

**【2-1505】アジア起源の短寿命気候汚染物質が北極域の環境・気候に及ぼす影響に関する研究（H27-29 95,930 千円）**

研究代表者 谷本 浩志（国立研究開発法人国立環境研究所）

## 1. 研究実施体制

(1) 人為起源発生源からの北極への SLCP 輸送経路と影響の解析（国立研究開発法人国立環境研究所）

(2) 自然起源発生源からの北極への SLCP 輸送経路と影響の解析（国立研究開発法人海洋研究開発機構）

## 2. 研究開発目的

海氷の急激な減少に代表される近年の北極圏における環境変化は新聞やテレビ等でも報道され、世界的に関心が高まっている。北極圏の生態系への影響に加えて、北極海航路や海底資源など社会経済活動にも大きな影響があることから各国政府の関心も高まっている。このような状況で、わが国は平成 25 年に北極評議会へのオブザーバー資格を獲得するなど、北極圏の国際的な議論への関与を増しつつある。一方、SLCP (Short-Lived Climate Pollutants, 短寿命気候汚染物質と訳し、地域的な放射収支に影響を及ぼしやすい大気汚染物質) に分類されるブラックカーボンなどが北極圏に運ばれて沈着し、積雪のアルベドを変化させることで北極圏における海氷の融解に寄与しているとの報告もあり、北極評議会の中の AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 北極監視評価プログラム) でブラックカーボンとメタンのタスクフォースが立ち上がるなど、北極圏における気候および環境変化に関する学際的研究が国際的に立ち上がりつつあった。しかしながら、欧米各国を中心とした研究プロジェクトが多く、アジアを中心とした北極圏の環境・気候に関する研究は提案されていなかった。そこで本研究では、アジア起源の SLCP、特にブラックカーボンとその関連物質に注目し、アジアから北極圏への BC の輸送実態の把握とそのメカニズムの解明、アジアが北極圏の環境・気候に及ぼす影響の定量的評価、人為起源と自然起源の相対的な寄与率の導出、およびアジアと欧米の寄与率の相違を明らかにすることで、ブラックカーボンが北極圏の環境・気候に及ぼす影響の理解を深め、我が国の北極圏に関する科学技術面および環境面での国際貢献の一つとすることを目的とする。

## 3. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

世界で最も広く用いられているオイラー型グローバル化学輸送モデルの一つである GEOS-Chem について、アジアの BC に特化した改良を独自に行い、タグ付き BC シミュレーションが行えるようにした。これにより、各発生源の寄与の定量的評価が可能となり、

北極圏における BC に占めるアジアや欧米からの寄与を定量的に評価することが可能になった。また、発生源「領域」に加えて、発生源の「種類」でも区別することで人為起源と自然起源の相対的寄与を評価できるようになり、これも特筆すべき技術的進歩である。これにより、東アジアは、中部・上部対流圏の BC に対して最も重要な発生源であることが初めて明らかになった。これらの知見は BC が北極圏の温暖化に及ぼす影響の理解を深めることにつながっている。

また、ラグランジュ型の大気トレーサ輸送モデル Flexpart の最新版 v10 にて、逆方向計算に湿性除去過程の組み込み、フットプリント解析で湿性除去を加味できるようになった。オイラー型モデルから得た結果を裏付ける知見を、ラグランジュ型モデルから得ることに成功した。ラグランジュ型モデルは、輸送の表現がグリッド設定によらない点、長距離輸送・拡散の数値表現に優れる点が特徴であり、オイラー型モデルと相補的である。両モデルによって、北極圏の BC の発生源の定量評価に関する信頼性を向上させた。この結果は、多くの化学輸送モデルが北極圏での BC 濃度を過小評価し、モデル間の差も大きいことが指摘されている国際相互比較実験において、今後大きな貢献が期待できる。

こうしたモデリングにおいて、現状で最も広く使われている排出データベースである GFEDv4 において、農地での焼失面積や汚染物質排出がわずか 0.3-3.3%しか捉えられていないことを明らかにし、2桁程度の上方向修正が必要であることを指摘した点は、発生源ごとの寄与見積もりを今後正確に行う上で重要な成果となる。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

3年間を通じて、環境省を通じて政府による北極政策の策定や議論に多く貢献してきた。

- ・「北極海に係る諸問題に対する関係省庁連絡会議」には、本研究課題の成果や知見、情報の提供を行った。
- ・「北極のフロンティアについて考える議員連盟」においては、環境省による北極研究推進施策として説明された。
- ・課題代表者の谷本とサブ課題代表者の金谷は、政策研究大学院大学「北極圏問題についての我が国の総合戦略研究会」委員を務め、より広く全府省的な政府の施策に貢献した。
- ・本課題は総合海洋政策本部で策定される「我が国の北極政策」に環境省による北極研究推進施策として登録されている。
- ・谷本が AMAP BCM Expert Group に Chair の Dr. Kaarle Kupiainen より招待され、本研究課題の成果について共有した (2017年6月、カナダ)
- ・外務省・北極担当大使である井出大使に情報提供を行った。(北極関係省庁の意見を反映し、我が国の北極に関するあらゆるステークホルダーズの動きを北極担当大使が

掌握するための情報提供依頼に協力した)

- ・ ハルコネン・フィンランド北極担当大使への研究成果のブリーフィングを行った。(2016年12月)
- ・ Future Earth のコアプロジェクトである IGAC (International Global Atmospheric Chemistry, 国際地球大気化学協同計画) と IASC (International Arctic Science Committee, 国際北極科学委員会) の合同による国際的な北極研究プロジェクトである PACES (air Pollution in the Arctic: Climate, Environment and Societies, <http://www.igacproject.org/PACES>) において知見をインプットし貢献した (谷本、金谷)。
- ・ サブ課題代表の金谷は IPCC AR6 WG1 chapter 6. SLCF の Review Editor に選ばれ、報告書作成において本課題からの知見についても適切に取り扱う予定である。

### <行政が活用することが見込まれる成果>

北極評議会における日本の取り組みへの活用について、以下の2点が見込まれる。(詳細は、政策決定者向けサマリーを参照のこと)

- ・ 北極圏の BC 濃度および気候・環境に及ぼす地域・国別の寄与率：改良したグローバルモデルにより、北極圏の地表面付近では、ロシアからの BC が 62%の寄与を占め、最も重要な発生源であることが分かった。一方、自由対流圏では東アジア起源が 41%の寄与を占め、最も大きな影響を及ぼすことが分かった。これは、放射強制力にはアジアからの排出が、氷の溶解にはロシアからの排出が大きな影響を有することを示しており、気候変動対策を推進する上で重要な情報である。北極における温暖化の緩和にとってアジアの BC 排出削減が緊急の課題であると言え、北極評議会において日本発の知見として強くアピールできるとともに、アジア途上国の BC 排出削減対策に取り組む重要性を指摘した。
- ・ 我が国を含む東アジア諸国の BC 排出量：2015 年開始の「BC 及びメタンの排出削減強化に関する行動のための枠組」(排出量を報告したオブザーバー国は、北極圏国と対等な地位で国際的な対策の議論や枠組み作りに参加できる) に関して、我が国は、2015 年は CH<sub>4</sub> 排出量について UNFCCC 提出値を報告したが、BC 排出量は未報告である。2017 年は CCAC 提出済のインベントリに基づく BC 排出量を報告したが、本課題では、研究レベルの高い信頼性で日本からの BC 排出量を観測データから 0.027Tg/y と推計し、インベントリと整合的な結果を得た。排出量を報告したオブザーバー国は北極圏国と対等な地位で Expert Group に参加し、対策の議論に参加することができるため、今後、本手法の精度を向上させ、日本からの BC 排出量とともに北極圏諸国や第三国(中・韓・ロ)の値も算出することにより、中立・客観的な報告値として AMAP から期待されており、独自の貢献が期待できる。また、2017 年 10 月の北極評議会高級北極実務者会合では「義務はないが、BC 排出量について日本は今後可能な範

困で報告していく」と宣言されており、本課題の成果により、日本の関与を強められる。「北極のフロンティアについて考える議員連盟」へ定常的な貢献ができる他、「北極に関する日中韓ハイレベル対話」で協調・リーダーシップにより国際的プレゼンスの向上も期待できる。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

BC の北極圏流入の実態把握に進展があり、日本として環境政策、国際学術研究に貢献・発信している点および論文発表も適切に行っており、ほぼ当初計画通りの成果をあげている。望むらくは、SLCP に関しては推進費 S-12 が、北極に関しては北極域研究推進プロジェクト (ArCS) がそれぞれ動いていたわけであり、当該グループとの連携についての視点があれば、更によかったと思われる。

#### 5. 評点

総合評点：A