

網走湖における湖氷形成過程と氷厚推移

大畑有¹、豊田威信²、白岩孝行²

¹北海道大学大学院環境科学院

²北海道大学低温科学研究所

Lake ice formation processes and thickness evolution at Lake Abashiri, Hokkaido, Japan

Yu Ohata¹, Takenobu Toyota² and Takayuki Shiraiwa²

¹Graduate school of Environmental Science, Hokkaido University

²Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

To clarify lake ice formation processes in mid-latitude regions subject to significant snowfall, the properties of lake ice at Lake Abashiri in Hokkaido, Japan, were examined from field observations from November 2012 to March 2013 and from December 2014 to March 2015, and a one-dimensional thermodynamic model. At all sites in the lake, the ice was composed of two distinct layers: a snow ice (SI) layer on top and a congelation ice (CI) layer below. The fraction of snow ice layer to the total ice thickness ranged from 29% to 80%, much greater than that in high-latitude lakes (10-40%, in Finland). In the model, the CI growth rate at the bottom was estimated using the traditional heat budget method, while the SI growth rate on top was calculated, assuming that the excessive snowfall, leading to a negative free board, is converted to snow ice by a reduction rate (β). The surface melting rate is calculated when the surface heat budget becomes positive. By tuning the value of β , the model outcome successfully reproduced the observational thicknesses of CI, SI and the break-up dates in both winters, although meteorological conditions were quite different between these two winters, showing the validity of this model to some extent. The experimental study with this model suggests that the role of snow may be to mitigate the variability of the total ice thickness caused by the change in meteorological conditions together with the production of snow ice.

降雪の多い中緯度地域の湖氷の形成過程を明らかにするため、アクセスの良い網走湖において、フィールド観測(2012/11~2013/3, 2014/12~2015/3)と一次元熱力学モデルによって湖氷の性質を調べた。湖のどのサイトにおいても氷は上部の snow ice (SI)と下部の congelation ice (CI)の二層構造からなっていた。氷厚に対する SI 層の比率は 29~80%であり、高緯度地域の湖氷(10-40%, Finland)より大きかった。モデルでは底部の CI 成長速度は従来の熱収支法から求め、上部の SI 成長速度はネガティブフリーボードとなる過剰な雪が削減率 β で SI に変化すると仮定して計算した。表面融解は表面熱収支がプラスになった時に計算した。 $\beta = 2$ と設定することによりモデル結果は 2 回の気象条件が大きく異なる冬季における CI 厚、SI 厚および解氷日の観測値を概略再現することができた(Figure 1)。なお、晩冬における差異は融解雪の再凍結による氷厚増を考慮していないためと思われる。2014/15 年冬(12月~3月)は 2012/13 年冬に比べ、平均気温が 2.9 °C 高く、平均積雪が 10.6 cm 少なかったが、大きな SI 成長により氷厚は約 15cm 厚い観測結果(氷厚 42cm 内 SI 厚 19cm; 2013/2/18, 氷厚 57cm 内 SI 厚 35cm; 2015/2/24)であった。これは、まとまった降雪から冠水により SI が大きく形成したためと考えられる。更に、雪は氷成長を抑制する働きと雪ごおりの生成により氷成長を助長する働きの相反する効果があるが、季節変化の時間スケールで見た積雪の役割についてこのモデルを用いて考察した。その結果、雪は降雪量や気温などの気象条件の変化によって起こされる全氷厚の変動を緩和する役割をもつことが見いだされた。

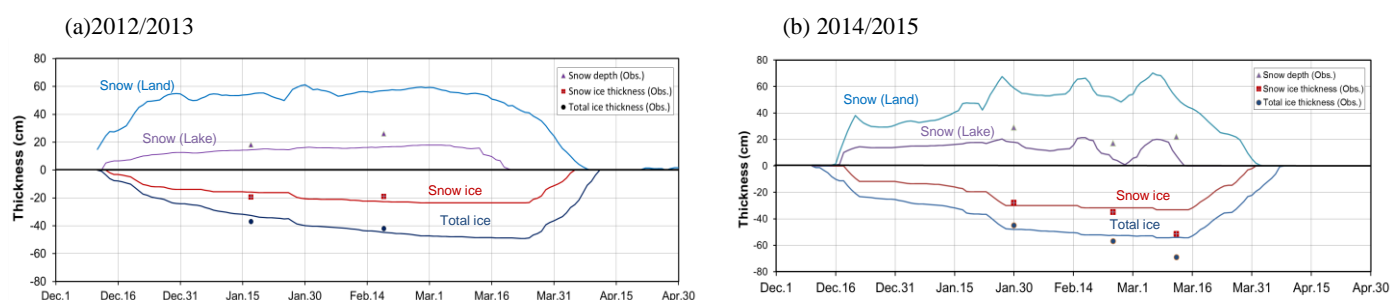


Figure 1. Model outcomes of the thickness evolution of total ice, snow ice and snow with observations.

Reference

Leppäranta, M. and Kosloff, P., 2000: The structure and thickness of Lake Pääjärvi ice, *Geophysica*, 36, 233-248.