

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) 変態とは、卵からふ化した際の形態が親とは大きく異なることを指す。この親とは大きく形態の異なる個体は幼生 (larva) と呼称される。幼生はその後の発育により形態を親のミニチュアである幼体 (juvenile) に変化させる。この幼生から幼体への形態変化を変態 (metamorphosis) と呼称する (8点)。

(2) 動物プランクトンには、一時性プランクトン (meroplankton) と終生プランクトン (holoplankton) の2つが含まれる。一時性プランクトンには多くの底生生物 (benthos) が含まれ、その浮遊幼生 (planktonic larvae) は遊泳に適した、親とは全く異なる形態をしている。終生プランクトンの中では、甲殻類のカイアシ類やオキアミ類が変態を行う (8点)。

(3) 変態を行う理由は、その種の生残率を高めるためである。たとえば底生生物が一時性プランクトンとして浮遊幼生期を持つ理由は、その種の分布域の拡大という理由がある。また卵からふ化した際に、親と同じ形態をしていては、そのふ化環境での生残率が低い際に、幼生期を持つ。終生プランクトンのカイアシ類とオキアミ類が変態を行う理由は、ふ化した際の体サイズが小さく (1 mm 以下)、レイノルズ数が1以下の、水の分子間引力の相対的な影響の大きい、粘性力>慣性力の世界であるため、幼生はその環境下に適応した成長と生残に特化した形態を持っている (9点)。

出題番号 12

【解答例】

ゼラチン質動物プランクトンには、クラゲ類や原索動物 (タリア綱、ウミタル類、サルパ類や尾虫類) が含まれ、身体が透明という特徴がある。貧栄養な低緯度海域では植物プランクトンが乏しく、太陽高度も高く、海水中への光透過量が多い。このような海洋環境下において透明な身体であるゼラチン質動物プランクトンは、視覚捕食者に発見されにくく、捕食者回避能力が他の分類群に比べて高い特徴がある (8点)。

またウミタル類とサルパ類は原索動物で、海水中に存在する有機物粒子を濾過食して栄養を取得する生態を持っている。低緯度海域では海表面近くには高水温で、比重の軽い海水が周年を通して存在し、水温躍層が発達し、鉛直混合による深海からの栄養塩供給が乏しく、植物プランクトンの増殖に必要な栄養塩が、常に不足した環境となっている。この貧栄養な環境下においては、栄養塩の吸収能力の高い (=体表面積:体積比 [S:V比] の高い)、小型な植物プランクトン (ピコ・ナノサイズの植物プランクトン) が優占する。周囲の海水を濾過して摂餌を行う原索動物のウミタル類とサルパ類は、その濾過フィルターが目合いが小型なため、カイアシ類などの甲殻類プランクトンが直接摂餌することの困難な、ピコ・ナノサイズのプランクトンや粒子 (バクテリア) を餌とすることができる (8点)。

またウミタル類とサルパ類の増殖生態として、無性分裂を行えるという点も重要で、両分類群は無性分裂増殖により群体 (コロニー) を短時間のうちに形成することが出来る増殖生態を持ってい

る（9点）。

この濾過食や生活史上に無性分裂世代を持つというウミタル類とサルパ類の特殊な摂餌様式と生活史戦略が、両分類群が、小型な植物プランクトンが優占し、微生物食物網（microbial loop）に基づく従属栄養性バクテリアのバイオマス占有割合の高い、低緯度海域（熱帯・亜熱帯域）において、両分類群がしばしば優占することの理由である。

【出題の意図】

進学後にプランクトン学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。プランクトン学の研究を行うためには、単細胞生物から多細胞生物まで、様々な分類群の含まれるプランクトンに関する生態を、理解している必要がある。そのため進学後に、この分野を研究するために必要な知識と考え方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用語とその意味（出題番号 11）、および特定の海域に優占する分類群がなぜ存在するのか（出題番号 12）の知識や説明能力を問う問題を出題した。

出題内容：動物生態学

出題番号 25

【解答例】

（1）前者は成熟に伴い成長がほぼ停止するが、後者は成熟後も成長が停止しない。

（2）幼貝に比べると成貝では貝殻の開口部縁辺の厚みが増したり外唇部に肥厚した突起が生じるなどの形態的差異が見られる。

（3）決定成長には、成熟後の資源配分を繁殖に集中させることによって繁殖成功度を高める機能があり、成長を停止する代わりに生存率の高い形態へと変化する適応的意義もあると考えられる。非決定成長には、成熟後も利用可能な資源の一部を成長に配分しつづけることによって、獲得した資源量に応じて体を大型化して、生存率や繁殖力を向上させる機能があると考えられる。

【出題の意図】

生物にとって成長は適応度を高める、すなわち生存率や繁殖力を高めるために重要な形質だが、とくに海産無脊椎動物では、対照的な2通りの成長様式があることが知られている。本設問は、それらの成長様式に関する理解度を問い、さらに、生物の形質における適応的意義に対する考察力を問うことによって、動物生態学の知識および研究力を評価しようとしている。

出題番号 26

【解答例】

（1）一次防御は捕食者に攻撃される前に機能する形質であり、二次防御は捕食者に攻撃された後に機能する形質である

（2）形態形質には周囲の背景と似た色彩や形態を示す擬態が挙げられる。行動形質には、捕食者との遭遇を回避する行動（基質や隠れ場所への潜伏、捕食者の活動時間を避けた活動時間の調節）が挙げられる。

（3）形態形質には頑丈な外骨格やトゲや突起で覆われた外骨格が挙げられる。行動形質には、基質への堅固な吸着や基質からの落下、巣穴などの隠れ場所への避難、素早い逃避が挙げられる。

（4）捕食者には、複数種の被食者が互いに類似した防御形質をもつ場合、その防御形質を上回る

捕食形質の対抗進化が起りやすいが、多様な防御形質への対抗進化は起りにくいと考えられる。被食者の近縁種の生息環境が似通っている場合、それらには共通の捕食者がいる可能性が高いため、互いに異なる防御形質が進化しやすいと考えられる。

【出題の意図】

捕食者と被食者の遭遇は、個体レベルで見られる代表的な種間相互作用である。被食者の防御形質は捕食-被食関係による進化の産物であり、同時に、同所的に生息する他の被食者種が示す防御形質の進化からも、捕食者を介して間接的に影響を受けている。本設問はこれらに関する基本的な知識を問い、また、複合的な情報から推察できる状況を説明する論述力を問うている。

出題内容：魚類学

出題番号 31

【解答例】

(1) ① ハダカイワシなど、② サバなど、③ シーラカンス類、マダラなど、④ ウバウオ、⑤ フグなど

(2) 略式異尾は、脊柱の後端が上屈し、尾鰭骨格の上下葉は著しく不相称だが、外見上は相称である。アミア類などに見られる。正尾は、脊柱の後端は上屈し、末端部が退縮する、尾鰭骨格の上下葉は著しく不相称だが、外見上は相称である点で略式異尾と似るが、脊椎骨末端部の血管棘が変形して下尾骨となって鰭条を支持することで異なる。多くの真骨魚類に見られる。

出題番号 32

【解答例】

(1) ① 肉鰭、② 輻鰭、③ 脊索、④ コズミン (鱗)

(2) シーラカンス類では神経頭蓋が篩骨・蝶形骨部と耳殻・後頭骨部の前後に分かれ、前者の背面後部、および後者の背面前部で両者は関節する。前後の神経頭蓋の下方には basicranial muscle と呼ばれる左右一対の筋肉があり、前後の要素はこの筋肉で結ばれており、可動する。

(3) 腸に螺旋弁がある、腸の後部に直腸腺が付属する、体内に尿素を含む、など3つの特徴を答えることが求められる。

【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 では魚類の分類学と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) 生物が誕生して成長し、子孫を残して死ぬまでの一連の過程。一生のスケジュール。

(2) ①大型の子や卵を産む：(a) 捕食者に捕食されにくいサイズであったり、運動能力に秀でる

など出生直後の死亡率が低い, (b) 1 個体あたりの投資量が増えるため, 子や卵の数が限られる / ② 成熟サイズの小型化: (a) 捕食される前に成熟し繁殖できる, (b) 成熟サイズが小さいため 1 回あたりの繁殖力に乏しいなど。合致していれば他の例や説明も可。

(3) ①子や卵のサイズが小型化し, 1 度に産む子や卵の数が増加する, ②成熟を遅らせて, より大型サイズで繁殖を開始するなど。(2) も含めて合致していれば他の例や説明も可。

【出題の意図】

生活史は様々な生態学的分野で扱われる生物の形質であり, また, 捕食被食関係は生物の分類群を問わず普遍的な生態学的事象であるため, 本研究分野を志す学生に一般性が高いものと考え, これらに関する設問とした。

出題番号 442

【解答例】

(1) 棘鰭上目のこと。

(2) Stephanoberyciformes (カンムリキンメダイ目), Zeiformes (マトウダイ目), Beryciformes (キンメダイ目), Percomorpha (スズキ型類) の順に分岐したと考えられているということ。

(3) マガレイ, ヒラメなど。

【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おり, 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と分類学 (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) 南極海が湧昇域であり, 一次生産が高いこと, 2) 一次生産が高いため膨大な量の南極オキアミが分布していること, 3) 南極オキアミが植物プランクトンを摂餌し, 鯨類を含む多くの高次生物の重要な餌であるために, 鍵種と定義されていること, 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) 南極オキアミに代わる別の種 (例えば, カイアシ類や別のオキアミ類) が繁栄するであろうこと, 2) 餌の小型化や集群規模の縮小が予想されるため, 高次生物がエネルギーを効率よく得られなくなること, の二点が解答されていることが求められる。

【出題の意図】

南極海は, 海洋学の教科書でよく紹介される海域であり, 海洋生態系の全体像が特徴的で, その中における動物プランクトンの役割が理解しやすい。生態系内での動物プランクトンの役割を理解することは海洋生物学において重要であり, 鍵種の意味と生態系内での機能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。

【解答例】

(A)

(1) この問題では、①個体群内の個体がもつ形質に変異がある、②形質の変異は多少とも遺伝する、③その形質の変異によって適応度（生存率や残せる子の数）が異なる、④①から③までの3条件をすべて満たす、の4点すべてに言及する回答が求められる。

(2) ①Aの個体群では個体間に移動性や新奇物体に対する忌避・警戒性に変異がある、②その変異は親から子に遺伝する、③移動性の高い個体や新奇物体を忌避・警戒しない個体ほど、かご罠にかかりやすいため生存率が低い、①-③がすべて満たされることによって、世代を経るごとに、Aの個体群では移動性が低かったり新奇物体を忌避・警戒しがちな個体、すなわち「かご罠にかかりにくい個体」の頻度が増え、結果としてかご罠に入る個体数が減少したと考えられる。(1)を踏まえた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には、本研究室の中心的学問である行動生態学の知識・理解が不可欠である。そのため、本学問領域の根幹を成す自然淘汰に関する設問とした。なお、(2)の解答例は一般に「トラップ・シャイ」と呼ばれる現象であるが、受験者がこれを知らない場合でも、(1)に照らし合わせて考えれば解答可能であると期待される。

(B)

【解答例】

この問題では、1)採集法として、バケツやニスキンボトルによる採水、目合いの細かなネットによる採集があること、2)固定方法として、ホルマリン、グルタルアルデヒド、ルゴールがあること、3)観察方法として、倒立顕微鏡を用いる方法、画像測器を用いる方法があること、の三点が解答されていることが求められる。

【出題の意図】

植物プランクトンの定量採集方法は、海洋生物学において基礎的な知識である。試料採集から試料分析までを行う大学院の研究活動において、正しい手法を知ることは必須であるために、この問題（出題番号444）を出題した。

(C)

【解答例】

(1) ①カワハギ (Monacanthidae) ②ウチワフグ (Triodontidae) ③マンボウ (Molidae)

(2) フグ科の姉妹群は形態的特徴に基づく研究 (Winterbottom, 1974; Santini and Tyler, 2003) と分子データに基づく研究 (Holcroft, 2005; Yamanoue et al., 2008 など) など多くの研究で、ハリセンボン科であることが示されている。一方、Leis (1984)は稚魚の形態形質に基づき、その姉妹群はハコフグ科、ハリセンボン科とマンボウ科を含むクレードとした。

【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おり、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と分類学（出題番号444）を中心とした問題を出題した。