

南極海の沿岸ポリニヤと定着氷のマッピング

二橋 創平¹、大島 慶一郎²

¹ 苫小牧工業高等専門学校 機械工学科

² 北海道大学 低温科学研究所

Mapping of Antarctic coastal polynyas and landfast sea ice

Sohey Nihashi¹ and Kay I. Ohshima²

¹ Department of Mechanical Engineering, Tomakomai National College of Technology

² Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

The active freezing in Antarctic coastal polynyas leads to dense water formation through large amount of brine rejection. The dense water is a major source of Antarctic Bottom Water (AABW) which is the densest water in the global overturning and is a key player in the climate change as a significant sink for heat and carbon dioxide. The Antarctic coastal polynyas are also the areas of high primary productivity. In some coastal polynyas, it was suggested that landfast sea ice (fast ice), which is a prominent feature of the Antarctic coastal zone, plays an important role in the polynya and AABW formation because it causes divergent ice motion by blocking ice advection. This study presents the first combined mapping of the coastal polynyas (ice production) and fast ice along the entire Antarctic coast using AMSR-E data. The spatial resolution of AMSR-E (about 6.25 km) is two times finer than that of SSM/I which was used in the previous study. This advantage of AMSR-E is critical for the detection of the coastal polynyas and fast ice because their spatial scales are typically less than tens of km. The mapping reveals strong linkage between the coastal polynyas and fast ice: most of the polynyas are formed on the western side of fast ice. The results from the analyses based on the mapping and meteorological dataset are summarized as follows: A wind diverging from the boundary defined by fast ice and land is the primary cause for the polynya formation. A blocking effect of fast ice on sea ice advected by the coastal current is another key factor. A drastic change in fast ice extent causes a dramatic change in the polynya area and ice production, suggesting that the fast ice change can be an important factor of the climate change. The findings of this study suggest that fast ice should be treated in future models for better climate projections. The mapping of this study gives the boundary/validation data of fast ice and ice production for such models.

1. はじめに 沿岸ポリニヤは、風や海流によって発散場になることによって形成される薄氷域である。沿岸ポリニヤでは、海洋から大気への膨大な熱フラックスが生じ、海水が盛んに生産される。この結氷の際の多量のブラインの排出により、南極底層水の主なソースである高密度水が形成され、その沈み込みは熱塩循環を駆動する。定着氷は、岸や座礁冰山等に定着して形成される海水域である。岸から海に突き出た定着氷(や氷河)は、海水の移流を妨げるので、沿岸ポリニヤ形成に重要な役割を果たしていることがいくつかのポリニヤ域で示唆されている (Massom et al., 2001 等)。2010 年にメルツ氷河が崩壊した際には、隣接するメルツポリニヤの面積が大幅に縮小し、海水と高密度水の生成量が大幅に減少したことが示されており (Kusahara et al., 2011; Tamura et al., 2012)、沿岸ポリニヤと定着氷が密接にリンクしている可能性が示唆されている。本研究では南極海全体で沿岸ポリニヤと定着氷のマッピングを AMSR-E データを用いて初めて同時に示し、その関係を定量的に調べた。

2. 方法・結果 AMSR-E の薄氷厚ならびに定着氷域検出アルゴリズムの開発は、SSM/I のもの (Tamura et al., 2007) と同様の方法で行った。薄氷厚は輝度温度の偏波比から日毎に見積もった。定着氷域は水平偏波と垂直偏波の輝度温度の関係から月毎に検出した。薄氷厚データを用いた熱収支解析から海水生産量の見積もりも行った。沿岸ポリニヤと定着氷の出現頻度を Fig. 1 に示す。沿岸ポリニヤの多くは定着氷に隣接して (西側に) 形成され、両者が密接にリンクしていることが示唆される。詳細は発表で述べるが、ERA-interim による気象データとの比較等から得られた結果を以下にまとめる。

- ① 定着氷ならびに陸地で定義される境界に対して発散方向の地衡風成分がポリニヤ形成の主な要因である。
- ② 定着氷が西向きの沿岸流に伴う海水の移流を妨げる効果もポリニヤ形成の重要な要因である。
- ③ 定着氷の急激な変化が、ポリニヤにおける海水生産量の劇的な変化を引き起こす。このことは、定着氷の変化が南極底層水の変動の重要な要因の一つであることを示唆する。

以上の結果から、気候モデルで南極底層水の形成や変動を的確に再現するためには、定着氷を考慮する必要があることが示唆される。本研究で示されたマッピングは、定着氷の境界条件を提供するものでもある。

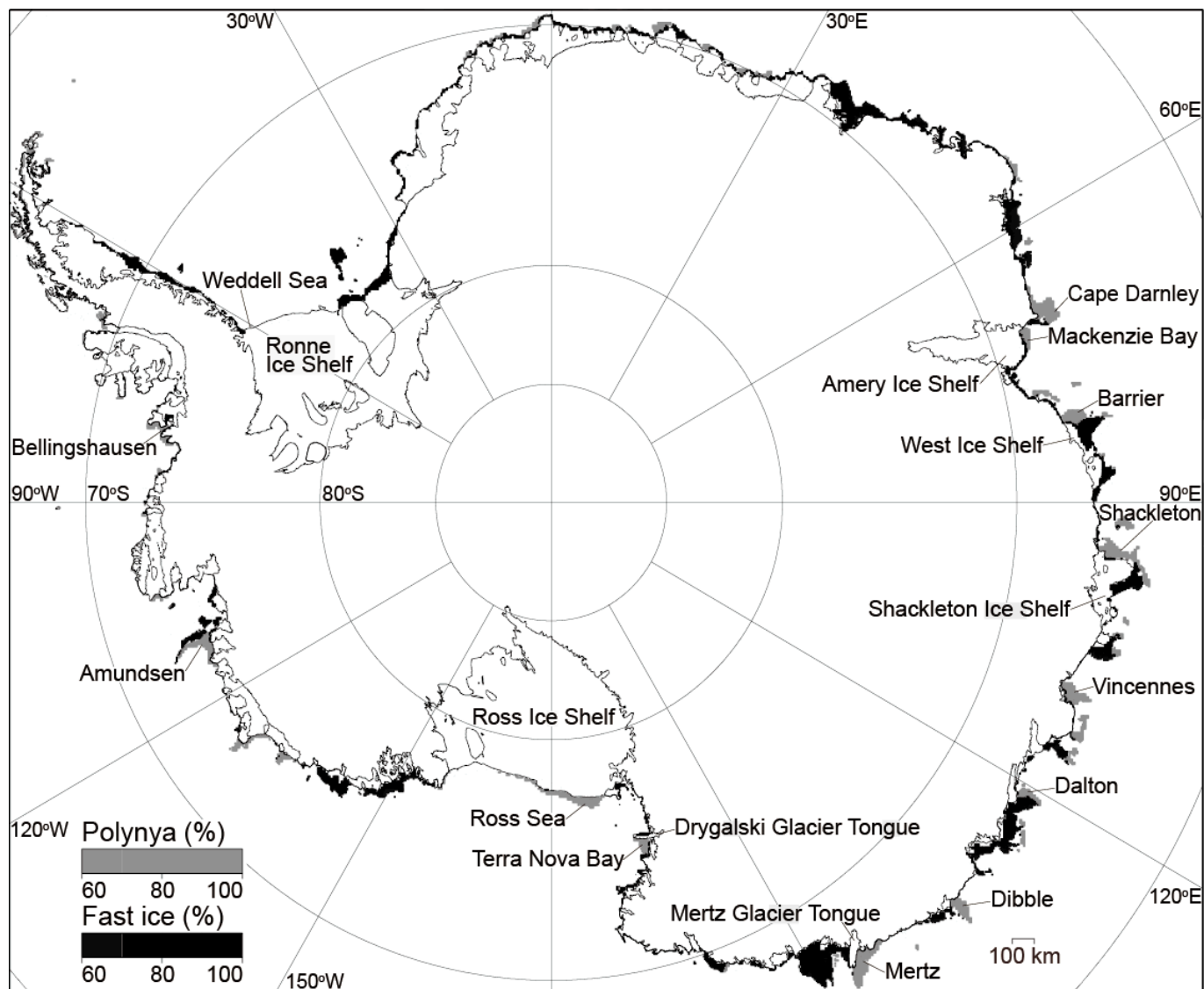


Figure 1. Mapping of Antarctic coastal polynyas and landfast sea ice from AMSR-E during winter (March–October) over 2003–2011 (March–September for 2011). Their appearance frequencies are shown by shadings.

References

1. Kusahara, K., H. Hasumi, and G. D. Williams, Impact of the Mertz Glacier Tongue calving on dense water formation and export, *Nature Communications*, 2, doi:10.1038/ncomms1156, 2011.
2. Massom, R. A., K. L. Hill, V. I. Lytle, A. P. Worby, M. J. Paget, and I. Allison, Effects of regional fast-ice and iceberg distributions on the behavior of the Mertz Glacier polynya, East Antarctica, *Annals of Glaciology*, 33, 391–398, 2001.
3. Tamura, T., K. I. Ohshima, T. Markus, D. J. Cavalieri, S. Nihashi, and N. Hirasawa, Estimation of thin ice thickness and detection of fast ice from SSM/I data in the Antarctic Ocean, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 24, 1757–1772, 2007.
4. Tamura, T., G. D. Williams, A. D. Fraser, and K. I. Ohshima, Potential regime shift in decreased sea ice production after the Mertz Glacier calving, *Nature Communications*, 3, 826, doi:10.1038/ncomms1820, 2012.