

20 世紀再現実験による吸収性エアロゾルによる積雪汚染

*田中泰宙, 青木輝夫, 坂見智法, 保坂征宏, 足立恭将, 行本誠史, 地球システムモデル開発グループ
(気象研究所)

はじめに

光を吸収する性質をもつ黒色炭素 (BC) や鉱物ダストエアロゾルは、温室効果ガスと同様に地球を加熱させる作用をもつ。吸収性エアロゾルは積雪に沈着すると積雪面のアルベドを低下させることによって積雪面の加熱をもたらす。この効果は雪氷アルベドと気温の間の正のフィードバックを通じて大きな影響になる可能性がある。IPCC 第 4 次報告書においては、BC による積雪アルベドの影響を $+0.1 \pm 0.1 \text{ W m}^{-2}$ と推定されている。しかし、この推定は積雪アルベドの扱いを非常に単純化したモデルを用いて行われたものであり、エアロゾルの沈着量は地域や時間によって非常に大きく異なること、雪面アルベドは雪の粒子の粒径などに依存し不純物の影響も単純ではないことなど、依然明らかでない点が多い。産業革命以降、大気への BC の放出量はほぼ増加を続けているため、BC の積雪アルベドへの影響も重要性が増している。本研究では、気候モデルによる気候再現実験において吸収性エアロゾルの積雪アルベドへの影響の変化を調べ、吸収性エアロゾルが現在までの気候変動に与えた役割について考察する。

数値モデルの概要

本実験では気象研究所の気候モデル MRI-CGCM3 (Yukimoto et al. 2012) を用いた。このモデルは大気大循環モデル MRI-AGCM3, 海洋大循環モデル MRI.COM, エアロゾルモデル MASINGAR mk-2 から構成される。エアロゾルモデルによって計算される BC および鉱物ダストの沈着量フラックスは陸面雪氷および海氷上のアルベド計算に反映され、また硫酸塩・BC・有機炭素・海塩・鉱物ダストの分布は大気モデルでの放射による直接効果および雲スキーム中での雲粒核密度の計算に用いられる。積雪のアルベドは、沈着した吸収性エアロゾルの混合比と積雪粒径、太陽天頂角の関数として、Physically Based Snow Albedo Model (PBSAM) (Aoki et al. 2011) によって求められる。人為起源エアロゾルおよびその前駆気体の放出量は気候モデル比較実験(CMIP5)で使用する RCP インベントリを用いる。

実験結果の概要

気候再現実験で用いられる RCP インベントリでは、BC 排出量は全般的に増加傾向を示している。しかし排出量の変化は地域差が大きく、経済発展や使用燃料の変化、排出規制の技術導入、森林資源などの要因によって、年代とともに推移してい

る。北米では 19 世紀から増加し 1910~1930 年代にピークを迎えた後には減少している。欧州からロシアにかけては 19 世紀から 20 世紀後半にかけて積雪中の BC 含有量は増大しているが、21 世紀初頭には減少傾向を示している。東アジアでは 20 世紀後半から急激に増加し、21 世紀初頭においては濃度が高くなっている。一方、鉱物ダストの放出量および積雪中の含有量は全体的には増加・減少の大きなトレンドは見られない。実験結果からは、19 世紀半ばから 21 世紀初頭にかけての気候変動への BC の積雪汚染の影響は地域によって大きく変化してきたことを示唆している。

謝辞

本研究は地球環境保全試験研究費地球一括計上 (国 953)、および環境省環境研究総合推進費 (A-1101)、および日本学術振興会科学研究費補助金 (23221004) の助成を受けたものである。

参考文献

- Aoki, T., et al. (2011), *J. Geophys. Res.* **116**, doi:10.1029/2010JD015507.
Yukimoto, S., et al. (2012), *J. Meteor. Soc. Jpn.* **90A**, 23-64, doi:10.2151/jmsj.2012-A02.

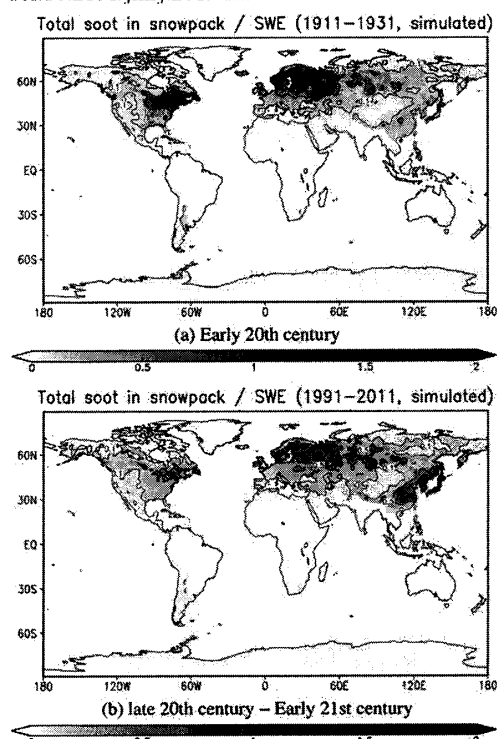


図 1. 20 世紀再現シミュレーションにおける積雪中の黒色炭素含有量分布。(a) 20 世紀初頭(1911-1931), (b) 1991-2011 年。単位は mg kg^{-1} 。