

筆記試験【専門科目】 問 題 紙

令和8年8月18日（火）

解答上の注意

1. 試験開始の合図があるまで問題紙を開いてはいけない。
 2. 自分が志望する「専攻名」「講座名」が、下欄に正しく表示されているか確認すること。
 3. 解答用紙は、出題番号（＝出題内容）ごとに1枚である。4題を選択解答することになるため、解答用紙は合計4枚になる。
 4. 解答用紙には必ず、「受験番号」「氏名」「科目記号」「出題番号」を記入すること。記入しなかった場合は無効となることもあるので注意すること。
 5. 別紙の「選択する出題番号記入票」は、答案とともに回収するので、試験終了までに記入を終えること。
 6. 問題紙によっては複数ページにわたるものがあるので注意すること。
 7. 試験開始の合図があったらまず最初に、問題紙に落丁、印刷の不鮮明等がないか確かめること。
- ※ この問題紙は、試験終了後回収する。

専攻名： 海洋応用生命科学専攻

講座名： 増殖生物学講座

科目記号	科目名	出題番号	出題内容	備 考
G	増殖生物学	211	水族生理学	出題番号 211, 212, 221, 222, 231, 232 の計6題から、 4題を選択解答
		212	水族生理学	
		221	水族繁殖学	
		222	水族繁殖学	
		231	水族生化学	
		232	水族生化学	

科目記号	科目名
G	増殖生物学

出題番号 211, 212, 221, 222, 231, 232 の計 6 題から、4 題を選択して解答しなさい。

解答用紙には、受験番号、氏名、科目記号、出題番号を記入すること。

出題内容：水族生理学

出題番号 211

原子・分子から地球規模の生態系に至るまで、生命の構造やシステムを「大きさ」を指標に順序立てて分類する概念を生物学的階層という。この概念を用いて、筋線維（筋細胞）の構造を分子レベルまで説明しなさい。（25点）

出題番号 212

以下の文章を読み、下記の問いに答えなさい。

血液は酸素、二酸化炭素、栄養物質や代謝によって生じた老廃物などを運搬するほか、内分泌器官から分泌されたホルモンをその標的器官に輸送したり、体外から入り込んだ細菌や毒素を排除する機能を有するなど、動物が生命を維持していく上できわめて重要な働きをしている。

血液には血球や血小板などの固形成分と血漿などの液体成分が含まれる。とりわけ呼吸に関わる酸素や二酸化炭素の運搬を担う（ア）と呼ばれる特殊なタンパク質は重要な成分である。（イ）には、酸素や二酸化炭素との結合能力の強い金属を含んでいるが、脊椎動物などで普通にみられる（ウ）は（エ）を含んだ（オ）色の（カ）で、赤血球の内部に含まれるか血液中に溶解込んだ状態で存在する。無脊椎動物でも、（キ）を含む（ク）として（ケ）や（コ）が知られており、前者は環形動物の一部が、後者は環形動物や星口動物などの一部の分類群がそれぞれ有する。一方、多くの軟体動物や節足動物では、（サ）として（シ）を含んだ（ス）を有しており、血液やそのほかの体液に溶けた状態で存在し酸素と結合すると（セ）色を呈する。

- （1） 文章中の（ア）～（セ）にあてはまる語句を答えなさい。ただし、同じ語句を使用しても良い。（各1点、計14点）
- （2） 軟体動物頭足綱の循環系についてタイプを明記した上で図を用いて説明しなさい。（11点）

出題内容：水族繁殖学

出題番号 221

ウナギの精子形成に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。

精巣培養系において、(ア) ホルモン (LH) あるいは 11-ケトテストステロン (11-KT) はいずれも単独で精原細胞の増殖から (イ) 細胞の減数分裂、変態までの過程を誘起できる。このことから LH の作用は 11-KT を介していることがわかる。一方、アクチビン B は 11-KT により (ウ) 細胞において合成されることが明らかになっているが、アクチビン B は精原細胞の増殖までしか誘起できない。

変態した精子は、(エ) から排精され、(オ) へと移行する。また変態したばかりの精子は運動能をもたず、(オ) のなかで運動能をもった成熟した精子となる。精子の運動能については、17 α , 20 β -ジヒドロキシ-4-プレグネン-3-オン (17, 20 β -P) などのプロゲステロンにより (オ) 内の (カ) の pH が 7.5 から 8.5 に上昇することによって発達することが明らかとなっている。排精された精子は、雄の性行動により体外に (キ) され、卵と受精する。

- (1) 上記の文章中の (ア) ～ (キ) に入る用語を答えなさい。(各 2 点, 計 14 点)
- (2) 11-ケトテストステロンの化学構造図を図示しなさい。(4 点)
- (3) 下線部の卵巣における役割を詳しく説明しなさい。解答には、卵成熟促進因子の変化と作用についての説明を含めなさい。(7 点)

出題番号 222

以下の文章を読み、問いに答えなさい。

チョウザメ目は (ア) 型の遺伝的性決定様式をもつ。キャビア生産効率化のために全雌生産技術を確立するには、(イ) 型の遺伝的性決定様式をもつナイルティラピアのように (ウ) 雄を作出するのではなく、(エ) 雌を作出する必要がある。(ア) 型と (イ) 型では遺伝的性決定様式が異なるため、遺伝的全雌集団を作出するための戦略も異なる。これについて、以下の問いに答えなさい。

- (1) 上記文章中の (ア) ～ (エ) に入る用語を答えなさい。(各 2 点, 計 8 点)
- (2) ホルモン処理を利用して、(ア) 型の魚種における遺伝的全雌生産技術を確立する方法を説明しなさい。(6 点)
- (3) ホルモン処理を用いずに、(ア) 型の魚種における遺伝的全雌生産技術を確立する方法を説明しなさい。(6 点)
- (4) (イ) 型の魚種と比較して、(ア) 型の魚種では、遺伝的全雌生産技術の確立が格段に難しい。ホルモン処理を利用して (イ) 型の魚種で遺伝的全雌集団を作出する方法を説明しなさい。さらに、その方法と比較しながら、(ア) 型の魚種で遺伝的全雌生産技術を確立することが難しい理由を説明しなさい。(5 点)

出題内容：水族生化学

出題番号 231

以下の英文を読み、下記の(1)～(4)の問いに答えなさい。

Pheromones mediate aspects of physiology and behaviour in most animals. The chemistry and biology of insect pheromones are particularly well described, whereas research into the identity and function of vertebrate pheromones has progressed more slowly. Among vertebrates, fishes are especially reliant upon pheromones, and (A)research into fish pheromones offers new tools to manage invasive species and restore imperilled* species as well as general insights to the function and evolution of animal communication.

Biologists and chemists characterize pheromones using various approaches and degrees of integration. (B)The requisite first step is observing a behavioural or physiological reaction to a conspecific** odour. In efforts to identify fish pheromones, biologists often rely on electro-olfactogram*** recordings to determine whether a compound stimulates a fish's olfactory epithelium and hormonal or behavioural assays to determine if odorous compounds elicit the original reaction to the natural pheromone. Subsequent to observing a response, researchers might screen commercial compounds with physiological functions somehow linked to the focal reaction (targeted screening of known compounds), (C)profile the metabolites in the odour (metabolomics), or identify the active compounds using natural product chemistry together with biological assays (bioactivity-guided fractionation). (D)Field tests complement each method, as laboratory results are not always replicable in natural environments. Notably, targeted screening and bioactivity-guided fractionation currently predominate the fish pheromone literature, but other approaches such as metabolomics also hold the promise.

imperilled * : 絶滅が危惧される, conspecific** : 同種の, electro-olfactogram*** : 嗅電図

Li, K., Buchinger, T. J. and Li, W. (2018) Discovery and characterization of natural products that act as pheromones in fish. Nat. Prod. Rep. 35, pp501-513より一部改変して抜粋。

- (1) 下線部 (A) を和訳しなさい。(8点)
- (2) 下線部 (B) に関して、ある魚種の繁殖期において、雌の産卵(排卵)に雄からのフェロモン刺激が必要であることを示したい。それを検証するための実験デザインを述べなさい。なお、設定すべき実験群をすべて明示し、説明には図を用いても良い。(10点)
- (3) 下線部 (C) の解析に有用な手法について1つ挙げなさい(一般的な略称でも可)。(2点)
- (4) 下線部 (D) の理由について述べなさい。(5点)

出題番号 232

以下のゲノム編集に関する英文を読み、(1)～(5)の問いに答えなさい。

(A) Genome editing enables the precise introduction of genetic changes that mimic naturally occurring mutations, allowing the development of desirable traits* without introducing unintended or off-target alterations. This precision is achieved through the use of site-directed nucleases, which accurately identify and cleave target DNA sequences to create double-strand breaks (DSBs). (B) These DSBs are subsequently repaired by the inherent** DNA repair mechanisms of the organism. In recent years, (C) the application of genome editing has expanded significantly in basic aquaculture research, for trait improvement, and applied breeding programs for aquaculture species.

trait*: 形質, inherent**: 生来備わっている,

Kang, H. K. and Zahid, P. S. (2026) Genome editing in aquaculture: From bench to commercial deployment. Aquaculture 619: 743871 より一部改変して抜粋。

- (1) 下線 (A) に記載されている「ゲノム編集による変異導入」の特性を述べなさい。(4点)
- (2) 下線 (B) に記載されている現象が起こる際に、更にどのような現象が DNA 鎖に生じるとゲノム編集による標的遺伝子の機能喪失に繋がるのか、アミノ酸のコドン暗号に関する記述を含め、説明しなさい。(5点)
- (3) 下線 (C) に記載されている養殖対象魚類への適用例に関して、日本で報告された実例としてマダイへの適用が挙げられる。同実例について、標的遺伝子名、及び変異導入により獲得した表現形質を答えなさい。(2点)
- (4) ある蛋白質 P は遺伝子 P に由来し、その成熟蛋白質は、以下に示す2種類のポリペプチド鎖 (A 鎖, B 鎖) が、ジスルフィド結合及び非共有結合によって架橋され構成される。以下の A 鎖を構成するアミノ酸名を、N 末端側から順にカタカナで記載しなさい。尚、以下の各アミノ酸は3文字簡略名で示してある。また、各ポリペプチド鎖のアミノ酸番号は、左端の N 末端を1番とする (例えば、A 鎖の Cys のアミノ酸番号は5番)。(10点)

ポリペプチド A 鎖: Gly-Ala-Trp-Asn-Cys-Asp-Leu-Gln-Glu-Lys

ポリペプチド B 鎖: Asp-Pro-Val-His-Cys-Asp-Met-Trp-Arg-Ile-Phe-Tyr

- (5) 上述 (4) の A 鎖中の Cys コドン配列部を標的とし遺伝子 P に対してゲノム編集による変異導入を実施し、同 Cys をコードする位置に終止コドンが形成された場合、蛋白質 P は SDS-PAGE ゲル内でどのような分子量のペプチドバンドを生じるか、還元下および非還元下に分けて記載しなさい。また、変異導入が起こらなかった場合についても、同様に記載しなさい。尚、遺伝子 P の転写産物において、A 鎖領域は B 鎖領域の上流に位置する。また、便宜的にアミノ酸ひとつの分子量を100とし、A 鎖は1000、B 鎖は1200、非変性状態の蛋白質 P のインタクト分子量は2200とする。(4点)