

プレスリリース

[このプレスリリースには「話題の研究 謎解き解説」があります。](#)



2018年 10月 12日

国立研究開発法人海洋研究開発機構

深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」による観測で 南極底層水が急速に減少していることが判明

1. 概要

国立研究開発法人海洋研究開発機構（理事長 平 朝彦、以下「JAMSTEC」という。）地球環境観測研究開発センターの小林大洋主任技術研究員は、深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」（[図1](#)、[※1](#)）の観測データや歴史的な船舶観測データを解析し、南極アデリー/ジョージ五世ランド沖（[図2](#)）の深層に分布する南極底層水（[※2](#)）の体積が2011年以降急速に減少していることを明らかにしました。

アデリー/ジョージ五世ランドの沿岸域では、メルツ氷河ポリニヤ（[※3](#)）等における大量の海氷生成に伴い沿岸高密度水が形成され、それが周囲の海水と混合しつつ深層に沈降することで南極底層水が形成されています。しかし、メルツ氷河ポリニヤの維持に決定的な役割を果たしていたメルツ氷河舌が2010年2月に崩壊して、同海域の海氷生成機構が一変したために、アデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水の性質等が、それまでのものとは異なってくるのではと考えられていました。しかし、メルツ氷河舌崩壊後の観測はほとんど行われていないため、その詳細はよく分かっていませんでした。

本研究では、最近のアデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水の変化について、JAMSTECの海洋地球研究船「みらい」等により投入された深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」の観測データを用いて解析しました。その結果、2011年以降、南極底層水の厚みが約57 m/年のペースで減少していることが明らかとなりました。これまでの南極底層水の厚みの減少のペースは、1990年代以降の平均で約12 m/年でしたので、最近はこの約4-5倍のペースで南極底層水は減少していることとなります。（[図3](#)）

また、近年、Deep NINJAを始めとする深海用プロファイリングフロートが世界中の海洋に投入され、深海観測が進められておりますが、その観測データを用いて海洋深層の水塊や循環の変化を明らかにした例としては、本研究が世界で初めてとなります。

アデリー/ジョージ五世ランド沖は南極底層水の主要な形成域の一つであり、この海域での南極底層水の減少は、周辺海域のみならず、地球規模の海洋大循環や気候システム、物質循環にも影響を及ぼすことが考えられます。そのため、その将来を予測する上でも監視と分析を続けていくことが重要です。

本研究成果は、Deep-Sea Research Part-Iの140号オンライン版に10月10日付に掲載されました。

タイトル：Rapid volume reduction in Antarctic Bottom Water off the Adélie/George V Land coast observed by deep floats

著者：Kobayashi, T.¹

1. JAMSTEC 地球環境観測研究開発センター

2. 背景

海洋循環の最深部を担う巨大な水塊であり、地球の気候システムに重要な役割を果たしている南極底層水は、高温化・低塩化・体積減少が進んでいることが明らかにされています。特に、南極アデリー/ジョージ五世ランド沖に分布する南極底層水ではその傾向が顕著であることが報告されています。この海域に分布する南極底層水の一部は、アデリー/ジョージ五世ランドの沿岸域で形成された沿岸高密度水を起源としており、それはメルツ氷河ポリニヤ等での活発な海氷生成に伴って形成されたものです。このメルツ氷河ポリニヤの形成や維持には、メルツ氷河舌が重要な役割を果たしていましたが、2010年2月にメルツ氷河舌が崩壊したため、同海域における海氷生成は不活発なものとなり、沿岸高密度水の形成量は大きく減少しました。そのため、アデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水には、大きな変化が生じると予想されていますが、メルツ氷河舌崩壊後の観測データがほとんど存在しないため、その詳細は明らかではありませんでした。

JAMSTECでは2012年12月に海洋地球研究船「みらい」により深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」を投入し、アデリー/ジョージ五世ランド沖の観測を行ってきました（[2013/1/22既報](#)）。Deep NINJAによって観測された、冬季の海氷下の深層観測データ（[2013/12/19既報](#)）を含む2012年12月から2014年8月までの1年8ヶ月の観測データに加え、過去の観測船による観測データを併せて解析することにより、アデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水の変化について解析を行いました。

3. 成果

Deep NINJAによる観測結果から、アデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水は約57 m/年のペースでその厚みを減少させていること、また最も密度の高い層から消失していることが明らかとなりました。これは、船舶観測データから得られる1990年代以降の平均の約12 m/年と比べて、約4-5倍という非常に速いペースで南極底層水が減少していることを示します。一方、南極底層水の等密度面上における塩分の変化を調べると、Deep NINJAの観測期間中の低塩化はほとんど認められませんでした。南極底層水の低塩化は1960年代後半以来続いているため、やはり大きく異なる結果です。ただし、Deep NINJAにより観測された南極底層水の塩分は、2011年1月の観測値よりも約0.005低くなっていました。さらに考察を進めた結果、南極底層水の塩分が急激に低下したのは2011年の冬季であり、ほぼ同じ頃にその厚みが急激に減少し始めたことが明らかとなりました。

南極底層水の厚みが減少するという事は、同じ深度でみたときには海水の密度が低下していくことを示します。これは海水が膨張したことを示し、それに伴い海面の水位は上昇します。その大きさを見積もると、海洋深層の水深およそ1,900 mから4,000 mにかけての密度低下により5.0 mm/年の海面上昇となりました。ただし、南極底層水の減少ペースの推定結果に含まれる誤差（約±25 m/年）を考慮すると、海面上昇は1.9から8.1 mm/年の範囲内にあると考えられます。一方、人工衛星の観測によるアデリー/ジョージ五世ランド沖での海面高度の上昇量は、2011-2014年の平均で5.8 mm/年です。また、アルゴ計画（※4）等による観測結果を統合したデータセットによれば、海面から水深およそ1,900 mにかけての海洋表層の密度変化により0.5

mm/年の、また海水の増加による成分として約2.0 mm/年の海面上昇が見込まれます。この3つの独立した観測から得られた結果は、約3.3 mm/年の海面上昇に相当する密度変化が水深およそ1,900 m以深の海洋深層で生じていることを示唆しています。この値は本研究で推定した範囲内にあり、よく一致しているといえます。(表1)

この南極底層水の厚みの急激な減少は、メルツ氷河舌の崩壊によりアデリー/ジョージ五世ランド沖での海氷生成が不活発化し、沿岸高密度水の生成量が減少、その結果、同海域における南極底層水の形成量が大きく減じたためと考えられます。アデリー/ジョージ五世ランド沖で海氷を効果的に生成するメカニズムが大きく変わってしまった結果、同海域での南極底層水の形成量が以前のレベルに回復するには長い時間が必要であると予想されます。そのため、南極底層水の減少は速いペースのまま、長い期間にわたって続くものと考えられます。一方で南極底層水の低塩化に対しては、メルツ氷河舌の崩壊は、長期的にはそれを妨げる方向に働くのではないかと考えられます。

4. 今後の展望

本研究では、アデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水の体積が、2010年のメルツ氷河舌の崩壊以降、急速に減少していることを明らかにしました。しかしながら、Deep NINJAが観測を行った期間は1年8ヶ月と短く、その変化の詳細を明らかにするには至りませんでした。そこで、JAMSTECでは2018年1月にオーストラリアの観測船Aurora Australiaによる南極観測航海で3台のDeep NINJAをアデリー/ジョージ五世ランド沖に再び投入し、観測を再開しました。この航海では、アメリカ・フランスもそれぞれ数台の深海用プロファイリングフロートを同海域に投入しており、4カ国が連携して国際観測を進めています。

また、この海域で生じた深層水の変化が、約40-50年後に太平洋深層の温度上昇として現れるのではないかと考えられており(2010/06/25既報)、本研究により明らかになった南極底層水の急速な減少が太平洋の深層にどのような変化を引き起こしていくのか、より広範で長期的な監視が必要となります。

[用語解説]

※1 深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」： JAMSTECが株式会社鶴見精機と共同で開発を進め、世界で初めて実用化させた深海用プロファイリングフロート(図1)。全長はアンテナを含み210cm、重量は50kg。最大で水深約4,000mまでの水温・塩分を観測することができる。

※2 南極底層水： 南極大陸沿岸域で形成され海洋大循環の最深部を担っている、水温およそ0°C以下の低温な水塊。ウェッデル海、ロス海、アデリー/ジョージ五世ランド沖の3カ所が主な形成域とされ、海底付近を北方に向けて広がる。その上端は中立密度28.30の密度層と定義されることが多い。

※3 メルツ氷河ポリニヤ： メルツ氷河舌の西方に形成される、周囲を氷で囲まれた海水域(ポリニヤ)。メルツ氷河舌が上流から流れてくる海氷を堰き止めることで形成される。ポリニヤでは、海洋表面が冷却され海氷が形成されても、それが成長する前に季節風や海流によって速やかに除去されるため、冬でも凍らないまま維持される。そのため、ポリニヤでは海洋表面から熱が

奪われ続け、大量の海氷を生成することができる。またメルツ氷河ポリニヤを維持していたメルツ氷河舌は、およそ70年の周期で成長・崩壊を繰り返していたことが分かっている。

※4 アルゴ計画：アルゴ計画：世界気象機関（WMO）、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）等の国際機関および30の国・地域・関係諸機関の協力の下、全世界の海洋の状況をリアルタイムで監視・把握するシステムの構築を目指し2000年にスタートした国際科学プロジェクト。現在、3,500台を超えるプロファイリングフロートが世界中の海洋で常時稼働して海面から水深2,000mまでの水温・塩分の観測を行っている。これにより深層を除く海洋の全体構造について、約300km平均間隔（緯度・経度にして約3度毎）で実況を捉えることが可能となる。



図1. 深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」および海洋地球研究船「みらい」による投入の様子。

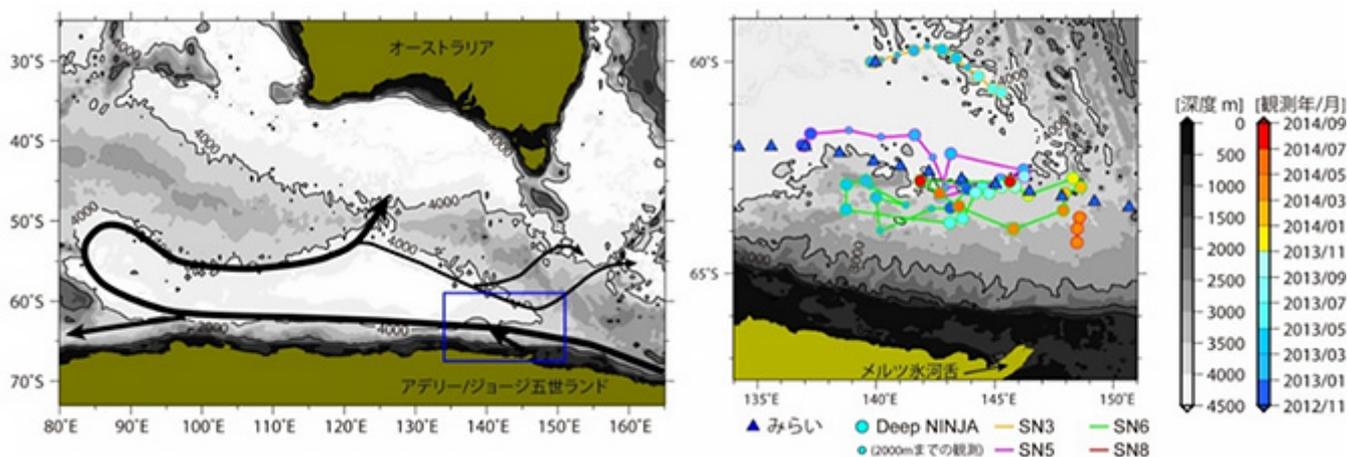


図2. 本研究の調査海域と深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」および海洋地球研究船「みらい」による観測地点。色は観測時期を示す。左図の矢印は調査海域周辺の南極底層水の流れの概略を示している。

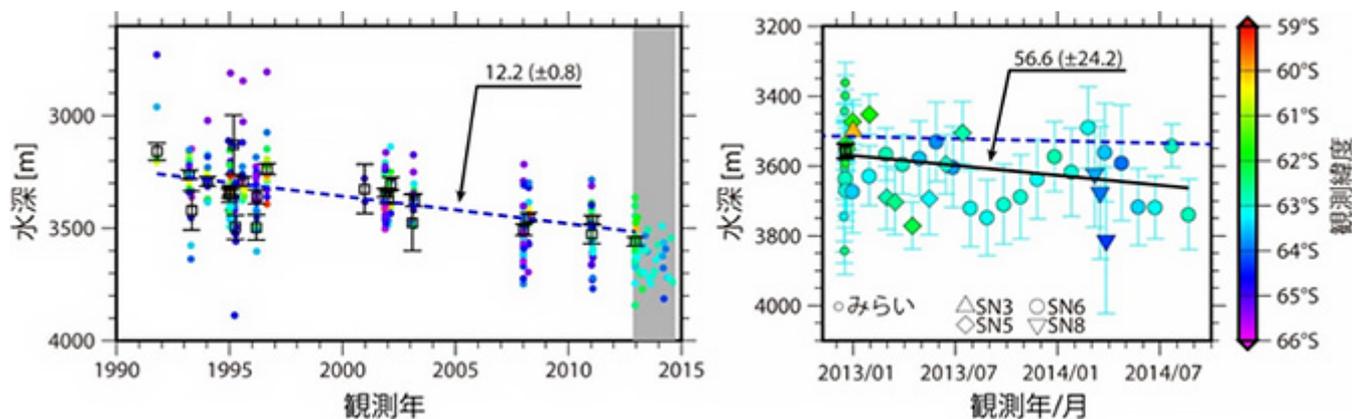


図3. 140°E 62°Sにおける南極底層水の上端の密度面（中立密度28.30）の深度変化。観測点と基準地点の差異を補正し、観測航海毎に平均（□）と標準誤差（エラーバー）で示している。南極底層水上端の密度面は深くなる、つまり南極底層水の厚みが減少する傾向にある。そのペースは1990年代以降の平均で12.2 m/年（青破線）であったが、Deep NINJAによる観測では56.6 m/年（黒実線）となっている。

表1. アデリー/ジョージ五世ランド沖における2010年から2015年の海面水位の変化と内訳。括弧内の数値は推定誤差を示す。

① 観測された海面高度変化（海面高度計搭載衛星による）	5.8 (±1.8) mm/年
② 海洋表層(水深0-約1,900m)の膨張（アルゴ計画等による）	0.5 (±1.5) mm/年
③ 海水の増加（重力観測衛星による：全球平均値）	約2.0 mm/年
④ 海洋深層（水深約1,900m以深）の膨張（①-②-③）	3.3 (±2.7) mm/年
海洋深層（水深約1,900-4,000m）の膨張（本研究に基づく推定値）	5.0 (1.9-8.1) mm/年

参考

深海用プロファイリングフロート「Deep NINJA」の開発と南極アデリー/ジョージ五世ランド沖観測の経緯

2009年4月 深海用プロファイリングフロートの技術的検討を開始

2010年9月 株式会社鶴見精機との共同研究契約を締結

2011年3月 深海用プロファイリングフロート試作1号機の完成

2012年9月 太平洋において水深4,000mまでの連続観測に成功

2012年12月 南極海（アデリー/ジョージ五世ランド沖を含む）での南極底層水の長期観測を開始（2013年1月プレス発表）

2013年4月 株式会社鶴見精機より販売を開始（世界初の実用化）。商品名「Deep NINJA（ディープニンジャ）」

2013年11月末 「Deep NINJA」が冬季海水下の連続観測（「越冬」）に成功。海水下の海洋深層の観測データを入手（2013年12月プレス発表）

2018年10月 「Deep NINJA」の観測データを解析することで南極アデリー/ジョージ五世ランド沖の南極底層水が急速に減少していることが明らかに（本発表）

国立研究開発法人海洋研究開発機構

（本研究について）

地球環境観測研究開発センター海洋循環研究グループ 主任技術研究員

小林 大洋

（報道担当）

広報部 報道課長 野口 剛