種名を特定することはできなかった。文献調査の範囲では、バイカルハナウドと同じくコーカサス地方原産であるが形態的に一回り小さい *H. sosnowskyi* Mandenova に、より類似していた。バイカルハナウドのレクトタイプは 1890 年にコーカサスのジョージアで採集された標本で、完全に成熟して果実となった散形花序の断片のみが残されている。セリ科の分類において果実の形態は重要な情報であり、上述のハナウド属 3 種のもっとも明瞭な違いも油管という果実表面の模様であるが、e このレクトタイプ標本から花弁や茎や葉などの形態情報は得ることができないうえ、古い標本なので DNA 解析にも困難が予想される。

バイカルハナウドの汁液にはフラノクマリン類とよばれる一連の有機化合物が含まれており、これが皮膚に付着した状態で日光、特に紫外線が当たると炎症を起こす（光毒性物質という）。今回問題となった植物のエタノール抽出液を分析した結果、4 種のフラノクマリン類が検出された。フラノクマリン類はバイカルハナウド特有の成分というわけではなく、他の多くのセリ科植物にも含まれており、哺乳類や昆虫などからの食害に対する防御物質であると考えられている。また、多くのミカン科植物にも含まれており、たとえばグレープフルーツの果皮にはフラノクマリン類のソラレンが比較的多く存在する（なお、

ソラレンは多量に肌につけると日焼けやシミの原因となるが、バイカルハナウドの光毒性物質メトキサレンのように強い炎症を引き起こすわけではないので、グレープフルーツはヒトの食用としては問題ない)。

問1 文章中の学名を実例として、植物の種と種内分類群の学名の構成要素や書き方のルールについて記せ。

問2 (1) このバイカルハナウド類似植物をオオハナウドから区別できる主な4つの特徴のうち、両者が生物学的に別種である根拠として1つだけ選ぶとしたら、下線部 a~d のどれか。

(2) その理由を述べよ。

(3) 今回の事例では、その特徴も別種である根拠としては不十分である。その理由を述べよ。

問3 下線部 e のようにタイプ標本から十分な情報を得ることができない場合の研究手法として、それと同一の採集地点から新たに採集した材料を用いることが常套手段の一つである。今回の事例でジョージアから新鮮な標本を取り寄せて比較しようとする場合、誤同定を避けるために留意すべき点を述べよ。

問4 ナミアゲハなどアゲハチョウ属の多くの種は、幼虫の食草が柑橘類やサンショウなどのミカン科植物であるのに対し、ナミアゲハと非常に近縁なキアゲハは、パセリやニンジンなどのセリ科植物を食草としている。アゲハチョウ属の中でキアゲハが最後に種分化したと仮定して、どのような進化が生じたのか仮説を立てよ。

問5 今回問題となった植物は種名の特定には至らなかったものの、外来種であることは明らかとの結論であったため、念入りに刈り取り処分したうえ、土壌中の種子による拡散を防ぐために立ち入り禁止として、来年以降も監視を続けて根絶を目指すことになった。この植物の場合は毒性を持つことから危険防止のための根絶という理由もあるが、ヒトに無害なオオハンゴンソウなどの外来種も、本学構内では定期的な駆除が行われている。仮に外来種が定着すれば、この地域に分布する生物リストの種数が増え、生物多様性の観点からは一見すると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(特定外来生物に指定されているからという法的理由等ではなく)生物多様性の観点から説明せよ。

【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 動物の系統分類学に関する以下の問 1～問 4 に全て答えよ。

問 1 近年のゲノム系統解析によって動物界全体の進化の道筋が明らかになってきた。そのような研究によって解明された以下の(1)と(2)の分類群の進化的関係を表す系統樹を描け。外群には動物に最も近縁な単細胞真核生物のグループを用い、その名称も記せ。

- (1) 尾索動物, 刺胞動物, 緩歩動物, 扁形動物, 動物動物, 有輪動物
- (2) 平板動物, 後口動物 (=新口動物), 脱皮動物, 螺旋卵割動物 (=冠輪動物)

問 2 次の(1)～(4)の説明に当てはまる動物門の名称を答えよ。

- (1) 多くが原則として体節をもつが、二次的にそれを失ったと考えられる構成員もいる。また、多くの場合キチン質の剛毛を備える。各体節に疣足を持つ場合もある。基本的に螺旋卵割を行い、トロコフォア幼生を経て発生が進行する。かつて有鬚動物や星口動物と呼ばれていたグループは近年の研究によってこの動物門に統合されている。
- (2) 大部分の種はプランクトンであり、海中を漂って生活する。多くは櫛板列によってゆっくり泳ぐ。触手を持つ場合、その表面に膠胞と呼ばれる粘着性の細胞を持つ。
- (3) 体の本体である萼部の上部に触手環を備え、萼部の下部には柄部があり、柄部の基部で何らかの基質に固着または付着する。単体性または群体性であり、単体種は出芽によって個体を増やし、基部にある「足」と呼ばれる付着器官で基質や宿主の体表等に付く。群体種では出芽で増えた個体が走根で繋がる。殆どが海産で、群体性の一部が汽水域に生息し、淡水産種は2種が知られる。
- (4) 脱皮動物に属し、現生種はわずか22種が記載されているにすぎない。そのすべてが海産ベントスとして生息しており、体長は最大40 cmに達する大型種から、数 mm程度の小型種まで多様である。全ての種が反転可能な吻部を有し、一部の種では1～2本の尾状突起を持つ。この尾状突起は呼吸器官として働くと考えられたが、その機能については未だ議論が続いている。

問3 カザリフクロホシムシ属 *Thysanocardia* Fisher, 1950 には現在3種が含まれており、ある分類学的見解によると、そのうちの1種であるクロホシムシには次の9つの名義種が含まれているとされる。それらの名義種の設立時の二語名および著者と公表の日付（設立年）は次の通りである：

Golfingia macginitiei Fisher, 1952

Golfingia pugettensis Fisher, 1952

Phascolosoma hozawai Satô, 1937

Phascolosoma hyugense Satô, 1934

Phascolosoma nigrum Ikeda, 1904

Phascolosoma onagawa Satô, 1937

Phascolosoma pavlenkoi Ostroumov, 1909

Phascolosoma zenibakense Ikeda, 1924

Thysanocardia melania Popkov, 1993

これらのいずれも古参同名を持たず、また動物命名法国際審議会によって抑制されてもいないものとする。このとき、次の（1）と（2）に答えよ。

（1）国際動物命名規約の条と勧告に従った場合のクロホシムシの有効名を著者名・設立年と共に答えよ。ただし属名 *Golfingia* と *Thysanocardia* の文法的な性は女性であり、*Phascolosoma* は中性である。また、上記9つの種小名のうち *hozawai*, *macginitiei*, *onagawa*, *pavlenkoi* は名詞であり、それ以外は *hyugensis* (男性・女性)・*hyugense* (中性), *melanius* (男性)・*melania* (女性)・*melanium* (中性), *niger* (男性)・*nigra* (女性)・*nigrum* (中性), *zenibakensis* (男性・女性)・*zenibakense* (中性) のように語尾変化するものとする。

（2）カザリフクロホシムシ属の学名を古典ラテン語の規則に従って発音した際のアクセントのある音節を「'」記号で記せ。ただし、この語の中に長母音は含まれていないものとする。

問4 今、目の前にある1つの動物の標本が属している種の名前を知るために、それが示す形態形質に基づいて属まで同定できたものとする。最終的に確信を以てこの標本に対してある種名を当てはめることが出来るようになるためには次に何をすべきだろうか、説明せよ。

問題3 以下の問1～問5に答えよ。

問1 以下の a) ～ e) それぞれの記述に当てはまる真核生物のグループ名を答えよ（例外的な所属生物の存在は無視すること）。

- a) 紅藻由来の二次共生葉緑体を持つ藻類の系統のうち、ヌクレオモルフをもつ系統。
- b) 細胞の表層に袋状の裏打ち構造を持ち、細胞が多数の繊毛を持つ原生動物、痕跡的な葉緑体や寄生にかかわる細胞頂端の装置を持つ寄生生物、光合成性の種は紅藻起源の葉緑体を持ち、常に凝集した染色体や横・縦2本の鞭毛を持つ藻類、などを含む。
- c) 変形菌や細胞性粘菌を含むグループで、多くの種が葉状偽足を持つ。
- d) 鞭毛藻類や不動性の藻類を含む一次共生藻類の系統で、葉緑体にシアノバクテリアの細胞壁の痕跡を伴う。
- e) 鞭毛を持つ場合、典型的には細胞の後方に1本の鞭毛を持ち、細胞内に葉緑体を持つ種を含まない。

問2 藻類に関係する、次の(1)～(5)の語句を説明せよ。

- (1) 鞭毛装置
- (2) フィコビリソーム
- (3) 眼点
- (4) 珪藻の増大胞子
- (5) チラコイド

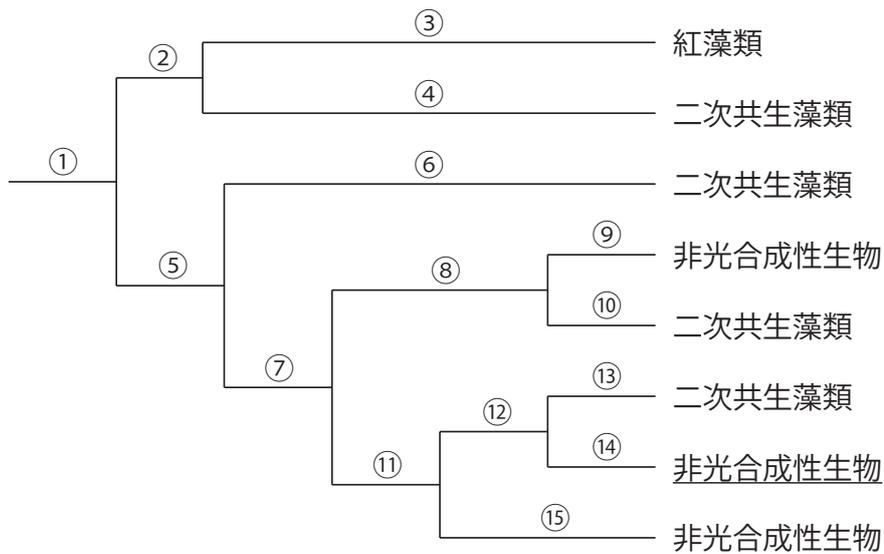
問3 真核生物が葉緑体を獲得する過程で宿主と共生体に起こった変化について、葉緑体のゲノム・タンパク質・分裂に注目して説明せよ。

問4 ストラメノパイルとはどのような生物群であるか解説しなさい。ただし、次の語から8つ以上の語を使用すること。

- 「卵菌類」, 「ユーグレナ藻」, 「ハプト藻」, 「ラビリンチュラ」,
- 「繊毛虫」, 「褐藻」, 「珪藻」, 「不等毛藻（オクロ藻）」,
- 「灰色藻」, 「紅藻」, 「藍藻（シアノバクテリア）」, 「鞭毛」,
- 「葉緑体」, 「チラコイド」, 「従属栄養生物」, 「生活環」, 「退化」

問5 紅藻由来の二次共生葉緑体を持った藻類が何回進化したのかについては議論がある。これを考えるためには系統関係と進化過程に関する理解が必要である。そこで、下記の図を踏まえて以下の(1)～(4)に答えよ。

ただし図中の二次共生藻類はいずれも紅藻由来の葉緑体を持つものとし、二次共生藻類の共生も二次共生と呼ぶものとする。また特に指示されない限り、非光合成生物は葉緑体を持たないものとする。枝の長さは進化的距離を反映していない。各枝は直上に示した番号で示した。



- (1) 二次共生葉緑体の獲得回数が最少になるように考えた場合、二次共生が起こったと考えられるすべての枝を番号で答えよ。
- (2) 葉緑体の喪失が最少になるように考えた場合、二次共生が起こったと考えられるすべての枝を番号で答えよ。
- (3) 二次共生と葉緑体の喪失が同程度に起こりやすいとする。最節約的に考えた場合、二次共生が起こったと考えられる回数は最少で何回になるか答えよ。
- (4) 二次共生と葉緑体の喪失が同程度に起こりやすいとする。ただし下線の非光合成藻類が実は(非光合成性の)葉緑体を持つことがわかった。このとき、最節約的に考えた場合、二次共生が起こったと考えられる回数は最少で何回になるか答えよ。

問題 4 鳥類生態学に関する、以下の問 1～問 5 に全て答えよ。

問 1 全鳥類約 1 万種のうち約 90%が社会的一夫一妻で繁殖するとされる。鳥類に一夫一妻で繁殖する種が多い理由を鳥類と爬虫類・哺乳類の子育ての特徴を対比させ説明せよ。

問 2 鳥類のつがいの形成期間は一回の繁殖に限られるものから、生涯継続する場合もある。生涯継続する種群を 3 つ挙げ、生涯継続する理由を説明せよ。

問 3 鳥類の婚姻形態は、主に社会的一夫一妻ではあるが、つがい外交尾が生じるため遺伝的一夫一妻の割合は低い。遺伝的一夫一妻の全鳥類におけるおよその割合を示せ。

問 4 オスにとってのつがい外父性の適応的意義、および、つがい父性に至るつがい外交尾のコストを説明せよ。

問 5 メスにとってのつがい外父性の適応的意義を説明する代表的な仮説を 2 つ選び、説明せよ。また、つがい父性に至るつがい外交尾のメスにとってのコストを説明せよ。

問題 5 分子系統学，分子進化学，および集団遺伝学に関する以下の問 1～問 6 に全て答えよ。

問 1 ある生物の系統関係を解明することが，当該生物を対象とする他分野の生物学研究に対し，どのような意義をもたらすか，説明せよ。

問 2 生物の系統を探る上で，DNA 情報を用いることの利点を列挙せよ。

問 3 単系統群 (monophyletic group)，側系統群 (paraphyletic group)，および，多系統群 (polyphyletic group) とは，それぞれどのような系統関係からなる生物群を指すか。系統樹を描いて説明せよ。

問 4 生体内の代謝を行う酵素がタンパク質でつくられていることの生物学的意義を述べよ。

問 5 進化の過程である酵素の活性が上昇することがあるが，どのようなメカニズムによるものか，列挙して述べよ。

問 6 一般に，地域集団における有効集団サイズと遺伝的多様性との間には，どのような相関があるか，また，その相関はどのような機構で生じるか，説明せよ。