

# 南大洋インド洋セクターにおける乱流拡散と二重拡散対流について

○平野大輔、北出裕二郎、松山優治、長島秀樹、和高牧子、石井美帆

(東京海洋大学・海洋科学部)

キーワード: 乱流拡散、二重拡散対流、南大洋インド洋セクター

## 1. はじめに

南極海域で形成される深層水は、深層大循環や地球温暖化現象など、地球環境変動に重要な役割を果たすと考えられている。南極大陸周辺海域では、氷の融解や海面冷却による極域特有の水溫・塩分の分布が形成され、その分布から一般にDiffusive型の二重拡散対流が支配的であると言われている。日下(2003)は、南極縁辺海域で実施したCTD観測記録から密度逆転の分布を調べ、100db以浅の乱流拡散率が、観測域全体で  $1.81 \times 10^{-4} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ 、最も大陸側においては、 $1.97 \times 10^{-3} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ と見積もっており、二重拡散対流の支配的な南大洋で、局所的に乱流による混合が卓越する可能性を示した。しかし、乱流の直接的な観測はほとんど行われていないため、乱流拡散の強度や二重拡散対流の効果を定量的に比較した研究はほとんどない。そこで本研究では、南大洋インド洋セクターで乱流プロファイラー(TurboMAP:アレック電子)による観測を行い、乱流拡散率 $K\rho$ を求め、乱流拡散と二重拡散対流のどちらが支配的であるかについて検討した。

## 2. 観測

2005年2月12日から2月17日に、東京海洋大学の海鷹丸により、南大洋インド洋セクターでTurboMAP観測を行い、流速シア・水溫(FP07、白金)・伝導度・圧力・加速度(x,y,z方向)・濁度・Chl-aの記録が得られた。TurboMAP観測は、 $140^\circ \text{E}$ に沿った測線であるCline上の6測点(表1)、Sta.C00、C03、C04、C05、C07、Tasで行われ、それぞれ1~5回計測を行った。また、水深

が浅い陸棚上の2測点(Sta.C00,C03)では、センサーを保護するガードを取り付け海底まで観測を行った。

## 3. 観測結果

各観測での水溫・塩分・ $\sigma_\theta$ の鉛直プロファイルより躍層は、浅いところでSta.C04の25db付近に、他の測点では70~100dbの間に見られた。例として、各測点でのポテンシャル水溫の鉛直プロファイルを図1に示す。Sta.C00では、水溫変化は小さく、深くなるにつれて水溫が低下する温度成層となっているが、その他の測点では、100db以深に水溫逆転域が存在しており、Diffusive型の二重拡散対流を示唆する水溫構造を示していた。特にSta.C05,C07では大きな逆転域が存在していた。

## 4. 乱流エネルギー逸散率 $\epsilon$

流速シアの記録より乱流エネルギー逸散率 $\epsilon$ を求めた。5db間隔に区切った流速シアから波数スペクトルを求め、Oakey(1982)の方法を用いてスペクトル補正を施したものを積分して $\epsilon$ を求めた。図2に各測点での $\epsilon$ の鉛直プロファイルを示す。図2より、 $\epsilon$ が鉛直的・空間的に変化している様子が見られた。鉛直的な変化としては、海面付近(10db付近)から表層混合層上層(~50db)まで $\epsilon$ の値が大きく、表層混合層の下に存在する躍層内で再び大きな $\epsilon$ の値が見られた。海底直上まで観測を行ったSta.C00とC03では、海底直上で急激に $\epsilon$ の値が大きくなっている様子が見られ、Sta.C00では $10^{-7}(\text{W}/\text{kg})$ を超える大

きな  $\varepsilon$  の値となっていた。また、100db以深に存在する水温逆転域内で  $\varepsilon$  の値が小さくなっていたが、Sta.C04 の 150~250db間に存在する水温逆転域内では逆に  $\varepsilon$  の値が大きくなっていた。空間的な変化としては、最も大陸寄りのSta.C00で、ほぼ全層にわたり  $\varepsilon$  が  $10^{-8}$ (W/kg)を超える値が見られ、沖合側のSta.C05,C07 では対照的に海面付近と躍層内を除く全層で小さな  $\varepsilon$  の値

となっていた。

100db以浅の乱流拡散係数  $K_\rho$  を求めたところ、その平均値は  $8.40 \times 10^{-4} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$  という比較的大きな値を示した。以上のことから、南大洋においても、上層 100db以浅では乱流混合が重要な役割を果たすと考えられた。

今後、二重拡散対流による水温・塩分の拡散率を推算し、比較していく予定である。

Station	Latitude	Longitude	Depth(m)	Profile
C00	65° 55.74' S	139° 49.50' E	206	2
C03	65° 40.86' S	139° 58.44' E	250	5
C04	65° 36.16' S	139° 57.67' E	650	2
C05	65° 29.74' S	139° 44.29' E	1883	1
C07	65° 20.28' S	139° 45.89' E	2569	3
Tas	50° 51.46' S	140° 55.90' E	3700	5

表 1: TurboMAP 観測を行った測点の緯度・経度・水深

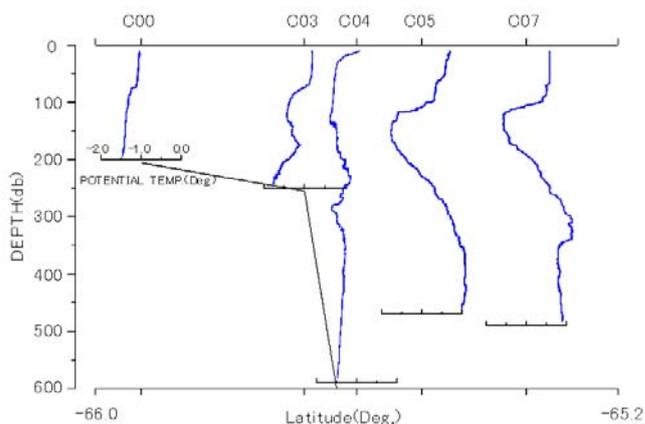


図 1: 各測点でのポテンシャル水温の鉛直プロファイル

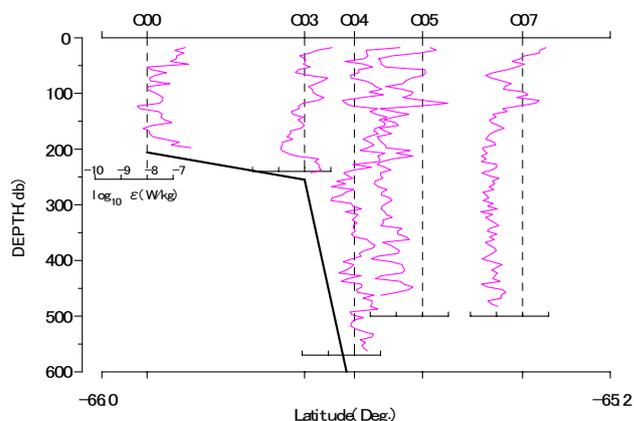


図 2: 各測点での乱流エネルギー逸散率  $\varepsilon$  の鉛直プロファイル。