

成層圏SO<sub>2</sub>注入によるジオエンジニアリングの成層圏エアロゾル・大気循環への影響Effects of geoengineering by stratospheric SO<sub>2</sub> injection on stratospheric sulfate aerosols and circulation\*関谷 高志<sup>1</sup>、樫村 博基<sup>2</sup>、渡邊 真吾<sup>2</sup>、須藤 健悟<sup>1,2</sup>\*Takashi Sekiya<sup>1</sup>, Hiroki Kashimura<sup>2</sup>, Shingo Watanabe<sup>2</sup>, Kengo Sudo<sup>1,2</sup>

1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構

1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ジオエンジニアリングは、地球温暖化対策として、意図的に気候システムを改変する手法である。その中でも、成層圏へのSO<sub>2</sub>注入は大規模火山噴火による成層圏へのSO<sub>2</sub>放出とその後の全球平均の地上気温低下に基づいている。しかしながら、ジオエンジニアリングモデル相互比較プロジェクト (GeoMIP) に参加している気候モデルは、大きくばらついた結果が示している。その不確実性の一因は、エアロゾルの微物理特性や成層圏大気循環であると考えられる。そこで本研究は、地球システムモデルMIROC-ESM-CHEMに成層圏硫酸塩エアロゾル微物理モジュールを導入し、成層圏硫酸塩エアロゾルの分布・微物理特性を陽に計算できるモデルを構築した (以降、MIROC-ESM-CHEM-AMPとする)。MIROC-ESM-CHEM-AMPを用いて、GeoMIPのG4実験に準拠したジオエンジニアリング実験を行った。G4実験は、RCP4.5シナリオ下での5 Tg/yearのSO<sub>2</sub>を下部成層圏の赤道直上への注入を想定している。また、MIROC-ESM-CHEMによるG4実験の結果と比較を行った。ただし、MIROC-ESM-CHEMでは、ピナツボ火山噴火時に観測された成層圏エアロゾル光学的深さ (stratospheric aerosol optical depth; SAOD) に基づくSAODを与えることで成層圏SO<sub>2</sub>注入の影響を表現している。比較の結果、MIROC-ESM-CHEM-AMPは、MIROC-ESM-CHEMより約2倍大きなSAODを示した。また、MIROC-ESM-CHEM-AMPでは、成層圏SO<sub>2</sub>注入によって、硫酸塩エアロゾルの有効粒径が0.51 μmまで成長した。2040~2069年における成層圏硫酸塩エアロゾルの平均滞留時間は1.13年、成層圏総量は2.85 TgSであり、1年間のSO<sub>2</sub>注入量 (2.5 TgS) よりも大きかった。

また、成層圏SO<sub>2</sub>注入の成層圏大気の影響を調査した。両方のモデルにおける成層圏大気平均年代は、50 hPaより下方では増加 (最大0.15年)、50 hPaより上空では減少した (最大0.25年)。MIROC-ESM-CHEM-AMPにおける大気平均年代の変化は、MIROC-ESM-CHEMと比較して3倍以上大きな変化を示した。さらに、MIROC-ESM-CHEM-AMPを用いて、RCP4.5 (ジオエンジニアリングを実施しない) 実験の海面温度を与えたG4実験を行い、成層圏大気平均年代における成層圏SO<sub>2</sub>注入の影響について詳しく調査した。その結果、50 hPaより上空における大気平均年代の減少は、速い応答 (例えば、硫酸塩エアロゾルによる赤外放射の吸収の影響) によって引き起こされていることが示された。一方、50 hPaより下方における平均年代の増加は、遅い応答 (例えば、対流圏の寒冷化) に起因していた。遅い応答に伴う成層圏循環の弱体化は、わずかにSAODを増加させた (約5%)。

キーワード：ジオエンジニアリング、成層圏エアロゾル、成層圏大気循環、エアロゾル微物理

Keywords: Geoengineering, Stratospheric aerosols, Stratospheric circulation, Aerosol microphysics