

# 海鷹丸第9次航海で観測されたケルゲレン海堆の海洋構造と深層流の流量について

○鳴海吉洋・長島秀樹

(海洋大)

キーワード：深層流の流量・地衡流計算・ケルゲレン海堆・南大洋

## 1. はじめに

南大洋インド洋セクターに位置する South Indian Basin は、Weddell-Enderby Basin や South-West Pacific Basin とならんで、多くの南極底層水を保有している。South Indian Basin に存在する南極底層水の起源の1つとして、アデリーランド沖に位置する陸棚および陸棚斜面であることが知られている。そこで作られた南極底層水の挙動は、South Indian Basin の西側に位置しているケルゲレン海堆や Princess Elizabeth トラフなどの影響を大きく受けると考えられる。

過去の知見をみると、アデリーランド沖で形成された底層水は西方へ輸送され、一部の水塊は Princess Elizabeth トラフを通り Weddell-Enderby Basin に、他はケルゲレン海堆にそって北上することが知られている (Spear and Forbs, 1994)。この北上した水塊は、南極発散帯を超えると、ACC に取り込まれ、東方へ輸送される (Bindoff et al., 2000)。また、Orsi et al. (1999) は、南極底層水の空間的な密度分布に基づいて、これらのことを説明している。また、Spear and Forbs (1994) は、ケルゲレン海堆で行った CTD 観測から、底層水の北向き流量を約 6 SV と見積もっている。このように、ケルゲレン海堆の海洋構造を調べることは、インド洋における、底層水の形成および起源を考える上で非常に重要である。

そこで、2002 年の 1 月に、実習研究船海鷹丸を用い、ケルゲレン海堆の等深線に直行するような測線 (A-LINE) を設け、CTD および LADCP による観測を行った。本研究では、第一に観測された断面での海洋構造特に南極底層水の水塊特性を述べ、第二に地衡流計算から輸送量を見積もることを目的とした。

## 2. 資料および方法

観測点は、Spear and Forbs (1994) の観測地点を参考にしてケルゲレン海堆の海底地形に直行する形で 8 観測点を設け、CTD および LADCP の観測を行った (Fig. 1)。海鷹丸は、2003 年 1 月 3 日に Port Luis を出航し、最初の観測点である St. A1 に 1 月 9 日到着した。St. A1 から全 8 観測点の観測を 1 月 11 日まで行った。

塩分は、ほぼ標準層でロゼット採水した海水を autosal を用いて実用塩分濃度を測定し、CTD で測定した塩分とのキャリブレーションを行った。

LADCP には magnitude (流速) と direction (流向) のデータがあるが、LADCP の direction は、マグネットコンパスを用いて測定をしているため、高緯度である観測海域では実際の流向と大きくずれる。そのうえ、LADCP の Heading を見ると今回の観測では CTD の系が大きく回転をしていることがわかった。これらの理由から、LADCP のデータから流向を求めるのは難しいと考え、Magnitude (流速) の値のみ使用した。まず、対地流速にするため、LADCP で観測された bottom track のデータより、CTD の系の流速を求め、その速度が観測時間内で一定であると仮定し、Magnitude の値から bottom track の値を取り除いて、対地流速にした。次に、エラーであると考えられる対地流速の 2 標準偏差より大きいデータを除去し、最後に鉛直 20m 間隔で平滑化した。

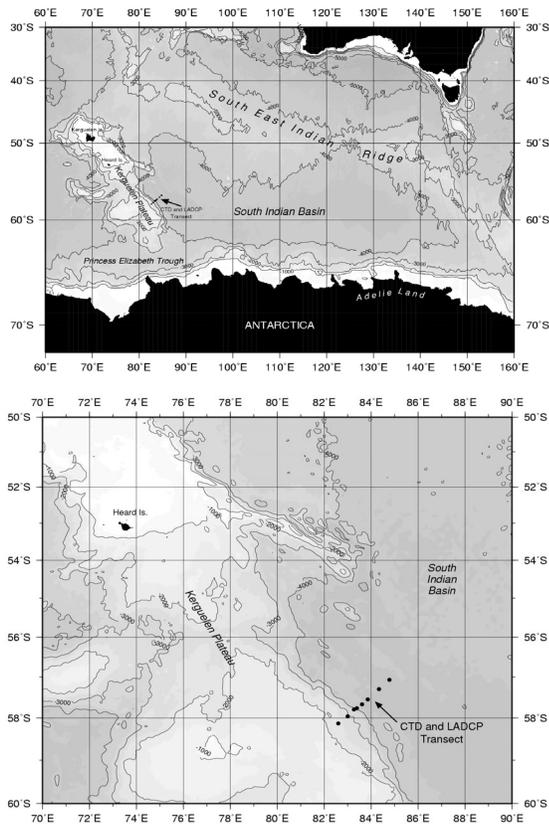


Fig. 1 海鷹丸第9次航海の観測地点。(A-Line)

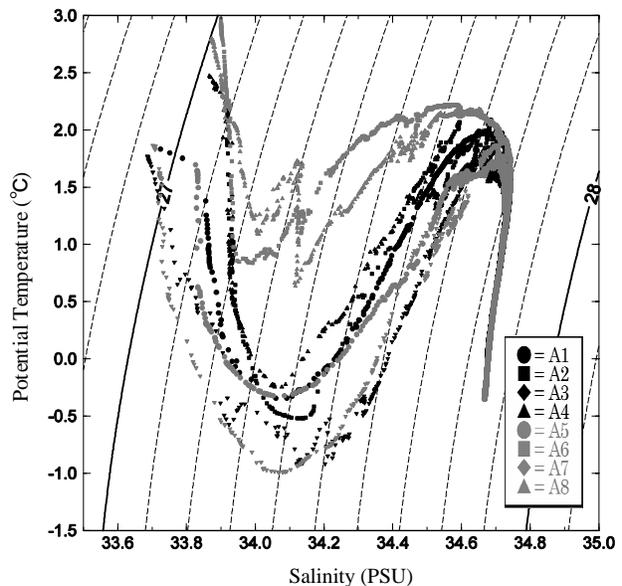


Fig. 2 A-Lineで観測されたT-Sダイアグラム。

### 3. 結果

**水温および塩分構造**：ケルゲレン海堆における、T-S ダイアグラムを、Fig. 2 に示す。s>34.73 PSU の水塊が全観測地点で観測され、この水塊は North Atlantic Deep Water (NADW) であると考えられる。また、この高塩分水の下層に着目すると、s=34.65~34.72 PSU、 $\theta$  (potential temperature)=-1.7~0°C の水塊が Stn. A2~Stn. A8 に分布しており Antarctic Bottom Water (AABW) の特性を示していた。また、AABW のうち  $\theta$  が 0.5°C~-0.1°C の水塊に着目すると、ケルゲレン海堆の陸棚斜面に存在する Stn. A1~Stn. A3 と St. A3~A8 では、水塊構造が異なり、沖側よりも岸側により高温・低塩分の水塊が存在していた。

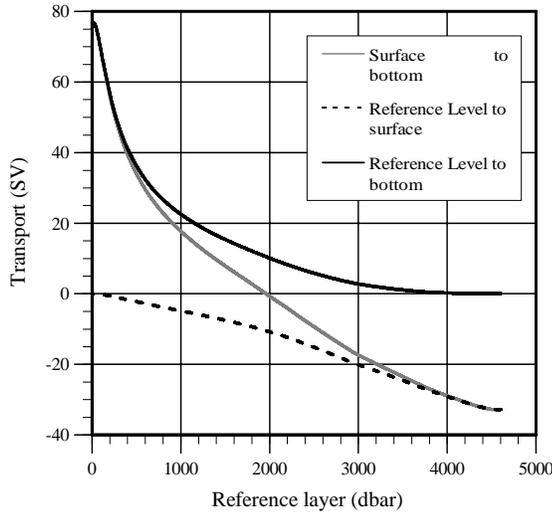


Fig. 3 基準面を変えたときの北西向き地衡流量。

**地衡流計算**：Fig. 3 に、基準面を変えたときの、断面の地衡流流量を示す。2000db を基準面としたときに、流量が 0 となり、表層にすると北西向き 78Sv、Bottom にすると -32Sv となった。地衡流量を見積もるとき、基準面は流れの非常に小さい水深であると考えられる。Tchernia and Jennins (1983) は、ケルゲレン海域におけるブイの観測データから西向きの流れの平均流を求め、陸棚斜面上の流れが最も小さくなるような水深は 2500m であることを示した。また、Speer and forbs (1994) は、この結果に基づいて、2500db を基準面にすることで地衡流計算を行っている。LADCP で観測された流速をみると、1500 db 以浅は 10cm/s 以上の強い流れがほとんどであるが、それ以深では流速が小さくなる傾向になることがわかる。基準面としている、2500 db 深の流速をみると、Stn. A3 で 14cm/s と高い値を示しているものの、他の地点では 10cm/s 以下であり、流速が小さくなっていることがわかった。そこで、本研究でも 2500 db を基準面として地衡流計算をおこなった。断面の流量は、表層から基準面までが 6Sv、基準面から Bottom までが -15Sv であり、総流量は -9Sv となっていた。地衡流の鉛直断面図を見ると (Fig. 4)、Stn. A1~A2 および Stn. A3~Stn. A5 の基準面より上層で、北西向きの流れになっているのに対し、Stn. A2~A3 では、南東向きの流れとなっていた。また、密度の水平勾配が大きくなっている Stn. A5~Stn. A8 では、基準面より上層で、南東向きの流れが見られ、特に Stn. A6~A7 の表層 (70db 以浅) では 30cm/s 以上の流れとなっていた。次に、断面に沿って積分した流量を求めたところ (Fig. 5)、Stn. A1~Stn. A5の間では表層から Bottom までの流量の積分値が 0 とな

っており、Stn. A5 で断面の輸送の向きが逆転した。Stn. A5 までの流量の変動は、渦が存在しているため、Speer and forbs (1994) の結果に比べて小さくなっていた。また、Stn. A5~Stn. A8 では、基準面より上層において南東向きの流量が沖合に進むにつれて増加し、断面の総流量は -9SV と見積もられた。

最後に、深層流に着目して基準面より下層の Stn. A5~Stn. A8 をみると、その流量は北西向き 6Sv となっており、特に Stn. A7~A8 の 3500db 以深では 10cm/s 以上の強い流れとなっていた。この強い流れの位置は、Speer and forbs (1994) の結果に比べや沖側に位置していた。Speer and forbs (1994) が見積もった基準面より下層の流量のうち Stn. A5~Stn. A8 と等しい距離での流量は、今回の観測された流量とほぼ等しい値となることがわかった。

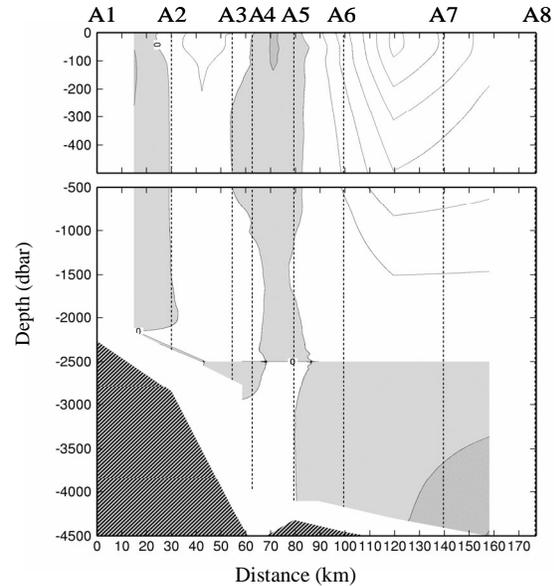


Fig. 4 2500dbar を基準面にしたときの地衡流の鉛直断面図。(等値線間隔は 5cm/s、網掛の部分は北西向きの流れを示す)

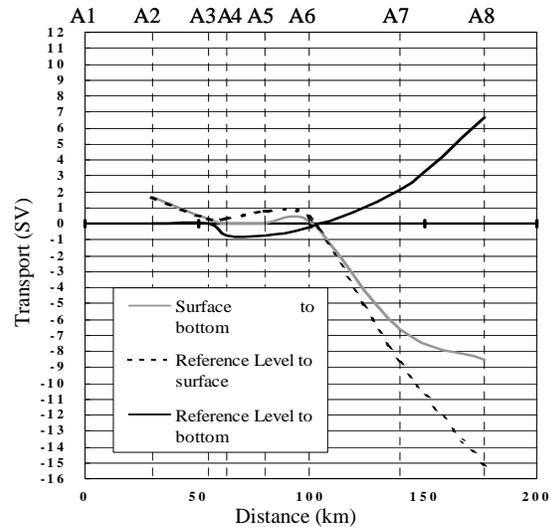


Fig. 5 2500dbar を基準面にしたときの断面に沿って積分した地衡流流量。正の値が北西向きを示す。