

(別紙様式10)

2019 年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書

申請区分: 萌芽的異分野連携共同研究 共同推進研究
産学官連携フェージビリティ・スタディ
共同研究集会 産学官連携課題設定集会

研究課題名: 東シベリアの森林火災跡地の現地調査と InSAR による地盤変動の時空間変化検出

研究期間: 2019 年度～ 2019 年度

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	区分
研究代表者	古屋正人	北海道大学理学研究院・教授	測地学・地球物理学	
研究分担者 (拠点外)	柳谷一輝	北海道大学理学院・大学院生(2019年度D1)	測地学・地球物理学	
研究分担者 (拠点内)	岩花剛	北海道大学北極域研究センター・海外研究員	凍土学	
研究協力者	Petr Danilov	北東連邦大学(ヤクーツク)・研究員	生態学	
	Alexander Fedorov	メルニコフ凍土研究所・副所長	凍土学	

【研究の内容】

(1) 温暖化に伴う永久凍土の融解が懸念されると同時に、森林火災の頻度と深刻度も増加している。北極圏における森林火災は大気汚染の発生に留まらず、火災跡地での顕著な凍土融解の進行をもたらす。凍土にとって熱的絶縁体であった地表植生が剥ぎ取られ、直ちに回復もしないためである。アラスカではその証拠が「地盤沈下」として検出されてきたが、沈下量と融解量との対応も含め、詳細な時空間変化やシベリアでの事例については明らかにされていない。本研究では、2014年にサハ共和国バタガイで発生した森林火災に起因する顕著な地盤変動の時空間変化を合成開口レーダー干渉法(Interferometric Synthetic Aperture Radar 以下 InSAR)によって捉えるとともに、当該地域の現地調査を2019年9月に行なった。それぞれの概要を以下にまとめる。

Yanagiya and Furuya (2020, JGR-ES 改訂中) は Sentinel-1 と ALOS-2 という独立な二つの衛星画像に基づく InSAR によって両衛星で統合的な地盤変動分布を検出し、詳細な時空間変化も明らかにした。長期的な時間変化については、ALOS-2 の 50 枚の InSAR 画像を用いた時系列解析により、火災後 4 年を経て沈降速度が鈍化しつつあることを示した

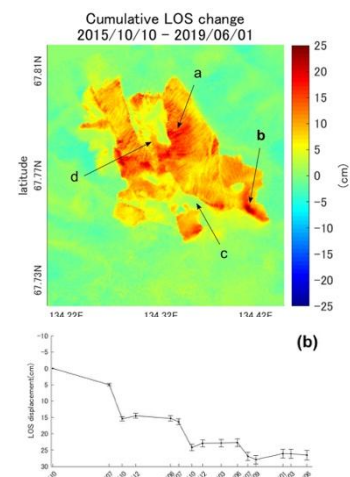


図 1 : (上)2015-2019 年の累積変位. (下) 地点 b の時系列.

(図 1 上段は累積沈降量, 図 1 下段は b 地点の時系列). また, 2017 年については Sentinel-1 衛星の高頻度観測データを用いて短期的な地盤変動を検出し, 火災跡地の沈降/隆起が空間的に一様ではなく不均一であり, 時間的にも linear ではなく episodic に変化することを明らかにした.

地盤の沈下量と凍土の融解量が実際にどう対応するかは, 何らかの現地観測データで検証する必要がある. また 2018 年と 2019 年には車でアクセス可能な近傍地域で森林火災が発生しており, 今後の地盤変動の推移を InSAR で調べるにあたり, 火災直後の地表状況を把握しておくことも重要である. ロジスティクスの予備的調査もかねて 2019 年 9 月 20-23 日にバタガイ現地に向かい(図 2), 2014 年火災跡地(テント泊 2 泊), 2018-19 年火災跡地は 1 日限りではあったが, ピット掘削(温度計設置, 土壌水分測定, 図 3a,c,f), 融解深測定(図 3b,d,e,f), 簡易水準路線の設置(図 3c), ドローン撮影等を行なった.



図 2: バタガイ現地調査. 2014 年火災跡地が北西にある. 2018, 19 年火災跡地は車で近傍までアクセスできた.

「融解深」とはステンレス棒を地中に差し込んだときの限界深さのことである. 本調査時期の 9 月 20 日過ぎは降雪期の直前であり, 季節変化する「融解深」が最も深くなる時期で, 「活動層厚」に対応している. 図 3a,b は 2014 年火災跡での調査風景である. 図 3a では 113cm の深さでアイスレンズが現れた. また火災から 5 年経過して植生も回復しているが, 周囲の木々はまだ回復してはいない. この地点や図 3d に示した火災跡の「融解深」は 120cm を超えていたのに対して, 図 3d で明瞭なようにごく近傍でも焼失していない領域での融解深は 45cm 程度で, 80cm も深くなっている. また, 2018 年と 2019 年の火災跡地での融解深測定の結果を見ると, 2018 年火災跡は既に顕著に深くなっているのに対して, 2018 年火災跡では焼失域とそれ以外の違いが明瞭ではなかった. 2020 年度には, 最新の InSAR 画像の結果を参照しながら, これらの地点での再

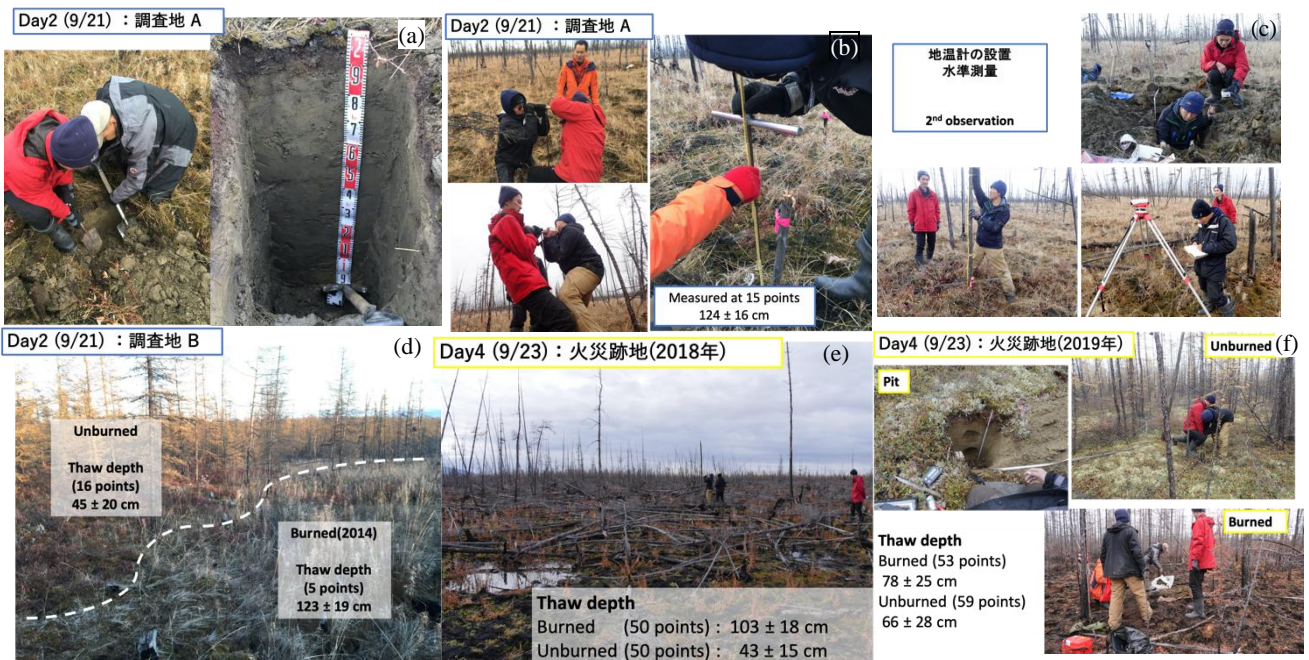


図 3: バタガイ現地調査の様子. (a) 2014 年火災跡でのピット掘削. 113cm を超えたところでアイスレンズが出てきた. (b) 2014 年火災跡での融解深測定. 120cm 超の深さ. (c) 地温計の設置, 土壌水分測定, 水準路線の設置. (d) InSAR 画像で見つけていた 2014 年火災跡の植生の明瞭な境界. その付近での融解深測定にも顕著な差が現れた. (e) 2018 年の火災跡地と融解深測定の結果. (f) 2019 年の火災跡地と周辺の非焼失域での掘削と融解深測定.

測による時間変化の有無の調査や新規観測点の構築を行う予定である。

(2) 本共同研究に関連する活動（調査のみ記す）

日程(月日)	日数 (日)	活動内容	場所	共同研究員・研究協力者の参加者名	参加者 数 (人)
2019.9.16-18	3	移動と調査打合せ	ヤクーツク	古屋正人、柳谷一輝、岩花剛、Petr Danilov, Alexander Fedorov	5
2019.9.19-24	6	現地調査	バタガイ	古屋正人、柳谷一輝、岩花剛、Petr Danilov, Alexander Fedorov, Erel Struchkov(現地ガイド)	6
2019.9.25-26	2	移動と調査打合せ	ヤクーツク	古屋正人、柳谷一輝、岩花剛、Petr Danilov, Alexander Fedorov	5

【研究論文や著書等】

著者名, 発行年, 論文タイトル, 掲載誌名, 巻・号, ページ, DOI	査読の 有無	IF	分野 (注3)
Yanagiya, K. and Furuya, M. (2020): Post-wildfire surface deformation near Batagay, Eastern Siberia, detected by L-band and C-band InSAR, <i>J. Geophys. Res., Earth Surface</i> , (改訂中) (Preprint: https://www.essoar.org/doi/abs/10.1002/essoar.10501390.1)	○	4.25	⑥

(注3) 分野:① 化学 ② 材料科学 ③ 物理学 ④ 計算機&数学 ⑤ 工学

⑥ 環境&地球科学 ⑦ 臨床医学 ⑧ 基礎生命科学 ⑨ 人文社会系

【研究発表】

発表年月日	発表者名	発表タイトル	発表学会等名 称	発表地	招待 講演 (○)
2019.5.30	柳谷一輝(北大理学院)、古屋正人(北大理学院)	東シベリア・バタガイ周辺における森林火災に伴う永久凍土の融解沈下と凍上量の時空間変化	日本地球惑星科学連合 2019 年大会	幕張メッセ、千葉	
2019.9.9	柳谷一輝(北大理学院)、古屋正人(北大理学院)	InSAR で検出した東シベリア・バタガイ周	雪氷研究大会 2019	山形 テルサ、山形	

		辺の森林火災後地盤変動と活動層厚の推定			
2019.10.30	柳谷一輝(北大理学院)、古屋正人(北大理学研究院)	InSAR で検出した東シベリアの森林火災後地盤変動:凍上の物理的解釈	日本測地学会 第 132 回講演会	富山国際会議場、富山	
2019.11.19	柳谷一輝(北大理学院)、古屋正人(北大理学研究院)	Batagay 現地調査報告と InSAR による火災後地盤変動の時系列解析	永久凍土の変動とそのモニタリングに関する研究集会	極地研究所、立川	
2019.12.2	古屋正人(北大理学研究院)、柳谷一輝(北大理学院)、岩花剛(アラスカ大学/北大北極域センター), Alexander Fedorov	Post wildfire surface deformation at Batagay, Eastern Siberia: detection by L- and C-band InSAR and preliminary report of field observation	AGU Fall Meeting	San Francisco, USA	
2019.12.8	柳谷一輝(北大理学院)、古屋正人(北大理学研究院)	Post wildfire surface deformation at Batagay, Eastern Siberia, detected by L band and C band InSAR	1 st Southern Hemisphere Conference on Permafrost	Queenstown, New Zealand	
2020.1.23	古屋正人(北大理学研究院)	ALOS2 InSAR applications	The Joint PI Meeting of JAXA Earth	TKP 新橋カンファレンスセンター、	

		to climate and weather: post-wildfire ground deformation in Eastern Siberia and tropospheric dispersive phase during heavy rain	Observation Missions FY2019	東京	
2020.2.18	岩花 剛 (北大北極域研セ/アラスカ大学), 阿部隆博 (JAXA), 柳谷一輝 (北大院理), 古屋正人, Petr Danilov (Nort-Eastern Federal Univ. Yakusk, Russia), 河村巧 (岩田地崎), Petr Efremov (Yakutsk Permafrost Inst., Russia), Alexey Desyatkin (Yakutsk Permafrost Inst., /Inst. Biological Problems Cryolithozone, Russia), 蟹江俊仁 (北大工院), 飯島慈裕 (三重大生物資源), Yuri Zhegusov (Inst. Humanities Indigenous People North, Russia), Anastasia Tseeva (Yakut State Design Res. Inst. Constr., Russia), 田 殿 雄 (JAXA), Aleksandr Fedorov (Yakutsk	Monitoring of permafrost land deformation and adaptation to related subsidence - 2017-2019 case studies in the Sakha Republic, Russia -	北極圏国際シンポジウム「オホーツク海と海水」2020	紋別市文化会館、北海道	

	Permafrost Russia)	Inst.,				
--	-----------------------	--------	--	--	--	--

【本共同研究の発展】

- (1) 応募中:2020 年度北極域研究共同推進拠点研究者コミュニティ支援事業 共同推進研究「バタガイ近郊の 2018-2019 年森林火災に伴う凍土融解過程の現地調査」(代表者:古屋正人)
- (2) 応募中:2020 年度-2022 年度:基盤研究(B)「理学・工学の融合的視点による永久凍土地帯の地形生成と温暖化による地形変形機構解明」(代表者:蟹江 俊仁)
- (3) 進行中:2019 年度-2021 年度基盤研究(C)「永久凍土地帯における森林火災後の地盤変動:時空間変化の検出とモデリング」(代表者:古屋正人)
- (4) 2020年6月開始: ArCS II「温暖化する北極域から見るエネルギー資源と食に関わる人間の安全保障(代表:高倉浩樹)」サブテーマ 1「生態・水環境変化を想定した凍土荒廃影響評価」(サブ代表:飯島慈裕)

【アウトリーチ、取材、その他】

- (1) 現地調査でバタガイに滞在中, 現地のベルホヤンスク新聞から取材を受け, 別紙(添付)のように後日新聞発表された. 見出しには「日本の科学者:我々はまた来ます」と書いてある.
- (2) 2019.9.9 の「雪氷研究大会 2019」では学生優秀発表賞ポスター部門で優秀発表賞, 2019.10.30 の「日本測地学会第 132 回講演会」においても「学生による講演会優秀発表賞」を受賞した.

(参考) <https://sites.google.com/view/2019jcsir/学生優秀発表賞>

<http://www.geod.jpn.org/contents/gakusei.html>