

Sulfur tracking モデルを用いた船舶燃料油硫黄分規制強化による瀬戸内地域の 大気質変化の評価

○平井 賢治¹⁾, 嶋寺 光¹⁾, 荒木 真¹⁾, 櫻井 達也²⁾, 茶谷 聡³⁾, 速水 洋⁴⁾, 板橋 秀一⁵⁾, 松尾 智仁¹⁾, 近藤 明¹⁾
¹⁾大阪大学, ²⁾明星大学, ³⁾国立環境研究所, ⁴⁾早稲田大学, ⁵⁾電力中央研究所

【はじめに】瀬戸内地域では他地域に比べて PM_{2.5} 濃度が高く、その原因の一つとして船舶航行の集中が考えられる。2020 年 1 月以降、MARPOL 条約付属書VIの規制により船舶燃料油中の硫黄分の上限が 3.5%から 0.5%へ引き下げられた。規制強化による船舶由来の硫黄分排出の減少は、沿岸地域の大気質を変化させる。本研究では大気質モデル CMAQ に組み込まれた sulfur tracking モデルを用いて、規制強化による瀬戸内地域の大気質変化を評価した。

【方法】気象モデルには WRF v3.8、大気質モデルには CMAQ v5.3.3 を用いた。計算期間は、2019 年 1 月～2019 年 12 月の 1 年間とした。計算領域は、東アジア領域 (D1)、九州～関東領域 (D2)、瀬戸内周辺領域 (D3) の 3 領域とし、水平格子数はそれぞれ 127×107、84×66、96×54、水平解像度はそれぞれ 45 km、15 km、5 km とした。本研究では瀬戸内地域を、概ね山口県から岡山県および愛媛県から徳島県の瀬戸内海沿岸から 5 km 未満の範囲、比較対象のその他中国四国地域を、瀬戸内海沿岸から 20 km 以上離れた地域と定義した。また、2019 年において瀬戸内地域の日平均 PM_{2.5} 濃度観測値が年間上位 5% (18 日) の日を、高濃度日と定義した。さらに、瀬戸内地域における空気塊の滞留性年間上位 5% (18 日) の日を、地域的な発生源の影響を強く受ける地域汚染日と定義した。規制強化による濃度低減効果は、規制強化前と強化後の船舶排出量データを使用した 2 ケース (いずれも気象場は 2019 年の 1 年間) における濃度計算値の差 (規制強化前－強化後) で評価した。日本における人為起源排出量の作成には、船舶は GLIMMS-AQ インベントリ、その他の排出部門は J-STREAM インベントリを用いた。D3 における規制強化前と強化後の排出量は、SO₂ でそれぞれ 207 Gg/y と 158 Gg/y (24%減)、一次 PM_{2.5} でそれぞれ 27 Gg/y と 20 Gg/y (26%減) である。また、sulfur tracking モデルを用いて SO₄²⁻濃度に対する、1 次排出、2 次生成、境界流入による寄与を推計した。

【結果】図 1 に、2019 年における地域別の SO₄²⁻濃度の期間別平均値および規制強化による低減効果を示す。SO₄²⁻濃度は、船舶航行が集中する瀬戸内地域では、その他中国四国地域と比較して 1 次排出および 2 次生成による寄与が大きくなった。高濃度日では年間や地域汚染日と比べ境界流入による寄与が大きくなっており、この期間には越境汚染の影響を強く受ける日が含まれていると考えられる。規制強化による SO₄²⁻濃度低減効果は、船舶航行が集中する瀬戸内地域、空気塊が滞留しやすい地域汚染日では、それぞれ他地域、他期間よりも高くなった。瀬戸内地域において、全濃度低減効果に対する 2 次生成の割合は、地域汚染日で最大となった。これは、地域汚染日においては瀬戸内地域で排出された SO₂ の滞留時間が長いため、SO₄²⁻に変質する割合が高いことを示している。

【謝辞】本研究は (独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20165001、JPMEERF20185002、JPMEERF20195055) により実施した。

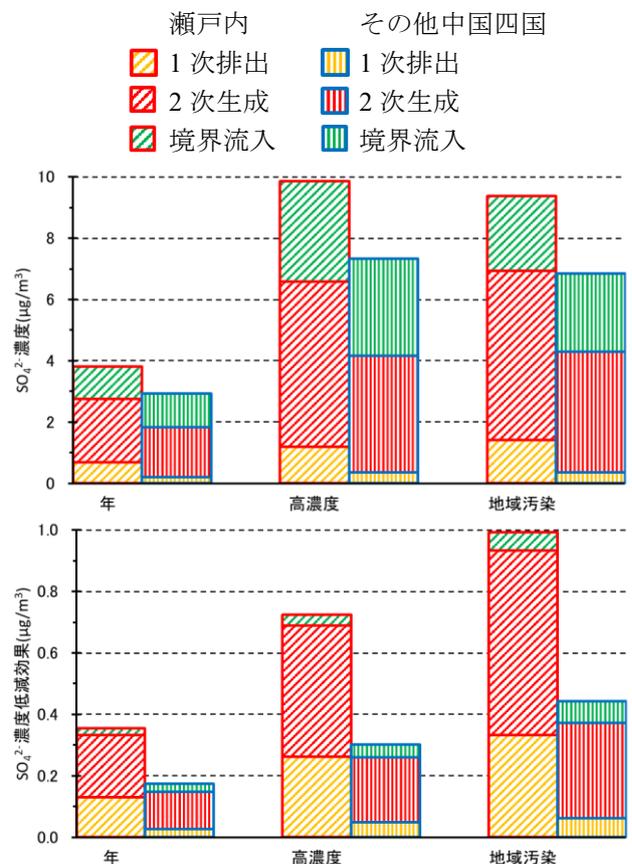


図 1 年間、高濃度日、地域汚染日における SO₄²⁻濃度 (上) および濃度低減効果 (下) の平均値