

海氷生産量のグローバルマッピングとモニタリング構築 Global mapping and monitoring of sea ice production

大島 慶一郎 (OHSHIMA KAY I.)
北海道大学・低温科学研究所・教授



研究の概要

海洋中深層循環及びその変動を決めうる海氷生産量を、衛星データ等から見積もるアルゴリズムを開発し、そのグローバルマッピングを初めて行った。高海氷生産域である沿岸ポリニヤでの長期係留観測に成功し、得られた海氷・海洋データはアルゴリズムの高精度化に利用される。海氷生産量マッピングから南極第2の高海氷生産域であることが示されたケーブダンレー沖が未知の南極底層水生成域であることもつきとめた。オホーツク海では海氷生産量が有意に減少し、北太平洋まで及ぶ中層循環を弱体化させている可能性を指摘した。

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：海氷生成・沿岸ポリニヤ・マイクロ波放射計・南極底層水・熱塩循環

1. 研究開始当初の背景

海洋の大規模な中深層循環は極域・海氷域から重い水が沈み込み、それが徐々に湧き上がってくるといふ密度（熱塩）循環である。海氷生成の際にはき出される高塩分水が重い水の生成源になっている。最近、南極底層水や北太平洋の中層水の変質が観測され、中深層循環が弱体化している可能性も指摘されている。海氷生産量の変動がこれらに関わっている可能性があるが、海氷生産量を捉える現場観測が極めて困難であることから、その変動はもとより平均的な量・分布さえも今までよくわかっていなかった。

2. 研究の目的

海洋中深層循環及びその変動を決めうる重要な因子である海氷生産量を、現場観測に基づいて衛星データ等から見積もるアルゴリズムを開発し、そのグローバルマッピングを行うことを目的とする。さらに海氷生産量と中深層水形成の関係とその変動を含めて理解することもめざす。

3. 研究の方法

- 1) 高海氷生産域である沿岸ポリニヤにおいて、氷厚計等による係留系観測を行ない、過去には得ることがなかった高精度の海氷・海洋データを取得する
- 2) 上記のデータも比較検証データに用いて、衛星マイクロ波放射計データによる薄氷厚

及び海氷生産量アルゴリズムを開発し、海氷生産量・海氷域熱塩フラックスの全球データセットを作成する。

- 3) 係留アレイ観測も含めた海洋観測から、高密度水・南極底層水の形成過程及び海氷生産との関係を明らかにする。

4. これまでの成果

(1) 海氷生産量のグローバルマッピング

衛星マイクロ波放射計データと熱収支計算等から、南極海、北極海、オホーツク海において薄氷厚アルゴリズムを開発し、海氷生産量の見積もりを初めて全球で行った。さらに、今までよくわかっていなかった、海氷域での熱塩フラックスの見積もりを行い、データセット化した。これらはオンラインデータベース化して公表され、国外も含む多くの研究者によって、モデルの比較・検証データなどとして利用されつつある。

(2) 沿岸ポリニヤでの高精度海氷・海洋観測

南極海では第51・52次日本南極地域観測隊に参加して、北極海ではアラスカ大学との共同観測により、高海氷生産域である沿岸ポリニヤにおいて長期係留観測を行なった。取得したデータは、沿岸ポリニヤでは今まで得ることがなかった高精度の海氷厚データと海氷・海洋同時取得データであり、上記の薄氷厚及び海氷生産量アルゴリズムの高精度化（バージョンアップ）のための比較・検証データとして使用される。

(3) 未知の南極底層水生成域の発見

海氷生産量マッピングから南極第2の高海氷生産域であることが示されたケーブダンレー沖において、係留系観測及び海洋観測を行い、この海域が未知の南極底層水生成域であることをつきとめた(図1)。また、底層水が周期的に流出する過程を捉えることに成功した。さらに、南極底層水生成を最新の非静水圧海洋モデルにより再現し、底層水の流動経路・流量を推定し、底層水の周期的流出のメカニズムを明らかにした。

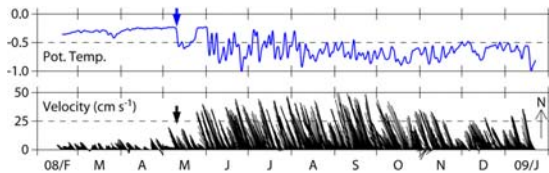


図 1: ダンレー岬沖での(上)水温と(下)流速の1年間の時系列。底層水のシグナルと同時に下降流が強化(矢印)

(4) 南極底層水の北上経路と流量の解明

南極底層水の潜り込みと北上は、北大西洋深層水とともに、海洋子午面循環を駆動している。2年間にわたる係留系アレ観測の解析から、ケルゲレン海台東斜面がその主要な北上経路であり、北大西洋深層水の南下流量に匹敵する流量(約12Sv)を持つことを明らかにした。海洋子午面循環の中で最もわかっていなかったピースを埋めた解析結果といえる。

(5) オホーツク海の海氷生産量の変動とそのインパクト

オホーツク海の沿岸ポリニヤでは、衛星と大気データの解析からは過去35年で海氷生産量が10-15%減少していることが、過去に蓄積された海洋データからは過去30-40年で海氷量が25-40%減少していることが示唆された。海氷生産量の減少は、オホーツク海の低塩化と高密度水の減少を生み、北太平洋まで及ぶ中層循環を弱体化させる。さらに、鉄分を含む物質循環を弱体化させ、生態系にまで影響を及ぼす可能性がある。

5. 今後の計画

- (1) 沿岸ポリニヤで取得した係留系データを比較・検証データとして、薄氷厚及び海氷生産量アルゴリズムを高精度化(バージョンアップ)する。また、大気データをパラメータに用いるなどしてグローバルに適用できる汎用アルゴリズムの開発をめざす。
- (2) 係留系により得られた海氷・海洋データからは、沿岸ポリニヤでの高海氷生産の過程を明らかにする研究も行う。
- (3) 現在は南極海のみ海氷生産量・熱塩フラックスデータをサイトに公表しているが、本課題が終了するまでに、北極海・オホーツク海を含む全球のデータセットを作成・公表する。

(4) 平成23・24年度にも、南極観測隊に参加し、アラスカ大学との共同研究を継続し、さらに強力なデータセット取得に努める。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

- ① Tamura, T., K. I. Ohshima, S. Nihashi, and H. Hasumi: Estimation of surface heat/salt fluxes associated with sea ice growth/melt in the Southern Ocean, SOLA, 7, 7-20 (2011).
- ② Fukamachi, Y., K. I. Ohshima, 他3名: Sea-ice drift characteristics revealed by measurement of acoustic Doppler current profiler and ice-profiling sonar off Hokkaido in the Sea of Okhotsk, Ann. Glaciol., 57, 1-8 (2011).
- ③ Nakanowatari, T., K. I. Ohshima, and S. Nagai: What determines the maximum sea ice extent in the Sea of Okhotsk?: Importance of ocean thermal condition from the Pacific, J. Geophys. Res., 115, C12031, doi:10.1029/2009JC006070 (2010).
- ④ Fukamachi, Y., S. R. Rintoul, J. A. Church, S. Aoki, 他3名: Strong export of Antarctic Bottom Water east of the Kerguelen plateau, Nature Geoscience, 3, 327-331 (2010).
- ⑤ 大島慶一郎・羽角博康 編集: 南大洋の深層水形成と海氷過程, 月刊海洋, 号外54, 総ページ数150頁, (2010).
- ⑥ Nihashi, S., K. I. Ohshima, T. Tamura, Y. Fukamachi, and S. Saitoh: Thickness and production of sea ice in the Okhotsk Sea coastal polynyas from AMSR-E, J. Geophys. Res., 114, C10025, doi:10.1029/2008JC005222 (2009).
- ⑦ Fukamachi, Y., K. Shirasawa, A. M. Polomoshnov, K. I. Ohshima, 他5名: Direct observations of sea-ice thickness and brine rejection off Sakhalin in the Sea of Okhotsk, Cont. Shelf Res., 29, 1541-1548 (2009).
- ⑧ Tamura, T., K. I. Ohshima, and S. Nihashi: Mapping of sea ice production for Antarctic coastal polynyas, Geophys. Res. Lett., 35, L07606, doi:10.1029/2007GL032903 (2008).

(1) ホームページ

<http://wwwod.lowtem.hokudai.ac.jp/~ohshima/kaken.html>

(2) 研究成果データベース

<http://wwwod.lowtem.hokudai.ac.jp/polar-seaflux/>

(3) 受賞

日本気象学会 2008年度堀内賞受賞
(大島慶一郎: 海氷の気候システムに果たす役割に関する研究)