

# 網走湖における湖水形成過程と氷厚推移

大畑有<sup>1</sup>、白岩孝行<sup>2</sup>、豊田威信<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院

<sup>2</sup>北海道大学低温科学研究所

## Lake ice formation process and thickness evolution at Lake Abashiri, Hokkaido, Japan

Yu Ohata<sup>1</sup>, Takayuki Shiraiwa<sup>2</sup> and Takenobu Toyota<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate school of Environmental Science, Hokkaido University

<sup>2</sup>Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Few studies have been done on seasonal fresh lake ice in mid-latitude regions, so far. To clarify lake ice formation process in these regions, particularly where considerable snow accumulation occurs, the thickness of lake ice at Lake Abashiri was examined based on field data and a one-dimensional thermodynamic model. The lake ice sheet had a two-layer structure: a white snow-ice (SI) layer on top and a clear congelation ice (CI) layer below. Whereas CI had macro grained structures at the upper or the central sites, CI had columnar grained structures at the lower sites.  $\delta^{18}\text{O}$  analysis first revealed that frazil ice formation and/or snow seeding might have occurred at the beginning of freezing at the lower sites. To simulate the ice growth amount by one-dimensional thermodynamic model, the lake water-ice heat flux ( $Q_w$ ) was estimated as 2-3  $\text{W/m}^2$  from the direct measurement of inner ice temperatures at the central site. By inputting the  $Q_w$  and meteorological data at Abashiri meteorological observatory to the model, the thickness evolution of CI, SI, and snow was calculated. This model includes the snow compression coefficient as a tuning parameter of a snow to snow-ice conversion process. As a result, the model outcome showed reasonably good agreement with observations.

高緯度地域における季節湖氷の研究はあるが、特に降雪量の多い中緯度地域の湖氷の研究報告はほとんどない。その湖氷形成・融解過程を明らかにすることを目的に、アクセスの良い網走湖において湖氷を現地観測し、さらに実験室分析と氷厚推移のモデル化を行った。

湖氷構造は雪が冠水後凍結してできる白色の snow-ice (SI) と湖水が氷底面で凍結してできる透明な congelation ice (CI) の二層を有していた。構造には空間的の差があり、6 か所の観測サイトの中で、氷厚に占める SI の比率が下流側にて高く、上流側で低かった。また、湖心（湖の中心）から上流部ではマクロ結晶の CI を有するのに対し、下流側ではコラムナ結晶の CI を有していた。 $\delta^{18}\text{O}$  分析の結果は、下流側では氷形成開始時に frazil ice（静穏でない環境において水中に形成される微細な氷晶）又は降雪による seeding が存在した可能性を示唆した。

形成過程のモデル化を念頭に、湖心における氷内部温度推移観測から湖水熱フラックス ( $Q_w$ ) を見積った結果は 2-3  $\text{W/m}^2$  であった。この値は高緯度のフィンランドの静かな淡水湖水と同等である。求めた  $Q_w$  と網走気象台気象データを用いて、静的な熱力学一次元モデルにより、CI, SI, 湖上積雪の厚さ推移を推定した。このモデルでは CI 成長は表面および底面における熱収支より求め、SI 成長は SI 形成時における雪の圧縮率 (Leppäranta and Kosloff, 2000) を仮定して実測と合わせこんだ。モデル結果は実測値に近い値を得た。モデルの更なる適合性改善には現地データ（気温、放射、風速等）の取得とスラッシュ形成から SI に至る SI 形成過程の詳細説明が課題である。

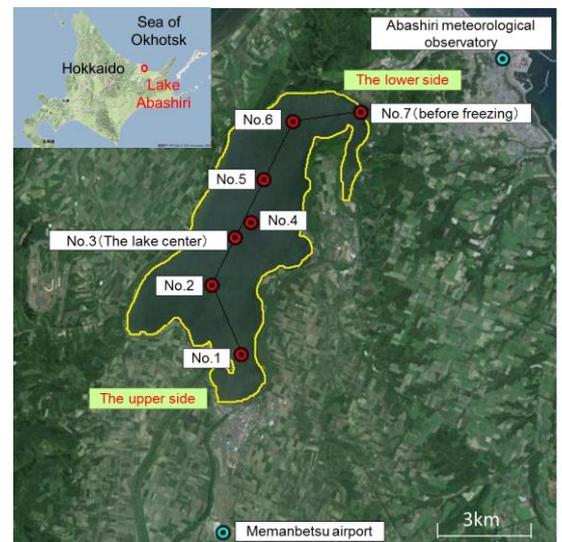


Figure 1. The locations of the observation sites at Lake Abashiri (Google).

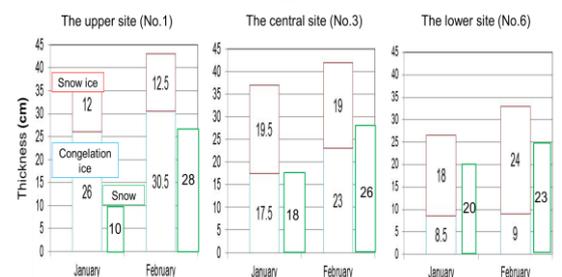


Figure 2. The thickness evolution of snow ice, congelation ice and snow .

### Reference

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