

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

第一部 海鷹丸航海調査報告 平成16年度(2004年度)
第15次航海報告

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/277

4. 6. 3. 3 南大洋インド洋セクターにおける乱流混合

平野大輔・和高牧子・石井美帆・長島秀樹・北出裕二郎

(東京海洋大学 海洋科学部)

Turbulent mixing in the Indian Sector of Southern Ocean

HIRANO Daisuke, WADAKA Makiko, ISHII Miho, NAGASHIMA Hideki, KITADE Yujiro

(Tokyo University of Marine Science and Technology)

1. はじめに

南極海域で形成される深層水は、海洋大循環や地球温暖化現象など、地球規模の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・塩分構造が形成され、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 (You, 2002 ほか)。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、100dbar 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 Turbulence Ocean Microstructure Acquisition Profiler (TurboMAP : アレック電子) による観測を実施した。

2. 観測

乱流観測は、南極大陸の陸棚縁辺域で乱流プロファイラー TurboMAP III (アレック電子社製) により実施した。測線は、Adelie Lnad 沖に位置する 140°E に沿った測線である Line C 上で、Sta. C00, C03, C04, C05, C07, Tas の計 6 測点で行われ、それぞれ 1~5 回観測を行った (Table. 1)。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。TurboMAP III には、シアプローブ・高速応答水温計 (FP07)・水温計・電気伝導度計・水圧計・クロ

ロフィル計・濁度計のほかに、プロファイラー内部に本体の振動を感知する加速度計(3次元方向)が搭載されており、合計10種類の項目(流速シア / 水温(FP07, 白金) / 電気伝導度 / 圧力 / 加速度(x, y, z方向) / 濁度 / Chl-a)が計測できる。また、一般的な乱流計では内部メモリーにデータが収録されるが、TurboMAPⅢはプローブ部と船上ユニット部が有線ケーブルで接続されており、リアルタイムでデータ収録ができるように変更されている。途中専用ウィンチモーターが作動しなくなるトラブルも生じたが、全体的に概ね良好なデータが得られた(Fig. 1)。

3. 結果

TurboMAPで観測された記録の例として、Sta. C04でのポテンシャル水温・塩分・ポテンシャル密度・乱流エネルギー逸散率 ε の鉛直プロファイルを図2に示す。乱流エネルギー逸散率 ε は、5dbar区間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したものを積分して ε を求めた。このSta. C04は陸棚斜面上に位置しており、他の測点での水温・塩分の鉛直構造と特徴が少し異なっている。他の測点では、海面～50dbar付近まで表層混合層、70～100dbarに躍層、(Sta. C00を除き)100dbar以深に水温逆転域が存在している。一方、Sta. C04では、表層混合層は存在せず、躍層は25dbar付近に存在している。また、100dbar以深では150～250dbarと300～350dbarの2箇所水温逆転域が存在している。乱流エネルギー逸散率 ε については、海面付近・躍層内で ε は大きくなり、水温逆転域内(300～350dbar)で小さくなる傾向が見られ、全層平均は $O(\sim 10^8)$ であった。

次に、乱流による混合の強度である乱流拡散係数 K_p を見積もった。乱流拡散係数 K_p は、 ε と浮力振動数 $N (= \sqrt{-g/\rho \cdot dp/dz})$ 、ただし、 g は重力加速度、 ρ は海水の密度)から、

$$K_p = 0.2 \frac{\varepsilon}{N^2}$$

により算出できる(Oakey, 1982)。

Sta. C04での5dbar毎に算出した乱流拡散係数 K_p は、平均的には $O(10^3 \sim 10^2)$ であり、他の測点(陸棚上、沖合側)と比較すると1～2桁大きな値を示していた。陸棚斜面上で最も大きな乱流混合の可能性

が示され、非常に興味深い結果が得られた。

参考文献

Oakey N. S. : Determination of the rate of dissipation of turbulent energy from simultaneous temperature and velocity shear microstructure measurements. J. Phys. Oceanogr., **12**, 256-271 (1982)

You, Y. : A global ocean climatological atlas of the Turner angle: implications for double-diffusive and water mass structure, Deep-Sea Res. I, **49**, 2075-2093 (2002)

日下朋子: 南大洋インド洋セクターにおける水温・密度逆転に関する研究, 東京水産大学大学院 修士学位論文(2003)

Table. 1. Locations of TurboMAP casts.

Station	Latitude	Longitude	Water Depth (m)	Wind S'd (ms^{-1})	Number of Profile
C00	65° 55.74' S	139° 49.50' E	206.0	0.7	2
C03	65° 40.86' S	139° 58.44' E	250.0	1.4	5
C04	65° 36.16' S	139° 57.67' E	650.0	3.5	2
C05	65° 29.74' S	139° 44.29' E	1883.0	6.1	1
C07	65° 20.28' S	139° 45.89' E	2569.0	4.8	3
Tas	50° 51.46' S	140° 55.90' E	3700.0	10.0	5

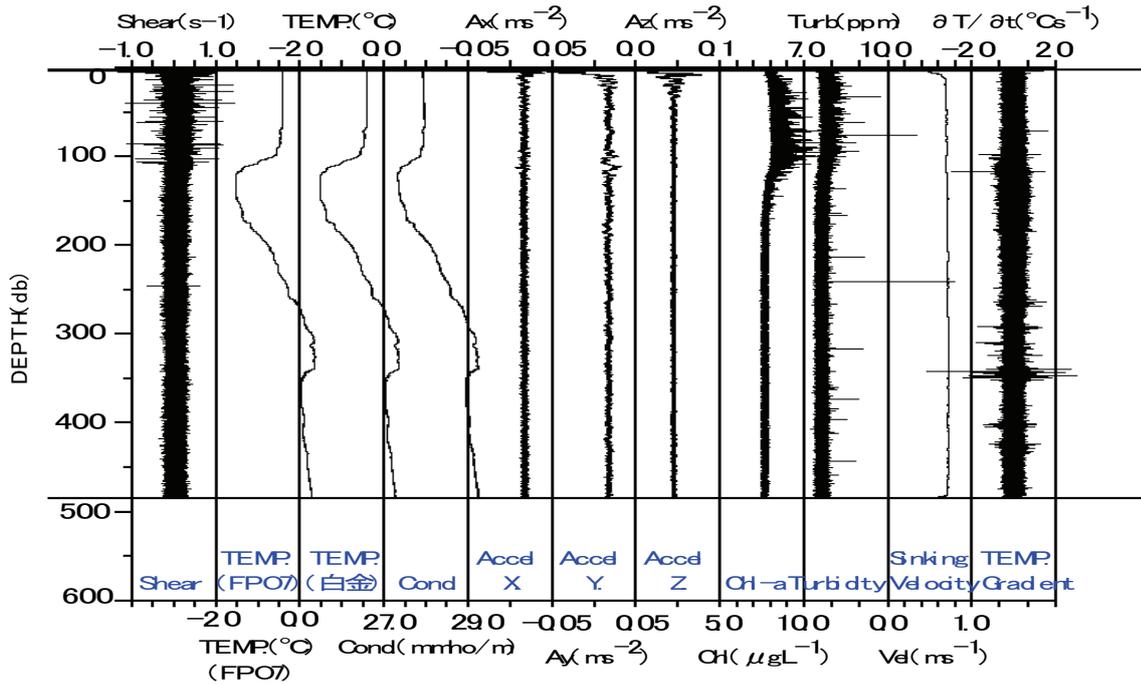


Fig. 1 Vertical profiles of current shear, temperature, conductivity, acceleration(x, y, z direction), Chl-a, turbidity, sinking velocity and temperature gradient collected by TurboMAP III at Sta. C07.

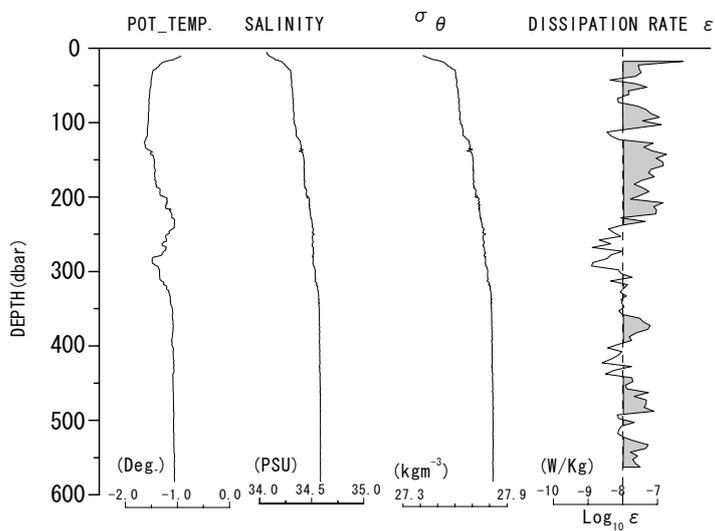


Fig. 2 Vertical profiles of potential temperature, salinity, potential density, and dissipation rate ϵ at Sta. C04.