



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Frontal ablation of Glaciar Perito Moreno, a lake-terminating glacier in Patagonia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	箕輪, 昌紘
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12668号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65287
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masahiro_Minowa_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 箕輪 昌紘

審査委員	主査	准教授	杉山 慎
	副査	教 授	Ralf Greve
	副査	教 授	渡辺 力
	副査	准教授	青木 茂
	副査	教 授	西村 浩一

(名古屋大学大学院環境学研究科)

学 位 論 文 題 名

Frontal ablation of Glaciar Perito Moreno, a lake-terminating glacier in Patagonia

(パタゴニア氷原ペリート・モレノ氷河における末端消耗)

末端が海洋や湖に流入する氷河（カービング氷河）は世界各地で急速に後退しており、末端が陸地にある通常の氷河よりも大きな速度でその質量を失っている。カービング氷河でより急速な変動が起きる理由は、降雪や表面融解といった質量収支プロセスに、冰山分離（カービング）と氷河末端の水中融解が加わり、質量損失に大きく寄与しているためである。カービングと水中融解の総和である末端消耗に関して、近年多くの研究が海洋性カービング氷河で実施されている。しかしながら、パタゴニア氷原の質量損失に重要な役割を果たす淡水性カービング氷河では、その研究例は著しく少ない。そこで本研究では、淡水性カービング氷河の末端消耗プロセスを明らかにするために、南パタゴニア氷原ペリート・モレノ氷河において、衛星リモートセンシングにより末端消耗速度を定量化した。さらに、2012–2016年に現地観測を実施して、湖の水塊構造を測定し、水中融解プロセスの解明と融解速度の定量化を試み、水中融解が末端消耗に占める割合を明らかにした。

人工衛星（Landsat衛星）により取得された可視画像を用いて1999–2013年の氷河末端位置と流動速度を解析したところ、末端位置と流動速度の明瞭な季節変動が得られた。両者の差分から末端消耗速度を算出した結果、ペリート・モレノ氷河の平均末端消耗速度が $1.3 \pm 0.7 \text{ m d}^{-1}$ と定量化された。末端消耗速度は $0.8\text{--}3.3 \text{ m d}^{-1}$ の範囲で大きな季節変動を示し、季節的な氷河末端変動の主要因であることが示された。末端消耗速度を気温、湖水面温度、氷河流動速度と比較したところ、湖水面温度と高い正の相関（ $r=0.96$ ）を示した。以上の結果は、水温に直接影響を受ける水中融解プロセスが末端消耗をコントロールし、カービング氷河の末端変動に強い影響を与えることを示唆している。

水中融解が末端消耗に占める割合を明らかにするために、本研究および過去の研究で得られたデータから、湖の水塊構造を明らかにするとともに水中融解速度の推定を試みた。ペリート・モレノ氷河前縁湖において2013年12月、2014年10月に水温・深度・濁度センサーによる測定と採水を実施した。採水した湖水は、水の安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）の測定と濁度の検定

に用いた。また、2000年12月に測定された水温・深度プロファイルおよび2009–2014年に通年で測定された湖水面温度も解析に使用した。氷河湖は表層で最も暖かく、湖底部に冷たく高濁度の水塊が観測された。このような水温分布は、これまでカービング氷河前縁の海洋で報告されている研究結果と大きく異なるものである。水温は全層平均で1°Cの季節変動を示した。また月平均の水面温度は気温に1ヵ月遅れて季節変動を示した。測定した水温、濁度、酸素同位体比を用いて、各物理量の保存則を解くことにより水中融解速度を推定した。その結果、水中融解速度は $1.4 \pm 0.6 \text{ m d}^{-1}$ と、末端消耗量の約 $52 \pm 26\%$ を占めることが明らかとなった。この結果は、淡水性カービング氷河の水中融解が末端消耗に果たす重要な役割を定量的に示すものである。

本研究により、これまでほとんど報告例のない淡水性カービング氷河の末端消耗速度と水中融解速度が定量化された。さらに、明らかとなった末端消耗と水中融解の関係性は、気候変動下における氷河変動の将来予測に重要な知見を与えるものである。審査委員一同は、その重要度や先進性・発展性を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。