

首都圏の大気中微小粒子（PM_{2.5}）に対する 国内・国外発生源の影響

背景

環境省は、平成20年4月に大気中を浮遊する2.5 μm以下の微小粒子（以下、PM_{2.5}）の健康影響を認める報告書を取りまとめた。わが国ではPM_{2.5}の質量比約1/3を、自動車や工場・発電所をおもな排出源とするSO_xとNO_xから生成した硫酸塩と硝酸塩とが占める。また、PM_{2.5}は大気から除去されにくく広域を輸送される。PM_{2.5}対策を検討する上で、国内の新たなSO_x、NO_x排出対策でPM_{2.5}濃度がどの程度改善されるか、また排出量の増大が予想される国外発生源の影響を今後どの程度受けるかを見極める必要がある。そこで当所は、わが国のPM_{2.5}濃度を解析するため、東アジアを計算領域とする大気質モデル*1の開発を進めてきた*2。

目的

東アジアを対象に大気質モデルによりPM_{2.5}の大気中濃度を計算し、首都圏大気のPM_{2.5}に含まれる硫酸塩と硝酸塩の濃度と大気汚染物質の排出量との関係を求め、国内外の発生源の影響を評価する。

主な成果

東アジアを12の発生源域に分け（図1）、発生源域ごとにSO_xとNO_xの排出量（図2）を20%増加（3年分の増加率に相当）させて濃度計算を行い、大気中のPM_{2.5}濃度の変化を調べた。その結果、首都圏のPM_{2.5}に含まれる硫酸塩と硝酸塩について、以下のことが明らかになった。

- (1) 硫酸塩と硝酸塩の濃度は、首都圏発生源による変化が最大であったが、国内他地域や中国華北地方、朝鮮半島の発生源によっても比較的大きく変化した。また、硝酸塩は硫酸塩より生成速度が速いことから、首都圏や国内他地域の発生源による濃度変化がより大きかった。（図3）
- (2) 硫酸塩の場合、高濃度となる夏の濃度変化は首都圏発生源によるものが大きいですが、春は国外発生源による濃度変化率が国内発生源のそれを上回った。硝酸塩の場合、首都圏の排出量を増やすと、夏は生成と粒子化が促進されて排出量の増加率以上に濃度が増大し、冬は硝酸塩の生成に必要なオゾンがNO_xにより消費されるため濃度は減少した（図4）。こうした挙動は、硝酸塩の反応生成や粒子化の過程が複雑で、濃度がNO_x排出量に応じた変化を示さない（非線形性）ことによる。

以上より、首都圏大気のPM_{2.5}に含まれる硫酸塩と硝酸塩は首都圏内発生源の影響を最も強く受けるが、国外発生源の影響も無視できないことがわかった。特に硝酸塩は濃度変化が複雑であり、非線形性を考慮して排出対策を検討する必要性が示唆された。

今後の展開

微小粒子とともに関心の高いオゾンについて同様の解析を行い、効果的な対策の検討に資する。

主担当者 環境科学研究所 化学環境領域 上席研究員 速水 洋

関連報告書 「国内外の大気汚染物質排出量に対する首都圏二次生成無機粒子濃度の感度」電力中央研究所報告：V07020（2008年5月、印刷中）

*1：気象や排出量を入力条件に移流拡散、化学反応、除去などの過程を考慮して、様々な物質の大気中濃度の時間変化を計算する数値モデル。

*2：速水洋「首都圏における人為燃焼発生源の排出量抑制と二次粒子無機イオン成分濃度の関係」大気環境学会誌、42、234-252。

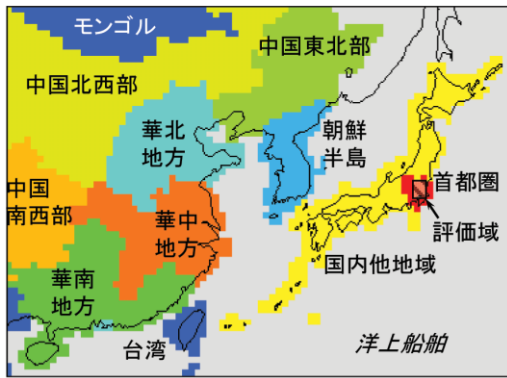


図1 発生源域の地理分布

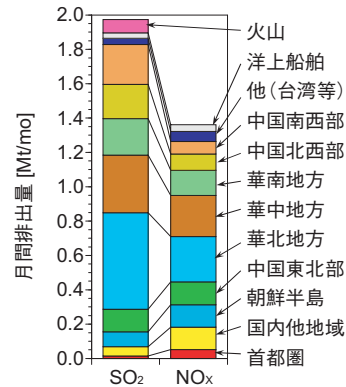


図2 各発生源域からのSO₂とNO_xの月間排出量

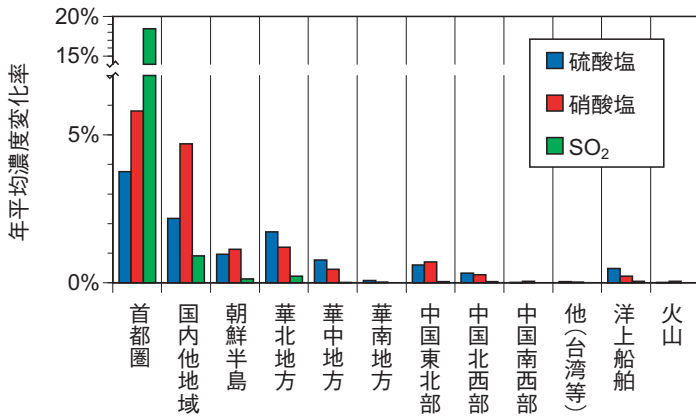


図3 発生源域ごとにSO_xとNO_xの排出量を20%増やしたときの首都圏の大気中濃度の変化率

*SO₂は発生源から大気へ直接排出されるため、首都圏の排出量が20%増えると首都圏の濃度もほぼ同じだけ増大する。ところが硫酸塩と硝酸塩は大気中で生成し、滞留時間も長いので、首都圏の排出量が20%増えても首都圏の濃度は5%前後しか増えない。その一方で、華北地方で排出量が20%増えると首都圏の濃度が1%以上増加したように、遠方発生源の影響が無視できない。

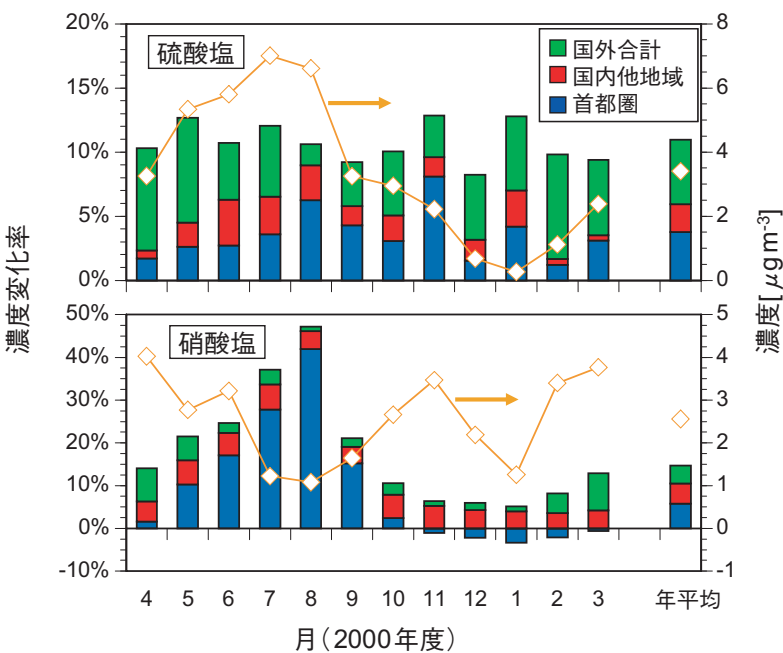


図4 首都圏PM_{2.5}に含まれる硫酸塩・硝酸塩の平均濃度と、国内外発生源の排出量20%増による濃度変化

*首都圏の硫酸塩濃度は7月に高く1月に低い季節変化があり、排出量の20%増に対する濃度変化率も季節ともに変動する。たとえば4月は国外排出量の影響が大きく、国外で排出量が20%増えると首都圏の濃度は約8%も上昇する。また、首都圏の硝酸塩濃度は首都圏の排出量に対して過剰に反応し、夏は排出量の増加率(20%)以上に上昇し、冬は排出量増加に反して減少する。