

筆記試験【専門科目】 問題紙

令和6年2月20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」「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

大気中の二酸化炭素を減らす観点から, 海洋植物の有機物生産により海洋へ炭素が隔離される効果が注目されている。最近, 浅海域の大型藻類(とくに褐藻類)による炭素隔離効果も注目を集めている。下の図には, 海水中の炭素(C), 窒素(N), リン(P)を褐藻類が吸収して有機物を生産, その有機物が脱落して海洋を移動する様子, 移動途中で有機物が分解する様子を示した。褐藻類と植物プランクトンが, 海水中の栄養成分である窒素とリンの吸収において競合する様子も示した。この図を参考にして, 褐藻類による炭素隔離効果に関連した海洋の物質循環について, 以下の問いに答えなさい。

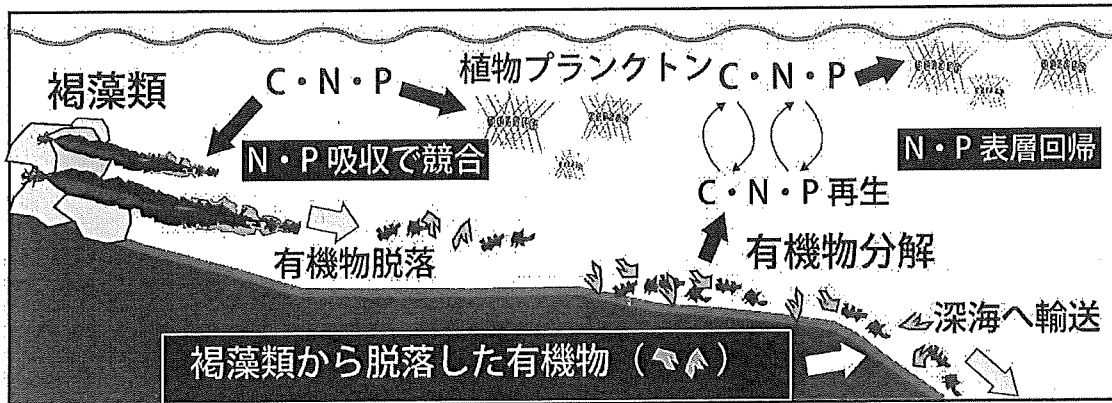


図 浅海域における有機物生産(褐藻類による), 脱落, 移動, 分解の様子。

- (1) 褐藻類から有機物が脱落したのち, それがどのような過程を経ると, 炭素隔離の効果が生まれるか説明しなさい。(9点)
- (2) 褐藻類由来の有機物の炭素に加えて, 窒素成分やリン成分も同様に隔離されると, 周辺海域における植物プランクトンの基礎生産に対して, どのような影響を及ぼすか説明しなさい。(8点)
- (3) 褐藻類による炭素隔離効果に海洋微生物が影響を与えられている。その理由を説明しなさい。(8点)

出題番号 76

以下の問い (1) と (2) に答えなさい。

(1) 環境試料中の炭素化合物の放射性炭素同位体 (^{14}C) を測定して、 ^{14}C 年代推定が行われる。 ^{14}C 年代推定の原理を説明しなさい。(12 点)

(2) 海洋バクテリアの代謝に関連する生化学反応について説明しなさい。ただし、以下のキーワード (A) およびキーワード (B) から、それぞれ一つ以上を使って説明すること。(13 点)

キーワード (A) : 二酸化炭素, 酸素, 硝酸イオン, 硫酸イオン, メタン, 硫化水素

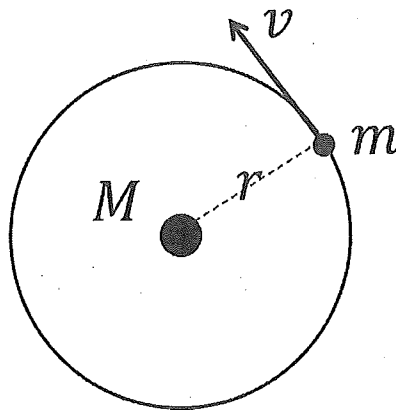
キーワード (B) : 硝酸還元, 硫酸還元, メタン発酵

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

下図のように、質量 M の地球の周りを円運動する質量 m の月を考え、地球の中心から月の中心までの距離を r とする。なお、月の質量 m は地球の質量 M に比べて非常に小さいと仮定して、地球は動かないとする。さらに、地球と月の大きさも無視できるとする。



- (1) 万有引力定数を G としたとき、月の中心に働く地球向きの「万有引力」を数式で示しなさい。(4点)
- (2) その万有引力によるポテンシャル(位置)エネルギー P を求めなさい。(8点)
ヒント：任意の力を F としたときの P は、下記の仕事で表わされる。
$$P = -\int F dr$$
- (3) 月の中心に働く万有引力とバランスする「遠心力」を数式で示しなさい。(5点)
- (4) 月の運動エネルギー K を、ポテンシャルエネルギー P を用いて表現しなさい。(8点)
ヒント：「万有引力=遠心力」のバランス式(運動方程式)から変形が可能。

出題番号 82

下図に示す 2 層海洋に関して以下の問いに答えなさい。 x 軸は東向きを正、 y 軸は北向きを正、 z 軸は鉛直上向きを正とし、原点 O は平均海面上に位置している。上層密度 ρ_0 、上層と下層の密度差 $\Delta\rho$ 、海面気圧 P_0 、重力加速度 g 、コリオリパラメータ f は全て正の定数とする。海面変位 $\eta(x)$ 、上層と下層の境界面位置 $z_1(x)$ は、 x のみの関数とする。 $z_1(x) < 0$ 、 $\frac{\partial z_1(x)}{\partial x} < 0$ を仮定する。圧力を P 、南北流速を v 、密度を ρ としたとき、静水圧平衡の式は $\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g$ 、地衡流平衡の式は $f v = \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x}$ である。

- (1) 上層内、下層内における圧力 P を、 z 、 $\eta(x)$ 、 $z_1(x)$ 、 ρ_0 、 $\Delta\rho$ 、 P_0 、 g を用いて表しなさい。静水圧平衡を仮定すること。海面 $z = \eta(x)$ における圧力は海面気圧 P_0 と等しい。(12 点)
- (2) 上層内、下層内における北向き流速 v を、 z 、 $\eta(x)$ 、 $z_1(x)$ 、 ρ_0 、 $\Delta\rho$ 、 P_0 、 g を用いて表しなさい。地衡流平衡を仮定すること。(8 点)
- (3) 上層の流れの向きと下層の流れの向きが同一になる時の条件を示しなさい。(5 点)

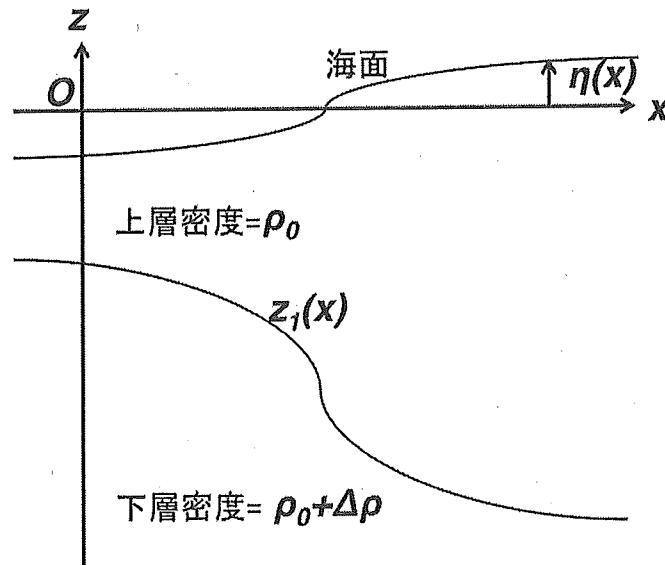


図 2 層海洋の東西断面の模式図。曲線は海面、上層・下層境界面位置を表す。

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋環境科学

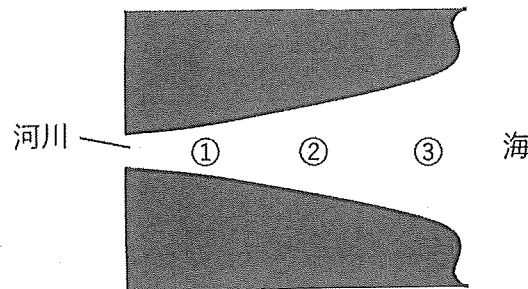
出題番号 115

海に分布する植物の種数の9割以上は、単純な構造の藻類である。そしてその大部分が、植物プランクトンである。植物プランクトンに関する以下の問いに答えなさい。

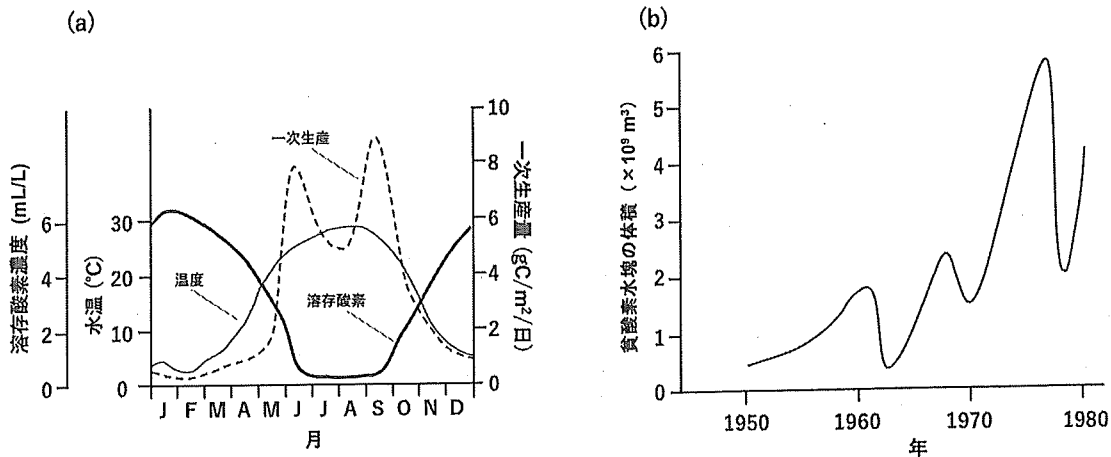
- (1) 陸上植物が地上、すなわち大気の下に生息しているのに対し、植物プランクトンは海洋の表層に生息している。そのような違いがおきる理由を説明しなさい。(6点)
- (2) 植物プランクトンは海洋の表層に生息するために、どのような進化をとげたか説明しなさい。(6点)
- (3) 一般に、湧昇域や沿岸域では珪藻を主とした大型植物プランクトンが優占し、外洋域では円石藻などの小型植物プランクトンが優占することが多い。その理由を説明しなさい。(6点)
- (4) 大型植物プランクトンが優占する海域と小型植物プランクトンが優占する海域では、生態系にどのような違いがあるか、説明しなさい。(7点)

エスチュアリーに関する下記の問題に答えなさい。

- (1) 下図は河口域を模式的に表したものである。この河口域が強混合エスチュアリーであった場合の、①～③における塩分の鉛直プロファイル（縦軸に水深，横軸に塩分をとったグラフ）を描きなさい。ただし，水深や塩分の値は絶対値ではなく，相対値として取り扱ってかまいません。（5点）



- (2) 上図の河口域が塩水くさび型エスチュアリーであった場合の、①～③における塩分の鉛直プロファイルを描きなさい。ただし，水深や塩分の値は絶対値ではなく，相対値として取り扱ってかまいません。（5点）
- (3) 下の図はアメリカ東海岸のチェサピーク湾における (a) 海面水温，一次生産量，海底の溶存酸素濃度の季節変化と (b) 夏季に溶存酸素濃度が 0.5 mL/L 以下になる水塊の体積の年変動を示したものである。

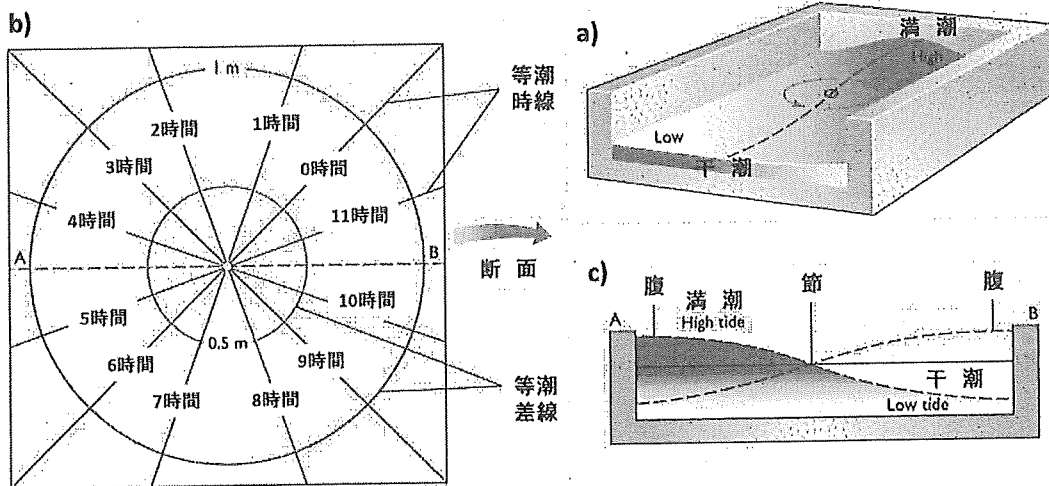


(Paul Pinet 海洋学 (2010)を改変)

- (a) の図をもとに，溶存酸素濃度の季節変化の特徴を述べるとともに，なぜそのような季節変化を示すのか，理由を述べなさい。（10点）
- (b) の図によると，年によって変動はあるものの，1950年代から1980年代まで長期的に夏季の貧酸素水塊は増大している。その原因として考えられる要因を述べなさい。（5点）

出題番号 117

南側を外洋に開いた方形の内湾があり、その湾内で図 a)に示すような潮汐バルジが観測された。観測された潮汐バルジの等潮時線と等潮差線は図 b)に示すものとなり、ある時刻(t)の東西(A-B)の断面は、図 c)に示すように、Aの西側が満潮、Bの東側が干潮を示した。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) この内湾は北半球に位置するのか、南半球に位置するのか回答しなさい。(3点)
- (2) 上記(1)の判断した理由を述べなさい。(4点)
- (3) 図b)の等潮時線から、この潮汐バルジの潮汐は半日周潮か日周潮か回答しなさい。(3点)
- (4) 図c)の状態におけるA点とB点の潮位差はおよそ何mか答えなさい。(3点)
- (5) 図c)の状態がt時に観測されたとした場合、湾の東側のB点が満潮を迎えるのは何時か、tを用いて答えなさい。(3点)
- (6) また、図a)のように、湾奥の北側が満潮を迎えるのは何時か、tを用いて答えなさい。(3点)
- (7) 潮汐バルジの移動は、図c)に示されるように、断面で見れば波が湾中央の節を支点として、シーソーのように両岸の腹を上下させる波の様に観測される。このような波を何というか答えなさい。(3点)
- (8) この様な潮汐バルジの伝播は、外洋域でも同様に発生している。そしてある分潮において、図c)の湾中央のように、潮位変化の無い部分が存在する。この点の事を何というか答えなさい。(3点)

出題番号 118

以下の問い（1）と（2）に答えなさい。

- （1） 海水を淡水化して飲料水を作るための脱塩方法を2つ答えなさい。また、それぞれの脱塩方法の原理を答えなさい。（12点）
- （2） 海洋と大気間に存在する表面マイクロレイヤーについて以下の問いに答えなさい。表面マイクロレイヤーの厚さはどのくらいか答えなさい。また、海面下から海洋表面マイクロレイヤーに物質を運搬するプロセスを2つ答えなさい。（13点）