

南極ロス海沿岸ポリニヤの変動機構と海水生産収支

中田 和輝(北大環境科学院)、大島 慶一郎(北大低温研)、二橋 創平(苫小牧高専)、木村 詞明(東大院新領域)

Variability mechanism and ice production budget of the Ross Sea coastal polynya in the Antarctica

Kazuki Nakata(Hokkaido Univ.), Kay I. Ohshima (Hokkaido Univ.)

Sohey Nihashi (Tomakomai National College of Technology), Noriaki Kimura (Tokyo Univ.)

Antarctic coastal polynyas, where dense water is formed due to high sea ice production, play an important role in the formation of Antarctic Bottom Water(AABW). Ross Sea coastal polynya has the highest ice production in the Antarctica. We investigate the variability mechanism and ice production budget of the Ross Sea coastal polynya using the ice thickness and drift data from AMSR-E. As a first step, we examine to what degree the simplified polynya model can explain the polynya variability. The timeseries (Fig.1) show that the model represents the polynya variability very well.

南極沿岸ポリニヤでは多量の海水が生産され、それに伴って形成される高密度水は南極底層水の形成に重要な役割を担っていると考えられている。本研究の対象であるロス海沿岸ポリニヤは南極沿岸ポリニヤの中で一番大きく、最も多くの先行研究がある沿岸ポリニヤの一つであるが、今だ、その変動要因や海水生産過程については定量的な議論がなされていない。本研究では、マイクロ波放射計の AMSR-E から、薄氷厚と海水漂流速度を精度よく導出するアルゴリズムを用いることで、熱力学と力学の両面からロス海ポリニヤの変動機構と海水生産収支を明らかにすることを目的とする。

ポリニヤの変動は、主に沖向きの海水移動とポリニヤ内の海水生産のバランスによって決まり、簡略なポリニヤモデルでは①式のバランスとなる。

$$dp/dt = \text{div} - F/h \quad \text{---①}$$

ここで、 p はポリニヤ面積、 div は海水発散、 F は海水生産量、 h は collection depth(フラジリアイスがポリニヤ縁で集積した時の厚さ)を示す。しかしながら、このような簡略なバランスでポリニヤ変動をどれくらい説明できるのか、また h はどれくらいにするべきか、など定量的な議論はなされていない。本研究では、まず AMSR-E データを用いて、簡略化したポリニヤの概念モデルでどの程度ロス海沿岸ポリニヤの変動を再現できるのかを調べた。

ポリニヤ面積の算出には、二橋・大島(2011)によって開発された薄氷厚アルゴリズムによる一日ごとの氷厚データ(約 6km 格子)を用いた。海水生産量は、この氷厚データと ERA-interim の気温、露点温度、風速データから熱収支計算によって算出した。さらに、AMSR-E から面相関法により海水漂流速度データ(約 37.5km 格子)を算出し、これを空間微分することで海水発散(正味の海水流出量)を算出した。

図 1 は、2006 年における dp/dt と $\text{div}-F/h$ の 3 日移動平均の時系列をあらわしている。図 1 から、二つの時系列は非常によく一致していることがわかる。両者は、2003 年~2010 年で 0.72 と高い正の相関を示しており、このことから、簡略なポリニヤモデル(①式)は、ポリニヤの変動をよく説明できることがわかった。さらに、算出方法が全く異なる熱力学データ(海水生産量)と力学データ(海水発散)から矛盾のない結果を示せたことは、両者のデータの信頼性を示すものでもある。

①式のバランスは、ポリニヤが大きくなるのは海水発散によることをいっているが、次に海水発散が何によるのかについても考察した。ポリニヤ面積が増加する時に、海水漂流速度を風による成分とそれ以外(海流と想定)による成分に分け、それぞれの寄与の空間的特徴を導出した。その結果については本発表で詳しく説明する。

今回のこの解析では、モデル研究にも重要な h (collection depth)を求めることも可能である。重回帰分析によって得られた最適な h は約 17cm であり、既存の知見と矛盾しない結果になった。

以上の解析は、ポリニヤを判断する氷厚の値(閾値)に依存する。図 1 は閾値を 15cm とした結果であり、この場合が最も相関が高くなる。この値が h と近い値を取ることは、①の有効性を示すとともに、アルゴリズムでポリニヤを検知するには閾値氷厚を 15cm とするのが妥当であることを示唆している。

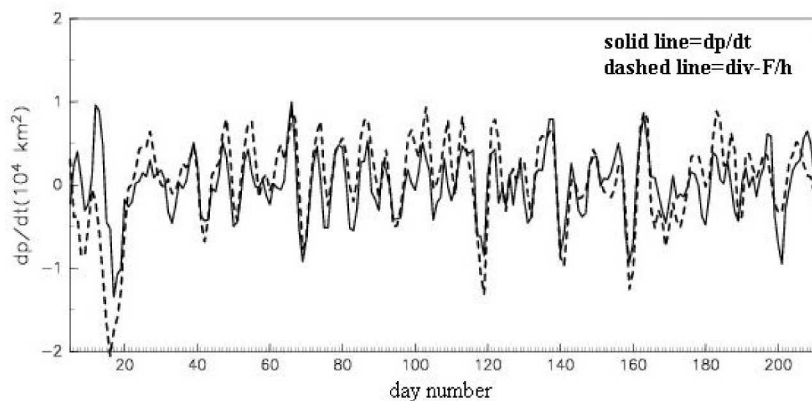


図 1. 2006 年 4 月~10 月のポリニヤ変動の時系列