

ビンセネス湾沖での係留観測により捉えられた南極底層水の特

○北出裕二郎¹・嶋田啓資¹・田村岳史²・深町 康³・青木 茂³・牛尾収輝²・大島慶一郎³

(1 : 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科、2 : 国立極地研究所、3 : 北海道大学低温科学研究所)

Properties of Antarctic Bottom Water observed by mooring system off Vincennes Bay

○Yujiro Kitade¹, Keishi Shimada¹, Takeshi Tamura², Yasushi Fukamachi³, Shigeru Aoki³, Shuki Ushio², Kei Ohsima³

(1 : TUMSAT, 2 : NIPR, 3 : ILTS)

Antarctic Bottom Water (AABW) originates as dense shelf water (DSW), which forms on the continental shelf by regionally varying combinations of brine-rejection from sea-ice growth and ocean-ice shelf interactions. Recently, Ohshima et al. (2012) proposed that the polynya region off Cape Darnley is the 4th production area of AABW, and dense shelf water, which results in AABW eventually, is produced directly from the polynya. There are many polynya regions around Antarctica. In order to clarify the total amount of AABW in Antarctic Ocean, it is necessary to investigate production volume and water properties of AABW at each polynya region. In the present study, we carried out mooring observation and hydrographic observation off Vincennes Bay, where the 9th largest polynya is formed in winter (Tamura et al., 2008). Mooring observations using MicroCAT-CTD (SBE37) and RCM-8/11 were carried out at two stations off the Vincennes Polynya, East Antarctica from January 2011 to January 2012. Temperature and salinity observed by the mooring show seasonal variation. Disturbed oscillation of salinity, implying a shock due to down slope current of low-salinity and dense water, was found at the middle of May. From satellite data, sea-ice production began at March, that is, about two months earlier than the first signal of AABW at 3000m depth. As the sea-ice production stopped in November, the signal of AABW became weak. The seasonal variation with 0.1°C in temperature and 0.01 in salinity obtained at 3000m depth off Vincennes Polynya was slightly smaller than that at 2600m depth off Cape Darnley Polynya. However, the result supports the idea that AABW is produced exclusively from sea-ice production in large polynya region without the assistance of an ice shelf and/or large storage volume on the continental shelf.

はじめに

南極底層水は、冬季の海面冷却と海氷生産による低温高塩分水が南極周極深層水と混合して形成され、陸棚斜面に沿って沈み込んでいるもので、深層大循環の重要な駆動源の一つとなっている。南極底層水の主な生成域は、ウエッデル海、ロス海、アデリーランド沖であることが知られていたが、近年ケープダンレーポリニヤを起源とする底層水の生成が確認された (Ohshima et al., 2012)。海氷生産が活発なポリニヤ域は、高密度陸棚水や底層水の生成域と考えられ、ケープダンレー以外にも、南極大陸周辺には数多くのポリニヤが存在していることから、南極底層水の生成量を正確に把握するには、各ポリニヤ域での底層水の生成や水塊特性を調べていく必要がある。本研究では、中規模のポリニヤ (海氷生産量が南極大陸の周りで9番目 :

Tamura et al., 2008より) が形成されるビンセネス湾沖に一年間係留系を設置し、この海域での南極底層水の水塊特性とビンセネスポリニヤ起源の底層水形成の可能性を調べた。

観測

観測は2011年1月と2012年1月の2度にわたり東京海洋大学海鷹丸により実施された。係留観測は、2011年1月2日から翌年1月7日に、MicroCAT-CTD (SBE37) と流速計 (ADP, RCM8, 11) からなる系を用い、ビンセネス湾沖海脚を挟んだ2地点 (Fig. 1; Sta. A: 64°31'S, 107°30'E, 水深約3000m; Sta. B: 64°17'S, 105°02'E, 水深約2900m) で実施した。CTD観測点は、係留点および東経110度, 115度の2測線で実施した。

観測結果

CTD観測の結果、南大洋の典型的な水塊分布の特徴が確認できた。特に、55°S以南では2000dbar以上にポテンシャル水温0°C以下の南極底層水 (AABW)、大陸斜面下部には高いDOの水塊が分布していたことから、この海域にも比較的新しい底層水が存在することが分かった。

係留観測結果 (Fig. 2) には、季節的な変化が捉えられていた。5月中旬から6月上旬に塩分の激しい変動が見られ、6月中旬以降5ヶ月にわたり低温低塩化し、11月後半から徐々に水温塩分とも上昇していた。海鷹丸によるCTD観測時には、新しい底層水のシグ

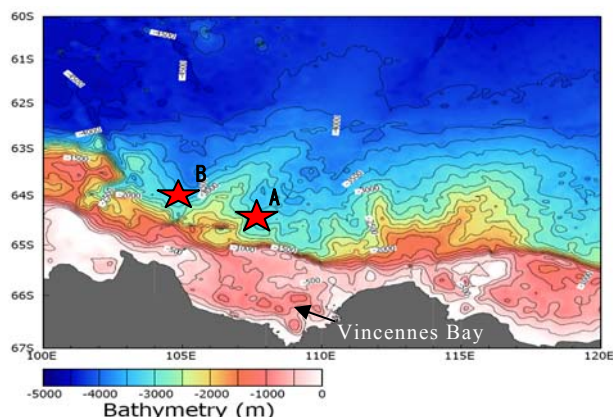


Fig. 1. Locations of two mooring stations off Vincennes Bay.

ナルが弱くなっていたことが分かる。本係留で観測された塩分変化は 0.01 程度、水温低下は 0.1°C 程度であった。この値は、巨大ポリニヤ（ケープダンレーポリニヤ）域で観測された 0.04 程度の塩分低下や 0.5~0.8°C の水温低下と比べると小さい。しかし、十分な量の高密度陸棚水を保持できるようなディプレッションが見当たらないビンセネス湾沖において、新しく生成された底層水のシグナルが 3000m 深で確認されたことは非常に重要な結果と言える。

係留期間におけるビンセネス湾ポリニヤ域での海氷生産量を衛星データから見積もり、その時間変化を調べた (Fig. 3)。海氷生産は 3 月頃から始まっていたが、3000m で最初の底層水シグナルが見られた 5 月中旬とは、2 ヶ月程のずれがある事が分かった。一方、海氷生産が止まったのは 11 月中旬で、底層水のシグナルが弱まり始めた時期と一致した。これらの関係は、初期海面冷却で直接 3000m 深まで沈み込める水塊が形成されるのではなく、ある程度の冷却期間を経て十分重くなった水塊が沈み込んだと考えると理解できる。

そこで、両変動における 2 カ月間のタイムラグについて、海氷生産に伴う塩分フラックスにより、どの程度説明できるのかを調べた。ビンセネス湾の上層として、100km×150km×100m のボックスを考え、このボックス内の平均塩分の変化を推算した (Fig. 4)。初期塩分値は、ビンセネス湾沖で得た CTD 観測記録より、海面から 100m 深までの平均塩分 34.0 を用いた。ビンセネス湾上層を想定したボックス内の水塊が結氷温度において、中立密度 $\gamma_n=28.3$ (kg/m³) を超えるには、塩分~34.5 以上になればよい。ボックス内平均塩分はほぼ一定の割合で増加しており、5 月 18 日頃に塩分 34.55 に達する。厳密には、係留深度までの沈みこみ時間も考慮する必要があるものの、2 ヶ月間のタイムラグを説明するには良く合っているとと言えるだろう。

また、Sta. B の底層水のシグナルは、Sta. A よりも約 1 カ月遅れて認められていた。Sta. A と B の位置は、3000m の等深線に沿って見るとおよそ 250km 離れていること、Sta. B で得られた平均流速は等深線に沿った南西向き 0.1m/s であったことを考慮すると、Sta. A を通過して 1 ヶ月後に Sta. B に達したと考えるとリーズナブルである。今後、流速記録や水塊特性のより詳細な解析を通じて、当該海域における南極底層水の生成過程を調べていく予定である。

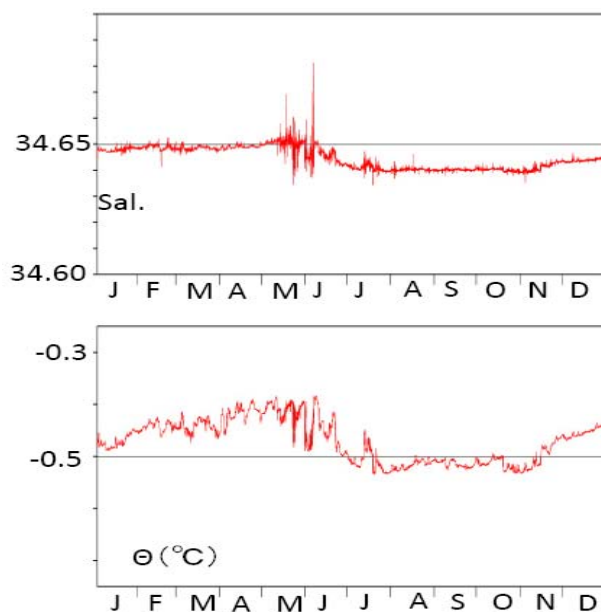


Fig. 2. Time variations of salinity (upper panel) and potential temperature (lower panel) obtained at 20 m above the bottom at Station A.

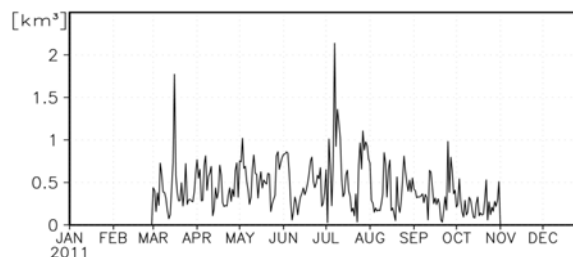


Fig. 3. Time variation of sea ice production in Vincennes Bay Polynya.

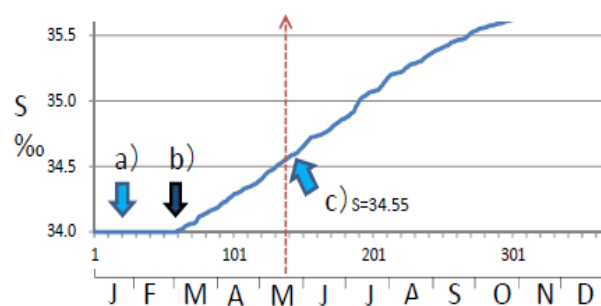


Fig. 4. Time variation of mean salinity estimated by a box model. a) Salinity of initial state was assumed to be 34.0 from CTD data obtained off the bay in summer. b) Beginning of sea ice production. c) Value of mean salinity exceeded 34.55.