

東経 165 度亜寒帯 - 亜熱帯前線域での二酸化炭素蓄積

Carbon dioxide accumulation at the subarctic-subtropical frontal zone of 165E meridian

齊藤 秀 [1]; 石井 雅男 [1]; 時枝 隆之 [2]
Shu Saito[1]; Masao Ishii[1]; Takayuki Tokieda[2]

[1] 気象研・地球化学; [2] 気象研
[1] Geochem., MRI-JMA; [2] Meteorological Research Institute

大気中の二酸化炭素濃度の上昇に伴って、海水中の二酸化炭素濃度も上昇している。モード水の形成は、海洋表面から内部への二酸化炭素輸送において重要である。東経 137 度の亜熱帯域では、海洋表面のみならずモード水でも全炭酸濃度 (TCO₂) の増加傾向が見られた。

本研究では、水温 9-12 °C、塩分 34.1-34.4psu、ポテンシャル密度 26.2kg/m³ で特徴付けられる北太平洋中央モード水に着目した。北太平洋中央モード水は亜北極前線と黒潮分枝流の間 (北緯 36 度 ~ 43 度、東経 130 度 ~ 180 度) で形成される。本研究での観測線はこの海域を含んでいる。我々は、TCO₂ とポテンシャルアルカリ度の成分間プロットを 1992 年 (WOCE P13) と 2005 年とで比較することにより、北太平洋中央モード水での全炭酸濃度増加を捉えることを試みた。

化学成分濃度の経時変化を調べるためには、起源が同じ水塊同士でこれら成分の濃度を比較する必要がある。海洋内部の水塊は等密度面に沿って移動していると考えられる。しかし、同じ密度でも水塊形成時の水温・塩分が異なることがあり、水塊の起源を判別するにはポテンシャル密度だけでは不十分である。そこで、水温・塩分に加えてポテンシャルアルカリ度を用いて水塊ごとに化学成分濃度を比較することを検討した。ポテンシャルアルカリ度は全アルカリ度と硝酸塩濃度の和で定義され、生物活動による硝酸塩の生成・消費に対して値が変化しない。

上記目的に求められるアルカリ度測定精度は $\pm 2 \mu\text{mol/kg}$ である。そこで、我々は指示薬色素プロモクレゾールグリーンを用いた分光光度法に基づく全アルカリ度測定装置を開発した。滴定に用いた塩酸濃度は炭酸ナトリウム標準溶液を測定することで較正した。

2005年6月に、気象庁の観測船「凌風丸」の0506航海に乗船し、全アルカリ度、全炭酸、栄養塩、溶存酸素濃度の観測を行った。試料採取は、亜熱帯ジャイアと亜寒帯ジャイアの両方にまたがる東経 165 度線上の北緯 28 度から 50 度にかけての各層で行った。

表面でのポテンシャルアルカリ度 (塩分 35 に規格化、Pot-NTA) は亜熱帯域で約 2300 $\mu\text{mol/kg}$ 、亜寒帯域で 2380 $\mu\text{mol/kg}$ だった。本研究での Pot-NTA は WOCE P13 データに比べて約 10 $\mu\text{mol/kg}$ 低い値だった (ポテンシャル密度 27.5)。この差は測定の系統誤差かもしれない。

本研究では、冬季混合層以深の全炭酸濃度変動に着目し、冬季の表面水温よりも低温の層 (または中冷水深度以深) について解析を行った。全炭酸濃度 (塩分 35 に規格化、NTCO₂) を Pot-NTA に対してプロットすると、Pot-NTA 2300 ~ 2400 $\mu\text{mol/kg}$ の範囲で直線関係が得られた。この結果は、全炭酸と全アルカリ度が 2 成分の水塊混合で説明できることを示している。

NTCO₂ を Pot-NTA の 1 次式で表し、2005 年と 1992 年とを比較すると、Pot-NTA が 2300, 2340, 2380 $\mu\text{mol/kg}$ で NTCO₂ はそれぞれ 13.4, 19.9, 26.5 $\mu\text{mol/kg}$ 増加した。Pot-NTA の系統誤差を補正すると、NTCO₂ 増加量はそれぞれ 11.6, 13.7, 15.8 $\mu\text{mol/kg}$ になった。NTCO₂ をポテンシャル密度の 2 次式で表し、2005 年と 1992 年とを比較すると、NTCO₂ 増加量はポテンシャル密度 25.5kg/m³ で 19.9 $\mu\text{mol/kg}$ 、26.1kg/m³ で 5.4 $\mu\text{mol/kg}$ (極小値)、26.8kg/m³ で 29.7 $\mu\text{mol/kg}$ だった。

溶存酸素や栄養塩濃度の変動と比較しながら、海洋内部での全炭酸濃度増加要因について議論する。