

氏名	石田明生
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第1569号
学位授与の日付	平成6年5月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科地球物理学専攻
学位論文題目	Effects of partial meridional barriers on the Antarctic Circumpolar Current

(南極周極流に対する部分的な子午線境界の効果)

論文調査委員 (主査) 教授 今里哲久 教授 廣田 勇 教授 奥西一夫

### 論文内容の要旨

南極周極流は、南大洋をほぼ東西に流れており、南極大陸を周回する海流である。南米大陸の南端は、南極半島からシェトランド諸島に至る島弧列の北端よりも南にあり、両者は子午線方向にオーバーラップしている。そのために、南極周極流は完全な意味での東西流とはならず、ドレーク海峡の東側で西岸境界流として北に向い、その後再び東向きの流れとなっている。申請者は、これらの水平地形を子午線方向にオーバーラップする境界としてモデル化し、境界がオーバーラップする緯度帯に形成される西岸境界流に働く粘性力が、南極周極流の流量や構造にどのように影響しているのかを順圧成分と傾圧成分について、各々順圧モデル、傾圧モデルを用いて考察している。

風応力によって駆動される順圧流の流量は、ドレーク海峡の東西における圧力の差と、流れに働く抵抗力の比によって与えられることを示した。粘性係数が十分に小さい状況では、圧力差は2つの子午線境界の先端の緯度における東西方向の風応力の東西積分によって与えられることを示した。このことから、南極周極流の流量は、中緯度亜熱帯循環の場合とは異なり、風応力の回転よりも、むしろ、東西方向の風応力そのものによって決定されることを主張している。一方、流れに働く抵抗は、子午線境界の先端の緯度におけるコリオリ係数の差で与えられ、子午線境界がオーバーラップする緯度帯に形成される西岸境界流に働く粘性力として説明できることを明らかにした。モデルで求められた南極周極流の流量の粘性係数に対する依存性は小さく、大きな粘性係数を用いなければ現実的な流量の値を再現できないというこれまでの問題に1つの解を与えたと主張している。さらに、流れの水平構造についても検討し、粘性の効果と、南極大陸を周回する成分、および風応力の回転による成分によって現実に近い流れのパターンが説明できることを示した。また、子午線方向に働く力があるために、流量の時間変動は、風応力に対して数日遅れることを見出した。

各子午線境界の東岸に沿って南大洋に深層水、底層水を流入させ、海洋内部で一様に湧昇するという状

況を与えることによって、浮力効果によって駆動される傾圧成分の構造を検討している。南大洋の南側からウェッデル海起源の底層水が供給される場合には、傾圧成分は西向きとなり、北から北大西洋起源の深層水が供給される場合には東向きとなる。南極周極流の流量は、南大洋に供給される深層水・底層水の流量と、2つの子午線境界がオーバーラップする緯度帯の位置に依存することを示した。現実の海洋では、北側からよりも南側からの供給量の方が1オーダー大きい影響を与えることを明らかにし、現実的なパラメータの範囲では、浮力効果により深層では東向き、底層では西向きの流れが駆動されることを示している。南極周極流は平均的には、表層から底層まで東向きの流れであることが知られているが、一部の海域の底層では西向きの流れも観測されており、本論文で示されたメカニズムが観測された西向き流に対して働いていることを主張している。各層における南極周極流の流量は、上層で卓越する風成循環と下層における熱塩循環によって与えられ、観測された流量と構造を説明することに成功している。

### 論文審査の結果の要旨

南極周極流は、東西方向に地球を一周する唯一つの海流であり、しかも、中緯度の西岸境界流とは異なり、その深さは3000 m位にまで及ぶ非常に順圧性の強い流れであることが知られている。また、北大西洋起源の北大西洋深層水やウェッデル海起源の南極底層水が作り出す深層大循環とも大きく関わっているとされている。しかしながら、南極周極流の流量がどのようにして決まっているのか、流れの鉛直構造がどのような力学機構に支配されているのか、といった未解決の問題点を多く含んでいる。申請者は、南極周極流の流量を決める要素として、水平地形、特にドレーク海峡を通過した後、南極半島からシェットランド諸島に至る島弧列によって、周極流が大きく北に曲げられる点に注目して、単純化した海盆を用いてこの水平地形の効果を解析的に検討している。表題にある「部分的な子午線境界」とは、南米大陸と南極半島の島弧列を指した呼称である。

申請者は、風が作り出す順圧流としての南極周極流の流量が、ドレーク海峡の東西での圧力差と流れに働く抵抗力の比によって決まることを見出している。圧力差は、中緯度の西岸境界流とは異なって、南極周極流の上を吹く風の応力の東西積分そのものによって決まっていることを明らかにしている。「部分的な子午線境界」があるために、周極流は南米大陸沖を流速の大きい幅の狭い西岸境界流として流れ、抵抗力はこの部分に働く粘性抵抗として与えられることを示すとともに、従来のモデルのように大きい粘性係数を与えなくても、現実的な流量を再現できることを示している。周極流の傾圧成分の流量も順圧成分と同様の機構によって決まっていることや、南大洋に流入する北大西洋深層水は、周極流海域に東向きの流れを作り出し、南極底層水は西向きの流れを作り出すことを明らかにしている。現実の海洋では、南極底層水がより大きな影響を与えていることを明らかにするとともに、順圧成分と傾圧成分とを加え合えると、底層では西向き、それより上層では東向きの流れとなるという南極周極流の構造に関する観測事実を説明することに成功している。

このように、本論文で得られた成果は、海洋大循環の中で大きな位置を占める南極周極流の力学構造の理解を一步前進させたものである。

よって、本論文は、博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、主論文に報告されている研究集績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。