

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

解答（解答例）・出題の意図

出題内容：海洋化学

出題番号 75

【解答例】

- (1) 太平洋側北極海の表面水では、リン酸塩に比べて硝酸塩の割合 ($N/P = 4.2$) が小さいのに比べて、大西洋側北極海の表面水では、その割合 ($N/P = 12.9$) が大きい。ケイ酸塩濃度を比べると、大西洋側北極海の方がかなり小さい。
- (2) 太平洋側北極海およびその接続海域には、北部ベーリング海とチュクチ海の広大な陸棚が存在する。表層で生産された有機物が浅い陸棚に堆積して有機物分解が進む。堆積物中で酸素が枯渇すると硝酸還元が起こる。太平洋側北極海では、水中の硝酸塩が硝酸還元のため消費されるため、硝酸塩濃度が低下する。太平洋側北極海でケイ酸塩濃度が高い理由は、深層循環を経て深層水中にケイ酸塩が蓄積、その深層水の影響を受けた水がベーリング海表層にもたらされ、太平洋側北極海に供給されるからである。
- (3) 太平洋側北極海では、硝酸塩が不足することで植物プランクトンの増殖が抑えられる。大西洋側北極海では、ケイ酸塩が不足することで珪藻類の増殖が抑えられることが考えられる。

【出題の意図 海洋化学 75】

海洋化学では、栄養塩バランスと植物プランクトン増殖の関係を解析することが主要テーマの一つである。太平洋側北極海と大西洋側北極海の栄養塩バランスの違いは海洋循環の影響を強く受けている。これらを総合的に解釈する力を問う問題である。

出題内容：海洋物理学

出題番号 81

【解答例】

- (1) 2000 m 深の流れが弱い、つまり圧力が渦中心と渦周辺域で同じであると仮定すると、海水密度の低い暖水層の厚い渦中心の海面は、周辺海域より相対的に高くなる。
- (2) 時計回りに流れる。高気圧性中規模渦の中心付近は周辺海域より海面高度が高く、高圧となっている。海洋中規模渦の時空間スケールでは地衡流平衡が成立することから、高圧の渦中心を右に見る向き、つまり時計回りに流れる。
- (3) 黒潮続流の蛇行が切り離されて海洋中規模渦が形成される。北側に凸の蛇行は内部に続流南部の低密度亜熱帯水を保持することにより、海面高度が周辺より高く、時計回りの循環となる。
- (4) 渦外縁における沿岸高栄養塩水の外洋域への張り出しによる高生物生産海域の形成。渦外縁の一部が沿岸の高栄養塩海域に接している場合、渦外縁の水平流により、高栄養塩の沿岸水が外洋域に輸送され、外洋域に高生物生産海域が形成される。

【出題の意図 海洋物理学 81】

海洋中規模渦は全海洋に存在する重要な現象である。進学後に海洋物理学に関する研究を希望する受験者が、進学後の研究に必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、海洋物理学に関する基礎的な問題として海洋中規模渦に関する出題を行った。

出題内容：海洋環境科学

出題番号 115

【解答例】

- (1) 大気中の二酸化炭素が上昇すると大気－海洋の平衡により、海水中の CO_2 が増える。上図上段の右方向への反応が進み、水素イオンが増加し、pH が下がる。
- (2) 貝殻や骨格などを構成する炭酸カルシウムを溶解したり、生成を阻害したりする。特にアラゴナイトは（カルサイトよりも）溶解しやすい。アラゴナイトの殻を持ち冷たい海にすむ翼足類等は、殻を生成できなくなり、大きな影響を受ける。それを餌とする生物（例えばクリオネなど）はエサ不足になり、資源量が減少する可能性がある。サンゴの炭酸カルシウムも形成速度が落ちる可能性がある。
- (3) 炭酸カルシウムの溶解度は圧力とともに増加するため、浅海に比べて圧力の高い深海では炭酸カルシウムが溶解しやすい。また、深海では有機物分解による CO_2 発生によって pH が低下する効果が表れる。すると、炭酸イオン濃度が低下して、炭酸カルシウムが溶解しやすくなる。

【出題の意図 海洋環境科学 115】

進学後に海洋環境科学講座での研究を希望する受験者は海洋環境学を選択すると考えられる。海洋環境科学講座では研究の主軸を海洋の基礎的な知識に基づいた海洋環境学においている。進学後にこの分野を研究するために必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、この分野に深く関連する海洋の酸性化についての問題を出題した。

出題番号 116

【解答例】

(1) 外洋域は、光の届く有光層においては、栄養塩が少ない。一方沿岸域は、河川からの流入や上下層の混合、そして下層水の湧昇などにより、有光層でも栄養塩が豊富に存在する傾向にある。そのため、沿岸域は外洋域よりも一次生産の制限要因が少なく、生産性が高くなる傾向にある。

(2) エスチュアリー：河川の河口域に形成される、河川水と海水が混合する場所。河川下流から河口にかけて徐々に広がっているような地形では、水平方向に広くエスチュアリーが形成される。汽水域が広がり、潮汐や河川流量の大きさにより、成層・混合具合が異なるという特徴を持つ。

ラグーン：閉鎖的または半閉鎖的な浅い水域。陸や砂州に囲われているので、基本的に静水域である。(教科書的には)河川水の影響は小さいとあるが、日本では必ずしもそうでもない場合もある。

塩性湿地：陸上植物（であるが塩水に強い草本）が繁茂する潮間帯の干潟。砂州の陸側や河口域の周辺に形成されやすい。

マングローブ湿地：熱帯から亜熱帯にかけての潮間帯に優占するマングローブが生い茂っている湿地。大型の根（支柱根）が水中から空中にかけて露出しているため、多くの動物の隠れ家になる。

(3) 河川水の流入量（流量）、潮汐（潮流）の強さ、風、緯度（コリオリ力）、水平スケール（川幅）など。

(4) 海水中には栄養塩が少なくても、サンゴのポリプに共生している褐虫藻が、サンゴの代謝老廃物に含まれる栄養塩を利用して有機物を生産している。そして褐虫藻の生産した有機物の多く（60%）はサンゴポリプの直接の栄養源となっている。つまり、限られた資源を素早く効率的に再利用して生産し、エネルギーを素早く上位に受け渡しているため。サンゴやサンゴ礁の中は流れが弱く、小魚などの住処となりやすい、という理由もある。

【出題の意図 海洋環境科学 116】

進学後に海洋環境科学講座での研究を希望する受験者は海洋環境学を選択すると考えられる。海洋環境科学講座では研究の主軸を海洋の基礎的な知識に基づいた海洋環境学においている。進学後にこの分野を研究するために必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、この分野に深く関連する海洋の沿岸域の環境についての問題を出題した。

出題番号 117

【解答例】

- (1) B
- (2) 強い流れは水温躍層が深い暖水域と水温躍層が浅い冷水域の境目、すなわち、水温躍層が急激に傾いている場所で形成されるため、強流帯はBと判断した。
- (3) 黒潮、親潮、ブラジル海流、東オーストラリア海流、アガラス海流（マダガスカル海流）、ミンダナオ海流など。
- (4) コリオリ力、渦度（または角運動量）

【出題の意図 海洋環境科学 117】

西岸境界流は海洋大循環の中でも強い流れを持ち、海洋物理学だけでなく生物地球化学的にも重要である。進学後に海洋物理学に関する研究を希望する受験者が、研究に必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、海洋物理学に関する基礎的な問題として西岸境界流に関する出題を行った。

出題番号 118

【解答例】

- (1) 海洋プレート同士が離れている海嶺では、その割れ目を埋めるように高温のマントル（部分熔融してマグマとなる）が存在する。その熱によって温められた海水が上昇し、熱水噴出孔から海水中に放出される。
- (2) 硫化鉄、硫化銅、硫化亜鉛など。
- (3) バクテリアを共生させることによってエネルギーを得ている。バクテリアは、熱水噴出孔から放出される硫化水素を酸化して硫化化合物を作る。この過程で放出される化学エネルギーで有機物を作りだし、それをハオリムシが食べることで、エネルギーを得ている。

【出題の意図 海洋環境科学 118】

海洋環境科学講座では研究の主軸を海洋の基礎的な知識に基づいた海洋環境学においている。進学後にこの分野を研究するために必要な考えと知識を身につけているかを確認するため、この分野に深く関連する海洋深層における物質循環および海洋環境についての問題を出題した。