

海洋観測による温暖化物質の動態解明

産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 研究員

鶴島 修夫

はじめに

海洋は二酸化炭素の大きな貯蔵庫である。大気中の二酸化炭素総量が約 730 GtC であるのに対し、海洋全体で約 39,000 GtC もの二酸化炭素を貯蔵している。人為起源二酸化炭素の一部もこの大きな貯蔵庫に吸収されている。海洋環境の変化によってこの貯蔵量が変化すると、大気中の濃度は大きく影響を受けることになる。将来の温暖化傾向を予測する上で、海洋における二酸化炭素の動態を監視し続けることは、大気モニタリングと同等に重要である。1990 年代以降、産総研における研究課題として、環境管理技術研究部門・地球環境評価研究グループでは西部北太平洋を中心に断面観測や時系列定点観測を精力的に行ってきた。多くの観測データの蓄積により海洋表層の炭素循環・温暖化物質の挙動や海洋への二酸化炭素蓄積速度について得られた知見を報告する。

西部北太平洋における定点観測

1998 年 6 月より、日本 JGOFS (全球海洋フラックス合同研究計画) 活動の一環として、西部北太平洋における定点観測プロジェクトが始まった。東経 155 度、北緯 44 度に設定した定点 KNOT において二酸化炭素濃度を継続して測定したことで、西部北太平洋亜寒帯域における表面海水中の二酸化炭素濃度の季節変動が初めて明らかになった (図 1)。他の主な定点観測海域と比較すると、二酸化炭素濃度の年間変動振幅は西部北太平洋が最も大きく、100 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 以上に達した。生物生産の活発な夏季には二酸化炭素濃度を大きく減少させ、表面二酸化炭素分圧が大気より低くなるため、吸収域になる。逆に、冬季は表面水が冷却されて鉛直混合が活発になり、下層の二酸化炭素濃度の高い水が表面に供給

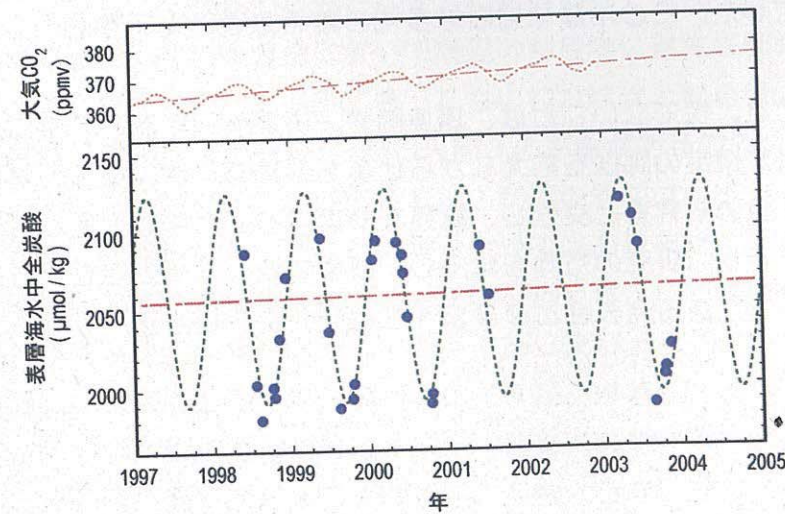


図 1: 北西太平洋表層海水 (下) とハワイマウナロア大気 (上) の二酸化炭素濃度時系列変化
大きな季節変動 (緑線) を示しながら、年々約 1 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ (赤線) の増加が認められた。

されるため、表面二酸化炭素分圧も上昇し、放出域に転ずる。このように、年間を通じて二酸化炭素を大きく呼吸する海域であることがわかった。定点観測を長期間継続したことにより、二酸化炭素濃度の経年変化が検出された。大気中の二酸化炭素濃度の増加にตอบสนองして、約 1 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ の速度で表層海水中二酸化炭素濃度が上昇していることがこの海域では初めて明らかになった。今後の海洋の変化を捉えるために、このような定点観測を継続していくことが重要である。

太平洋中深層における二酸化炭素増加速度の解明

海洋中深層の炭素濃度を正確に測定し、経年的に比較すると、その蓄積速度から、長期間平均の海洋の二酸化炭素吸収量が見積もられる。そこで、実測データによる二酸化炭素増加速度の見積もりを試みた。その結果、図 2 下のように中緯度域から高緯度域にかけて深さ 1000 m 前後まで二酸化炭素の増加が起こっていることがわかった。最高で 6 $\mu\text{mol}/\text{kg}/\text{yr}$ にも達する。海洋の定常状態を仮定すれば、人為起源二酸化炭素の増加に伴い予想される海水中二酸化炭素の増加はせいぜい 1 $\mu\text{mol}/\text{kg}/\text{yr}$ である。すなわち、大気中の二酸化炭素の増加以外の要因による海水中の二酸化炭素の増加が起こっていることがわかった。この原因として、表層での生物生産の増加による深層での有機物分解 (二酸化炭素の生成) の増加か、海洋循環の停滞化が考えられる。単純には、前者が促進すれば大気中の二酸化炭素を減少させる方向、後者は増加させる方向に向かう。今後データを拡充して海洋環境の変動要因とそれに伴う海洋による二酸化炭素吸収能の変化を把握する必要がある。

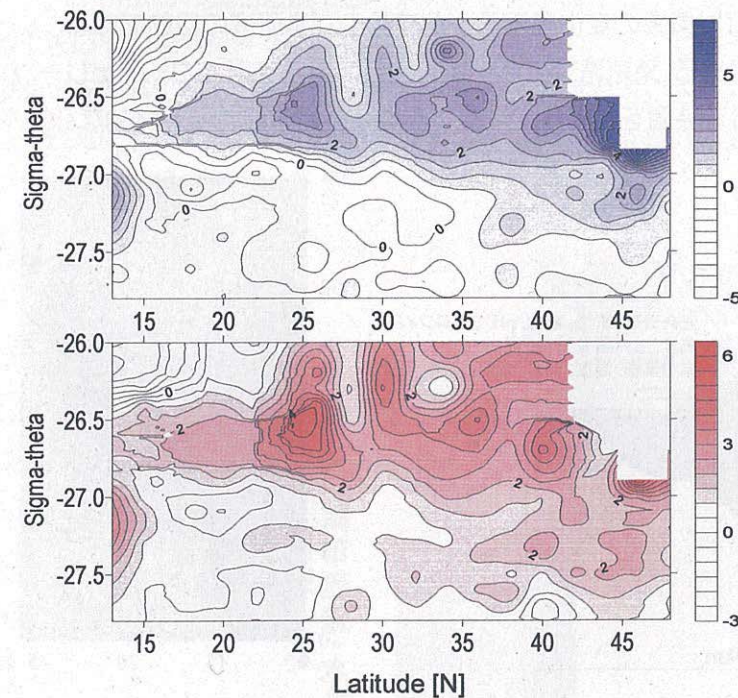


図 2: 東経 165 度の南北断面における AOU (酸素消費量、上図) と二酸化炭素 (全炭酸、下図) の増加速度 ($\mu\text{mol}/\text{kg}/\text{yr}$)。縦軸は海水の密度の指標で約 5000 m までの深度に相当する。色は 1992 年から 2000 年までの間に増加があったことを示す。