

## SICORP 日本-ロシア

### 「北極観測および北極域における自然利用と エネルギー資源開発のための科学技術」領域 事後評価報告書

#### 1 共同研究課題名

「シベリアの極地および山岳地域において増加する水文、気象の極端現象が炭素および水循環に及ぼす影響に関する比較研究」

#### 2 日本ー相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

松山 洋(東京都立大学・教授)

ロシア側研究代表者

ヴァレリイ・ゼメトソフ(トムスク国立大学 水文学科・教授)

#### 3 研究概要及び達成目標

本研究では、シベリアの極地および山岳地域において増加している水文・気象の極端現象が水循環および炭素循環に及ぼす影響に関して、地域間の比較研究を通じて明らかにすることを目的とした。具体的には、日本側チームとロシア側チームが協力して、現地観測、データ解析、モデリングを行なった。研究テーマは(1)極端な大気現象の把握、(2)極端な大気現象が水循環に及ぼす影響、および、水文・気象の極端現象が(3)地形形成に及ぼす影響、(4)炭素循環に及ぼす影響である。両国チームによる共同研究を通して、(a)これまでに発生した水文・気象の極端現象の発生機構の理解が進み予測可能性が高まること、(b)地域間の比較研究を通じて人々の生活や生態系保全に役立つことが明らかになった。

#### 4 事後評価結果

##### 4.1 研究成果の評価について

###### 4.1.1 研究成果と達成状況

本課題の目標は、シベリアの極地および山岳地域において増加している水文・気象の極端現象が水循環および炭素循環に及ぼす影響に関して、地域間の比較研究を通じて明らかにすることであり、この目標達成のために、現地観測、データ解析、モデリングを通じて、4つのワークパッケージ(WP)が実施された。それぞれのWPの達成状況は以下の通りである：

WP1(極端な大気現象の把握)では、極端な大気現象を抽出する閾値を決定、さらに極端な大気現象が将来どのように発生するかに関するシナリオ分析を行なうことをめざし、主にロシア側でデータ解析を実施した。その結果シベリアでは春季の昇温が顕著であり、かつ4月の降水量の変動が大きいため、将来的に融雪洪水が頻発する可能性が明らかになった。なお、日本側では、ロシアの解析にJRA-55(日本の気象庁と電力中央研究所が作成した大気の再解析データ)を適用することを想定して、JRA-55中の水蒸気量の特徴について調べたと

ころ、日本国内においては系統的な乾燥バイアスがあることがわかった。

WP2（極端な大気現象が水循環に及ぼす影響に関する解析）では、ロシア国内の試験流域周辺（トムスク市周辺）における河川流出量を3層タンクモデルで再現することを目指した。その結果、日本で開発された土壌雨量指数（Soil Water Index : SWI）を用いて、トムスク市における2010年の融雪洪水を再現することができ、予測可能性についても言及することができた。また、ロシア側で開発された水循環モデルを用いて、複数の流域の河川流量（洪水時の流量を含む）を再現することで、開発された水循環モデルの可搬性を示すことができた。

WP3（水文、気象の極端現象が地形形成に及ぼす影響に関する解析）では、衛星画像及び数値標高モデルと現地観測データを用い、試験流域周辺における地表面被覆分類を行うために、土地条件判別モデルの作成を行った。このモデルは、段丘面や段丘崖、トム川西岸等を良好に分類することができたが、引き続き精度向上が求められる。なお、本WPの一環としてGISを用いてトムスク市における洪水避難シミュレーションを実施し、洪水モニタリングシステムの構築、融雪期のアイスジャムの再現、2000～2020年にかけての土地被覆変化の解析を行なった。その結果、市街地の広がりや河川の流下方向の関係で、洪水時に人や交通の流れが遮断されること等が明らかになった。

WP4（水文、気象の極端現象が炭素循環に及ぼす影響に関する解析）では、気象の極端現象の発生に伴って生じる陸面から放出されるガスフラックスおよび流出する炭素形態の変化および流出量を現地観測から明らかにすることを目指し、エニセイ川西岸のZOTTO観測地を含む流域において、河川水の水質の季節変化を調べた。その結果、河川流量には年3～4回の増大期がみられ、これに溶存有機態炭素濃度や多くの生元素濃度の増大が対応していることが判明した。ただし、生元素濃度にみられる一部の極端に高い値は、流域での土地利用の広がりに伴う森林伐採との関係が推察された。

WP3で計画されていた、リアルタイム意思決定支援システムとしての、トムスク国立大学のWeb Siteを通じての研究成果の公開は、コロナ禍による研究進捗の遅れにより達成できなかったものの、その他の点においては、おおむね目標を達成していると言える。

#### 4.1.2 国際共同研究による相乗効果

日本側は土壌雨量指数（SWI）や決定木といった、ロシア側が用いたことのない解析手法を有しており、一方、ロシア側は豊富な現地データを有し、現地の事情・研究動向に詳しい。本課題はこれらを融合した最新研究を行っており、上記の様に新たな成果も多く得られている。共同による論文発表、学会発表も、まずまずの数実施されている。従って、十分な相乗効果が得られている。

#### 4.1.3 研究成果が与える社会へのインパクト、我が国の科学技術協力強化への貢献

本課題では、地球温暖化に起因する極端現象を理解することにより、地球温暖化という国際的共通課題への対応に貢献したと考えられる。また、リアルタ

イム意思決定支援システムをトムスク大学の Web Site で公開できれば大きな社会貢献となるため、今後の研究継続が期待される。

なお、本研究内容に関連して、融雪洪水時の避難行動について、マルチエージェントシミュレーションを用いた解析を行なう予定である。この基礎研究は本課題内ですで行なっており、トムスク地域に適用すべく現在準備中である。将来的には、このシミュレーション結果も早期警戒システムとしてトムスク国立大学のシステムに搭載して公開する予定であり、こちらも期待される。

#### **4.2 相手国研究機関との協力状況について**

2019年11月にトムスク大学で第1回会合を対面にて開催しており、これが、研究の継続・発展に大きな意味があったと考えられる。その後はコロナ禍によりオンラインの交流のみとなってしまった。そのため、ロシア側のデータの入手が遅れる等の困難に見舞われたが、粘り強く解決した点は、評価できる。結果として共著論文を複数発表することができ、さらには、投稿準備中の共著論文もある。これらにより、困難な情勢の中、良い協力関係を発展させたと言える。

#### **4.3 その他**

第1段階としては良い成果が得られている。研究の効率的発展のためには研究継続が望ましいが、現在それが困難な国際情勢にあるのが、大変残念である。

2022年3月20日に、日本地理学会 2022年春季学術大会で、飯島慈裕教授（三重大学）とともに、「日露協働によるシベリアの環境変化研究」シンポジウムを開催し、73名の参加者があった。ロシアのウクライナ侵攻という、ロシアとの共同研究にとって極めて厳しい状況の中、本シンポジウムが開催されたことは、科学ベースの研究交流においては、今後も両国の協力が重要であることを示す良い機会となった。

2022年4月17日の読売新聞朝刊に記事「ウクライナ危機 ロシアと学术交流中断相次ぐ」における松山教授のコメント「国土の広いロシアは、研究の現場として重要だ。学生が海外の研究者たちと直接話す機会にもなり、国を越えた活動はできる限り続けるべきだ」のように、研究協力は今後も継続されることを望む。