

南大洋インド洋セクターにおける人為起源 CO₂ 蓄積量の増加

○村田昌彦・熊本雄一郎・佐々木建一（海洋研究開発機構）

1. はじめに

化石燃料の燃焼や森林伐採等の人間活動によって大気中に放出された CO₂（人為起源 CO₂）の約 30% は、海洋に吸収されていると言われている。このように、人為起源 CO₂ を吸収し大気中に残る分を減らすことで、海洋は CO₂ 増加による温暖化の進行を遅らせる働きをしている。海洋が吸収する人為起源 CO₂ の内、40%程度は南大洋で吸収されているという報告がある。しかしながら、南大洋は海洋観測の先進国が多くある北半球からは遠く、海洋観測が最も実施されていない海域である。その一方で、南大洋が将来に亘って現在と同様に大きな人為起源 CO₂ の吸収源として働くかどうかについては、この海域における吸収の仕組みを明らかにする必要がある。2012 年 11 月 28 日から 2013 年 2 月 15 日にかけて、海洋地球研究船「みらい」による南大洋観測航海（MR12-05）が実施された。この航海の目的の一つは、化学成分の高精度観測を実施し、南大洋における人為起源 CO₂ 蓄積の実態を知ることであった。データ解析の結果、従来の研究とは異なる結果が得られたので、その点を中心に報告する。

2. 人為起源 CO₂ 増加の計算

2.1 データ

人為起源 CO₂ は直接測定できないため、何らかの方法で推定しなければならない。これまでいくつかの方法が提案されているが、いずれの方法であっても人為起源 CO₂ の増加は、10 年間で全炭酸濃度の 0.5%程度にすぎないため、化学成分の高精度データが必要である。南大洋インド洋セクターでは、約 20 年前に実施された World Ocean Circulation Experiment (WOCE) プログラムで高精度観測が実施されており、MR12-05 ではその時の観測ラインに沿って再観測を行った（図 1）。人為起源 CO₂ 増加の計算に用いたデータは、WOCE 航海と MR12-05 航海のそれぞれで得られた塩分、全炭酸、アルカリ度、溶存酸素である。

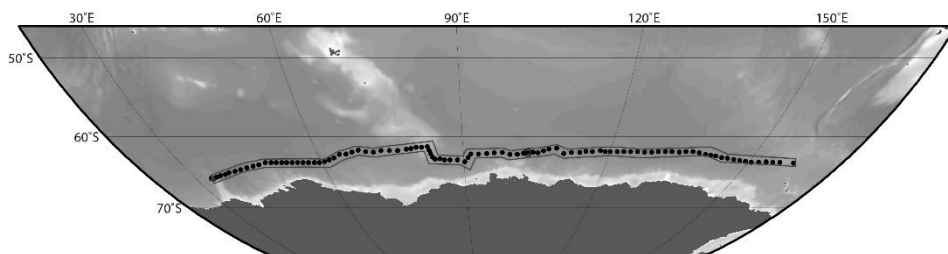


図 1. 本報告で使用したデータを取得した MR12-05 航海の CTD 観測/採水地点。

2.2 計算方法

人為起源 CO₂ の増加は、式（1）で計算した。

$$\Delta nC_T^{CAL_AT} = nC_T^{CAL_AT}(M) - nC_T^{CAL_AT}(W) \quad (1)$$

これは、全炭酸（海水中に溶け込んでいる無機炭素の全量、人為起源 CO₂ も含まれる）の測定値に対して、有機物の分解と炭酸カルシウムの溶解によって増加した分を補正した値（ $nC_T^{CAL_AT}$ ）を MR12-05 航海と WOCE 航海のそれぞれについて計算し（式（1）の M と W で示す）、前者から後者を差し引いて求めるものである。

3. 結果

図 2 に、1995 年から 2012 年の約 17 年間の人為起源 CO₂ 増加（ $\Delta nC_T^{CAL_AT}$ ）の分布図を示す。この図から、ケルゲレン台（東経 80 度付近）の東側と西側で人為起源 CO₂ 増加の様子が大きく異なることが分る。すなわち、東側で増加が大きくなり、西側で小さくなっている。130°–160°E の範囲で人為起源 CO₂ の蓄積率は、 $1.1 \pm 0.6 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$ と従来の報告値（高くても $0.5 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$ 程度）と比べて大きな値となった。

4. 考察と結論

図 2 の人為起源 CO₂ 増加の分布パターンは、人為起源 CO₂ のプロキシとして使用することができる SF₆ の分布パターンと類似していた。SF₆ は海洋の物理過程でその分布が決まるため、人為起源 CO₂ の分布がそれと類似しているということは、海洋物理過程の変動によって、人為起源 CO₂ の高い蓄積率が観測されたと推定される。

従来の研究では、海洋表面での海水の存在によるガス交換の制限と周極深層水（CDW、相対的に古い海水であるため、人為起源 CO₂ の蓄積が少ない）との混合による希釈により、南極底層水（AABW）には人為起源 CO₂ がほとんど蓄積されていないとされていた。しかし、MR12-05 の観測結果では、AABW に有意で大きな人為起源 CO₂ の増加が観測された。南大洋で CO₂ を中心とした物質循環過程が変化している可能性がある。

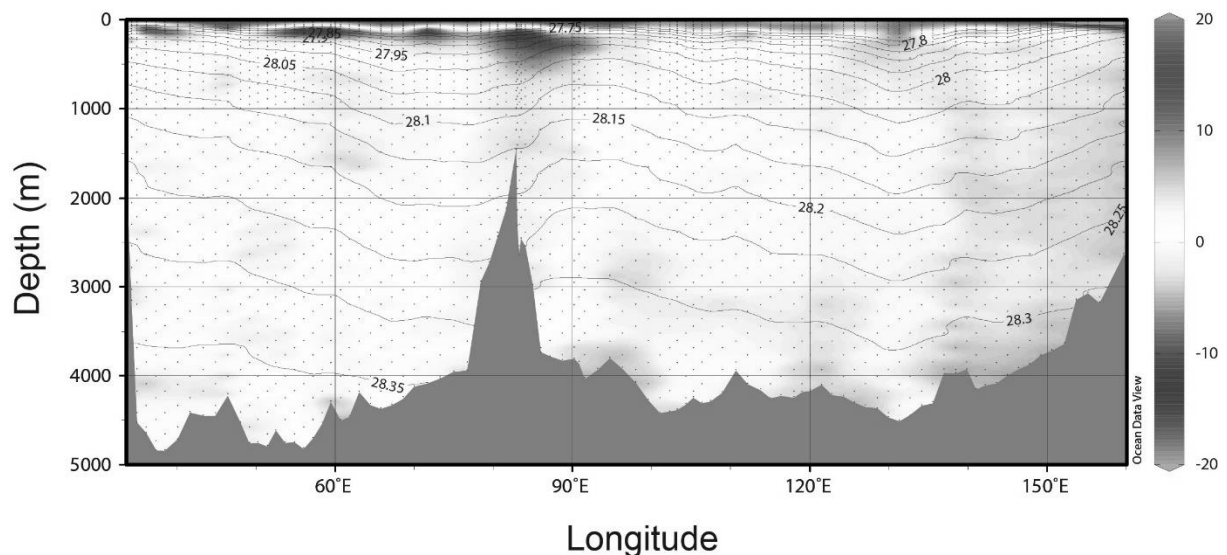


図 2. 人為起源 CO₂ 増加 ($\mu\text{mol kg}^{-1}$) の分布図（濃淡）。等値線は中立密度 (kg m^{-3}) を示す。