

神奈川県における PM2.5 の特徴について

～レセプターモデルを用いた発生源解析結果～

○武田麻由子・小松宏昭(調査研究部)

神奈川県内の大気汚染常時監視測定局（大和市役所、茅ヶ崎駅前交差点、西丹沢犬越路）で採取した PM2.5 の構成成分分析データを基に CMB (Chemical Mass Balance) 法を用いて発生源別の寄与の推定を行った。いずれの地点も、年間を通して PM2.5 濃度に対する寄与が大きかったのは二次生成粒子の硫酸アンモニウムであり、冬季の大和市役所、茅ヶ崎駅前交差点では硝酸アンモニウムの寄与も大きかった。一次粒子の季節的な特徴は、市街地で春季～夏季に重油燃焼の、秋季～冬季に自動車排出ガスの、冬季～春季に土壌・道路粉じんの寄与が大きかった。

1 はじめに

環境科学センターでは PM2.5 の効果的な削減対策の検討に資するため、平成 23 年度から PM2.5 の四季成分分析を実施している。

前報では、平成 23～25 年度の成分分析結果から、PM2.5 の季節変動や高濃度発生時の構成成分の特徴について報告した。PM2.5 の効果的な削減対策を推進するためには、併せて発生源に関する検討が重要である。

2 研究の目的

環境科学センターでは、成分分析結果を用い、発生源の種類別に PM2.5 に及ぼす寄与を推定する手法の検討を行ってきた。本報では、発生源寄与解析の手法を紹介するとともに、発生源別の寄与の経年変化や季節変動の特徴について検討したので、その結果を報告する。

3 解析方法

発生源別の寄与の推定には、PM2.5 に含まれる構成成分に着目した、レセプターモデルを用いた統計的手法を使用した。レセプターモデルを用いた統計的手法にはいくつかの方法があり、現在よく使われているのは Chemical Mass Balance (CMB) 法及び Positive Matrix Factorization (PMF) 法である。

CMB 法は、主要な発生源から排出される粒子について、粒子中に含まれる構成成分の種類と濃度のパターンがわかっている（既知の発生源プロファイル）場合に、そのパターンと実際に採取した試料中の構成成分の種類と濃度とを比較し、各々の発生源の寄与を推定する方法である。解析ソフトはアメリカ合衆国環境保護庁（EPA）の CMB8.2 を用い、既知の発生源プロファイルは東京都微

小粒子状物質検討会報告書で使用されたものを基本とした。検討した発生源は、PM2.5として排出される一次粒子の発生源である自動車排出ガス、重油燃焼、廃棄物焼却、海塩粒子、鉄鋼工業、道路粉じん、ブレーキ粉じん及び植物質燃焼の8発生源である。また、大気中で光化学反応によりPM2.5になる二次生成粒子は有機炭素、硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウムの3種類とした。

解析に使用したデータは、一般局の大和市役所（大和）、自排局の茅ヶ崎駅前交差点（茅ヶ崎）及び山間地の西丹沢犬越路測定局（犬越路）の計3地点において、平成23～25年度（犬越路については平成24～25年度）の四季成分分析期間に採取したPM2.5の分析データとした。調査地点及び成分分析の実施期間の詳細については前報を参照されたい。

4 CMB法を用いた発生源別の寄与の推定結果及び考察

4.1 経年変化

CMB法を用い、日ごとの発生源別の寄与を算出した。続いて、地点別の年度平均値（成分分析期間56日間の平均値）を算出した。また、大和と茅ヶ崎は概ね同様の解析結果であったため、平均して市街地とした。図1に市街地及び犬越路におけるPM2.5質量濃度の年度平均値及びPM2.5に及ぼす発生源寄与濃度の年度平均値を示す。

神奈川県在市街地におけるPM2.5質量濃度の年度平均値は $13.2\sim 16.0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、概ね $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移していた。PM2.5に及ぼす各発生源の寄与を見ると、硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウム及び有機炭素を合わせた二次生成粒子のPM2.5全体に占める割合は56～63%であり、年度によらず50%を上回っていた。硫酸アンモニウムが最も寄与が大きく26～35%を占めていた。硝酸アンモニウム及び有機炭素は年度による寄与の変化が比較的小さかった。

自動車排出ガス～植物質燃焼等を合わせた一次粒子のPM2.5全体に占める割合は30～37%であり、重油燃焼、自動車排出ガス、土壌・道路粉じんの寄与が大きかった。重油燃焼は年度によって寄与が大きく異なり、平成23年度が突出して大きかった。一方、自動車排出ガス及び土壌・道路粉じんは年度による寄与の変化が比較的小さかった。

一方、犬越路では、PM2.5質量濃度の年度平均値は $8.3\sim 9.7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、長期基準の年平均値 $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ を大きく下回っていた。PM2.5に及ぼす各発生源の寄与を見ると、二次生成粒子のPM2.5全体に占める割合は市街地同様、年度によらず50%を上回っていた。硫酸アンモニウムの寄与が最も大きく、単独で40%前後の寄与があった。一方、硝酸アンモニウムの寄与はほとんど見られなかった。一次粒子のPM2.5全体に占める割合は18～20%であり、市街地に比べて寄与は小さくなっていた。また、市街地と異なり、不明成分の寄与が年度によらず25%を超えていた。

4.2 季節変動

CMB法を用いて算出した日ごとの発生源別の寄与から、季節ごとに大和及び

茅ヶ崎については3年分の、犬越路については2年分の平均値を算出した。図2に市街地及び犬越路におけるPM2.5の季節別平均質量濃度及びPM2.5に及ぼす季節別平均発生源寄与濃度を示す。

市街地におけるPM2.5の平均質量濃度は13.8(秋季)～15.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (冬季)であり、秋季に若干小さいものの、概ね15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後であった。二次生成粒子のPM2.5全体に占める割合は54～64%であり、年間を通して50%を上回っていた。その内訳は季節によって異なり、春季及び夏季は硫酸アンモニウムの寄与割合が最も大きく34～38%であった。次いで有機炭素(12～13%)であった。秋季は硫酸アンモニウム(26%)、有機炭素(18%)、硝酸アンモニウム(16%)がほぼ同程度の寄与を示していた。一方冬季は、硝酸アンモニウムの寄与が最も大きかった。一方、犬越路では、PM2.5の平均質量濃度は季節によって大きく異なっていた。夏季にPM2.5の質量濃度が大きく、続いて春季であり、秋季、冬季は小さかった。二次生成粒子のPM2.5全体に占める割合は49～62%であり、春季、冬季に割合が大きく、夏季、秋季に小さい傾向が見られた。その内訳は、季節によらず硫酸アンモニウムの寄与が最も大きく、春季及び冬季は40%を超える寄与があった。有機炭素は季節によらず11～15%の寄与を示していた。一方、硝酸アンモニウムは、冬季に0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7%)の寄与がみられるものの、その他の季節ではほとんど寄与はなかった。

市街地における一次粒子のPM2.5全体に占める割合は、32(夏季)～37%(春季)であった。その内訳は季節によって異なり、春季は重油燃焼の寄与が最も大きく(16%)、次いで土壌・道路粉じん(8%)であった。夏季は重油燃焼の寄与が最も大きかった(15%)。春季～夏季に重油燃焼の寄与が増加する同様の傾向は、南側に大きな港湾がある都市部において散見されており、船舶の影響を受けている可能性が指摘されている。一方、秋季～冬季では自動車排出ガ

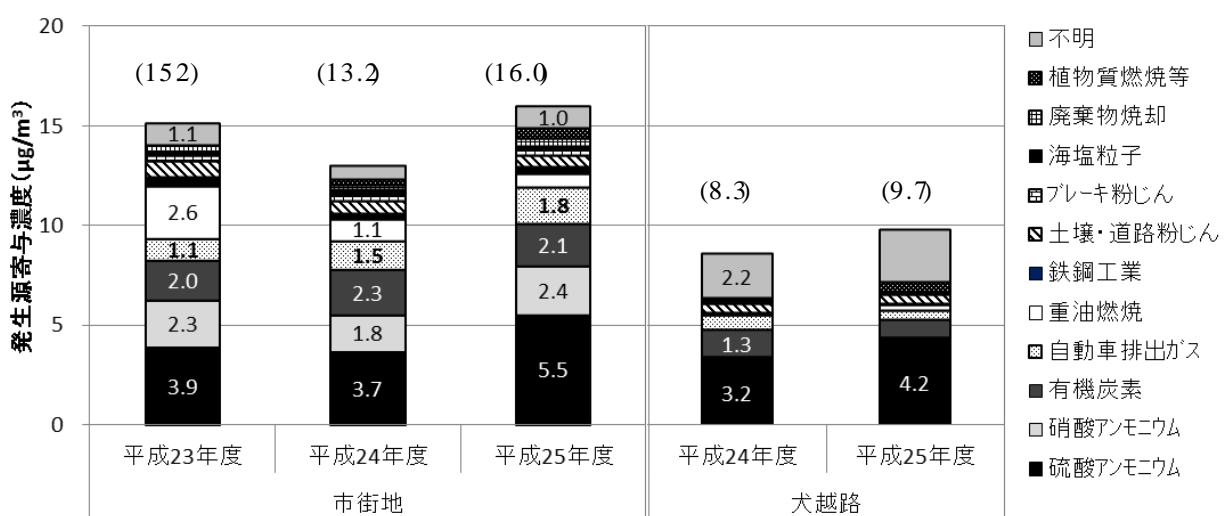


図1 市街地及び犬越路のPM2.5に及ぼす発生源寄与濃度の年平均値

() 内の数値はPM2.5の年平均値を示す

棒グラフ中の数値は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の寄与をもつ発生源の寄与濃度を示す

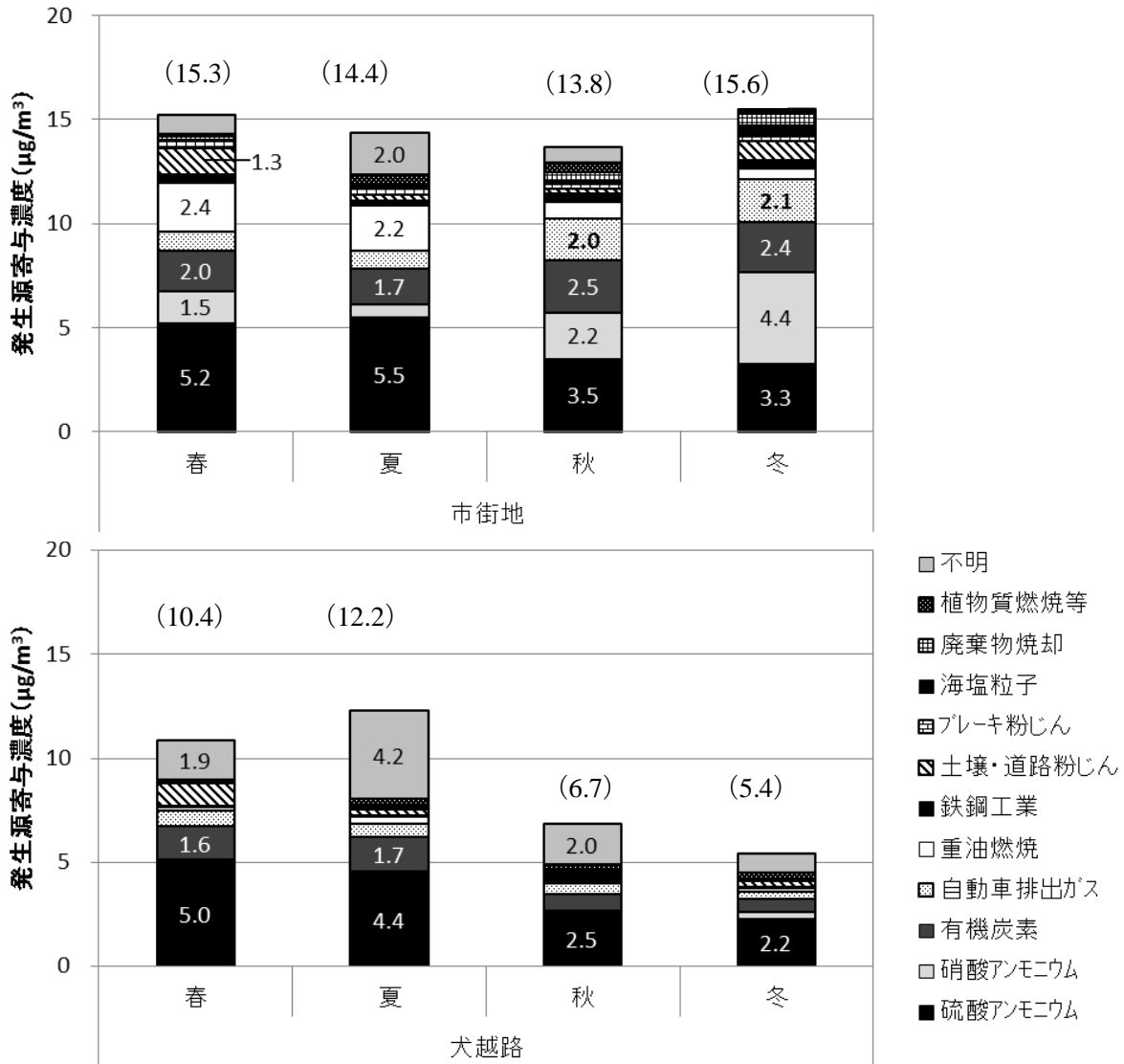


図2 市街地及び犬越路におけるPM2.5に及ぼす発生源寄与濃度の季節変動

() 内の数値はPM2.5の年平均値を示す

数値は1μg/m³以上の寄与をもつ発生源の寄与濃度を示す

スの寄与が、冬季～春季では土壌・道路粉じんの寄与が大きくなっていった。土壌・道路粉じんについては、山間地の犬越路においても冬季～春季に寄与が大きくなっており、この傾向は他の地域においても見られることから、黄砂の影響を含んでいることが示唆された。

5 おわりに

PM2.5の発生源別の寄与について、CMB法を用いた推定を行い、地点や季節別の特徴を把握することができた。今後は、PMF法の結果についても検討し、さらに両者の結果を比較検討することにより、より確からしい発生源別寄与推定を行う。また、シミュレーション技術なども活用し、PM2.5の効果的な削減対策の検討に資する研究を進めていく予定である。