

【2-1703】 地球温暖化に関わる北極ブラックカーボンとダスト粒子の動態と放射効果 (H29~H31)

研究代表者 小池 真(東京大学)

1. 研究開発目的

本研究の第一の目的は、北極圏の BC の動態を明らかにし、世界の BC 発生源からの北極大気や雪氷アルベドへの影響を評価することである。私たちが開発してきた高精度の BC 測定器を使った観測の結果、既存の北極圏の BC 観測には大きな不確定性があることが明らかとなってきた。本研究では北極域の代表的な観測点において、日本で開発された高精度 BC 観測手法により、地上での長期観測および航空機からの高度分布観測を実施し、その濃度や微物理特性の動態を明らかにする。また降雪中や積雪中 BC を定量し、BC の雪氷への沈着量と雪氷アルベド低下効果を評価する。さらに日本で開発されてきた詳細なエアロゾル数値モデルを検証・改良し、北極温暖化に関わる BC の放射効果を定量化する。

第二の目的は、もうひとつの光吸収エアロゾルである酸化鉄粒子 (FeOx) の動態と放射効果の評価である。私たちの研究により、都市大気においては人為起源の FeOx が支配的であり、これまで「見過ごされてきた地球温暖化効果」がある可能性がわかってきた。本研究では日本が独自の技術をもっている FeOx の観測手法により、都市域と北極域での FeOx の観測を実施する。東京近傍での地上観測により大都市から的人為起源 FeOx の放出源として、製鉄所や自動車などの重要性を明らかにする。またアジア大陸の人為的排出源の影響を強く受ける下流域での地上観測から、FeOx の質量濃度や粒径分布などの微物理特性を BC とともに把握する。これらの知見に基づいて人為的な酸化鉄とその発生量を数値モデルに組み込むことにより、人為起源酸化鉄の動態とその放射効果を定量化する。

第三の目的は、北極アイスコア中の BC とダスト粒子の分析を行い、数値モデルの検証・改良を行うことにより、産業革命以前から現在までの人為起源・自然起源粒子の動態と放射影響を評価することである。

第四の目的は、将来的にこのような知見を国際的な BC の排出量推計・規制に結び付けていくために、アジアの開発途上国へのアウトリーチを実施することである。

2. 研究の進捗状況

本研究ではサブテーマ間で強く連携した研究を進めてきたことにより、平成 29 年度に計画された研究を予定どおりに実施するとともに期待以上の大きな進歩があった。

サブテーマ 1 (東京大学)

北極大気中の BC 連続観測、降雪中の BC・酸化鉄分析、酸化鉄の人為的発生源の評価、北極航空機観測などを実施した。また発展的な研究として、BC などのエアロゾルの湿性除去過程について、降水雲中の過飽和度を観測から推定し数値モデルでその感度を評価した。

サブテーマ 2 (国立環境研究所)

東京での観測は前年に行った試験観測で十分なデータが得られていたことが分かったため実施を中止し、その代わりに H31 年度に予定されていた福江島での観測を先取りする形で福岡において観測を実施した。この結果、BC や酸化鉄と混合するエアロゾルの化学組成や粒形分布などの観測データを取得した。

サブテーマ 3 (気象研究所)

上記のとおり東京での観測の代わりに福岡での観測を実施した。また東アジアや北極で得られた酸化鉄などの電子顕微鏡分析を実施した。気象研究所の気候モデル計算の検証・改良・評価を実施した。産業革命前から現在までの歴史実験計算とアイスコアとの比較を開始した。

サブテーマ 4 (国立極地研究所)

北極域で得られたアイスコアや積雪試料の分析を実施するとともに、BC や人為的酸化鉄の氷晶核特性の評価を実施した。WGIA（アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ）は2018年7月10-12日に開催予定である。この会議でBCに関する発表を行うことで調整を行ってきた。

サブテーマ5（名古屋大学）

全球エアロゾルモデルを開発し、BC や酸化鉄などの光吸収性エアロゾルの計算を予定どおりに実施した。さらに発展的な研究として、人為的酸化鉄の海洋への沈着が溶存鉄の供給として重要であることを示した。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

現在、北極評議会(Arctic Council)におけるAMAP(Arctic Monitoring and Assessment Program) Short-lived Climate Forcers Expert Group(短寿命気候汚染物質の専門家グループ; SLCF EG)により、BCの排出削減による北極温暖化への効果を評価する報告書が準備されつつある。私たち(小池と近藤)はこの報告書の執筆者に選ばれており、本研究の成果はこの報告書に記述されることになる。また北極評議会におけるExpert Group on Black Carbon and Methane(EGBCM)はBCの排出削減を進めるための提言を行ってきた。現在フィンランドがEGBCMの第3回目の提言を取りまとめつつある。その科学的な基礎はAMAP報告書に置かれているため、本研究の成果はBCの排出削減の施策にも貢献する。

人為起源の酸化鉄(FeO_x)はこれまで見過ごされてきた温暖化物質である。次期のIPCCレポートでは、放射強制力の要因として FeO_x が追加されることが期待される。現時点では、 FeO_x の放射強制力を推定しているのは世界でも私達のみであり、重要な貢献と言える。

本研究で得られている北極域における大気中、降雪中、積雪中のBCや FeO_x 濃度は、これらの物質の北極のみならずグローバルな影響評価(アセスメント)の基礎となるものである。また本研究も含めて検証された気象研究所地球システムモデルによる計算結果は、第6期結合モデル相互比較計画(CMIP6)に提出するため、IPCC評価報告書に対して直接的に貢献できることが期待される。

WGIA(アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ、2018年7月10-12日に開催予定)でのBCに関する発表も、BC排出ベントリ整備へ向けた行政貢献となることが期待される。

4. 委員の指摘及び提言概要

新たな知見を入手することに成功しており、評価できる。北極評議会への貢献も評価されてよい。

BC中の酸化鉄の寄与は興味深い。自然起源の酸化鉄はどの位の割合か。また、その起源は何か。BC、ダストの発生源の特定までできるか。できればBCと酸化鉄濃度に相関があるメカニズムについて、解明が必要ではないか。また、極域のBC観測結果とモデル計算の乖離が人為起源BCの取り扱いにあることが示唆されていることは、新しい知見の一つであると思われ、評価できる。数値シミュレーションで、課題期間内にどこまで出来ればよいと考えているのかを示した方がよい。

5. 評点

総合評点：A