

平成28年10月17日

北海道大学 北極域研究センター長 殿

氏 名 喜岡 新

終了報告書

・派遣支援先 機関名： モスクワ国立大学 (国名： ロシア連邦)・受入研究者 V. Isaev 准教授

・研究課題名 (和文・英文)

(和文) 西シベリア平原に発達する凍土丘の空間分布・サイズと永久凍土層の温度場の関係性(英文) Spatial distribution and size of frost mounds examined through thermal state of permafrost in the West Siberian basin

・派遣支援期間：平成 28 年 7 月 25 日 ～ 平成 28 年 9 月 29 日

1. 派遣支援期間中の研究実施状況及びその成果

1.1. 実施研究概要

本研究では、研究例に乏しい西シベリア平原を対象域として、永久凍土および活動層の温度場と凍土丘や凍上現象の関係性を理解することを目的としている。本派遣支援によって、報告者はモスクワ大学に2ヶ月ほど滞在し、受入教員のV. Isaev 准教授や多くの研究者との話し合いを通して、計4週間にわたり西シベリアの広範囲において凍上現象や凍土丘のフィールド調査を行うことができた。

1.2. 研究背景

研究対象とした西シベリア平原の北部では、周氷河地形が広く確認されている。しかしながら、周氷河現象と永久凍土および活動層の温度・水条件の理解は乏しい。また、近年の温暖化に伴う永久凍土の融解と、それに起因する地盤沈下や小規模地すべり等の自然災害科学的な観点においても、凍上現象（氷層成長に伴う土壌隆起）の理解は重要性を増している。例えば、西シベリア平原の北部を通うロシア鉄道では、多くの場所で地形変位によってレールが歪曲しており（写真1）、長距離にわたり厳しい速度制限が設けられているなど、人・物資輸送に重要な影響を及ぼしている。さらに、西シベ



写真1 ロシア鉄道のレールが歪曲。特に本派遣支援で訪れた調査域では頻繁に見られる。

リア平原は世界最大のガス埋蔵量を誇り、ガスパイプライン網を守る上でも非常に重要である。

1.3. 手法

文献調査 ロシア語の論文、未出版データより先行研究をレビューし、これらの文献をもとに調査地設定などの話し合いも行った。

野外調査 文献レビューと受入教員の研究グループによる過去の調査経験をもとに、凍上については、西シベリアのヴォルクタ市郊外、極域ウラル、カラ海沿岸バイダラ湾沿岸を調査地とした。凍土丘については、ヴォルクタ市郊外およびノビーウレンゴイ市郊外を調査地として設定した。野外調査に先立ち、必要な機材の動作試験、テント組み立て等の準備を行った。野外調査では、掘削コア採取（写真2）、記載、露頭観測、ドローンによる高解像度マッピングといった地質学的調査や、地中レーダー、電気比抵抗、掘削孔での地温、サーマルスコープを用いた表層温度などの地球物理探査を行った。

試料測定 野外調査で得られたコア試料の測定のために、凍上実験用の装置の立ち上げ、テストおよび地盤の凍結破碎の装置などのテストを行った。野外調査で得られた試料は、受入教員のグループと共同で今後測定する予定である。

数値計算 受入教員の共同研究者が開発した既存のモデル手法を改良し、野外調査で得られたデータを元にシミュレーションを行う予定だったが、受入機関の共同研究者の体調不良のため計算スキームの改良を進めることができなかった。

1.4. 実施状況および結果

対象フィールドでは、凍土丘や多角形土だけでなく、フロストボイル、ハンモック、サーモカルス



写真2 ヴォルクタ市郊外ハノベイ地域でのコア掘削の様子。

トによる凹地形の形成および熱的浸食による断面形状変化、融解地すべり、斜面変形など多くの周水河プロセスも確認できた。以下に、野外調査で得られた主な結果概要を述べる。

ピング様地形群の発見 ヴォルクタ市郊外ハノベイ地域において、未報告のピング様地形群を発見することができた（写真3）。この場所は、旧ソ連時代にモホ面を調べるために核を用いた大規模な調査が行われた観測点の近くである。ここでは半径数キロ内で6つのピング様地形が発達しており、これらは閉鎖型ピングであると推定される。これらのピング様地形の表層は、植生に覆われているが多くのクラックが見られるため、地形群は比較的最近発達したものだと考えられる。これらの勾配はおよそ10度～20度とレンジがあるが、大きさは平均して径20メートル・高さ数メートル程度で比較的小さいものが見られた。我々はこのうち2つのピング様地形において、高解像度マッピング、掘削による試料の採取および簡単な氷層深度のプロファイリングを行った。

地温測定 ヴォルクタ市郊外ハノベイ地域、ウラル極域、カラ海バイダラ湾沿岸において、地温測定を行った。なお、これらの地域では受入教員のグループが数年前から設置している観測井もあり、これらのデータのダウンロードも行った。今回ダウンロードしたデータと過去2年間のデータを比較すると、夏季と冬季の温度差が年々大きくなっていることがわかった。

バイダラ湾沿岸での融解地すべり カラ海バイダラ湾沿岸では融解地すべりが繰り返し発生していることが知られている。そこで、高解像度マッピングおよび地温や表層温度の測定を行い、過去数年間のデータと比較すると、大きな海岸後退速度（推定年間数メートル）と夏季の異常温度上昇が確認できた。また海食崖の露頭では、アイスレンズが明瞭に確認できた。



写真3 ヴォルクタ市郊外ハノベイ地域にて新たに発見されたピング様地形。

1.5. 今後の予定

派遣期間中に実施できなかった野外調査で得られたコア試料の分析、高解像度マッピングデータの解析およびシミュレーションについては、受入教員のグループと共同で進めていく。分析および解析で得られた結果は、今後の学会や論文での発表を予定している。

2. 派遣支援期間中の研究発表概要 なし

3. 派遣支援期間中の受賞歴 なし

4. 派遣支援期間中のアウトリーチ活動 なし

謝辞 モスクワ大学での受入を快諾していただき様々なご指導をいただいた V. Isaev 准教授には深謝しております。そして、モスクワ大学凍土学専攻および国際オフィスの皆様には、多くのサポートをいただきました。また、派遣の事務全般に関して、北海道大学 ArCS 事務局の方にもお世話になりました。皆様に感謝いたします。