

筆記試験【専門科目】 問題紙

令和4年2月16日（水）

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」「科目記号」「出題番号・出題内容」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「選択した出題内容記入票」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： 海洋生物資源科学専攻
 講座名： 海洋環境科学講座

科目記号	科目名	出題番号	出題内容	備考
C	海洋環境科学	75	海洋化学	出題番号 75, 76, 81, 82, 115, 116, 117, 118 の計8題から、 4題を選択解答
		76	海洋化学	
		81	海洋物理学	
		82	海洋物理学	
		115	海洋環境科学	
		116	海洋環境科学	
		117	海洋環境科学	
		118	海洋環境科学	

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題番号75, 76, 81, 82, 115, 116, 117, 118の計8題から, 4題を選択して解答しなさい。

解答用紙には, 科目記号・科目名, 出題番号を記入すること。

出題内容 : 海洋化学

出題番号 75

北太平洋 (中緯度の外洋) と北大西洋 (中緯度の外洋) における, 珪酸塩 ($\text{Si}(\text{OH})_4$) と硝酸塩 (NO_3^-) の典型的な鉛直分布の図をそれぞれ描きなさい。表層から深層に至るまでの濃度勾配の特徴, 濃度極大の有無, 北太平洋と北大西洋の違いが分かるように記すこと。なお, 横軸 (濃度) の目盛に濃度値を記し, 縦軸 (水深) のスケールは0~5,000 m とすること。さらに, 珪酸塩と硝酸塩の鉛直分布が特徴づけられる要因について, 説明すること。(25点)

出題番号 76

- (1) 海水中の溶存酸素濃度を測定する手順において、二種類の固定液を酸素瓶に注入し、酸素瓶の蓋をして、酸素瓶を上下転倒してよく混ぜる操作がある。この操作ではどのような化学反応が起こっているのか説明しなさい。これらの手順の目的も説明しなさい。(12点)
- (2) 前問の手順の後、どのような操作をして酸素濃度を定量するか説明しなさい。なお、どのような化学反応が起こっているのか説明を含めること。(13点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋物理学

出題番号 81

非回転系（コリオリ項を無視）において水平軸を x ，鉛直軸を z とした2次元の直交座標系を考える。このとき，水平流速成分を $u(x, z, t)$ ，鉛直流速成分を $w(x, z, t)$ ，圧力を $p(x, z, t)$ ，均一流体の密度を ρ ，時刻を t とすれば，水平 x 方向の線形の運動方程式と連続式は下記の①式と②式で表される。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \quad \text{①} \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad \text{②}$$

これらの式を長波近似の微小振幅波に変形すると，それぞれ下記の③④式になる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad \text{③} \quad \frac{\partial \eta}{\partial t} + H \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \text{④}$$

ここで， $\eta(x, t)$ は静止状態からの海面水位偏差， $H(x)$ は水深， g は重力加速度である。

- (1) 長波近似により，運動方程式が①式から③式へ変形されることを説明しなさい。(10点)
- (2) 長波近似により，連続式が②式から④式へ変形されることを説明しなさい。(10点)
- (3) ③式と④式を用いて，下記の波動方程式を導出しなさい。(5点)

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} = gH \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} \quad \text{⑤}$$

出題番号 82

北太平洋亜熱帯循環に関する以下の問いに答えなさい。場の時間発展は考えず、定常状態を仮定すること。説明の補助として図を用いてもよい。

- (1) 北太平洋亜熱帯海域の北部では西風が、南部では東風が吹いていると仮定すると、亜熱帯循環中央部に向かって海面エクマン輸送が収束する。この海面エクマン輸送収束のメカニズムを亜熱帯循環北部、南部におけるエクマン層内での力学バランスを議論することにより説明しなさい。(8点)
- (2) 北太平洋亜熱帯海域では、海面エクマン輸送の収束によって表層の暖水層が北太平洋亜寒帯海域と比べて厚くなっている。このように暖水層の厚さが異なっている場合、深層の流れがほとんどないことを仮定すると、亜熱帯、亜寒帯どちらの海域の海面高度が高いと予想されるか答えなさい。また、海面高度差が生まれるメカニズムについて説明しなさい。なお、地衡流を仮定し、塩分の密度に対する寄与は無視すること。(9点)
- (3) 北太平洋亜熱帯海域では、海面付近では時計回りに循環している。地衡流を仮定し、この時計回り循環となるメカニズムを説明しなさい。(8点)

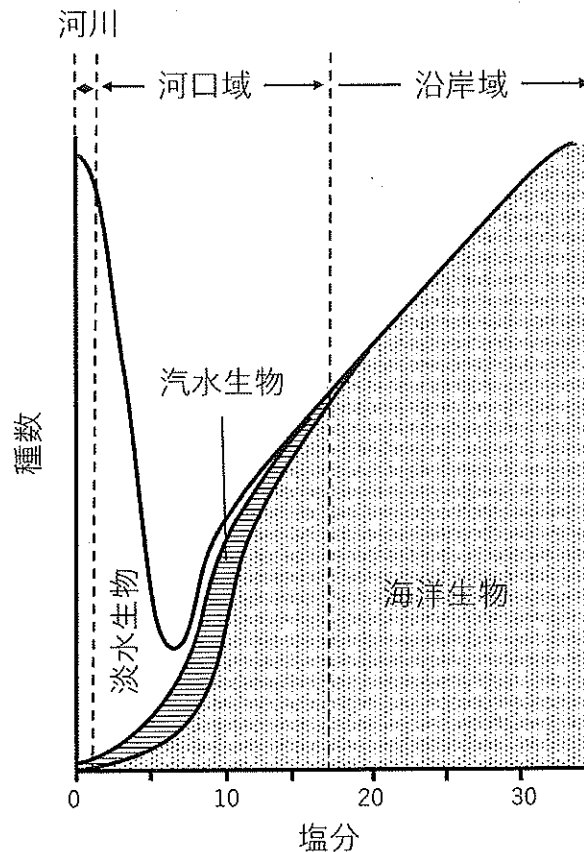
科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋環境科学

出題番号 115

淡水が流入する河口域は、物理構造の違いから、強混合エスチュアリー、緩混合エスチュアリー、弱混合エスチュアリーの3タイプに分類される。

- (1) 上記3つのエスチュアリーの塩分分布（鉛直断面図）を図に示し、違いを説明しなさい。図中に代表的な塩分の値も記すこと。（9点）
- (2) 強混合エスチュアリーと弱混合エスチュアリーは、それぞれどのような水域に形成されるか、説明しなさい。また、強混合エスチュアリーと弱混合エスチュアリーが形成される代表的な水域を挙げなさい。（8点）
- (3) 下図は、ある水域の塩分とそこに生息する生物の種数との関係を、模式的に表したものである。河口域は、なぜ生物多様性が低いのか、その理由を説明しなさい。それにもかかわらず生産性が高いのはなぜか、理由を説明しなさい。（8点）

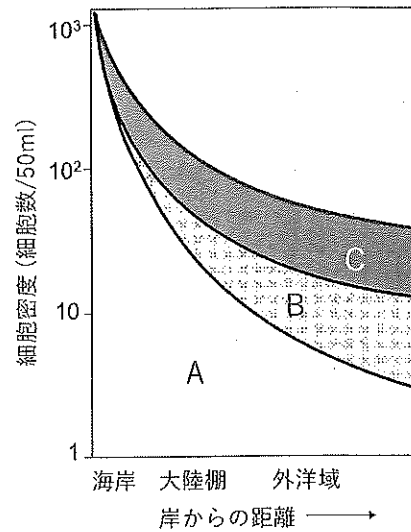


(Remane, in Biology of Brackish Water, A. Remane and C. Schlieper eds.1971 を改変)

出題番号 116

中緯度域における海洋の植物プランクトンに関する下記の問いに答えなさい。

- (1) 右の図は、カリブ海における植物プランクトン群集の岸沖方向の種組成の変化を模式的に示したものである。A, B, C は、円石藻、渦鞭毛藻、珪藻のいずれかに相当する。A がどの藻類に相当するか、答えなさい。(3 点)
- (2) 植物プランクトン群集が右図のような分布を示す理由を、キーワード(生物サイズ、バイオマス、栄養塩)を用いて説明しなさい。(6 点)



(Paul Pinet, Invitation to Oceanography を改変)

南極海の動物プランクトンに関する下記の問いに答えなさい。

- (3) 南極海で最も優占している動物プランクトンは何か、その種名を答えなさい。(3 点)
- (4) その動物プランクトンは、南極海の生態系において、キーストーン種と考えられている。その理由を説明しなさい。(6 点)
- (5) その動物プランクトンの成体は、昼と夜とで分布水深を変えることが知られている。そのような生態を何というか。また、そうすることで、どのような利点があるか、答えなさい。(7 点)

出題番号 117

右の図は、外洋に一方方向を開いた内湾の断面図（図1）と平面図（図2）を示している。内湾の水深は h [m] で一様、湾口から湾奥までの距離は d [km] であったとする。その時、外洋からの潮汐振動で内湾に図の様な、湾口が水位変化の無い波の節となり、湾奥が最大振幅（破線：最高水位、一点鎖線：最低水位）の波の腹となる定在波が励起された。内湾の定在波は浅海波の位相速度 $c = \sqrt{gh}$ で進むものとし、以下の問に答えなさい。位相速度の式内の g は重力加速度で、計算を簡略化するため $g = 10$ [m s⁻²] とする。

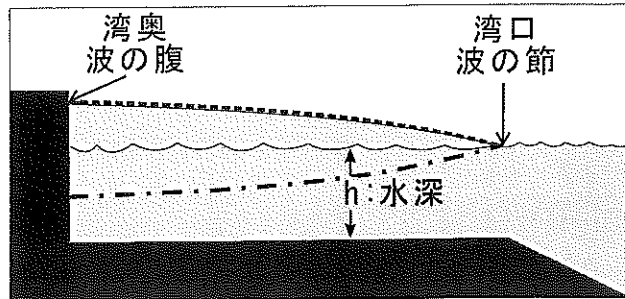


図1 断面図

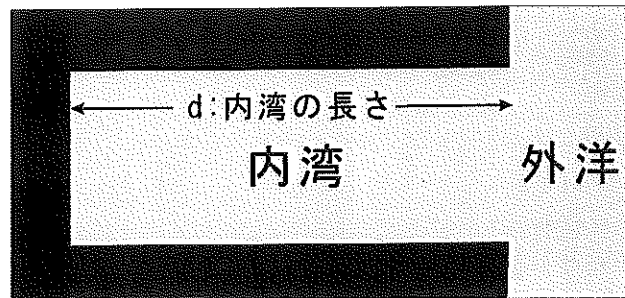


図2 平面図

- (1) 浅海波の位相速度は水深 h の関数であり、水深が深い程速度が速く、速度の遅い浅い海域に向かって波の峰の進行方向が曲げられる現象が起こる。この現象を何というか答えなさい。(3点)
- (2) 海底地震による津波も、その波長が水深に対して長いために浅海波の位相速度で太平洋などの海盆部を伝播する。海盆の水深を 4,000 [m] とした時、津波の伝播速度は何 [m s⁻¹] か答えなさい。(3点)
- (3) (2) の速度でチリ沖から日本列島沖までの約 17,000 [km] を津波が伝播するのにかかる時間は約何日か、整数の日数で答えなさい。(3点)
- (4) 湾奥で最高水位（破線）を観測した時間から最低水位（一点鎖線）を観測した時間までが、6時間であった。この定在波の周期を答えなさい。(3点)
- (5) 内湾に励起された定在波の波長は内湾の長さ d の何倍か答えなさい。(3点)
- (6) (4) の周期で、(5) の定在波の波長を、内湾の長さ $d = 200$ [km] とした時、内湾の水深 h [m] はいくらか、整数で答えなさい。(7点)
- (7) この問題の様に、外洋からの潮汐振動が湾の固有振動と同期すると大きな振幅の水位変化を湾奥にもたらす。このような現象を何と呼ぶか答えなさい。(3点)

出題番号 118

湧昇域の生物生産について以下の問いに答えなさい。

- (1) 外洋域における良好な漁場は、湧昇域に位置するが多い。その理由を湧昇域、有光層、植物プランクトン、栄養塩、魚類という言葉を使用して答えなさい。(10点)
- (2) 湧昇域における良好な漁場の海域名を1つ答えなさい。(5点)
- (3) 湧昇が起きるメカニズムを大気-海洋相互作用の観点から答えなさい。(10点)