

科目記号	科目名
A	海洋生物学

解答（解答例）・出題の意図

出題内容：プランクトン学

出題番号 11

【解答例】

(1) カイアシ類の付属肢には身体の前方にある「口器付属肢」と、身体の後方にある「遊泳肢」の2つの名称がある。口器付属肢は左右の対で存在し、6対がある。口器付属肢の機能は摂餌で、初期発育段階から全てが揃っている。いっぽう遊泳肢の機能は遊泳で、脱皮発育に伴いその数が増し、一般的にはコペポダイト1期の遊泳肢は2本であるが、成体では4本ないしは5本となる。また雄成体の最後端の遊泳肢は、雌の生殖孔に貯精嚢を付着させて受精を行うために、種毎に異なる形態を示す。

(2) カイアシ類の幼生の名称はノープリウス幼生である。カイアシ類のノープリウス幼生は季節によっては大量に存在するため、海洋生態系において、魚類の仔魚の主要な餌生物となっており、魚類仔魚の成長や生残率に大きな影響を及ぼすことが知られている。

出題番号 12

【解答例】

(1) 日周鉛直移動とは、動物プランクトンが昼間と夜間で分布深度を変える現象で、一般的に昼間は深い層に分布し、夜間は浅い層に分布する事が知られている。しかしサフィリナ類や、非視覚捕食者の優占する環境においては、夜間に深い層に分布する、「逆の」日周鉛直移動を行う事もあることが知られている。動物プランクトンの日周鉛直移動の要因として、魚類等の視覚捕食者による捕食を避けるため昼間は深い層に分布し、夜間には表層で豊富な餌生物を摂餌するという、視覚捕食を避けて、最適な摂餌を行うという要因が考えられている。また低水温な深い層で過ごすことにより、代謝によるエネルギーロスを減らすという機能的役割があることも指摘されている。

(2) 海洋生態系における栄養段階数が5ということは、栄養段階間の被食-捕食関係のある回数は、4回ということの意味している。生態効率とは各栄養段階間で、被食-捕食関係により、エネルギーや物質量が減少する割合を示す値である。そのため、条件として示された海洋生態系における、最高次栄養段階の生産量は $500 \times (0.1)^4$ となり、最高次栄養段階の生産量は $0.05 \text{ mg C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ($=50 \text{ } \mu\text{g C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) と計算される。

【出題の意図】

進学後にプランクトン学研究室での研究を希望する受験者はプランクトン学を選択すると考えられる。プランクトン学研究室では研究の軸を、海洋生態学上重要な優占分類群であるカイアシ類に関する研究や、海洋生態系の機能的役割や定量評価に置いている。そのため、進学後にこの分野

を研究するために必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、この分野に関連するカイアシ類の生物学や生態学（出題番号 11）、および海洋生態系の機能的役割や定量評価（出題番号 12）を中心とした問題を出題した。

出題内容：動物生態学

出題番号 25

【解答例】

- （１）有性生殖の２倍のコスト
- （２）無性生殖集団のゲノムに有害な突然変異が不可逆的に蓄積して、適応度を下げる。
- （３）有性生殖個体と無性生殖個体の頻度および吸虫類による感染強度を個体群間で比較した結果、吸虫類による感染強度が高い個体群ほど、有性生殖個体の頻度が高かった。

【出題の意図】生物学における普遍的な現象である生殖に関して出題した。生態学（とくに進化・行動生態学）では「なぜ多くの動物が（コストがかかる）有性生殖を示すのか」という疑問が古くから提示され、研究され続けている。今回の問題では、この疑問に関わる基本語句を問う問題（１）と、広く知られているプロセスに関する説明を求める問題（２）、そして、水生生物における具体例に関する問題（３）を出題した。なお、問題（３）で挙げているコモチカワツボの研究例は有名な例だが、たとえコモチカワツボの例を知らない受験生でも、赤の女王仮説を知っていれば、今回の出題が、有性生殖と無性生殖に焦点をあてた問題であるという文脈と赤の女王仮説を照らし合わせて解答することを意図している。

出題番号 26

【解答例】

- （１）「標準的な性淘汰」とは、オスの遺伝的形質に個体間変異があり、その変異に応じて交尾成功率（配偶相手の個体数。近年では受精率を加味することも多い）が異なる場合に作用する進化メカニズムである。この進化メカニズムは、配偶機会をめぐるオス間闘争と、メスによる配偶者選択に起因する。
- （２）淘汰の原因には性差があり、オスの形質に作用する性淘汰が配偶機会をめぐる競争に起因することが多いのに対して、メスの形質に作用する淘汰は、餌や巣場所などの資源をめぐる競争に起因することが多いことが示唆される。
- （３）同種個体間でおこなわれる全ての社会関係によって作用する淘汰である。性淘汰は、この淘汰の一部といえる。

【出題の意図】生態学、とくに行動生態学の根幹をなす自然淘汰に関する出題である。英文を読んで解答する形式だが、この英文に記されている内容は「読者が当然知っている情報」を省略して書かれているため、受験者は自らの知識で英文の情報を補いながら解答することを意図している。問

題文で「訳しなさい」と問うているわけではないことから分かる通り、単に英文の和訳を解答することを意図した問題ではない。

出題内容：魚類学

出題番号 31

【解答例】

- (1) ① 硬骨魚, ② 条鰭, ③ 軟質, ④ ヘラチョウザメ, ⑤ チョウザメ
- (2) ⑥ 異尾, ⑦ 螺旋弁, ⑧ ガノイン
- (3) ⑨ B, ⑩ A
- (4) この問題では、チョウザメ類が含まれる軟質下綱の直近の近縁群（姉妹群）は新鰭類であること、サメ類の直近の近縁群はエイ類であること、軟質下綱と新鰭類からなる分岐群とサメ類が含まれる軟骨魚綱の間には肉鰭亜綱と腕鰭下綱が位置することなどの現生の顎口上綱の系統類縁関係（例えば Nelson ほか, 2016）から、チョウザメ類とサメ類の系統的な隔たりが説明されていることが求められる

出題番号 32

【解答例】

- (1) ① 鰓弁, ② 鰓嚢, ③ 鰓管, ④ 鰓籠, ⑤ 7, ⑥ 鰓弓, ⑦ 迷路（ラビリンス）器官, ⑧ 皮膚, ⑨ 腸（の上皮）
- (2) ラブカ, ムツエラエイなど
- (3) この問題では、全頭類では鰓隔膜が退縮して体表まで届かず、鰓蓋状の構造物（鰓蓋被膜）が発達し、鰓が収納される鰓腔を覆い、1 対の鰓孔が形成されるのに対し、板鰓類では鰓隔膜が長く伸びて体表に達し、鰓蓋状の構造物（鰓蓋被膜）が発達せず、5-7 対（通常 5 対）の鰓孔が形成されることなどが解答されていることが求められる
- (4) ハイギョ類, ポリプテルス類, ガー類, アミア類, ピラルクーなどから 2 つ

【出題の意図】

進学後に魚類体系学での研究を希望する受験者は魚類学を選択すると考えられる。魚類体系学では研究の軸を形態学に基づいた魚類の分類学・系統分類学においているため、進学後にこの分野を研究するために必要な考えや知識を身につけているかを確認するため、出題番号 31 と 32 では魚類の分類学、系統分類学、および基本体制を中心とした問題を出題した。

出題内容：海洋生物学

出題番号 441

【解答例】

(1) この問題では、シグナルが「送信者が受信者の反応を操作して、送信者自身の適応度を上げるために意図的に発信・利用する情報」を説明する解答が求められる。

(2) この問題では、派手なダンスには、自身の勝利や強さを周囲に伝達する機能があり、1) 次の闘争を回避できた（すなわち、負けたオスの再戦や、周囲の潜在的闘争相手からの挑戦頻度が低かった）、2) より多くのメスを引き付け、配偶成功度が高まった、などを説明する解答が求められる。合理的なシナリオであれば他のものでも可。

(3) (a) では、キューが「受信者が勝手に感知して、受信者自身の適応度を上げるために利用する情報」を説明する解答が求められる。(b) では、派手なダンスが捕食者にとって餌の存在を知るためのキューとして機能し、ダンスが派手なオスほど、そのダンスを目印として捕食者が引き寄せられたため、などを説明する解答が求められる。合理的なシナリオであれば他のものでも可。

【出題の意図】

進学後に動物生態学研究室での研究を希望する学生は、本研究室の中心的学問である行動生態学の知識を身につけている必要がある。そのため、本学部門分野の基礎的知識を出題範囲とし、用語の正しい理解ができているか、与えられた状況がどのような進化的プロセスを経ると期待できるかの説明を求める問いとした。(出題番号 441)

出題番号 442

【解答例】

(1) 既知の分類群の系譜的最近縁者で両分類群の祖先種を除いた種もしくは高次の単系統群（2種以上から構成される高次自然分類群）から構成されるグループで、姉妹群とよばれる

(2) 分岐分類学における単系統群（2種以上から構成される高次自然分類群）で、分岐群とよばれる

(3) 共通祖先とそこから派生したすべての子孫を含む単系統のこと

(4) 尾索類と脊椎動物は姉妹群で、これらを含む分岐群は頭索類と姉妹群を形成する。尾索類の中では、オタマボヤ類は他の全ての尾索類の姉妹群で、タリア類は派生的なホヤ類である。ホヤ類は恐らくこれまでに定義されていたような単系統群ではなく、タリア類を含んで再定義されるべきである。

【出題の意図】

進学後に魚類体系学での研究を希望する受験者は海洋生物学を選択すると考えられる。魚類体系学では研究の軸を形態学に基づいた魚類の系統分類学と分類学においているため、進学後にこの分野を研究するために必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、この分野に関連する動物に関する系統分類学（出題番号 442）を中心とした問題を出題した。

出題番号 443

【解答例】

(1) この問題では、1) 植物プランクトンの光合成に、光と栄養塩が必要であること、2) 細胞サイズを小型化することで、単位体積当たりの表面積を大きくし、沈みにくくしていること、3) 単位体積当たりの表面積を大きくすることで、栄養塩の吸収効率を高めていること、の三点が解答されていることが求められる。

(2) この問題では、1) 基礎生産の高い海域として、南極海や北太平洋などの湧昇域が挙げられていること、2) 湧昇域では、深層から豊富な栄養塩が恒常的に有光層内へ供給されるため、栄養塩不足とならず、植物プランクトンの増殖が継続し、高い基礎生産を示すこと、の二点が解答されていることが求められる。

【出題の意図】

植物プランクトンは、海洋における一次生産者である。海洋の物理・化学的環境と生物との関係を理解する海洋生物学において、植物プランクトンの浮遊適応などの生態と、海洋の一次生産メカニズムは基礎的知見であり、大学院での研究活動に必須の知識であるために、この問題（出題番号 443）を出題した。

出題番号 444

(A)

【解答例】

(1) この問題では、「適応」が自然淘汰による進化の結果として「生物が環境にうまく合っているようにみえる状態やそのプロセス」を指し、「ある形質をもつ個体（たち）が生涯に産む子（卵）の数の期待値」である「適応度」とは明確に異なること、すなわち適応が「現象・状態、進化の産物」であり、適応度が「(相対的) 数値、進化の原因」であることを区別した解答が求められる。

(2) (a) では、進化的トラップの説明として「本来の環境ではその生物の生存や繁殖に有利に働いていた適応的応答が、従来とは異なる環境変化の発生により、新たな環境下では誤った適応となり不利に働く」点が述べられていることが求められる。進化的トラップは人間活動だけでなく、自然現象によっても発生するため、人間活動への言及は問わない。(b) では、従来海からの反射光を頼りに海に向かうウミガメの子が街灯に引き寄せられて海から離れて死亡する例や、海洋プラスチックを視覚・化学的に餌と誤認して飲み込む海鳥・大型海生生物の例などがある。これら以外でも、海洋・水圏環境における進化的トラップ現象に合致した例であれば可とする。

【出題の意図】

本問を積極的に選択する受験者像として、動物生態学研究室への進学を希望する学生を想定したが、海洋生物学講座の属する研究室を希望する学生であれば、問いの選択は自由である。そのため、行動生態学の知識を問うとともに、海洋生物学を志す学生全体にとって、一般性および関心が高いと

考えられるトピックを出題範囲とした。(出題番号 444(A))

(B)

【解答例】

(1)

- A つながり、関係
- B 生態系 (または群集)
- C 種
- D 集団 (または遺伝的)
- E 低くなる (低下する)

(2) この問題では、極端な高温・低温、淡水流入による急激な塩分低下、貧酸素化、海洋酸性化、海洋汚染物質流入による死滅など、具体的な物理化学的現象の例を挙げていることが求められる。

【出題の意図】

生物多様性に関する概念は古く、既に広く一般にまで普及している。近年の気候変動への危機の高まりとともに、生態系変化への関心も高まり、生物を様々な指標化できる多様性の概念が再注目されている。海洋生物学においても、生物多様性の概念は重要であり、大学院での研究活動に必須の知識であるために、この問題 (出題番号 444(B)) を出題した。

(C)

【解答例】

(1) 属名が種の設立された時から変更されたため

(2) ネオタイプ

(3) タイプの指定のみを最終目的とした場合や、標本管理業務の一環として指定された場合

(4) 下記の内容が解答されていることが求められる。国際動物命名規約第4版の条 75.3.1-7に記されている事項を伴って公表された場合に限られる。1, ある名義タクソンの分類学上の地位もしくはタイプ産地を明確にするために特に指定するという言明。2, ネオタイプを指定する点だと著者が考える形質の言明, もしくはそういう言明への文献参照。3, 指定された標本を確実に認識するのに足るデータと記載。4, 担名タイプ標本が失われたか破壊されたと著者が信ずる根拠およびそれらを追跡するために執った手段。5, そのネオタイプが以前の担名タイプについて原記載ほかの情報源から知られていることに一致するという証拠。6, そのネオタイプが実質的にももとのタイプ産地および該当する場合はももとの担名タイプと同一の層準や宿主種から得られたという証拠。7, そのネオタイプが研究用のコレクションを維持管理しており, 担名タイプを保存する特別の設備があり, かつそれらを研究用として利用できるようにしている学術または教育施設の所有物であるまたは公表直後にそうなるという言明。

【出題の意図】

進学後に魚類体系学での研究を希望する受験者は海洋生物学を選択すると考えられる。魚類体系学では研究の主軸を形態学に基づいた魚類の系統分類学と分類学においているため、進学後にこの分

野を研究するために必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、この分野に関連する動物に関する分類学を中心とした問題を出題した（出題番号 444(C)）。