



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Abrupt permafrost thaw processes after wildfire revealed by InSAR and on-site observations at Batagay, Northeastern Siberia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	柳谷, 一輝; Yanagiya, Kazuki
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14794号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85937
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kazuki_Yanagiya_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 柳谷 一輝

学位論文題名

Abrupt permafrost thaw processes after wildfire revealed by InSAR and on-site observations at Batagay, Northeastern Siberia

(シベリア北東部バタガイにおける山火事後の急激な永久凍土融解プロセス：InSAR と現地観測による解明)

温暖化に伴う永久凍土の融解は、数万年単位で凍結し貯蔵されていた有機炭素を分解し、気温上昇へ更なる正のフィードバックを与える可能性が懸念されている。特に、森林火災跡地等で進行する急速な融解は、局所的だが深部まで融解するため、更なる炭素放出をもたらすのではないかと注目されている。しかし、急速融解は現状の地球システムモデルでは考慮されておらず、永久凍土は地下の温度構造を反映しているため光学衛星や航空写真から動態が直視できない。そのため、面的かつ広範な永久凍土融解の観測は、重要な地球物理学的課題である。

本論文では、世界最大の融解浸食地形（通称“バタガイカ メガスランプ”）がある東シベリア、サハ共和国のバタガイ周辺の急速融解に伴う地形変化を複数事例について InSAR を用いて観測し、現地調査を実施した。バタガイ周辺の森林火災跡地において、以下の3つの異なる視点から急速融解の時空間変化を報告する。

初めに、ヤナ川対岸の北西の丘陵部で発生した 2014 年火災跡地における、火災後 2~5 年間の急速融解過程を報告する。InSAR を用いてシベリアで初めて、急速融解に伴う地盤変動を検出した。ALOS2 の干渉画像に SBAS 法という時系列解析を適用し、冬季も含めた季節的・経年的な地盤変動の時空間変化を明らかにした。本論文は、ALOS2 と独立した Sentinel-1 データを比較することで、一般的には干渉性を失う冬季においても、有意な変動シグナルを検出可能であると確認した。SBAS 法で得られた火災後 2~5 年間の総経年沈下量は、 $3.56 \times 10^6 \text{m}^3$ の地下水の融解流出を示唆している。さらに、季節凍上の速度や、尾根・斜面における振幅の差、真冬の沈静化について、アイスレンズ形成による凍上理論の premelting dynamics を用いて解釈した。

次に、バタガイカ メガスランプと同一斜面で発生した 2018・19 年の火災跡地における、燃焼直後の融解過程について報告する。Sentinel-1 により検出した季節変化は、火災直後から 2 年目までに季節的な凍上期間が増加したことを示している。一方、ALOS2 により検出した経年変化は、火災跡地における経年的融解沈下の振幅が焼失直後は小さく、1 年目以降から卓越したことを示している。これらの火災後地盤変動の時間変化が、現地における融解深の増加と整合していることを確かめた。

最後に、ALOS2 の高分解能データ（SM1 モード・空間分解能約 3m）により、2018・19 年の火災跡地で検出した空間的に不均一な地盤変動シグナルについて報告する。2019 年火災跡地内ではガリー地形と関連した凍上シグナルを検出し、2018 年火災跡地内においては変動域と非変動域の明瞭な境界を検出した。現地調査により、変動シグナルの空間変化が融解深ではなく土壌水分量と相関があることを確かめた。特に、2018 年火災跡地内の変動域の境界は、微小な斜面の凹凸による土壌水分分布に対応している可能性を示唆している。