

2019 年の日本を対象とした大気質モデル解析に基づく硝酸塩濃度再現性向上の可能性検討

○古川凜¹⁾, 嶋寺光¹⁾, 小森直哉¹⁾, 高見京平²⁾, 松尾智仁¹⁾, 近藤明¹⁾

¹⁾ 大阪大学, ²⁾ KANSO

【はじめに】大気汚染物質である微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は呼吸器系や循環器系への健康影響をもたらす。大気質モデルは PM_{2.5} 濃度低減策の検討において重要な役割を果たすが、現状の大気質モデルは PM_{2.5} の主要成分である微小硝酸塩 (fNO₃) を十分には再現できていない。その前駆物質である硝酸ガス (HNO₃) は、海塩等の粗大粒子と反応して粗大硝酸塩 (cNO₃) となるため、粗大粒子は fNO₃ の動態にも影響する。そこで本研究では、大気質モデルにおいて粗大粒子が日本における硝酸塩の動態に及ぼす影響を評価し、それを基に fNO₃ 濃度の再現性向上の可能性について検討した。

【方法】本研究では気象モデルに WRF v4.3、大気質モデルに CMAQ v5.3.3 を用いた。計算期間は 2019 年の 1 年間とした。計算領域は水平解像度 45km のアジア域と 15km の日本域とした。排出量は、国外人為起源に HTAP v2.2 (2010 年基準, 中国のみ 2017 年に補正)、国内人為起源に環境省 PM_{2.5} 排出インベントリ (2015 年基準) を用いた。CMAQ の計算は、海塩および土壌性ダストの排出を考慮した標準ケース (Base) に加え、海塩粒子 (SSA) の排出量を 0 にしたケース (SSA_off)、土壌性ダスト (WBD) の排出量を 0 にしたケース (WBD_off) で実施した。これらの比較により fNO₃ の動態に対する海塩・土壌性ダストの影響を評価した。

【結果】環境省による PM_{2.5} 成分自動測定地点の年平均 cNO₃、fNO₃、HNO₃ 濃度の平均値と全環研によるフィルターパック (FP) 法測定地点の年平均 Na⁺、Ca²⁺、総硝酸 (tNO₃) 濃度の平均値、SSA、WBD の寄与を図 1 に示す。年平均 cNO₃ 濃度は 2.2μg/m³ で SSA 寄与はその 82% を占め、WBD 寄与は 13% となり、SSA 寄与が WBD 寄与を上回った。年平均 fNO₃ 濃度は 1.3μg/m³ で、SSA 寄与は-58%、WBD 寄与は-8% となった。年平均 HNO₃ 濃度は 1.5μg/m³ で SSA 寄与は-76%、WBD 寄与は-6% となった。以上から、NO₃ 濃度に対する粗大粒子の影響は、SSA が WBD よりも大きい。SSA の主成分である Na⁺濃度は 119%、tNO₃ 濃度は 73% 過大評価となった。これらの過大評価が cNO₃、fNO₃ 濃度それぞれ 174%、23% 過大評価の要因と考えられた。そこで、Na⁺濃度を補正した場合の NO₃ 濃度を式 (1)、Na⁺、tNO₃ 濃度を補正した場合の NO₃ 濃度を式 (2) に基づいて算出した。PM_{2.5} 成分自動測定地点平均の tNO₃ 濃度と組成比を図 2 に示す。SSA によって tNO₃ 濃度はほとんど変化しなかったが、硝酸の分配は大きく変化した。また、tNO₃、Na⁺の補正により cNO₃ 濃度は 174% 過大評価から 7% 過小評価となり、fNO₃ 濃度は 23% 過大評価から 12% 過小評価となり、どちらも計算値が観測値により近づいた。この結果より、Na⁺、tNO₃ 濃度の過大評価を改善することで fNO₃ 濃度の再現性向上につながると考えられる。

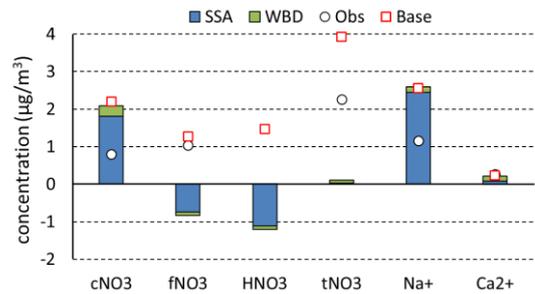


図 1 PM_{2.5} 成分自動測定地点の cNO₃、fNO₃、HNO₃ 濃度および FP 法測定地点の Na⁺、Ca²⁺、tNO₃ 濃度の年平均値

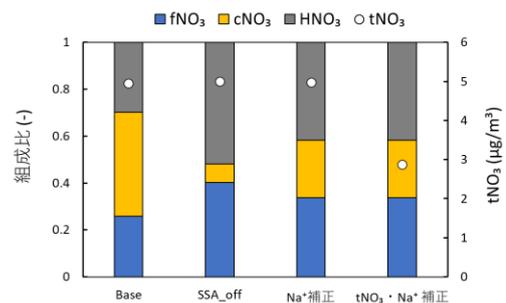


図 2 PM_{2.5} 成分自動測定地点の tNO₃ 濃度および組成比

$$[\text{NO}_3]_{\text{Na}^+ \text{濃度補正後}} = [\text{NO}_3]_{\text{補正前}} - [\text{NO}_3]_{\text{SSA 寄与}} \left(\frac{[\text{Na}^+]_{\text{sim}} - [\text{Na}^+]_{\text{obs}}}{[\text{Na}^+]_{\text{sim}}} \right) \quad (1)$$

$$[\text{NO}_3]_{\text{Na}^+ + \text{tNO}_3 \text{濃度補正後}} = \frac{[\text{NO}_3]_{\text{Na}^+ \text{濃度補正後}} [\text{tNO}_3]_{\text{obs}}}{[\text{tNO}_3]_{\text{sim}}} \quad (2)$$

【謝辞】本研究は、環境省・(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20215005) および JSPS 科研費 (22H03757) の助成により実施した。