



Title	Dynamics of surge-type glaciers in Yukon, Canada, revealed by multi-satellite images [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	阿部, 隆博
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12691号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65406
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takahiro_Abe_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 阿 部 隆 博

学 位 論 文 題 名

**Dynamics of surge-type glaciers in Yukon, Canada,
revealed by multi-satellite images**

（人工衛星画像で捉えたカナダ・ユーコン地域におけるサージ型氷河の動態）

氷河サージとは、数十年続く静穏期の後に突如として発生する数年の活動期が繰り返される現象である。静穏期では氷河の下流部における氷厚の減少と末端の後退が見られ、上流部では氷厚が増加する。活動期には、平時の数倍から数十倍まで流動速度が上昇する。この急激な加速に伴って氷が上流部から下流部に運ばれ、上流部では氷厚が減少し、下流部では増加し、末端が前進する。この氷河サージを引き起こすサージ型氷河は、世界の特定の地域に偏って分布しており、またその地域内でもサージを起こす氷河と起こさない氷河が混在しており、その理由は明らかにされていない。カナダ・ユーコン地域は特にサージ型氷河が多く集まっている領域であり、氷河サージはよく冬に始まることが知られている。氷河流動の一般的な季節変化は夏期の加速であり、氷河表面の融解水の生成とその排水システムの時空間発展に関連付けて議論される。この夏期の加速は山岳氷河やグリーンランド氷床でも見られており、現在ではよく知られている季節変化であるため、そのメカニズムも概ね理解されている。しかしなぜサージが冬に始まり、そして高速な流動を維持するためのメカニズムは完全には理解されていない。そこで、本論文では複数の人工衛星画像を用いて、サージ型氷河の時空間変動を詳細に調べ、氷河サージの発生/維持メカニズムを明らかにすることを目的とした。

1)サージ型氷河の静穏期における冬期加速

合成開口レーダーALOS/PALSAR の 2006-2011 に取得されたデータを用いて、ユーコン地域におけるサージ型氷河の流動速度の時空間変化を詳細に調べた。その結果、複数のサージ型氷河において静穏期にも関わらず上流部で冬期に加速していることが判明した。冬期に表面からの融解水の流入は考えられないため、氷河内部に水が蓄積され、冬期のクリープによる圧密で高圧水が底面に出されることで底面滑りが活発し、流動が加速すると考えられ

る。

2) 数値氷河水理モデルによる冬期底面環境の探索

前述したサージ型氷河の静穏期における冬期加速のメカニズムを調べるために、数値氷河水理モデルによる実験を行った。この種のモデルは、氷河底面における排水システムが融解水の流入に伴ってどのように時間発展し、それによって底面水圧がどう変わるかを計算するものである。モデル計算の結果、よく知られている夏の加速を示すような有効圧力の減少は再現できたが、冬期に流動が加速するような有効圧力の減少は再現できなかった。冬期に上流部で融解水の流入を新たに設定することで、有効圧力を減少させることはできたが、その変化が突発的であり、冬期の加速とは明らかに異なっていた。このことから、冬期において少量の水で高い底面水圧を生成できる新たなメカニズムが必要であると考えられる。

3) Donjek Glacier における 12 年ごとに繰り返される氷河サージ

1)の研究で用いた ALOS/PALSAR は運用期間が5年であり、数十年に一度しか発生しない氷河サージを複数捉えることができない。サージ型氷河の長期的な変動を捉えるために、1972 年から運用されてきたランドサットが取得した光学センサ画像を用いて流動速度 (1986~2016) と末端面積 (1973-2016) の時空間変化を求めた。その結果、Donjek Glacier では、12 年ごとに氷河サージが繰り返し発生していることが判明した。また氷河サージが発生した場所は、末端から 20 km までの下流域であり、そこは谷の幅が急激に狭くなっている場所であった。そこから上流部では流動速度が過去 30 年間でほぼ一定であったことから、急激に狭くなっている谷により流動が堰き止められ氷厚が増加し、ある閾値を超えた時にサージが始まると考えられる。

4) Steele Glacier におけるサージに伴う流動速度、氷厚、モレーンの詳細な時空間変動

Steele Glacier で最近発生した氷河サージに伴う流動速度、氷厚、モレーンの時空間変化を複数の人工衛星画像を用いて明らかにした。流動速度の時空間変化から、氷河サージは 2011 年から 2013 年の間に始まっており、流動速度は 2015 年にピークを迎え、その後は急激に減速した。また、サージの開始地点は Hodgson Glacier との合流地点であった。氷厚の時空間変化データから、合流地点より上流部において静穏期に氷厚が増加し、下流域では減少していた。活動期では、急激な流動の加速により、氷厚が増加している場所が中流部から下流域まで移動した。これにより氷河にかかる Driving Stress も増加しており、サージに伴う高速流動の維持の一役を担っている可能性がある。また、サージに伴う流動加速の中に夏期の加速が見られ、Svalbard 型のサージ中の維持メカニズムとして、表面融解水の寄与があることが示唆された。