

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) この問題では、提示されたグラフを読み取る力を試験する。

(ア) 3, (イ) 12, (ウ) 8, (エ) 2, (オ) 30, (カ) 10, (キ) 2, (ク) 70, (ケ) 34

(2) この問題では、(1) で読み取った値を用いて、

仔魚期には、常に直径 5  $\mu\text{m}$ 以下の細い線維、すなわち新生直後の筋線維が観察されることから、筋新生が活発に起こっていること、一方で、仔魚期の後期にはふ化直後には認められなかった太い線維が観察されるようになることから、もともとあった筋線維の肥大化も起こっていること、の 2 点が記載されたものを完全正解とする。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) この問題では、(1) で読み取った値を用いて、

稚魚期には、筋線維の太さの平均的値および太さの範囲の拡大、すなわち筋線維の肥大化が著しいこと、また、直径 5  $\mu\text{m}$ 以下の細い線維、すなわち新生直後の筋線維も観察されることから、筋新生も活発に起こっていること、の 2 点が記載されたものを完全正解とする。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。

出題番号 212

#### 【解答例】

(1) (ア) インスリン, (イ) リラキシン様, (ウ) クビフリン

(2) 放射神経の細胞で生殖腺刺激ホルモンが産生され血洞系に分泌される。分泌された生殖腺刺激ホルモンは、卵巣内で卵母細胞を取り巻く濾胞細胞に働きかける。濾胞細胞から減数分裂誘起ホルモンが分泌され卵母細胞膜に局在する受容体に結合し成熟促進ホルモンの分泌を誘起する。成熟促進ホルモンの働きにより卵が成熟する。

ポイント：

放射神経→生殖腺刺激ホルモン→血洞系→卵巣→卵母細胞→濾胞細胞→減数分裂誘起ホルモン→卵母細胞受容体→成熟促進ホルモン→卵の成熟

上記の一連の流れが産生・分泌といった語句を用いて説明できればよい。

(3) ナマコの種苗生産方法は、成熟期に天然から調達したマナマコを自然水温より 5 度位温かい海水をはった水槽に收容することで、産卵を誘発して受精卵を得ていた。しかし温度刺激によって産卵する個体の割合は極めて低いため、一度の採卵に百個体以上の親ナマコを採卵に用い

ていた。そのため、確実性の高い採卵法の開発が望まれていた。そこで、効率的な採卵・採精技術の開発に向けてナマコの生殖腺刺激ホルモンの分離・同定を研究目的とした。

ポイント：種苗生産、自然水温より高温で飼育し採卵、効率が悪いためナマコの生殖腺刺激ホルモンの分離・同定を目的とした。

#### 【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 (1) では、グラフデータを読み取る力を問う問題を、学部講義である水族生理学の講義内容から出題した。加えて、その知識を自らが応用して用い、生命現象を説明する力を問う問題として、出題番号 211 (2) (3) を出題した。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や水産業上の課題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) 視床下部, (イ) 神経, (ウ) 腺, (エ) 前葉, (オ) 中葉, (カ) 端, (キ) 主
- (2) pituitary, pituitary gland, hypophysis のいずれか
- (3) (ク) 甲状腺

(ア：視床下部) で産生された甲状腺ホルモン刺激ホルモン放出ホルモンが下垂体前葉に分泌(投射)され、甲状腺刺激ホルモンが放出される。甲状腺刺激ホルモンは、甲状腺を刺激して甲状腺ホルモンの分泌を促進する。

- (4) トリヨードチロニン (T3 でもよい), チロキシン (T4 でもよい)

##### 出題番号 222

#### 【解答例】

- (1) (ア) LH, (イ) 正, (ウ) フィードバック, (エ) 負, (オ) FSH
- (2) キンギョから卵巢を摘除することで LH サージが生じないこと、卵巢摘除魚にテストステロンを投与することで LH サージが誘導されることを確認することによって証明される。
- (3) (1) ではテストステロンが下垂体の LH 放出を誘起していると述べているのに対し、(2) では性ホルモン投与によって LH, FSH の分泌が抑制されると述べられている点が矛盾しているように読みとれる。(1) は卵巢が十分に発達し、卵成熟直前の下垂体に十分な LH が蓄積された状態における大量分泌(サージ)の誘起現象であり、(2) は生殖腺発達途上の下垂体への性ホルモンの作用であり、下垂体の LH, FSH の蓄積状態が(1)とは異なる状態にあることが考えられる。他には、(1) はキンギョの実験からの事象であり、(2) は一般脊椎動物における知見であることから、(1) の記述はキンギョ特有の現象であることも考えられる。また、(2) 「過剰量の性ホルモンの投与」というのが(1)のテストステロン量よりもはるかに多く、(2)では薬理的作用

が起こっていることも考えられる。(他にも合理的な推察がされていれば配点する)

(4) サケ脳下垂体の投与によって卵巣でのテストステロン、エストラジオールなどの性ホルモン合成が誘導・促進され、それらが血流を通して視床下部における FSH 放出ホルモンの産生に負のフィードバックとして働き、また、生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) の発現には正のフィードバックとしてはたらくことが考えられる。他には、性ホルモンが直接下垂体における FSH 発現に負のフィードバックとしてはたらく、LH 発現に正のフィードバックとしてはたらく可能性も考えられる。

全ての回答において、LH は黄体形成ホルモン、FSH は濾胞刺激ホルモンとしてもよい。

#### 【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 2 2 1 では、魚類のホルモン制御中枢である視床下部から下垂体のホルモン分泌制御について問い、また出題番号 2 2 2 では、性ホルモンによる視床下部、下垂体へのフィードバック機構についての知識と思考を問う問題を出題した。

#### 出題内容：水族生化学

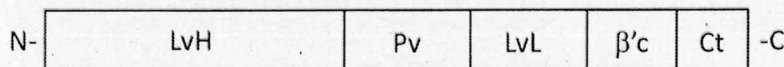
##### 出題番号 231

#### 【解答例】

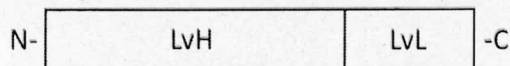
(1) ビテロジェニン (Vtg) 遺伝子およびタンパク質の多様性は魚類では標準であり、異なるタイプの Vtg は、進化の過程において様々な重複 (全ゲノム, 系統特異的および種特異的) や挿入, 欠損, および再編成などのイベントにより生じた。

(2)

A-タイプ ビテロジェニン (完全型)



C-タイプ ビテロジェニン (不完全型)



(3) 浮生卵を産する海産魚において、卵成熟時に VtgAa に由来する LvA はほとんど全てが遊離アミノ酸まで分解されることで卵内の浸透圧を高めて卵の吸水を促進し卵の浮遊性の獲得に寄与するとともに初期胚に遊離アミノ酸を供給する。一方、VtgAb に由来する LvAb および VtgC はほとんどが分解されずに、後の胚や仔稚魚の栄養源として利用される。

【解答例】

- (1) トレオニン, フェニルアラニン, セリン, リジン, アスパラギン酸, グルタミン酸, アラニン, チロシン
- (2) B鎖の5番目とC鎖の4番目のシステインの間。
- (3) タンパク質の結合に働くイオン結合とは, 正(プラス)荷電を持つ塩基性アミノ酸と負(マイナス)荷電を持つ酸性アミノ酸の間で働く結合である。結合力としては, 2番目に強い。
- (4) 吸光性が低いのはC鎖である。理由は, 吸光性の高い芳香族アミノ酸(フェニルアラニン, チロシン, トリプトファン)を含まないからである。
- (5) ゲル濾過では分子量3100の位置に1本のピークとして溶出される。SDS-PAGEにおいて, 還元下では分子量1200, 1000, 900の3本のバンド, 非還元下では, 分子量1000及び2100の2本のポリペプチドバンドが出現する。
- (6) 還元下では分子量900, 非還元下では2100の位置に免疫陽性反応が出現する。

【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 231では, 魚類の卵形成に関連する英語の総説を抜粋し, 英語の読解力と魚類の卵黄形成に関わる理解度を問う問題を出題した。出題番号 232では, 生化学, 特にタンパク質に関する基礎的な知見やその解析手法原理の理解度, およびそれを背景とした分析力を問う問題を出題した。