

筆記試験【専門科目】 問題紙

令和5年8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

以下の問い (1) と (2) に答えなさい。

(1) 海洋堆積物の表面では, 堆積物の直上水から酸素や溶存成分が堆積物中に供給される。堆積物に供給された酸素は, 酸素呼吸型の生物が有機物を分解する際に消費されてゆく。酸素が枯渇すると酸素呼吸以外の呼吸形式による呼吸が起こる。その呼吸に応じて様々な化学変化が起こっている。堆積物中の化学変化について, 以下のキーワードを参考にして説明しなさい。

キーワード: 硝酸イオン, 鉄イオン, 硫酸イオン, 還元, 硫化水素 (13 点)

(2) 海洋表層の基礎生産により, 炭素, 窒素, リンがレッドフィールド比 ($C:N:P=106:16:1$) に従って消費されると考える。海洋表層水に全炭酸が $2050 \mu\text{mol/L}$, 硝酸イオンが $5 \mu\text{mol/L}$, リン酸イオンが $0.3 \mu\text{mol/L}$ 含まれていた。栄養成分のうち, 硝酸イオンとリン酸イオンのどちらが先に枯渇するか答えなさい。その栄養成分が枯渇したとき, 海水 1L 中で基礎生産により消費された, 炭素, 窒素, リンの量を答えなさい。ただし, アンモニウムイオンと亜硝酸イオンは無視できるほど少ないとする。 (12 点)

出題番号 76

海水のアルカリ度が 2.1 mmol/L のとき、その海水に溶けている全炭酸濃度を求めたい。ただし、炭酸水素イオン(HCO_3^-)が解離する反応の平衡定数 K_2 を 10^{-9} 、海水の pH を 8 とする。また、アルカリ度に影響する海水の弱電解質イオンとして CO_3^{2-} と HCO_3^- だけを考慮、海水の全炭酸として CO_3^{2-} と HCO_3^- だけを考慮する。

- (1) アルカリ度を $[\text{CO}_3^{2-}]$ と $[\text{HCO}_3^-]$ を使って記しなさい。ただし、 $[\]$ はモル濃度を表す。(5 点)
- (2) 全炭酸に占める CO_3^{2-} と HCO_3^- の割合をそれぞれ求めなさい。(10 点)
- (3) アルカリ度が 2.1 mmol/L のときの全炭酸濃度を計算しなさい。(10 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

質量 m の物体が静止流体中を重力と粘性力を受けて鉛直下向きに速度 v で落下している。粘性力の大きさは物体の速さに比例すると仮定し、比例定数を k とした場合、この物体の運動方程式は次式で与えられる。

$$m \frac{dv}{dt} = mg - kv \quad (a)$$

ここで、 g は重力加速度、 t は時間である。

(1) この状況では、落下を開始して一定時間の後には、物体の運動は近似的に等速度運動になる。このときの速度を終端速度 v_f という。この v_f を求めなさい。(5点)

(2) 次に、(a)式の右辺を k と v と v_f で表現しなさい(次式の■部分)。この表現を用いた運動方程式を(b)式と呼ぶ。(5点)

$$m \frac{dv}{dt} = \blacksquare \quad (b)$$

(3) 終端速度からのずれを v' とすると、速度は $v = v_f + v'$ と表現される。これを(b)式に代入し、 v' に関する下記の運動方程式(c)を完成させなさい(次式の■部分)。(5点)

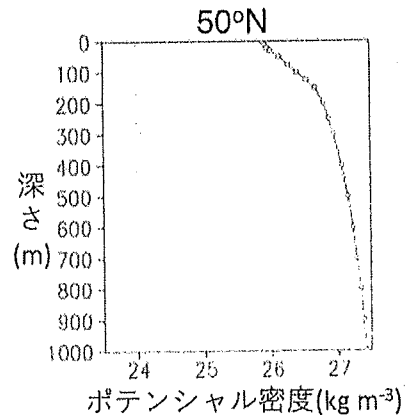
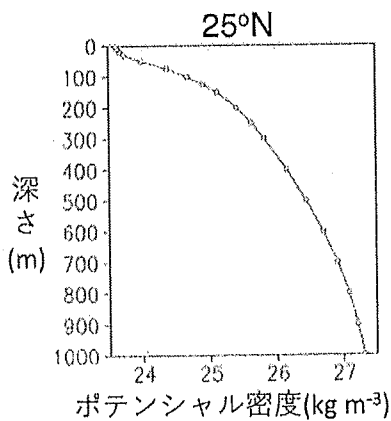
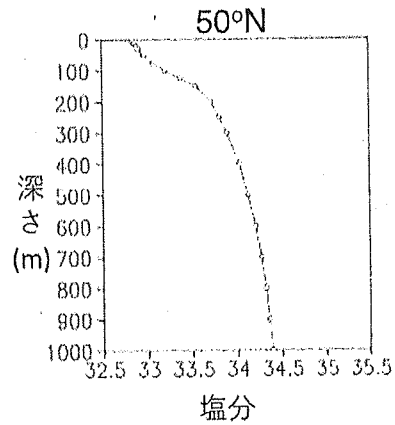
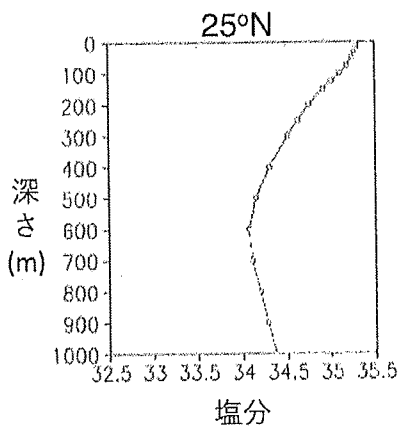
$$m \frac{dv'}{dt} = \blacksquare \quad (c)$$

(4) 時刻 $t = 0$ の初期値が $v = 0$ のとき、この(c)式を解いて、 v' の解を求めなさい。さらに、(b)式の解 v も求めなさい。(10点)

出題番号 82

下の図は、太平洋における、経度 180°の緯度 25°N（亜熱帯海域）と 50°N（亜寒帯海域）における年平均塩分・ポテンシャル密度プロファイルを示している。以下の問いに答えなさい。

- (1) 25°N では、海面から水深 600 m にかけて塩分が減少し、水深 600 m から 1000 m にかけて塩分が増加している。このような塩分プロファイルとなっているメカニズムを説明しなさい。(9 点)
- (2) 50°N では、深さとともに塩分が増加しており、塩分鉛直勾配は水深 100~150 m で大きい。このような塩分プロファイルとなっているメカニズムを説明しなさい。(8 点)
- (3) 下記の塩分・ポテンシャル密度プロファイルを参考に、25°N、50°N におけるポテンシャル水温プロファイル（横軸：0~30℃，縦軸：0~1000 m）を描き、その特徴を文章で説明しなさい。(8 点)

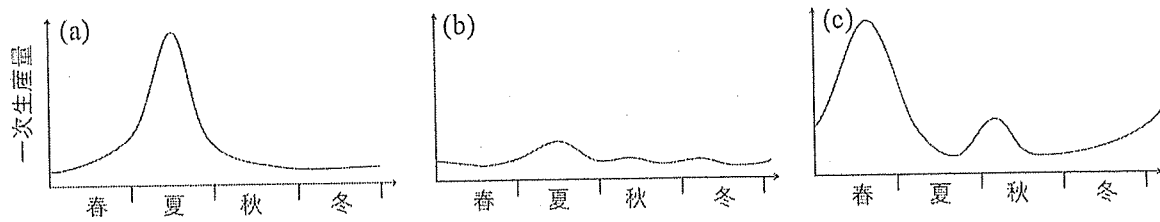


科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋環境科学

出題番号 115

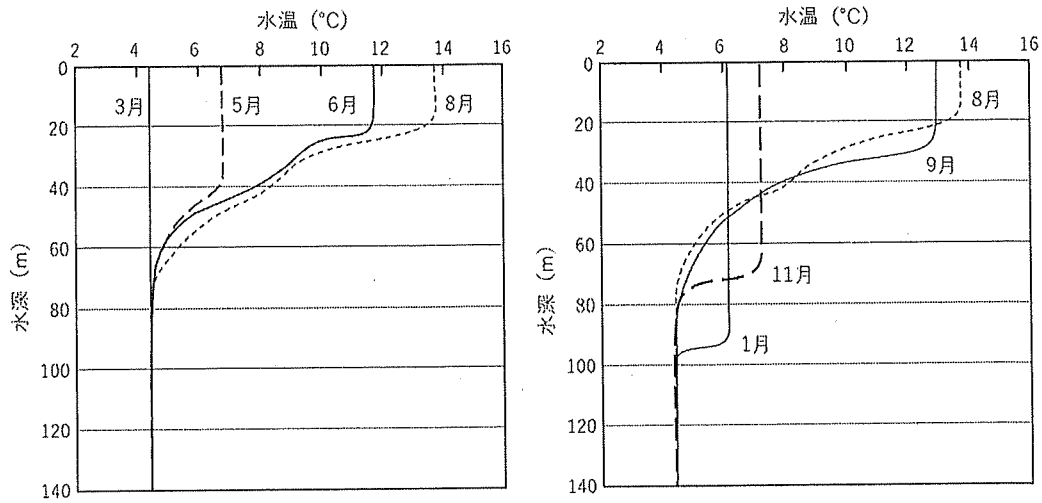
下記の図は、低緯度熱帯域、中緯度温帯域、高緯度極域の海洋表層における一次生産量の季節変動を模式的に描いたものである。この図をもとに、下記の問いに答えなさい。



(A.K.Heinrich, J Cons. Int. Explor. Mer. 27 (1962)を改変)

- (1) 一般に、海洋の一次生産を制限する要因となるものを3つ挙げなさい。(3点)
- (2) 上記の (a), (b), (c) はそれぞれ低緯度熱帯域、中緯度温帯域、高緯度極域のどの海域に相当するか、答えなさい。(6点)
- (3) (a), (b), (c) それぞれの海域における一次生産量の特徴を述べ、そのような特徴が表れる理由を述べなさい。(16点)

下の図は、中緯度の外洋における水温の季節変化を示したものである。

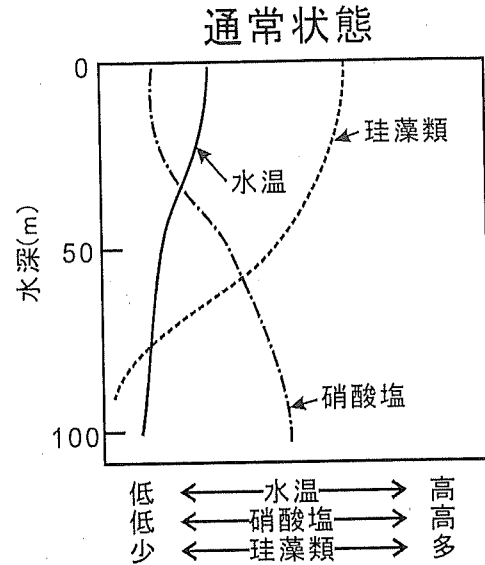
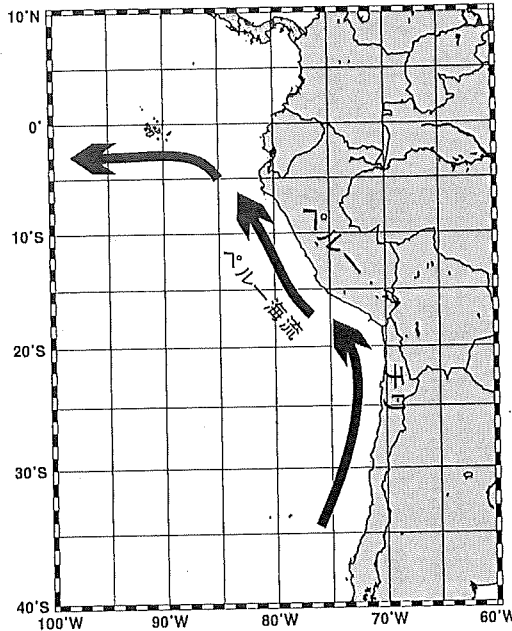


(ポールピネ, 東海大学出版会, 2010 を改変)

- (1) 例えば5月の水深40 mから60 mのように、水温が鉛直方向に急激に変化する層を何と呼ぶか、答えなさい。(3点)
- (2) 表層20 mの水温が3月から8月にかけて上昇し、8月から1月にかけて下降する理由を述べなさい。ただし、海水は水平方向に一樣と仮定し、水平移流は考慮に入れなくてよい。(6点)
- (3) 横軸に時間(月)、縦軸に水温をとり、水深10 m, 60 m, 80 mの水温の時間変化のグラフを描きなさい。(9点)
- (4) 水深10 m, 60 m, 80 mにおいて、水温が最高となる時期が異なるのはなぜか、説明しなさい。ただし、海水は水平方向に一樣と仮定し、水平移流は考慮に入れなくてよい。(7点)

出題番号 117

南半球の南米ペルー沖の海洋環境に関して、通常時とエルニーニョ発生時・ラニーニャ発生時の違いについて考える。ペルーの沿岸には、高緯度のチリからペルー沿岸を北上し、赤道南部を西進するペルー海流が流れている(下左図を参照)。また、通常状態では南東貿易風が吹いて沿岸湧昇が発生している。この時のペルー沿岸での水温・硝酸塩・珪藻類の鉛直プロファイルの模式図を下右図に示す。以下の間に答えなさい。



図の出典 : Invitation to Oceanography, 5th Ed. by Paul R. Pinet (一部改変)

- (1) 沿岸湧昇が発生している通常状態の海面水温の分布図を、ペルー海流の影響も考慮して描きなさい。描く地理範囲はおよそ緯度 0° ~ 20° S, 経度 100° W~ 70° W の範囲とし、分布図は上左図をまねて海岸線を描いた上に等温線を用い、極大点は「高」、極小点は「低」の文字を入れて描きなさい。但し、等温線の絶対値を示す必要はありません。(10点)
- (2) 南東貿易風が吹き止んで、エルニーニョ状態となった場合、上右図の各鉛直プロファイルがどのように変化するかを考えます。変化後のプロファイルを上右図のグラフ枠をまねて水温・硝酸塩・珪藻類のプロファイルが区別できるように描きなさい。また、それぞれ何故どのように変化するのか理由を述べなさい。(9点)
- (3) 南東貿易風が通常よりも強くなり、ラニーニャ状態となった場合、太平洋赤道付近の低緯度海域の状態はどのように変化するのか、太平洋の西部・東部に分けて答えなさい。(6点)

出題番号 118

以下の問いに答えなさい。

- (1) 南極海南緯 60 度付近の海底には、シリカ軟泥の分布帯が多く存在する。その理由を海洋の栄養塩と生物生産力の観点から述べなさい。(12 点)

- (2) 海洋深層への酸素の供給過程を、極域での高密度水形成と関連付けて答えなさい。(13 点)