

ヘリ搭載型マイクロ波放射計を用いた南大洋・オホーツク海での海水観測

田村岳史^{1,2,3}、大島慶一郎⁴、Jan L. Lieser³、豊田威信⁴、館山一孝⁵、野村大樹⁴、中田和輝⁶、
Alexander D. Fraser^{3,4}、Peter Jansen³、Kym Newbery⁷、Robert A. Massom^{3,4}、牛尾収輝^{1,2}
¹ 国立極地研究所 ² 総合研究大学院大学 ³ タスマニア大学 ⁴ 北海道大学 低温科学研究所 ⁵ 北見工業大学
⁶ 北海道大学 環境科学院 ⁷ オーストラリア南極局

Helicopter-borne observation with portable microwave radiometer in the Southern Ocean and the Sea of Okhotsk

Takeshi Tamura^{1,2,3}, Kay I. Ohshima⁴, Jan L. Lieser³, Takenobu Toyota⁴, Kazutaka Tateyama⁵, Daiki Nomura⁴,
Kazuki Nakata⁶, Alexander D. Fraser^{3,4}, Peter Jansen³, Kym Newbery⁷, Robert A. Massom^{3,4,7}, and Shuki Ushio^{1,2}

¹ National Institute of Polar Research, Tachikawa, Tokyo, Japan

² The Graduate University for Advanced Studies, Tachikawa, Tokyo, Japan

³ Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia

⁴ Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan

⁵ Snow and Ice Research Laboratory, Kitami Institute of Technology, Kitami, Hokkaido, Japan

⁶ Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan

⁷ Australian Antarctic Division, Kingston, Tasmania, Australia

Spatial distribution of thin sea ice thickness and its variability is a key to accurate estimation of surface albedo, ocean-atmosphere heat-fluxes, and rates of ice production and salt-flux. For the validation and improvement of the thin ice thickness algorithm using the satellite passive microwave data, we have done in-situ observations in thin ice region in the Southern Ocean and the Sea of Okhotsk, using a helicopter-borne portable passive microwave radiometer same sensor as the satellite launched Advanced Microwave Scanning Radiometer-EOS (AMSR-E) and Advanced Microwave Scanning Radiometer-2 (AMSR-2). High-resolution helicopter-borne results show good agreement with low-resolution AMSR-E/AMSR-2 results, within the range of the standard deviation. In the Sea of Okhotsk experiment, the results derived from the helicopter-borne sensor are fitting to the past thin ice thickness algorithm. In the Southern Ocean experiment, the polarization ratio of 36 GHz vertical and horizontal temperatures in the Dalton Iceberg Tongue Polynya in October is estimated to be 0.137 in average. This value does not conflict with past in-situ observations, theoretical models, and thin ice thickness algorithms. We further found the microwave characteristics of fast versus pack ice, leading to the improvement for the fast ice detection algorithm.

薄氷厚の分布情報は、アルベド、大気海洋間熱フラックス、海水生産量、塩分フラックスの見積りの際の鍵であり、その空間的・時間的変動についてより正確な情報を得る必要があると考えられている。衛星マイクロ波データを使った薄氷厚アルゴリズムの検証と改良のため、衛星の AMSR-E と AMSR-2 センサーと同じセンサーをヘリコプターに搭載して、南大洋とオホーツク海の薄氷域を含む海水域で現場検証観測を行った。衛星の解像度で分解できない氷況の境界領域を除くと、AMSR-E・AMSR-2 の輝度温度は、ヘリのマイクロ波センサーから得られた輝度温度と比較して、絶対値が誤差の範囲内で一致する結果となった。また、不均一性を持つオホーツク海の氷縁域内と一年氷域内における衛星 AMSR-E の輝度温度は、同グリッド内で得られる多数のヘリセンサー輝度温度の最頻値よりも、その平均値に近い結果となっている。オホーツク海の観測では、ヘリ観測と同日の MODIS 氷厚を計算し、ヘリのマイクロ波センサーから得られた PR-36 は衛星赤外の MODIS 氷厚とある程度相関がある結果となった。この両者のスキャッタープロットは、Nihashi et al. (2009) 薄氷厚アルゴリズムにフィットする結果となっている。南大洋の観測では、ヘリコプターは、一年氷、薄氷、海水面、氷舌と多種類の海域を飛んでデータを取得し、ヘリのセンサーから得られた PR 値と表面温度の値は両者共に、氷況に応じて妥当な値と変化を示していた。ヘリに設置した可視カメラから判断して、海水面、薄氷域、厚氷域（一年氷＋定着氷）の三種類にカテゴライズし、この海域のこの時期での薄氷の PR 値は約 0.137 と見積もった。この値は、Hwang et al. (2008) の現場観測＋理論モデルの結果と矛盾せず、オホーツク海での AMSR-E データを使った薄氷厚アルゴリズム (Nihashi et al., 2009) による結果とも矛盾しない。氷舌でのヘリ検証観測の結果からは、Tamura et al. (2007) で示された 85GHz 輝度温度データにおける定着氷判別の為の特性と同様の特性が、36GHz 周波帯でも示された。この発見は、定着氷を検出するアルゴリズムの改良に繋がるものである。今回の一連の検証観測は、衛星のマイクロ波センサーと同じものをヘリコプターに搭載して、氷縁と沿岸ポリニヤの両者を含む薄氷域で行った、世界で初めての試みである。しかしながら、薄氷厚アルゴリズムの検証としては、その時間的な頻度も空間的なカバー範囲もまだまだ不十分であり、今後のさらなる検証観測の必要性は高いと考えられる。ヘリコプター観測は空間的にカバーする領域は広く、今後の衛星検証観測にとって有効なツールとなり得ると考えられる。