

筆記試験【専門科目】 問題紙

令和4年8月16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つたらまず最初に、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

海洋におけるアルカリ度と全炭酸濃度に関して、以下の問い (1) ~ (3) に答えなさい。

- (1) 海水のアルカリ度の定義を説明しなさい。(5 点)
- (2) 海水中で炭酸カルシウム粒子が溶解しやすくなるのは、主に二つの要因がある。一つは圧力(深度)が増すことである。もう一つの要因を説明しなさい。(6 点)
- (3) 下の表に、北大西洋と南太平洋の深層水中におけるアルカリ度と全炭酸濃度を示した。北大西洋でも南太平洋でも、高緯度から低緯度へ向うにつれて全炭酸濃度が上昇する理由を説明しなさい。さらに、アルカリ度の上昇について、北大西洋と南太平洋で異なる点を説明し、そのようになる理由として考えられることを述べなさい。(14 点)

表 北大西洋 40°N と 10°N, 南太平洋 40°S と 10°S の深層 4000 m における、アルカリ度と全炭酸濃度

	アルカリ度 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$)	全炭酸濃度 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$)
北大西洋 (4000 m)		
40°N	2325	2160
10°N	2335	2190
南太平洋 (4000 m)		
40°S	2370	2270
10°S	2420	2300

データは World Ocean Atlas 2013 の年平均気候値

出題番号 76

海洋の一次生産は栄養塩により制限されることが多い。下の表に、北極海（72.5°N）の太平洋側と大西洋側における、表層 10 m の栄養塩の年間平均濃度を記した。太平洋側と大西洋側の栄養塩濃度の違いを述べた上で、その理由と植物プランクトン増殖に与える影響として考えられることを説明しなさい。(25 点)

以下の文言を含むこと。

北部ベーリング海とチャクチ海の広大な陸棚、堆積物、硝酸還元、シリカ粒子が溶解

表 北極海の太平洋側と大西洋側の表層 10 m における栄養塩の年間平均濃度 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$)

	硝酸塩	リン酸塩	ケイ酸塩
北極海(72.5°N)			
太平洋側(172.5°W)	0.37	0.61	22
大西洋側(2.5°W)	7.2	0.52	3.9

データは World Ocean Atlas 2013 の年平均気候値

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

x 軸の正の方向に進む平面波の波数を k 、周波数を ω とする。このとき、波数と周波数がわずかに異なる2つの平面波、波1と波2の重ね合わせを考える。波1と波2の波数を $k_1 = k + \Delta k$ 、 $k_2 = k - \Delta k$ 、周波数を $\omega_1 = \omega + \Delta\omega$ 、 $\omega_2 = \omega - \Delta\omega$ とする。また、波1と波2の振幅は等しく、 a とする。ただし、 Δk 、 $\Delta\omega$ は、それぞれ波数 k 、周波数 ω に比べて十分に小さい定数であり、 $\Delta k > 0$ とする。このとき、波1の変位を $\eta_1 = a \sin(k_1 x - \omega_1 t)$ 、波2の変位を $\eta_2 = a \sin(k_2 x - \omega_2 t)$ と表すと、重ね合わせた波の変位は、下記のように書ける。

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 = 2a \cos(B) \sin(kx - \omega t)$$

- (1) 上の式の B の部分 Δk 、 $\Delta\omega$ 、 x 、 t を用いて表しなさい。(15点)

参考：公式 $\sin(A + B) + \sin(A - B) = 2 \cos B \sin A$

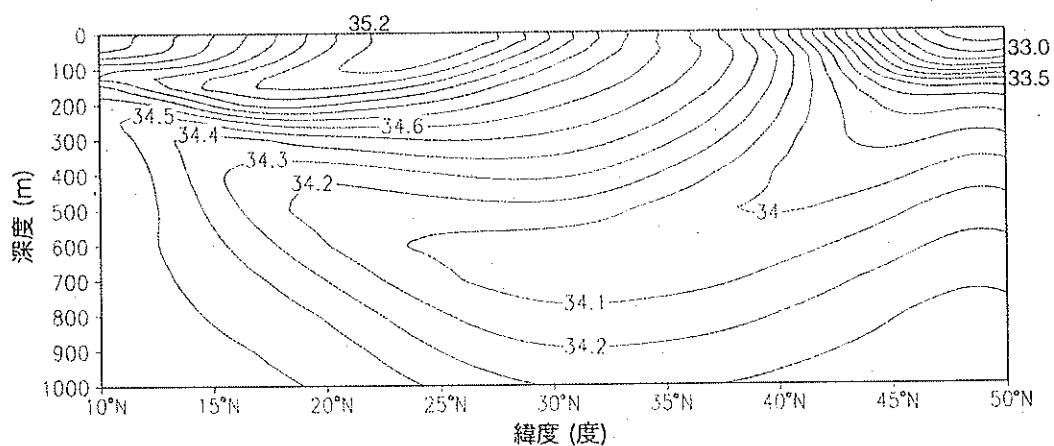
- (2) 波の位相速度は $C = \omega/k$ 、エネルギーの伝播速度である群速度は $C_g = \Delta\omega/\Delta k$ で与えられる。波1と波2の位相速度が等しいとき、位相速度 C と群速度 C_g の関係を求めなさい。

(10点)

出題番号 82

以下の図は、北太平洋の経度 180 度における塩分南北断面である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 海洋の塩分は、CTD と呼ばれる観測機器を用いて計測する。CTD 観測では、海水のどの物性量を計測して塩分を推定しているか答えなさい。(2 点)
- (2) 塩分の空間変動は、海面付近よりも水深 1000 m 付近の方が小さい。その原因を説明しなさい。(8 点)
- (3) 40°N 以南では、水深 300~600 m 付近に塩分極小層が見られる。この層の主な形成メカニズムを説明しなさい。(5 点)
- (4) 45°N 以北では、水深 100 m 付近に塩分が深さとともに急激に増加する層（塩分躍層）が見られる。この層の主な形成メカニズムを説明しなさい。(5 点)
- (5) 海面塩分は 25°N 付近で極大となっている。その原因を説明しなさい。(5 点)



図：経度 180 度における年平均塩分南北断面。縦軸は深度 (m)，横軸は緯度を示す。
データは World Ocean Atlas 2009 の年平均気候値。コンター間隔は 0.1。

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

酸素は、魚類や無脊椎動物を含むほとんどの海洋動物にとって、生命を維持するために必要不可欠である。ところが、沿岸域では夏季にしばしば溶存酸素濃度が低下する貧酸素化という現象がおき、海洋生態系に重大な影響を及ぼす。

- (1) 沿岸域において、なぜ夏季に貧酸素化現象が起きるのか、そのメカニズムを説明しなさい。(9点)
- (2) 沿岸域で酸素濃度を観測すると、夏季に貧酸素化していても、秋季には酸素濃度が上がり、貧酸素は解消することが多い。それはなぜか、海洋構造の季節変化を基にその理由を説明しなさい。(8点)
- (3) 水中の酸素に関する下記の文章の空欄 ①～⑧ に当てはまる言葉を答えなさい。ただし、同じ番号には同じ言葉が入ります。(8点)

貧酸素水塊中でさらに酸素が消費され続け酸素濃度が極端に低くなり無酸素状態になると、酸素の代わりに海水中の ① _____ を利用して有機物を分解する嫌気性のバクテリアの活性が高まり、いわゆる ② _____ がおきる。この時、生物にとっては呼吸毒である③ _____ が発生する。この ③ _____ を含む無酸素水塊が湧昇して大気に触れると、③ _____ が酸化され、硫黄あるいは硫黄酸化物の微粒子が生成される。微粒子はコロイドとして海水中を漂い、太陽光を反射して海水を ④ _____ 色に変色させる。これが ⑤ _____ とよばれる現象である。

⑤ _____ は東京湾や三河湾、そして大阪湾など、いわゆる ⑥ _____ 化した内湾域でしばしばみられる。⑤ _____ が発生するとその水塊には酸素が含まれていないため、水産生物に悪影響を及ぼす。遊泳力のある ⑦ _____ は⑤ _____ から逃避するが、それが湾奥方向であった場合は沿岸の港内等に追われて、いわゆる鼻上げ状態となったり斃死したりする。貝類など移動できない ⑧ _____ はより大きな被害を受ける。⑤ _____ が干潟にまで到達してしまうと、そこに生息する水産有用種の ⑧ _____ の大量斃死を引き起こし、大きな問題となる。

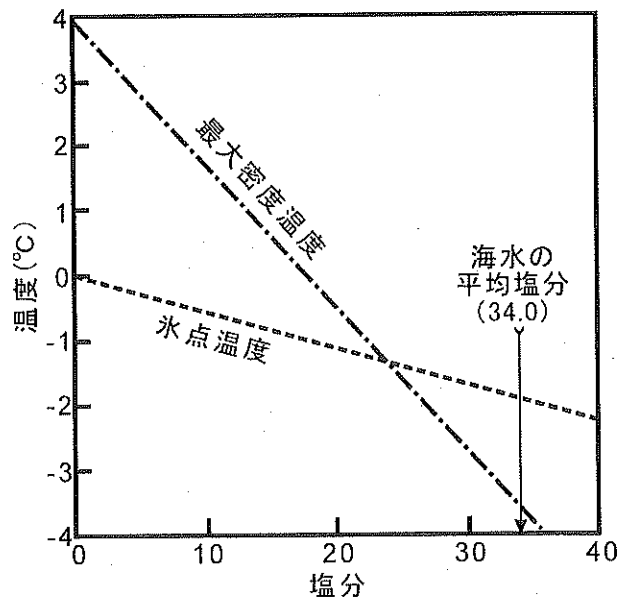
出題番号 116

沿岸域の性質について、下記の問いに答えなさい。

- (1) 一般に、沿岸域は外洋域よりも生物生産が高い。その理由を説明しなさい。(5点)
- (2) 一口に沿岸域と言っても、その形態はさまざまである。エスチュアリー、ラグーン(潟湖)、塩性湿地、マングローブ湿地とはそれぞれどのような場所で、どのような地理的特徴を持つか述べなさい。(8点)
- (3) エスチュアリーにおいて水の循環をコントロールする主な物理的要因を2つ挙げなさい。(6点)
- (4) サンゴ礁では栄養塩濃度が低いにもかかわらず、生息している生物種も生物量も多い。その理由を述べなさい。(6点)

右のグラフは、海水の最大密度と氷点に対する塩分の効果を示したグラフである。横軸は塩分変化で縦軸は温度変化、破線がその塩分値での氷点温度を示し、一点鎖線が最大密度温度を示している。また全海洋の平均塩分を 34.0 として矢印で示している。以下の間に答えなさい。

原図：Paul Pinet 「海洋学」一部改変



- (1) このグラフから、淡水の最大密度を示す温度は何度か示しなさい。(2点)
- (2) (1) に示した温度によって、冬季に湖面が結氷する淡水湖が、湖底まで結氷せずワカサギなどが生息できる理由を説明しなさい。(4点)
- (3) 塩分が増加すると氷点温度は下降している。塩分が増える事で何故凍りにくくなるのか、その理由を答えなさい。(4点)
- (4) グラフから読み取れる海水の平均塩分での結氷温度は何度か、答えなさい。(2点)
- (5) 北太平洋の縁辺海であるオホーツク海は、世界で最も低緯度で海氷が見られる海域として有名である。なぜオホーツク海で最も低緯度の海氷が観察されるのか、北太平洋とオホーツク海の高塩分の特徴、及びこのグラフから考えられる理由を答えなさい。(5点)
- (6) 北大西洋の北部では、湾流の高塩分水が運ばれて、海水の平均の塩分よりも高塩分の海水が冬季には強い冷却を受ける。これが、深層循環の起点となる北大西洋深層水を生んでいる。上記の形成理由から、この深層循環の別名を何というか答えなさい。(3点)
- (7) 温暖化が進行しグリーンランドの氷床が解けると、北大西洋の低塩分化が進み、(6) の循環が止まると危惧されている。それによって欧州の気候はどのように変わると予測されるか、理由も含めて答えなさい。(5点)

出題番号 118

深海底の熱水噴出孔について以下の問いに答えなさい。

- (1) 熱水噴出孔は、海溝もしくは海嶺のどちらで多く観察されるか答えなさい。また、その理由を熱水噴出孔の形成過程の観点から答えなさい。(10点)
- (2) 熱水噴出孔では、ブラック・スモーカーが観察されることがある。このブラック・スモーカーを構成する主な硫化物3種を答えなさい。(6点)
- (3) 熱水噴出孔付近には、小規模だが高密度の底生生物群衆が観察されることがある。これら底生生物群衆(例えばハオリムシ類)は、どの様にしてエネルギーを得て生活しているのか答えなさい。(9点)