



## 南極から「冷たさ」を運ぶ深海の強い流れの解明

### 研究成果のポイント

- ・ 世界中の気候に大きな影響を与える海洋大循環のうち、南極海のインド洋セクターに存在する赤道向きの深海の流れの連続観測を初めて実施し、南極海では最大級の量の冷たい海水が運ばれていることを解明した。
- ・ 海洋大循環の重要性のため、北大西洋においてはその大規模な観測が継続的に実施されてきた。ところが、海洋大循環におけるもう一方の重要な海である南極海については、これまでの情報は極めて貧弱な状況にあった。今回の大きな成果は、北大西洋と同様の観測を継続的に実施する必要性を強く示唆している。

### 研究成果の概要

世界の海洋を巡る海洋大循環は、世界中の気候に大きな影響を与えます。北海道大学低温科学研究所（香内晃所長）は、南極から世界中の海へ向かう経路にあたるインド洋セクターのケルゲレン海台沖の海底近くを、冷たい水が非常に大量に運ばれていることを明らかにし、この流れが海洋大循環のなかで重要な役割を果たしていることをつきとめました。

これは、北海道大学低温科学研究所の水・物質循環部門の深町康助教、青木茂准教授、若土正暁教授（現・北海道大学名誉教授）らによる成果です。

本研究は、低温科学研究所の水・物質循環部門（深町康助教）が中心となり、豪州連邦科学産業研究機構の Stephen Rintoul 博士、John Church 博士らとの共同研究として実施されました。

本研究成果は、英国の科学誌『*Nature Geoscience*』電子版（2010年4月25日付オンライン先行出版 AOP(Advance Online Publication)）に掲載されました。

### 論文発表の概要

論文名：Strong export of Antarctic Bottom Water east of the Kerguelen plateau

（南極海ケルゲレン海台東方沖における南極底層水の大規模な流出）

著者名：Yasushi Fukamachi, Stephen R. Rintoul, John A. Church, Shigeru Aoki, Serguei Sokolov, Mark A. Rosenberg & Masaaki Wakatsuchi

雑誌名：Nature Geoscience オンライン先行出版

公表日時：日本 2010 年 4 月 26 日午前 3 時（英国時間 2010 年 4 月 25 日午後 6 時）

## 研究成果の概要

### (背景)

地球表面の7割が海であり、そのうちの90%近くは3000 mよりも深い部分で占められています。現在の穏やかな地球環境は、膨大な熱容量をもつ海洋のゆっくりした循環（海洋大循環）によって支えられています。この海洋大循環を駆動する「エンジン」の役割を果たしているのが極域海洋で、大気による冷却を受け、海氷の形成によって変質した冷たい海水が深層に沈み込んで低緯度へと拡がって行きます（図1）。この深層への沈み込みにより、表層から酸素や二酸化炭素（炭素）などの物質も輸送されています。また、表層ではこの深層流を補償するように低緯度から高緯度へ暖かい海水が輸送されています。このような循環によって、世界中の海洋に熱や物質が行き渡り、穏やかな地球環境が形成・維持されています。膨大な量の冷たい深層水が生産されている場所は、世界中でもグリーンランド海（「北大西洋深層水」が生成）と南極大陸周辺（「南極底層水」が生成）の2ヶ所しかなく、特に南極海でできた南極底層水は海底近くを世界中の海へと運ばれる「冷たさ」のおおもととなっています（図1）。そのシステムを駆動する中心的役割を果たす極域海洋は、地球温暖化などの変動に鋭敏に応答し、強く影響を受ける場所でもあります。このような海洋大循環の気候システムにおける重要性と気候変動に対する脆弱性の認識が高まったことにより、北大西洋においては北大西洋深層水の流れを見積もるための大規模な連続観測が継続的に実施されるようになりました。

しかし、海洋大循環において北大西洋とともに重要な役割を果たす南極海においては、南極底層水がどの程度赤道向きに輸送されているかという量的な見積りは、流出経路の一つであるウェッデル海とその下流域において限定的に観測されたのみで、いままで十分には分かっていませんでした。

### (研究手法・研究成果)

深町康助教らは、国内外の研究機関と共同で、南極底層水の観測研究を進めてきました。今回の研究では、南極底層水の主要な流出経路であるケルゲレン海台沖において、豪州連邦科学産業研究機構との共同により、多数の流速計や水温・塩分計などの観測機器を深海に係留し、空間的に密な連続観測を、2003年2月からの2年間に渡って行いました（図1と2）。その結果、平均して毎秒20センチメートル以上の深海としては非常に強い流れが赤道に向かっていていることをつきとめました（図2）。この流速は、これまでに3500 m以深の深海で計測されたものとしては最大で、流れ全体でみると毎秒1200万立方メートル（東京ドームの10杯分）の南極底層水を運んでいることとなります。同時に、この流れによる赤道向きの輸送量は時間的にも大きく変動していることを初めて明らかにしました（図3）。もう一つの南極底層水の主要流出経路であるウェッデル海からの流出量については、今回のように空間的に密な連続観測は行われていないため大まかにしか把握されていませんが、今回求められた南極底層水の流量は、少なくともこれに匹敵するもので、南極海のみならず世界中の海洋大循環において重要な割合を占めていることが示されました。このような深層流のシステムを把握することは、今日そして未来の気候に大きく影響する海流の世界的なネットワークを理解するための重要なステップであると言えます。

### (今後への期待)

本研究では、ケルゲレン海台沖の流れが時間的に大きく変動するため、これまでに行われた研究船による一度きりの観測では、その平均像を捉えることは不可能であったことが明らかになりました（図3）。このことは、現在北大西洋で行われているような海洋大循環の連続観測を、ケルゲレン海台沖やウェッデル海からの南極底層水の流出域でも継続的に実施することの重要性を強く示唆しています。

また、今回の研究では観測点を海面の高低を測定する人工衛星の軌道上に配置しましたが、輸送量と海面の高低の変動は良く対応していることが示されたため、今後は現場観測と合わせて、人工衛星による輸送量の継続的なモニタリングを実施することも可能となりました。

図 1: 4000 m 以深の海底付近における水温の分布。紫と緑の矢印は、南極底層水と北大西洋深層水の極域海洋からの流出経路 (○に×のシンボルは南極底層水の生成域)。茶色の領域がケルゲレン海台で、オレンジ色の丸は今回観測を行った海域。冷たい海水が、南極海から世界中の海洋に拡がっているのが分かります。

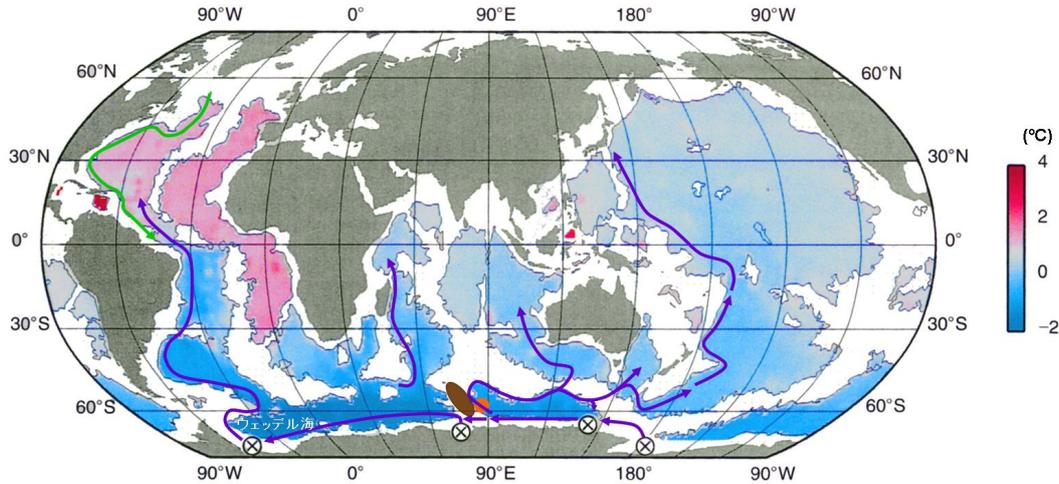


図 2: 2 年間の連続観測から求めた平均的な南北方向の流速 (等値線で表記、単位はセンチメートル毎秒で、正の値が赤道向き) と水温 (色で表記) の分布。ケルゲレン海台 (4000 m より浅い部分) の東方沖で、南極底層水 (青で示した水温 0 度以下の部分) が最大で 20 センチメートル毎秒を超える速さで、赤道向きに流れているのが分かります。丸、四角、三角のシンボルは、計測に使った流速計、水温・塩分計、水温計の設置場所をそれぞれ示しています。

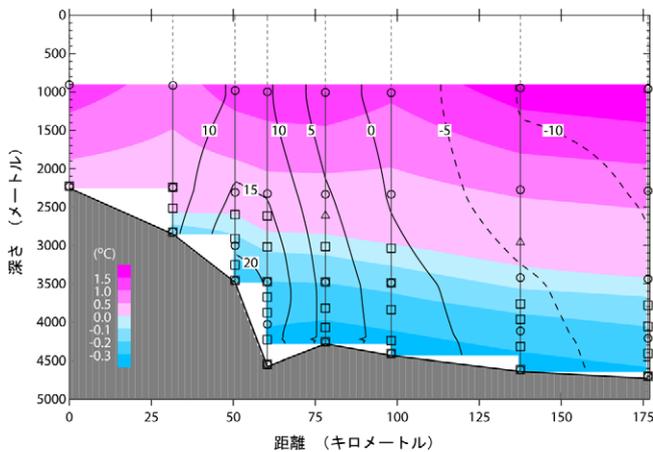
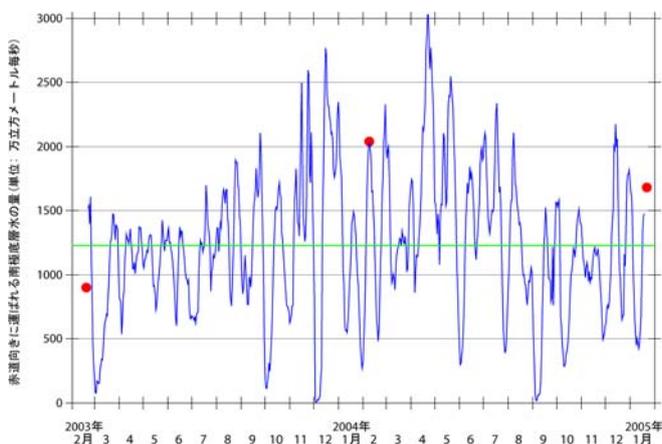


図 3: 赤道向きに運ばれる南極底層水の量の時系列 (青線)。緑線は 2 年間の平均値。赤丸は船舶観測で見積もられた流量。流量の変動が大きいため、連続観測を行わないと平均値が正確には求められないことが明らかです。



**お問い合わせ先**

北海道大学低温科学研究所 助教 深町 康（ふかまち やすし）

Tel: 011-706-7432, Fax: 011-706-7362, E-mail: yasuf@lowtem.hokudai.ac.jp