

和歌山県におけるPM2.5汚染の地域的要因の解明について

(第Ⅱ型共同研究・光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明より)

上野智子

Elucidation on regional factors of PM2.5 pollution in Wakayama Prefecture

Ueno Tomoko

キーワード：PM2.5, PMF

Key word：PM2.5, Positive Matrix Factorization

1. はじめに

近年、PM2.5濃度は様々な対策・取り組みによって全国的に改善傾向にある。しかし、環境基準¹⁾²⁾を超過している地域は、都市や瀬戸内沿岸部を中心に未だ存在し、この状況は和歌山県内でも見られている。これまでの研究により、PM2.5汚染は広域的要因と地域的要因に分けられ、広域的要因の主な原因はアジア大陸からの越境汚染であると推定されている³⁾。しかしながら、それ以外の地域的要因についてはバイオマス燃焼や周辺の工場地帯、付近の海域を航行する船舶など、複数の因子が絡み合っており、未だに不明点が多い。これらの因子の詳細を明らかにし、和歌山県のPM2.5汚染の現状を把握するため、Positive Matrix Factorization (以下、PMF法)を用いて発生源の推定を行い、この結果に、風向を組み合わせるConditional Probability Function (以下、CPF法)を用いて検討を行った。

2. 調査方法

1) サンプルング地点

和歌山県内では、平成27年度から平成29年度

まで四季毎に図1の4地点にて調査を行った。ただし、地点③、④は隣接しているため同一とみなす。また、Ⅱ型共同研究PM2.5成分データ詳細解析グループ参加自治体(全国19地点)の観測結果も併せて解析した。



調査地点名	施設名	期間
① 湊	湊小学校	平成27年度春季～ 平成29年度冬季
② 小倉	小倉小学校	平成27年度春季～ 平成29年度冬季
③ 海南	海南市役所	平成27年度春季～ 平成29年度春季
④ 海南	日方小学校	平成29年度夏季～ 平成29年度冬季

図1. 調査地点

2) 調査期間

平成27年度～平成29年度の全国におけるPM2.5の成分測定を試料捕集期間付近(四季毎に14日

間)

3) 測定方法および解析方法

大気中微小粒子状物質成分測定マニュアル⁴⁾のとおり測定した。また、EPA PMF5.0 を用いてPMF法によるPM_{2.5}の発生源と寄与割合を推定した。CPF法は発生源因子の寄与率が一定の閾値を超えた場合の風向の組み合わせによって各発生源の位置を推定するものである。風向のデータは常時監視局のデータ（1時間値）を使用し、下式で定義されるCPF値を計算した。閾値は各発生源因子の寄与率上位25%の場合とした。

$$CPF = m_{\Delta\theta} / n_{\Delta\theta}$$

$m_{\Delta\theta}$: 上位25%の風向 θ の回数

$n_{\Delta\theta}$: 風向 θ の回数

3. 結果及び考察

1) 考察と結果

(1) 和歌山県内3地点の解析

PMF法による発生源の推定にはPM_{2.5}濃度、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Al、Ti、V、Cr、Fe、Ni、Zn、As、Pb、OC、ECの18成分を採用し、用いたデータ数は、504データ(14日×4季×3年×3カ所)である。各因子における成分の質量濃度および各成分における因子の相対比を図6に示す。抽出された6因子は、含まれる指標成分からその発生源

は、鉄鋼工業、道路粉じんと土壌、硝酸塩と塩化物、石炭燃焼、バイオマス燃焼、重油燃焼と推定された。

各地点の季節別寄与濃度の平均値を図2に示す。鉄鋼工業 (Factor1) は湊でのみ高くなった。道路粉じんと土壌 (Factor2) は春に高いため、黄砂の影響も考えられた。石炭燃焼 (Factor4) の寄与は年間を通して高く、また、各地点で寄与濃度に差がない。そのため、これは調査地点一帯を覆う広域的な汚染によるものと推測できた。バイオマス燃焼 (Factor5) は農繁期終了後である秋・冬に高くなり、重油燃焼 (Factor6) は春と夏に高くなった。地点別に見ると、工業地帯である湊と海南で小倉に比べて高く、現地の実情を反映していると言える。

推定された発生源のCPFプロットを図3に示す。鉄鋼工業 (Factor1) のCPFプロットは直近の湊において製鉄所の方向を示した。道路粉じんと土壌 (Factor2) のCPFプロットは国道や幹線道路の方向を示していた。石炭燃焼 (Factor4) のCPFプロットは特定の方向を示さない地点もあった。バイオマス燃焼 (Factor5) のCPFプロットは田畑や山間部方向を示した。重油燃焼 (Factor6) のCPFプロットは湊も海南も西の方角を示しており、船舶の寄港地点であるため、実情を反映した結果と言える。

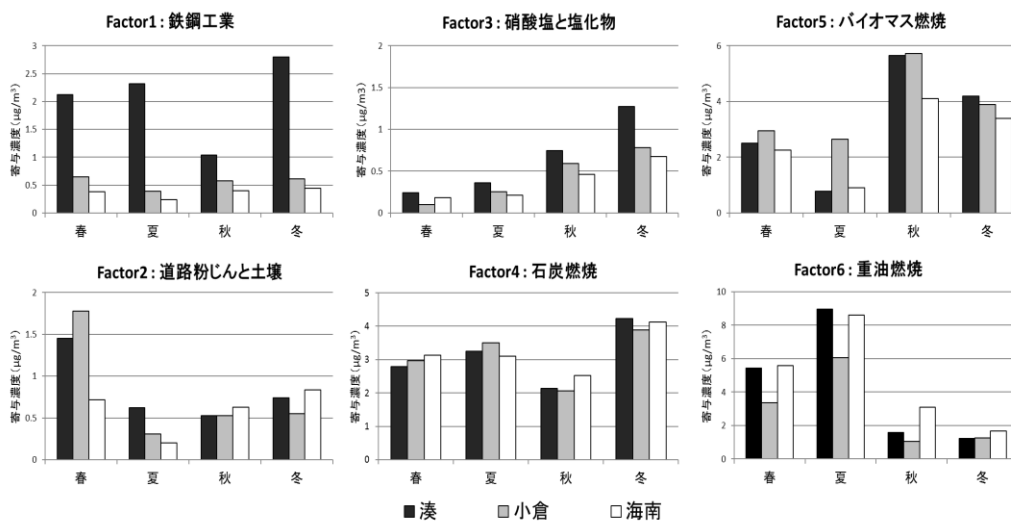


図2. 季節別発生源寄与濃度

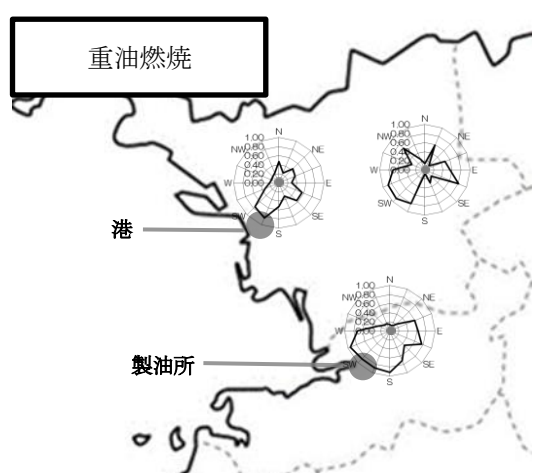
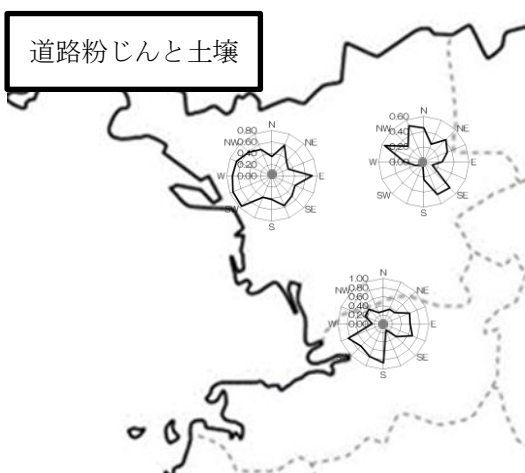
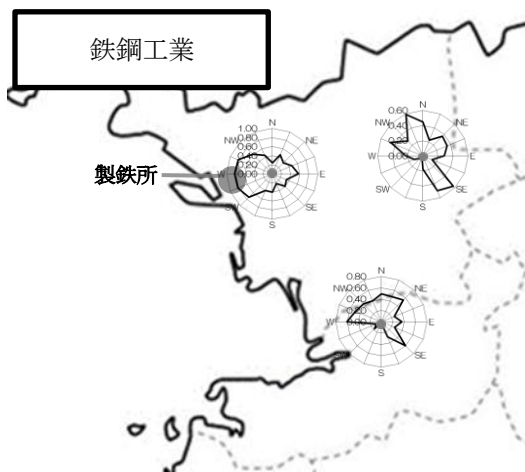


図3. CPFプロット (3地点解析)

(2) 重油燃焼因子の分離について

前述のPMF解析結果から重油燃焼因子は船舶由来の影響が考えられたが、解析地点数が少ないため、評価は難しい。そのためII型共同研究グループ調査地点のうち、和歌山県と重油燃焼に起因する汚染状況が似ていると考えられる県外3地点を含めた計6地点で解析を行った。PMF法による発生源の推定にはPM_{2.5}濃度、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Al、Ti、V、Cr、Fe、Ni、Zn、As、Pb、OC、ECの18成分を採用し、用いたデータ数は、3年分1008データ(14日×4季×3年×6カ所)である。各因子における成分の質量濃度および各成分における因子の相対比を図7に示す。抽出された6因子は、含まれる指標成分からその発生源は、鉄鋼工業、道路粉じんと土壌、硝酸塩及び塩化物、石炭燃焼由来の硫酸塩、バイオマス燃焼及び海塩、重油燃焼由来の硫酸塩と推定される。重油燃焼の寄与濃度と各地点の入港船舶(対象船舶:総トン数5トン以上)の数⁵⁾を図4に示す。入港船舶数と重油燃焼寄与濃度の傾向は似ており、実情を反映していると考えられた。また、重油燃焼の和歌山県内各地点のCPFプロットは、前述と同様に船舶の寄港地点を示し、実情を反映した結果が得られた(図5)。

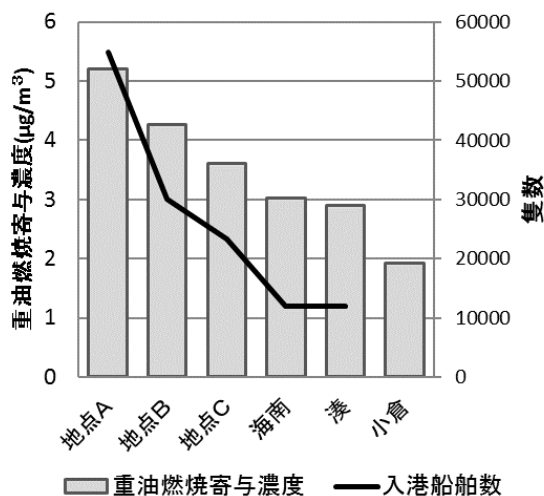


図4. 重油燃焼寄与濃度と入港船舶数

4. まとめ

PMF法を用いて発生源を推定したところ、和歌山県においてPM_{2.5}濃度が上昇する原因は、石炭燃焼に代表される広域的な汚染にバイオマス燃焼などの汚染が重なり、さらに瀬戸内海を航行する船舶による重油燃焼や鉄鋼工業といった局地的な汚染が積み上げられた結果と考えられた。また、CPFプロットは重油燃焼(船舶)、道路粉じんと土壌、バイオマス燃焼、鉄鋼工業において概ね発生源の位置とほぼ一致した。

文献及び脚注

- 1) 環境省, 微小粒子状物質による大気の汚染に係る環境基準の設定について(2009)
- 2) 環境省, 微小粒子状物質による大気の汚染に係る環境基準について(2009)
- 3) 環境省, 微小粒子状物質の国内における排出抑制策の在り方について(中間取りまとめ)(2015)
- 4) 環境省, 微小粒子状物質の成分分析 大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})成分測定マニュアル, <http://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/manual.html>
- 5) 国土交通省港湾局, 2017年 港湾統計(年報)

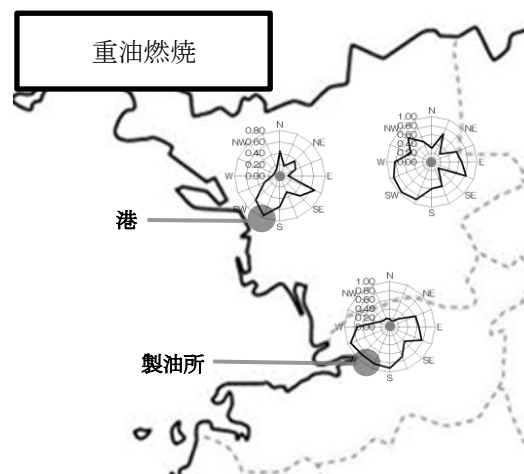


図5. CPFプロット(6地点解析)

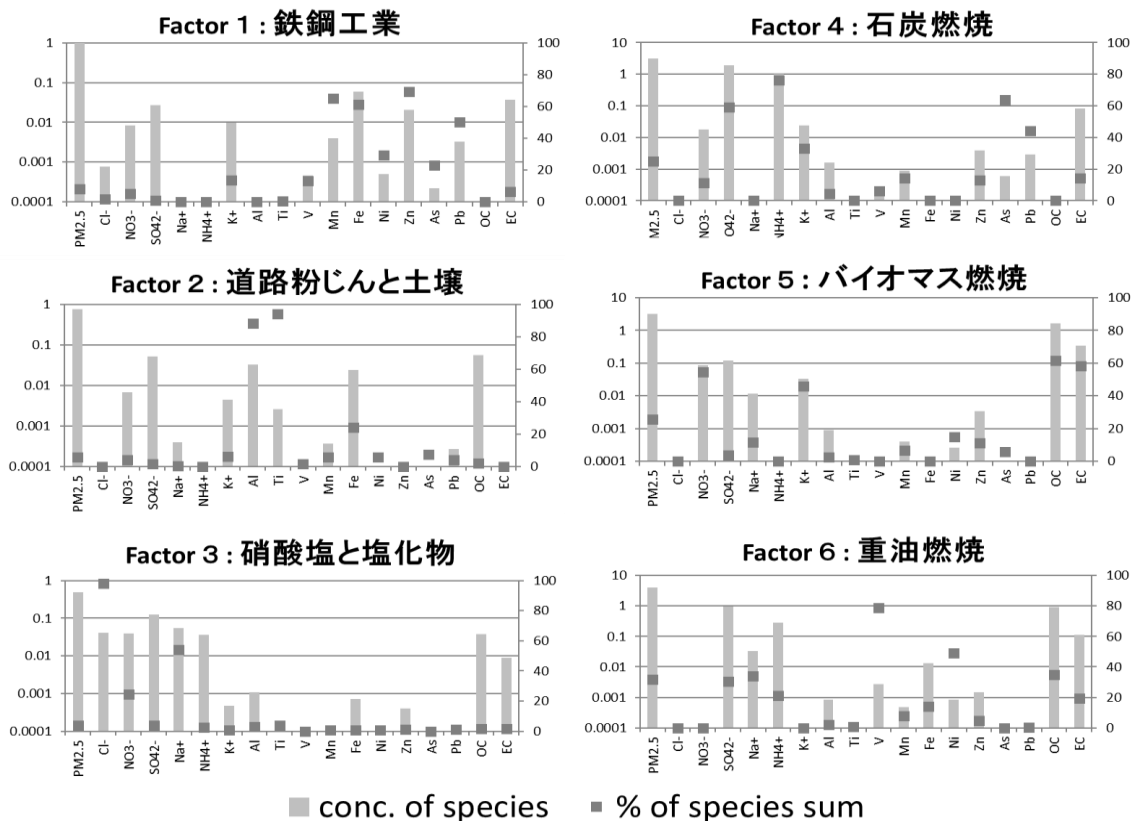


図6. PMF法で抽出された発生源プロファイル(3地点解析)

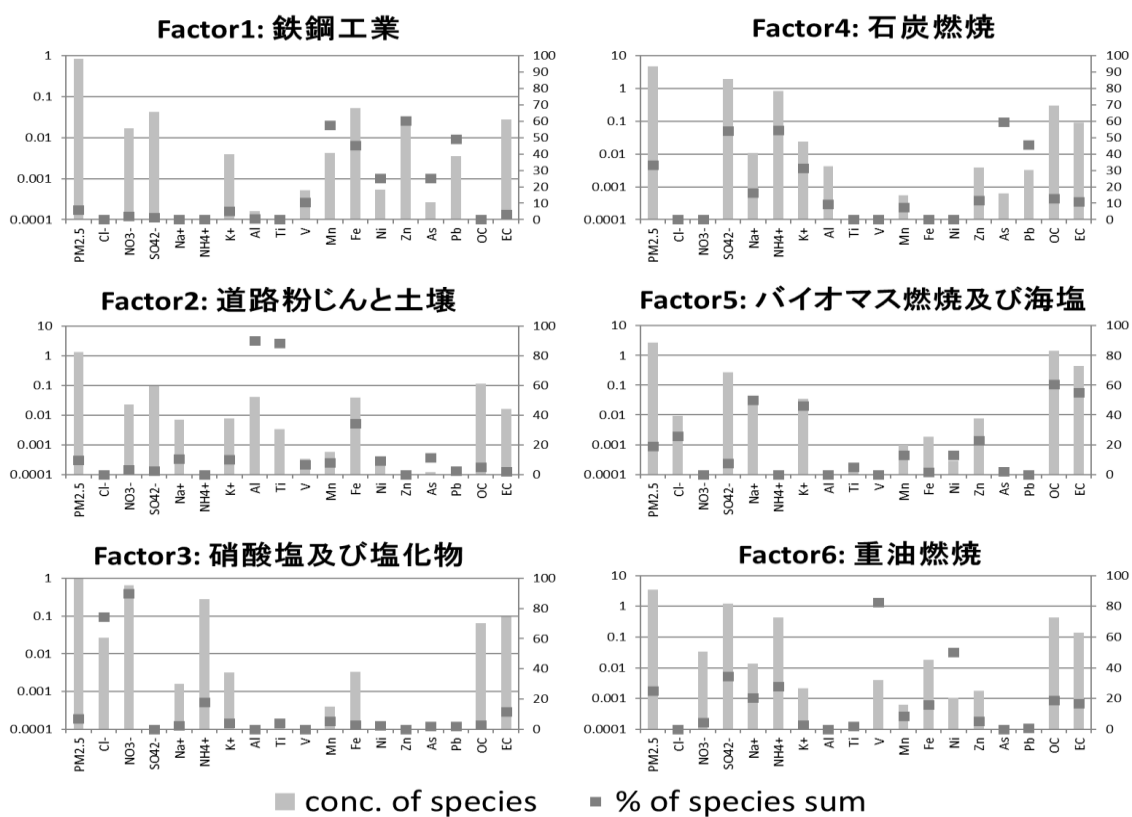


図7. PMF法で抽出された発生源プロファイル(6地点解析)