

令和元年度10月入学者選抜試験
令和2年度4月入学者選抜試験

修士課程（博士前期課程）

入学試験問題

（専門科目）

<解答上の注意>

- 出題された12の設問から3設問を選び、解答すること
(解答する3設問はどの系の科目から選択してもよい)
- 解答する設問ごとに1枚の答案用紙を使用すること
(答案用紙が足りなければ裏面を使用すること)
- 答案用紙ごとに受験番号、コース名、氏名を明記すること
- 答案用紙ごとに解答する設問番号を明記すること

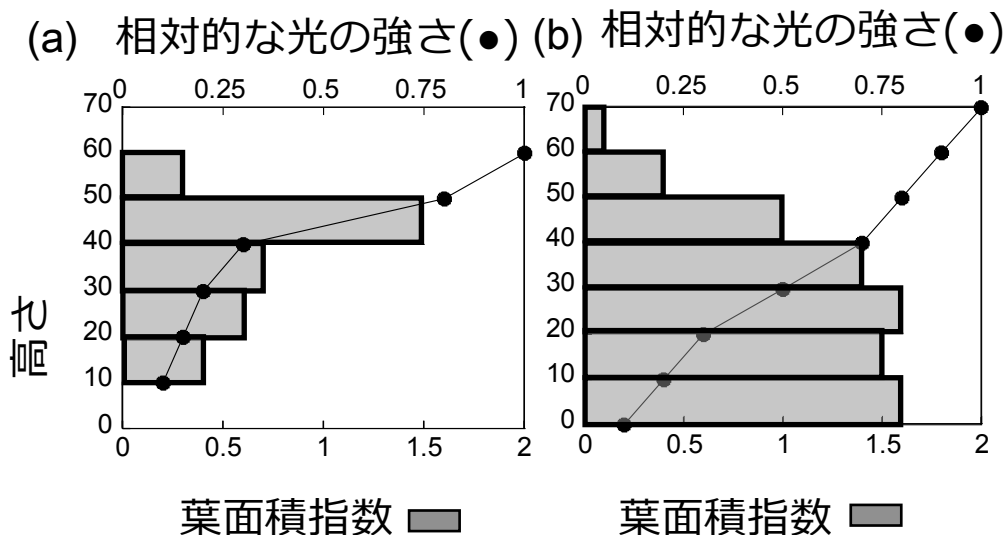
北海道大学
大学院環境科学院 生物圏科学専攻

設問番号 1 (フィールド科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の間に答えなさい。

光は葉が光合成を行うときに必要である。光は葉に含まれるクロロフィルなどによって吸収されるので、同一個体や植物群落の下部の葉が受け取る光は弱くなる。

問 1. 図(a)、 図(b)はある草本個体群において、地面からの高さ(ヤ)と葉面積指数(土地面積当たりの積算葉面積。値が1の場合、その高さの層に含まれる葉面積が土地面積と同じであることを意味する)や相対的な光の強さ(最上部での光の強さを1としたときの相対値)の変化の関係を示している。それぞれどちらがオオオナモミ(広い葉を持った植物)の個体群、ヌマガヤ(細い葉を持った植物)の個体群を示すのか答えなさい。またその根拠を地面からの高さに対する葉面積指数と相対的な光の強さの変化から説明しなさい。



(生態学入門 日本生態学会編、東京化学同人 P.85 の図を改変)

問 2. 森林の暗い環境に生育する植物に見られる一般的な形態的特徴を 1 つあげなさい。

問 3. 同一個体群の中の個体が他の個体よりもより多く光を受けるためには、茎を伸ばして個体群の最上部に葉をつければよいと考えられるが、そのような形態的变化に伴って必要となるコスト（費用）を 2 つあげなさい。また、どうしてそのようなコストが必要になるのか考えられる理由を説明しなさい。

（次ページに続く）

問 4. 受光量を増やし光合成生産を上げるためには、隣接個体の存在を知ることが必要である。植物が隣接個体の存在を知る際に働いている光受容体の名称を答えなさい。また、その光受容体がどのように茎の伸長に働いているのかを説明しなさい。

設問番号 2 (フィールド科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の問に答えなさい。

保護区の設置は、生物多様性保全において重要な役割を担う。(a)一般的に生物の種数は生息地の面積が大きくなるにつれて増加する。そのため、大きな保護区のほうが、保全の効果が大きい。また、保護区の形状も重要であり、(b)細長い保護区よりも円形に近い保護区のほうが良いとされている。さらに、(c)複数の保護区を設置し、(d)保護区間を回廊(コリドー)によって連結することが推奨されている。しかしながら、現実的には保護区として確保できる面積には制約がある。そのため、(e)少数の大きな保護区を設置すべきかより多くの小さな保護区を設置すべきかがたびたび論争になってきた。

問 1. 下線部(a)について、種数 S を Y 軸、面積 A を X 軸としてグラフを描き、さらにその数式を示しなさい。ただし、任意の定数を用いて構いません。

問 2. 下線部(b)について、その理由を「周辺効果」という言葉の説明をしながら述べなさい。

問 3. 下線部(c)について、単一ではなく複数の保護区を設置することの利点を述べなさい。

問 4. 下線部(d)について、回廊を設置することの利点を述べなさい。

問 5. 下線部(e)について、いずれの手法を採用すべきかは、保全すべき生物種の特徴によって決められるべきとされている。どのような特性をもった生物の時にどちらの手法が適しているか説明しなさい。

設問番号 3 (フィールド科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の間に答えなさい。

問 1. ある場所に生息する生物（微生物、菌類、植物、動物など）の個体は、他の生物の個体とさまざまな相互作用を行っている。例えば、“種間競争”は最も代表的な例で、2 種が餌や空間などの資源を巡って争っている相互作用である。これ以外の種間相互作用を 4 つあげ、それぞれ例をあげて簡単に説明しなさい。

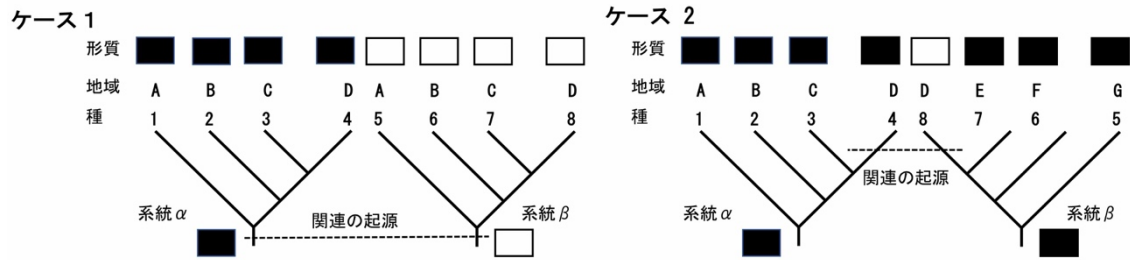
問 2. しばしば、ある地域には似たような資源を利用する複数の種が共存している。その共存を可能とするオーソドックスな説明の 1 つにニッチ類似限界説がある。ある地域における複数の競争者の共存のメカニズムをこの説に基づいて簡単に説明しなさい。

問 3. 系統地理学と進化に関する問題。図に示した 2 つのケースは、2 つの系統に属する種 1-8 の系統樹と分布域 (A-D ないし A-G)、およびそれぞれの種の資源利用に関する形質ないしニッチ (四角の色で違いを示している) を表している。例えばケース 1 では、種 1 は生息地 A に分布し形質は“黒”を持っており、種 5 は生息地 A に分布し形質は“白”である。また種間の関連の起源 (origin of association) はケース 1 では系統 α と β の共通祖先の 2 種間で起こったが、ケース 2 では種 4 と種 8 はそれぞれの種分化の後もしくは種分化時に地域 D において接触が起こった。

地域 D における種 4 と種 8 の共存と形質進化の歴史の違いをケース 1 とケース 2 で比較し

なさい。なおこの系では、ある資源利用について競争的排除がおけると仮定する。必要な

ら次の用語を使用してもよい：ニッチシフト、移住、種間競争。



設問番号 4 (フィールド科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の間に答えなさい。

無性生殖する動物プランクトン個体群の成長モデルを考える。単位時間あたりのエサの密度が一定になるような給餌装置をつけた水槽を準備する。水槽では無性生殖するプラン

$$\frac{dN_t}{dt} = r N_t \left(1 - \frac{N_t}{K}\right)$$

クトンが繁殖して個体群密度 N_t が時間変化している。この系では下記の個体群動態モデル (数理モデル) どおりに変動する。この数理モデルは、個体群成長のロジスティックモデルである。

問 1.上記のロジスティック成長モデルに含まれているパラメータ r と K はそれぞれどのように呼ばれているか書きなさい。

問 2.次に別の水槽を用意して、同じ条件下でプランクトン個体群を育てる。ただしパラメータ K の値を何倍も大きくする (つまり、 N に対して K が十分に大きい)。このときのプランクトン個体群の成長曲線はなんとよばれるか書きなさい。

問 3.これ以降の設問ではプランクトンではない、一般の動物の生活史の進化モデルを考える。生態学の教科書では、生物が置かれた環境に依存して対比的な 2 種類の生活史がある

とする仮説が紹介されている。これらは「 r 選択」と「 K 選択」とよばれている。「 r 選択」は「 K 選択」とどのように違うのか、個体の成長速度・繁殖開始時期・繁殖回数に関する特徴に着目して簡単に説明しなさい。

問 4. 「 r 選択・ K 選択」という仮説だけでは動物の生活史の進化を十分に説明できないという主張もある。複数の動物種たちの「 r - K 選択」の傾向を調べるときに、研究の対象となる生物種たちを選ぶ際、何に注意すべきか。その理由とともに説明しなさい。

設問番号 5 (生命科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の間に答えなさい。

生物を構成する細胞や細胞小器官は、外部との境界に存在する生体膜で仕切られている。生体膜は、脂質やタンパク質を主要な成分とするが、脂質成分の大半はリン脂質である。電子顕微鏡で生体膜を観察すると、厚さ (A) 程度の三層の構造が確認できる。これを生体膜の単位膜と呼ぶ。現在考えられている生体膜の分子構造モデルは、1972 年に Singer と Nicolson らが提唱した、(①) 説がもとになっており、両親媒性の脂質分子が、親水性の頭部を外側に向けて並んだ、脂質 (②) 層が基本構造となっている。脂質成分は、固相と液相が混在した (③) 状態を保っており、その中でタンパク質分子は、ある程度自由に移動ができる。

脂質成分は疎水性のため、イオンや電荷を持った (④) 性物質は、膜を自由に通過することができない。(a)そのため、輸送に関わるタンパク質を配置して、膜内外の物質の出入りを選択的に調節している。また糖脂質は、膜の外側に向けて複雑な (⑤) 鎖を突き出して、特徴的な表層構造を形成することで、免疫反応や情報伝達などの、様々な細胞プロセスにも関与している。(b)生体膜を構成する、たくさんの脂質成分が知られているが、生物の種類や生育条件に伴い、脂質組成は大きく変化するので、特定の細胞機能との関係が伺える。

問 1. 空欄 (①) ~ (⑤) に入る、最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 空欄 (A) に入る、最も適切な厚さを下から 1 つ選びなさい。

(a) 7~10 pm、(b) 7~10 nm、(c) 7~10 μm、(d) 7~10 mm、(e) 7~10 cm

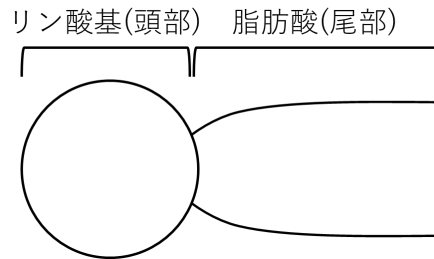
問 3. 生体膜を構成する脂質成分の、具体的な化学物質名を 3 つ答えなさい。

問 4. 下線部(a)について、輸送に関わるタンパク質の機能を介さずに、生体膜を自由に通過できる、膜透過性の高い物質を下に示した一覧から 5 つ選びなさい。

[Ca²⁺, Cl⁻, CO₂, フルクトース, グルコース, グリセロール, グリシン, H⁺, HCO₃⁻, H₂O, K⁺, Mg²⁺, N₂, Na⁺, O₂, スクロース]

(次ページに続く)

問 5. リン脂質は、リン酸基を含む頭部と、脂肪酸の尾部からなる、両親媒性の性質をもつ。リン脂質の分子構造を下記のような模式図で表した場合、**Singer** と **Nicolson** らが提唱した生体膜の基本構造はどのようなになるか、簡単に図示しなさい。



問 6. 下線部(b)について、生体膜成分にエステル型の脂質を利用する真正細菌や真核生物とは異なり、高温などの極限環境に生息するアーキア（古細菌）と呼ばれる微生物の一群は、イソプレノイドを疎水基とするエーテル型の脂質を主成分とした、独自の膜構造をもつことが知られている。なぜアーキア（古細菌）が、異なる脂質成分を生体膜に利用しているのか、その理由を 150 字程度で考察しなさい。

設問番号 6 (生命科学系科目)

次の文章をよく読み、問 1 - 10 について選択肢から最も適切な語句を 1 つ選びなさい。

もっとも単純な生き物である細菌から複雑なヒトまで、全ての生物は遺伝子を読みとり発現するために同じ機構を使っている。この機構は生命にとって基本となるものであり、**セントラルドグマ (central dogma)** と表現される。情報は遺伝子 (DNA) から RNA へとコピーされ、遺伝子がコピーされた RNA の情報はアミノ酸の順番を決めていく。

遺伝子発現の制御はすべての生物に不可欠なものである。原核生物において、それは変化する環境条件を巧みに利用することを可能にする。多細胞の真核生物において、それは発生や恒常性の維持に重要である。(レーブン/ジョンソン生物学, 第 7 版からの抜粋)

問 1. 真核生物の 3 種の RNA ポリメラーゼのうち、RNA ポリメラーゼ II が転写する最も代表的な RNA の種類を選択肢から選びなさい。

問 2. 3 つの塩基からなるコドンは何種類の組み合わせがあるか、選択肢から選びなさい。

問 3. 真核生物の TATA box とは何か、選択肢から選びなさい。

問 4. RNA 合成を開始するために RNA ポリメラーゼが結合する DNA の領域は何とよばれるか、選択肢から選びなさい。

問 5. mRNA が核から移動した後、選択肢のうち何と最初に結合するか、選びなさい。

問 6. 真核生物の RNA の塩基配列のうち、アミノ酸配列の情報をコードしている領域はどこにあるか、選択肢から選びなさい。

問 7. 原核生物と真核生物は遺伝子発現を調節するためにいくつかの方法を用いるが、最も広く用いるのはどれか、選択肢から選びなさい。

問 8. 転写因子のヘリックス・ターン・ヘリックスモチーフは 2 つのらせん状の断片を含み、このモチーフが DNA と結合できるように、_____ が DNA の大きな溝にはまり込む。下線部に当てはまる語句を選択肢から選びなさい。

(次ページに続く)

問 9. 原核生物のゲノム中で、1つの単位として一緒に転写される一群の遺伝子を含む DNA 断片はどれか、選択肢から選びなさい。

問 10. DNA 配列のうち、遺伝子のはるか上流にあっても遺伝子発現を促進できるものはどれか、選択肢から選びなさい。

問 1 – 10 の選択肢

rRNA (ribosomal RNA) 、 16 、 -10 配列、ポリ A 尾部、転写後制御、転写制御、リボソーム大サブユニット、ジンクフィンガー、ペアードドメイン、認識ヘリックス、mRNA (messenger RNA) 、エンハンサー、 20 、イントロン、エキソン、コアプロモーター、プロモーター、オペレーター、アクチベーター、エンハンサー、リボソーム小サブユニット、ロイシンジッパー、UGA 、 tRNA (transfer RNA) 、オペロン、MADS ボックス、翻訳制御、核からの mRNA 通過の制御、 64 、 RNA ポリメラーゼ、 5' キャップ、 5' UTR 、 GC ヘアピン、 128

次の各問に答えなさい。

問 11. 抑制された lac オペロンにおいて、ラクトースの添加にはどのような効果があるか、記号で記しなさい。

- その遺伝子の発現をさらに抑制する。
- オペロンのオペレーター部位が移動する。
- lac オペロンが転写される。
- 何があっても効果はない。

問 12. 次の文につながる文のうち、正しいものを記号で記しなさい。

遺伝子の DNA メチル化は_____。

- TATA 配列を抑えることで転写を妨げる。
- ウラシルとアデニンとの塩基対合を邪魔することで転写を阻害する。
- メチル化されたシトシンとグアニンとの塩基対合を邪魔することで転写を阻害する。
- スイッチオフになっている遺伝子がオフであることを確実にする。

(次ページに続く)

問 13. 次に述べることから原核生物の遺伝子発現にあてはまるものを、記号で記しなさい。

- a. 原核生物の mRNA は1つの遺伝子のみを持っている。
- b. 原核生物の mRNA は転写が完了する前に翻訳を開始することが多い。
- c. 原核生物の mRNA はイントロンをスプライシングしなくてはならない。
- d. ここで述べた事 (a, b, c) は全て正しい。
- e. ここで述べた事 (a, b, c) は全て正しくない。

問 14. 真核生物では1つの遺伝子から選択的スプライシングにより複数種の mRNA が作られうることが知られている。選択的スプライシングについて、100文字程度で説明しなさい。

問 15. 選択的スプライシングは、真核生物の遺伝情報の格納効率にとってどのような利点があるかを60文字程度で説明しなさい。

設問番号 7 (生命科学系科目)

以下の 6 つの問に答えなさい。

問 1. すべてのアミノ酸は、アミノ基、カルボキシル基、水素原子と R 基（側鎖）からなる共通の構造を持つ。

(A) R 基が水素原子のグリシンとメチル基のアラニンがペプチド結合したポリペプチドの構造式を描きなさい。

(B) タンパク質の二次構造を保持する結合において、ポリペプチドのどの部分に関わるか答えなさい。また、三次構造ではどの部分に関わるか答えなさい。

問 2. mRNA からタンパク質への遺伝情報を伝達する翻訳は、RNA に指定されるポリペプチドの合成である。伸長中のポリペプチド鎖に確実に正しいアミノ酸を付加するための 2 つの過程は何か説明しなさい。

問 3. (A) アンチコドン 3'-GCU-5'をもつアルギニンに結合した tRNA を模式図で描きなさい。

(B) 原核生物において、この tRNA が「ゆらぎ」により 2 種のコドンに結合することができる。mRNA の 5'末端と 3'末端を示してこの 2 種のコドンを書きなさい。

問 4. 真核生物細胞において、特定のタンパク質をコードする mRNA が細胞質に達した後の過程で、細胞内の活性をもつタンパク質の量を調節することのできる 4 つの機構についてあげなさい。

問 5. 哺乳類のゲノムが原核生物のゲノムよりも大きい理由について、説明しなさい。

問 6. ある生物のゲノムの全配列を決定することは、その生物がどのように生きているかを理解することにどのように役立つか。150 字程度で説明しなさい。

設問番号 8 (生命科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の問に答えなさい。

親が子に似る遺伝という現象は古代ギリシアの時代から科学者に認識されていた。しかし、(a)遺伝物質の正体が DNA であると解明されるには、20 世紀を待たなくてはならなかった。DNA の構成単位であるデオキシリボヌクレオチドは、五炭糖であるデオキシリボースの (①) '位にアデニン、グアニン、チミン、またはシトシンのいずれかの塩基がグリコシド結合し、(②) '位にリン酸がエステル結合した構造を持つ。そして別のデオキシリボヌクレオチドのリン酸基が (③) '位にエステル結合し、重合していくことで一本鎖 DNA となる。細胞中では DNA ポリメラーゼが基質となるデオキシリボヌクレオチド三リン酸を取り込み、鋳型の一本鎖 DNA の (④) '末端から (⑤) '末端の方向へ伸長反応が起き、新たな逆方向の相補鎖 DNA が生成される。鋳型鎖と相補鎖の間には、アデニンとチミンが (⑥) 本の、グアニンとシトシンが (⑦) 本の水素結合を形成する。

遺伝研究の進歩は DNA の塩基配列を決定するシーケンス技術の向上とともにあった。1977 年にフレデリック・サンガーが発表したジデオキシ法が特に普及している。まず PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) によって塩基配列を決定したい DNA 領域を増幅する。そして五炭糖の (⑧) '位のヒドロキシ基が還元されているジデオキシリボヌクレオチド三リン酸を標識して混合し、再度 PCR をおこなうと、標識された様々な分子量の DNA 断片が生じる。これを電気泳動して分子量の順に標識を読み取ることで、塩基配列に変換できる。

現在、次世代シーケンス法と呼ばれる多くの手法が考案されている。共通しているのはジデオキシ法における電気泳動の手間を省き、並列化と高速化を実現したことである。たとえば (b)ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応を利用する手法がある。ルシフェラーゼ酵素は、基質である ATP を AMP と (A) に分解し、ルシフェリンを酸化して発光させる。パイロシーケンス法では配列を決定したい一本鎖 DNA を鋳型として、DNA 伸長反応が起こった場合にデオキシリボヌクレオチド三リン酸から生じる (A) を ATP に変換してルシフェリン発光を導く。どの塩基から生じた発光かを読み解くことで、塩基配列が高速に決定できる。このような次世代シーケンス法のおかげで (c)多種多様な生物のゲノムやトランスクリプトームの網羅解析が進んでいる。

問 1. 空欄 (①) ~ (⑧) に適切な数字を入れなさい。

問 2. 空欄 (A) に適切な語句を入れなさい。

(次ページに続く)

問 3. 下線部(a)について、1952 年の「ハーシーとチェイスの実験」(Hershey–Chase experiment) によって、遺伝物質がタンパク質ではなく DNA であるということが実質的に解明された。この実験では、タンパク質と DNA の構成元素の違いを利用して、バクテリオファージを放射性同位体で標識し、バクテリアに感染させた。なぜこの手法で DNA が遺伝物質だと解明できたのか、簡潔に説明しなさい。

問 4. 下線部(b)について、ポリメラーゼ反応やルシフェリン-ルシフェラーゼ反応は、リン酸を介する細胞内のエネルギー移動システムである。真核細胞において、エネルギーを媒介する ATP を生成する好気呼吸をおこなう細胞小器官の名称を述べよ。また、好気呼吸の過程について、次の 6 つの用語を使用して簡潔に説明しなさい。

解糖系、クレブス回路、電子伝達系、NADH、ピルビン酸、アセチル-CoA

*注釈：クレブス回路はクエン酸回路または TCA 回路とも呼ばれる。

問 5. 下線(c)について、真核生物のトランスクリプトーム解析によって、miRNA (microRNA ともいう) と呼ばれる 20 数塩基程度の RNA がゲノム中に数多くコードされていることが明らかになった。ヒトゲノムは 1000 個以上の miRNA 遺伝子を持つ。miRNA はダイサーと呼ばれる酵素によって二本鎖 RNA が切断されて作られる。miRNA が細胞内で生成される過程と、その機能について、タンパク質コード領域を含む領域の転写産物である mRNA との関係に言及して簡潔に説明しなさい。

設問番号 9（水圏・海洋学系科目）

次の文章をよく読み、以下の問に答えなさい。

海洋において植物プランクトンは海洋生態系の基盤を支えているが、出現する植物プランクトンの種類や^(a)大きさ（サイズ）は、海域や時期によって様々である。その中でも、^(b)珪藻類は海洋全体の基礎生産量（光合成量）のおよそ 40%を担うとも言われており、重要な炭素固定者である。特に、この珪藻類による大規模な植物プランクトンブルームが、亜寒帯域や^(c)沿岸湧昇域などで発生することが知られており、地球温暖化を含めた気候変動を理解する上でも重要なイベントである。

問 1. 下線部 (a) について、小さいサイズと大きいサイズの植物プランクトンが優占する環境とその理由を、それぞれ説明しなさい。その際に、以下のキーワードを用いて、全体として 300 文字程度で説明しなさい。

- ・ 体積
- ・ 表面積

問 2. 下線部 (b) について、珪藻類の生活環について、以下のキーワードを用いて、300 文字程度で説明しなさい。

- ・ 無性生殖

- ・有性生殖

- ・増大孢子

問 3. 下線部 (c) について、大規模な湧昇が起こる海域としてペルー沖があげられる。こ

こはエルニーニョ現象が発生する海域としても知られている。エルニーニョ現象の発生機

構と、その現象によって引き起こされる海洋生態系への影響を、以下のキーワードを用い

て、300 文字程度で説明しなさい。

- ・南東貿易風

- ・太平洋東部赤道域

- ・魚類、海鳥、海棲哺乳類

設問番号 10 (水圏・海洋学系科目)

海藻の生育環境に関する次の説明文をよく読み、以下の問に答えなさい。

ほとんどの海藻は、岩などの基質に付着した状態で生育しており、潮汐の周期的な環境変動がみられる潮間帯とその下の亜潮間帯に分布している。潮間帯に見られる多くの種は、それに適した潮位に生育するため、帯状の群落構造を形成することが多い。この群落構造は、海藻の生育状況や特定の時期にのみ出現する種類などによって季節的变化が存在する。一方、大型の海藻（ホンダワラ類）の中には、付着している基質から引き剥がされ、海表面を漂流し「流れ藻」となって存在するものもある。流れ藻は大きな群落を形成し、浮遊の生物群集を形成することが知られている。

問 1. 潮間帯に生育する海藻の種組成に影響を与える主な環境要因について3つ答えなさい。

問 2. 流れ藻が持つ生態学的な役割について2つあげ、簡潔に説明しなさい。

問 3. 中高緯度に生育する多くの海藻は季節を通して形態に相違が見られ、生活史の様式と密接な関係がある。以下の問に答えなさい。

(1) 同型世代交代と異型世代交代について説明しなさい。

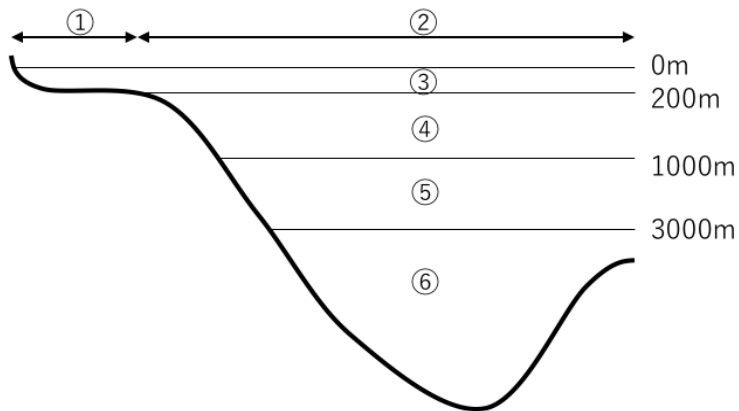
(2) 高水温期と低水温期で形態の相違が見られる海藻について具体例をあげなさい。そして、その生活史様式について説明しなさい。

設問番号 1 1 (水圏・海洋学系科目)

以下の4つの問に答えなさい。

問 1. 下の図は海洋の生態区分を示したものである(太線は海底を示す)。①～⑥に入る

最も適切な語句を下の選択肢から選びなさい。



*注：⑤と⑥の境界は2000m, あるいは4000m とされることもある

選択肢

- a) 中間圏、b) 中深層、c) 収束帯、d) 対流圏、e) 無光層、f) 底層、g) 移行領域、
 h) 表層、i) 成層圏、j) 漸深層、k) 境界層、l) 深海層、m) 沖積層、n) 浅海層、
 o) 浅海域、p) 極海域、q) 外洋域、r) 底生区、s) エクマン層、t) 漂泳区

問 2. ①と②では、どちらの方が生物生産性が高いか記号で答えよ。また、なぜそのような

な違いが見られるのかを30～40字で答えなさい。

問 3. ⑤や⑥に生息する動物について、下記（1）～（4）の特徴を、その理由とともにそれぞれ 30～40 字で説明しなさい。

（1）体色、（2）採餌、（3）繁殖、（4）成長

問 4. ダイオウイカなど深海性の頭足類の生態について、深海探査艇を用いた調査以外に、どのような方法で知ることができるか、2 つ以上、例をあげて説明しなさい。

設問番号 1 2 (水圏・海洋学系科目)

問 1. 次の文章をよく読み、空欄に入る最も適切な語句を下の選択肢から選びなさい。

増殖とは、天然水域において (1) が減少してきた場合、これを回復し、あるいは積極的に天然資源を増大・維持しようとする努力がはかられるが、その手段と技法を指す。増殖の目的は、(2) において水産生物の環境および(3) を直接または間接的に管理し、(4)・(5) を助長させ、(6) を(7) させることにある。増殖の特徴は次の3つに分けることができる。

i) (8)・(9) の設置、(10)・(11) の制限・禁止

ii) 対象生物の(12) を大量に(13)・(14) して資源を直接増大させる。

iii) 天然に生息する水産生物資源の生息環境を直接または間接的に改善・造成・管理し、(1

5) の(16) を利用しながら、これらの生物の繁殖と生育を助け、漁業資源の維持・

増大をはかる。

第3番目の方法を発展させたのが(17) や(18) である。

選択肢

- a)栽培漁業、b)繁殖、c)禁漁期、d)中間育成、e)種苗、f)天然水域、g)効果、
h)成長、i)生活、j)漁業資源、k)養殖海面、l)海洋牧場、m)公共水面、
n)禁漁区、o)水産用医薬品、p)漁法、q)移植、r)漁具、s)漁業生産、t)生産力、
u)配合餌料、v)維持増大、w)放流

問 2. 次の文章をよく読み、空欄に入る適切な語句を記述しなさい。

これまで（1）養殖から（2）養殖への流れ、さらに栽培漁業による資源の増大を目指した方向にあったが、（3）に配慮した（4）生物生産、資源の有効活用などの動きの中で生物生産システムの方向性に多様化が見られる。これらの生産システムは気候・地形・水質・生産物の販路の経済性を考慮して最良の方法を選択する必要がある。

21 世紀における養殖の基本方策として、下記の項目の推進をはかることが重要である。

i) 魚介類の（5）システムの構築（例：ウナギ、ブリ、クロマグロ）

（次ページに続く）

ii) 養殖環境水の水質は、（6）や亜硝酸およびその他の有害物質を基準値以上に含まないよ

うにする必要がある。特に前者の（６）は魚の尿や（７）から排出され魚介類にとって有害である。そのため、これらの有害物質を含まない養殖環境水を維持する養殖システムの開発がおこなわれている。例えば、生物濾過膜中に硝化細菌等を含む（８）飼育システムの開発がある。

iii)（９）系を利用した複合養殖システムの開発

iv)（１０）と連携した養殖システム(aqua-ponics)の開発

v) 食の（１１）・（１２）の確保