

現場海水の電気伝導度を用いた電磁誘導式氷厚計データの補正

舘山一孝¹、星野聖太²、高橋翔¹、北桃生²

¹ 北見工業大学

² 北見工業大学大学院工学研究科

A data correction method for sea ice thickness measured by the Electro-Magnetic Induction device using in-situ seawater conductivity

Kazutaka Tateyama¹, Seita Hoshino², Sho Takahashi¹ and Momoi Kita²

¹ Kitami Institute of Technology

² Graduate School of Engineering, Kitami Institute of Technology

Indirect measurements with shipborne Electro-Magnetic induction device (EM) have been conducted in the Arctic and Antarctic Oceans since 2000s. EM can measure the distance between sensor and sea ice bottom by utilizing the large contrast in the electrical conductivities of sea ice and sea water. Recently the amount of freshwater in the Arctic has been increasing due to sea ice melting and increasing river runoff. Freshening surface seawater effects EM measurements because seawater conductivity changes. This study suggests a real-time correction method which use surface seawater through icebreaker's intake.

2000年代から非破壊・非接触で海氷厚を測定できる電磁誘導式氷厚計 (EM) を砕氷船に設置し、北極海や南極海などの氷海において海氷厚の現場データが取得されてきた。海氷と海水の電気伝導度はそれぞれ 0~80 mS/m, 2300~2900mS/m と顕著な違いがあり、EM 法はこの差を利用してみかけの電気伝導度 σ_a を測定することで、センサから海氷底面 (海氷—海水境界面) までの距離 Z_E を推定することができる。全氷厚 (積雪深+海氷厚) は雪氷面からのセンサ高 Z_L を Z_E から差し引くことで求められる。EM 法は、現場で停船時に Z_L を段階的に変化させるキャリブレーションを実施することによって Z_E と σ_a の関係式が得られ、この式を逆変換することで各氷海域に適した氷厚推定式が得られる (Tateyama et al., 2006)。

近年、北極海のカナダ海盆では海氷の融解が進み、河川からの淡水供給量が増加したことにより、海水の塩分が低下している (Krishfield et al., 2014)。海水塩分の空間分布も一様ではないため、海水の電気伝導度 σ_w から σ_a を検知して海氷厚を推定する EM 法の測定精度に影響を及ぼしている。そこで本研究は、観測中に自動的に砕氷船の船内に取り込まれる海水の σ_w を用い、数値モデルによってリアルタイムに氷厚換算式の係数を決定し、塩分が異なる海域においても高精度で海氷厚を測定する手法の開発を行った。

2015年9月18日から10月17日にかけて、カナダ海盆においてカナダの砕氷船ルイ S サンローランによって実施された海洋および EM 観測のデータを用いた。取水された海水の σ_w は 2200~2400mS/m の範囲で変化し、CTD や XCTD 観測によって測定された表面海水の σ_w と比較することで取水された海水の σ_w の妥当性を検証した。Fig.1 は数値計算モデル PCLOOP を用いて、異なる σ_w から σ_a と Z_E の関係式を求めた例である。本手法を 2016 年 9 月~10 月のカナダ海盆観測へ適用し、海水目視観測と比較して補正した全氷厚の推定精度を検証する。正確な現場氷厚が得られることにより、衛星リモートセンシングによる海氷厚推定手法の開発等への寄与が期待できる。

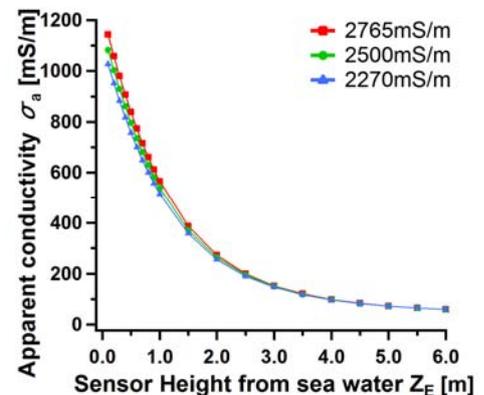


Figure 1. Effect on relationship between σ_a and Z_E due to changes in sea water conductivity (2270-2765mS/m) simulated by PCLOOP.

References

- Krishfield, R. A., A. Proshutinsky, K. Tateyama, W. J. Williams, E. C. Carmack, F. A. McLaughlin, and M.-L. Timmermans, Deterioration of perennial sea ice in the Beaufort Gyre from 2003 to 2012 and its impact on the oceanic freshwater cycle, *J. Geophys. Res. Oceans*, 119, 1271–1305, doi:10.1002/2013JC008999, 2014.
- Tateyama, K., K. Shirasawa, S. Uto, T. Kawamura, T. Toyota, and H. Enomoto, Standardization of electromagnetic-induction measurements of sea-ice thickness in polar and subpolar seas, *Ann. Glaciol.*, 44, 240–246, 2006.