

科目記号	科目名
G	増殖生物学

解答（解答例）・出題の意図

出題内容：水族生理学

出題番号 211

【解答例】

- ①筋線維（筋細胞）の細胞内は多数の筋原線維が占め、その間を筋形質がうめている。
 ②筋形質は筋線維の細胞質で、ミトコンドリアや小胞体などの細胞小器官が発達している。筋原線維はサルコメアと呼ばれる単位が連続してできた線維状の構造体である。サルコメアはミオシンフィラメント（太い線維）とアクチンフィラメント（細い線維）が規則正しく配列してできている。
 ③ミオシンフィラメントの構成分子はミオシンである。ミオシンは頭部と尾部からなる分子で、これが規則正しく配列してフィラメントなる。アクチンフィラメントはアクチン、トロポミオシン、トロポニンなどの分子が規則正しく並んでフィラメントとなる。

ポイント：解答に示した 3 つのレベル（①細胞レベル、②細胞小器官レベル、③分子レベル）の構造を認識して説明ができること。

出題番号 212

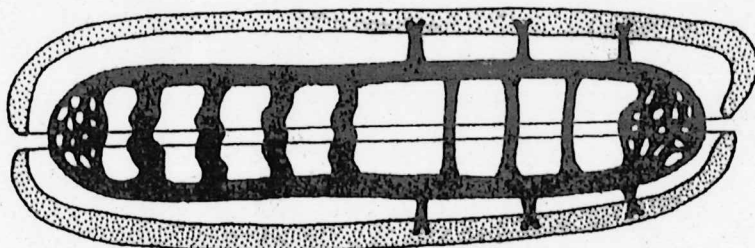
【解答例】

- （１）（ア）呼吸色素、（イ）呼吸色素、（ウ）ヘモグロビン（呼吸色素）、（エ）鉄、（オ）赤、（カ）呼吸色素（ヘモグロビン）、（キ）鉄、（ク）呼吸色素、（ケ）クロクロリン、（コ）ヘメリスリン、（サ）呼吸色素、（シ）銅、（ス）ヘモシアニン、（セ）緑

ポイント：

同一の言葉が何度も出るが、的確に使用されること。

（２）



頭足網の循環系は、閉鎖循環系（閉鎖血管系）である。

閉鎖循環系（閉鎖血管系）は血管網が閉じた状態になっており、心臓を出た血液が系外に出ることなく体内を巡り、再び心臓に戻る。循環系の一部は樹状に分枝して複雑な毛細血管網を形成し、輸送される物質は末端の血管壁の薄い膜を介して体内各組織や外界とやり取りされる。外界とガス交換をするために特に発達した器官が鰓である。

ポイント：軟体動物には腹足綱と頭足綱があり、腹足綱は開放循環系で頭足綱は閉鎖循環系である。頭足綱の循環系は閉鎖循環系であることが明記されること。また、閉鎖循環系は血管網が閉じた状態で血液が系外に出ることなく心臓に戻る。毛細血管網を持つこと、および発達した鰓を通してガス交換する特徴がある。

【出題の意図】

増殖生物学講座では、有用水圏生物資源の持続的活用を図るため、水産増養殖に関する先端技術開発に必要となる、様々な生命科学の知識と研究技術を教授する。

これらを習得する上で必要不可欠な学部教育レベルの基盤知識を問う問題として、出題番号 211 では、生命の構造やシステムを論理的に説明する上で欠かせない生物学的構造の概念を理解し、それを使って生物の構造を説明する力を問う問題として出題した。出題番号 212 では、海産無脊椎動物は多様な生理現象を持つことから、脊椎動物との相違点を理解し論理的に説明できる力を問う問題として出題した。

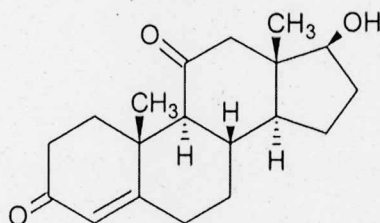
出題内容：水族繁殖学

出題番号 221

【解答例】

- (1) (ア) 黄体形成, (イ) 精母 (第一次精母), (ウ) セルトリ, (エ) 包囊 (シスト), (オ) 輸精管, (カ) 精漿, (キ) 放精

(2)



部分点あり。Δ 4 のステロイド骨格が正しく図示されていれば 2 点。完全正解で 4 点。

18, 19 位のメチル基は省いてあっても正解とする。

- (3) 17, 20 β -P は卵母細胞の細胞膜上の受容体に結合して作用して卵成熟を誘起する。17, 20 β -P の刺激は, 卵母細胞内でサイクリン B と cdc2 の複合体形成と cdc2 のリン酸化を誘導し, これが活性型卵成熟促進因子 (MPF) となる。MPF は第一減数分裂前期で停止していた減数分裂の再開を誘起し, 第二減数分裂中期まで減数分裂を進行させることで卵成熟を完了させる。

出題番号 222

【解答例】

- (1) ZZ/ZW (雌ヘテロ), (イ) XX/XY (雄ヘテロ), (ウ) 偽 (XX でも可), (エ) 超 (WW でも可)
- (2) 雌雄混合の稚魚にアンドロゲン処理を行い, 精巣を持つ個体の中から ZW 型 (偽雄) を選抜する。偽雄と通常雌をかけ合わせ, ZZ/ZW/WW 混合集団を作出し, その中から WW 型 (超雌) を選抜する。超雌と通常雄を掛け合わせることで, 次世代は全て遺伝的に雌になる。
- (3) 紫外線や放射線処理により DNA を破壊した精子を通常卵に媒精し, 加圧などにより第一卵割を阻害する (あるいは, 低温/高温処理により第二極体放出を阻止する) ことで雌性発生集団を作出する。その中から WW 型を選抜する。超雌と通常雄を掛け合わせることで, 次世代は全て遺伝的に雌になる。
- (4) XX/XY 型では雌雄混合の稚魚に対してアンドロゲン処理を施すことで XX 雄が作出できる。この精子を XX 雌の卵と掛け合わせることで全雌生産が実現する。対して, ZZ/ZW 型では, アンドロゲン処理により雄化を施しても, ZW 雄 (偽雄) しかできない。この ZW 雄の精子を ZW 雌の卵と掛け合わせても全雌生産は実現しない。これが ZZ/ZW 種における全雌生産技術開発が困難な点である。

【出題の意図】

増殖生物学講座では, 有用水圏生物資源の持続的活用を図るため, 水産増養殖に関する先端技術開発に必要となる, 様々な生命科学の知識と研究技術を教授する。

これらを受得する上で必要不可欠な学部教育レベルの基盤知識を問う問題として, 出題番号 221

では、精子形成から精子成熟に至るホルモンによる制御の理解を問い、また精巣と卵巣における同一ホルモンの役割の違いを理解しているかを問う問題として出題した。出題番号 222 では、養殖魚の性統御技術を確立する上で、遺伝的コントロールを確立するための基本的な理解を問う問題として出題した。

出題内容：水族生化学

出題番号 231

【解答例】

(1) 魚類のフェロモンについての研究は、動物のコミュニケーションの機能と進化についての一般的な見解とともに、侵略種の管理や絶滅危惧種の復元にも新たなツール（手段）を提供する。

(2) 繁殖期かつ未排卵の雌を対象に実験を行う。この雌を、1. 通常の飼育水、2. 繁殖期の雄（成熟魚・排精魚）の飼育水、3. 繁殖期の雌（排卵魚）の飼育水の3つの条件下で飼育し、一定時間後に雌の排卵の有無を確認する。上記3つの条件の他、可能であれば、未成熟の雌雄の飼育水もそれぞれ条件に加える。

(3) 核磁気共鳴（NMR）、ガスクロマトグラフィー（ガスクロマトグラフ）質量分析（GC-MS）、液体クロマトグラフィー（液体クロマトグラム）質量分析（LC-MS, LC-MS/MS）のいずれか一つ。

(4) 実験室内で行った実験の結果は、自然条件下で必ずしも再現されるとは限らないため。

出題番号 232

【解答例】

(1) ゲノム編集は、自然に起こる突然変異を模倣する形で、意図しない変異やオフターゲット変異を導入せず、正確に遺伝的な変異を導入することを可能にし、望みの形質を発現させることができる。

なお、意識でも記載の内容により点数を決定する。

(2) 蛋白質を構成するアミノ酸の配列は、ゲノム DNA 上にある遺伝子のエクソン領域から転写される mRNA によりコードされる。特定の1つのアミノ酸は、対応する特定の3つの連続する塩基配列によりコードされ、これをコドン暗号という。特定の遺伝子上の標的部位に2本鎖 DNA 切断（DSB）が起き、これを修復する際に、塩基の欠損や挿入が生ずることがある。この変異導入によりコドン暗号の読み枠にずれが生じた場合、その下流配列の読み枠にもずれが生じ、本来とは異なるアミノ酸配列を持つ蛋白質の生産やその途中での終止コドンの出現などを生じる。その結果、蛋白質は本来の構造を維持できず機能が喪失、即ち、同蛋白質をコードする標的遺伝子の機能が喪失した状態となる。

3つの塩基配列によるコドン暗号がアミノ酸をコードする記述を含むセントラルドグマの説明がなされ、ゲノム編集による標的遺伝子の2本鎖 DNA 切断と、その修復時の変異導入に関する記述、並びにその変異の結果生じたコドンフレームシフトによる蛋白質の機能喪失＝標的遺伝子の機能喪失に関する記述、の一連の過程が記述されていれば完全解答とする。なお、不完全な解答でも点数を与えることとし、記載の内容により点数を決定する。

(3) ミオスタチン遺伝子、筋肉量増加。

(4) グリシン、アラニン、トリプトファン、アスパラギン、システイン、アスパラギン酸、ロイシン、グルタミン、グルタミン酸、リジン

(5) 変異導入・還元下：分子量400の1本のバンド

変異導入・非還元下：分子量400の1本のバンド

非変異導入・還元下：分子量1000と1200の2本のバンド

【出題の意図】

増殖生物学講座では、有用水圏生物資源の持続的活用を図るため、水産増養殖に関する先端技術開発に必要となる、様々な生命科学の知識と研究技術を教授する。

これらを習得する上で必要不可欠な学部教育レベルの基盤知識を問う問題として、出題番号 231 では、魚類のフェロモンに関連する英語の総説を抜粋し、英語の読解力と生理現象の生化学的解析法に関わる理解度を問う問題を出題した。出題番号 232 では、近年、生命科学分野や水産分野で広く用いられるようになったゲノム編集に関する短い英文を抜粋し、英語の読解力とゲノム編集技術の原理、水産養殖における先駆的なゲノム編集実装例、並びに蛋白質の基礎的な知見やその解析手法の理解度、を問う問題を出題した。