

鳥取県内の粒子状汚染物質の実態解明に関する研究

【大気・地球環境室】

鳥取県衛生環境研究所大気・地球環境室 佐々木惣一郎、木村義明¹⁾、有田雅一²⁾、大呂忠司³⁾

要旨

県内の大気中に含まれる粒子状物質の全体像の把握と由来の解明を目的として、2017年9月から2018年8月まで年間を通して大気中のPM₁₀を捕集して成分分析を実施し、当該成分分析結果を因子分析により解析した。その結果、PM₁₀の由来として、土壌由来、海塩由来、燃焼由来の3つの因子が背景にあることが示された。また、PM₁₀の由来は季節によって異なり、特にPM₁₀捕集量が増大する春季には黄砂等による土壌由来の粒子が、冬から夏にかけて散発するPM₁₀捕集量の一時的増大には燃焼に由来する粒子が強く影響していることが示唆された。

1 はじめに

当所では、これまで、県内大気中の粒子状汚染物質の実態を把握し、その特徴を明らかにすることを目的として、黄砂やPM_{2.5}の成分分析による調査研究を実施してきた¹⁾²⁾。その結果、季節ごとに汚染状況の傾向が異なる等の知見が得られた。しかし、これらの研究は、黄砂飛来時期、PM_{2.5}高濃度日を中心として行われたものであり、特に、夏、秋のデータが少ないことから、鳥取県内の粒子状物質の全体像を把握しているとは言いがたい。そこで、本研究では、粒子状物質の全体像の把握と由来の解明を目的に、年間を通してサンプリングした粒子状物質を統計的手法により解析した。

粒子状物質は、粒子のサイズにより、由来や含有成分が異なることが知られている。特に粒径が小さなもの(PM_{2.5})については健康影響が懸念されている。本研究では、ある程度健康影響の大きさも考慮しつつ、より広範な粒子状物質の影響を調査するために、PM_{2.5}よりも粒径の大きなPM₁₀を対象とした。

2 方法

2.1 粒子状物質の捕集及び分析対象の選定

鳥取県原子力環境センター（鳥取県東伯郡湯梨浜町）屋上にPM₁₀用インパクタを装着したハイボリウムエアサンプラーを設置し、流量800L/minで24時間吸引し、PTFEフィルターにPM₁₀を捕集した。捕集は、平成29年9月3日から平成30年8月31日まで毎日行い、362検体を得た。このうち、捕集中に30

分以上降水があった検体を除き、毎月5検体をランダムに抽出した計60検体に対し、金属成分及びイオン成分分析を実施した。また、PTFEフィルターは捕集前後で秤量し、フィルター重量の変化からPM₁₀捕集量を得た。

2.2 金属成分分析

PM₁₀捕集後のPTFEフィルターを約100cm²に切断し、硝酸5mL、フッ化水素酸2mL、過酸化水素水1mLを加え、マイクロウェーブ分解装置を用いて加熱分解、濃縮を行った。濃縮液に5%硝酸を加えて30mLとし、ICP-MSにより金属成分11指標(Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, As, Sb, Pb)を測定した。

2.3 イオン成分分析

PTFEフィルターを36cm²に切断し、メタノールで親水処理後、超純水を加えて30mLとして30分振とう処理及び1時間超音波抽出を行い、検液を得た。検液は、適宜希釈し、イオンクロマトグラフを用いてイオン成分8指標(Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)を測定した。

2.4 因子分析

ランダム抽出した60検体分の金属及びイオン成分分析結果とPM₁₀の捕集重量を用い、最尤法・Varimax回転の条件で因子分析を実施した。

1)現 鳥取市環境部生活環境課、2)現 循環型社会推進課、3)現 淀江産業廃棄物処理施設計画審査室

3 結果及び考察

3.1 因子の解釈

金属成分11指標及びイオン成分8指標に対して因子分析を行った結果、3つの因子が見いだされた。第一から第三まで各因子と各指標の相関を図1に示す。

第一因子は、Al、Tiをはじめとする土壌中に含まれる金属成分と相関が強いことから、土壌に由来する因子と推測された。

第二因子は、 Na^+ 、 Cl^- といったイオン成分と相関が強く、これらの成分は海水に多く含まれることから、海塩由来の因子と推測された。

第三因子は、石炭や石油の燃焼時に発生する SO_4^{2-} や NO_3^- 、自動車排気ガスや化石燃料の燃焼に関係するZnやPbとの相関が強いことから、燃焼に由来する因子と推測された。

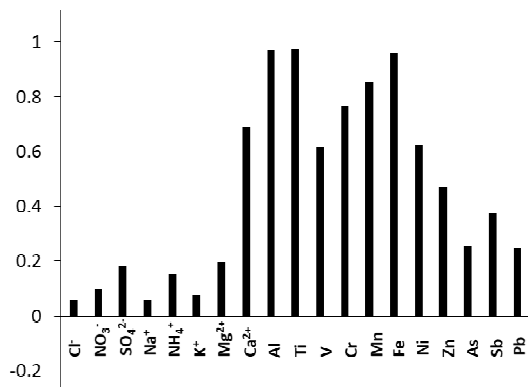


図1. 第一因子（土壌由来）の各成分との相関

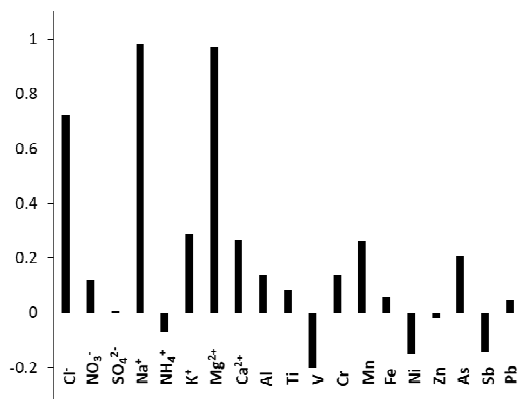


図2. 第二因子（海塩由来）の各成分との相関

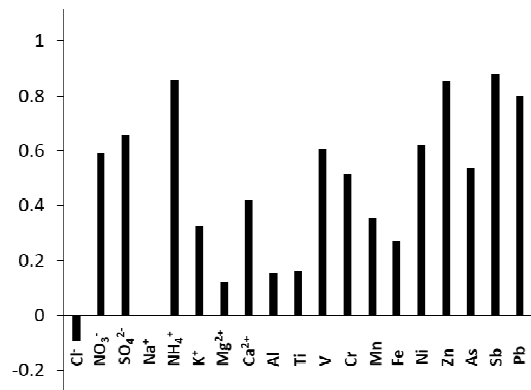


図3. 第三因子（燃焼由来）の各成分との相関

3.2 PM₁₀ 捕集量と各因子の季節変化

PM₁₀ 捕集量と各因子量（重回帰分析により PM₁₀ 捕集量に近似したもの）の季節毎の変動を図4から図6に示している。PM₁₀ 捕集量は、年間を通して変動しており、特に春季に増大が見られた。この時期は、黄砂の飛来時期であることから、その影響によるものと推測される。また、海塩由来因子は年間にわたり遍在しており他の因子に比べ、季節的な特徴を持たなかった。サンプリング地点が海岸近傍に位置していることから、気象条件等により変動する海塩由来粒子から成る PM₁₀ の影響を慢性的に受けていると考えられる。

1-7月（冬季から夏季）には、燃焼由来因子の散発的な増大が見られた。燃焼由来の PM₁₀ については、燃焼させた物質（石炭、石油等）毎に特徴があることから、因子分析以外の指標を用いて比較した結果を次項に示す。

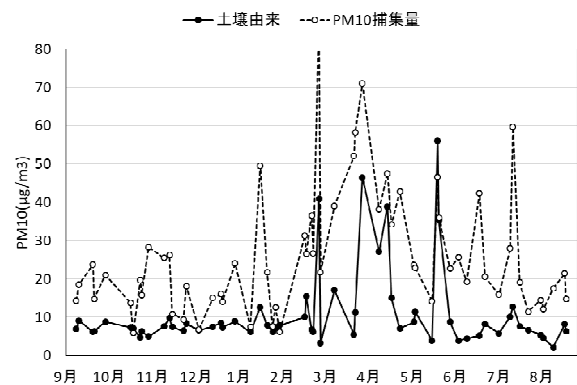


図4. 土壌由来因子の変動

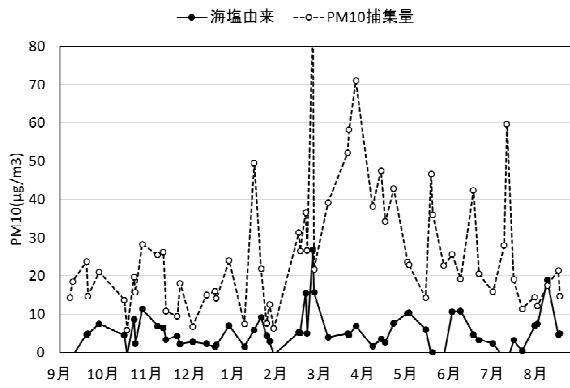


図5. 海塩由来因子の変動

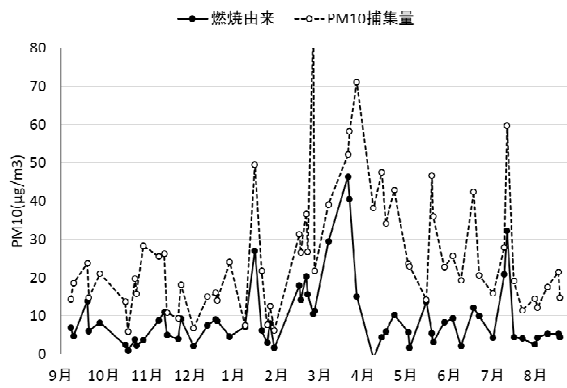


図6. 燃烧由来因子の変動

3.3 その他の指標

燃烧由来因子の内訳を推測するため、化石燃料の種類や、越境汚染の有無の指標として用いられるPb/Zn、V/Mnを季節毎に比較した(図4、5)。

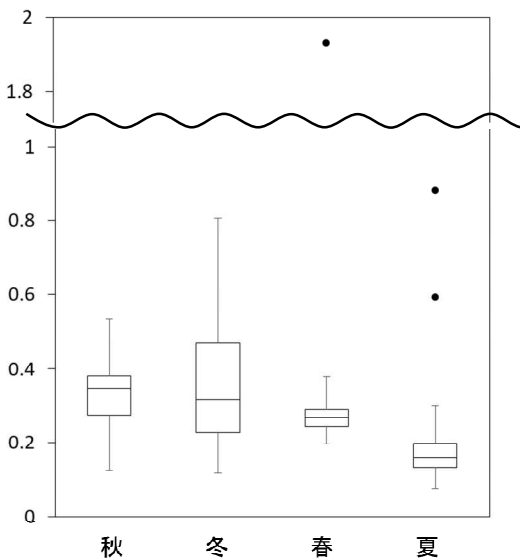


図4. 季節毎のPb/Zn(箱髭図)

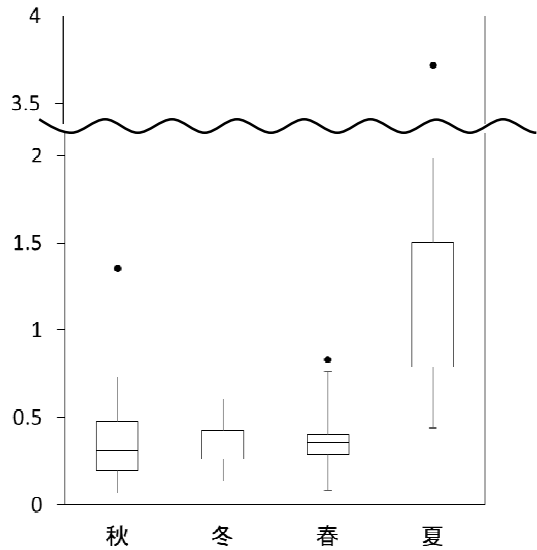


図5. 季節毎のV/Mn(箱髭図)

Pb/Znは、石炭にPbが多く含まれること、及び、日本より大陸において石炭利用が多いことから、日本国内よりも大陸由来の影響が大きく、越境汚染の指標として用いられている。また、V/Mnは、石油にVが多く含まれていることから、国内を含む石油由来の汚染の指標とされている⁴⁾。

Pb/Znは、夏季に比べて秋冬春季に大きく、秋冬春季に越境汚染の影響を受ける頻度が高いことが推測された。一方で、夏季はV/Mnが高く、国内由来を含む石油燃焼の影響が大きいことが示された。

4 まとめ

- ・本県のPM₁₀に含有される成分を解析したところ、土壌・石炭や石油等の燃焼・海塩の3因子が寄与していることが示唆された。
- ・土壌由来のPM₁₀は、黄砂の影響を受ける春季に増加する傾向が示された。
- ・燃焼に由来するPM₁₀は、冬季から夏季にかけて散発的に増大する傾向が示された。夏季に比べ冬季、春季には越境汚染の指標であるPb/Znが増大する傾向があり、越境汚染の影響が推測された。夏季には、国内由来も含む石油燃焼の影響が推測された。
- ・本県の粒子状汚染物質の年間を通じた実態を把握するとともに、その由来と季節変動について一定の知見を得た。

5 参考文献

- 1) 畠山 恵介ほか：鳥取県内における PM_{2.5} の実態把握に関する調査研究、鳥取県衛生環境研究所所報、第 56 号、pp. 11-14(2015)
- 2) 湊沙花ほか：鳥取県における黄砂・大気粉じんの実態及び健康影響に関する基礎的調査研究(第 2 報)、鳥取県衛生環境研究所所報、第 53 号、pp. 35-40(2012)
- 3) 笠原三紀夫ほか：大気中粒子状物質の発生源の道程と寄与率の推定、大気汚染学会誌、19(5)、pp. 337-358(1984)
- 4) 日置正ほか：松山、大阪、つくばで観測した浮遊じん中金属元素濃度日による長距離輸送と地域汚染特性の解析、大気環境学会誌、第 44 巻、第 2 号、pp. 91-101(2009)
- 5) 環境省 水・大気環境局：大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル(2013)

Study on the actual state of particulate pollutants in Tottori Prefecture

Soichiro SASAKI, Yoshiaki KIMURA , Masakazu ARITA , Tadashi ORO

Abstract

PM₁₀ in the atmosphere was collected throughout the year from September 2017 to August 2018 for the purpose of grasping the whole picture of particulate matter contained in the prefecture's atmosphere and elucidating its origin. Data of components contained in the collected PM₁₀ was analyzed by factor analysis. As a result, it was speculated that there were three factors behind the origin of PM₁₀: soil, sea salt, and combustion. It was suggested that the origin of PM₁₀ varies depending on the season, especially in the spring, particles derived from soil such as yellow sand, and in the sporadic increase of PM₁₀ seen in winter, spring and summer, particles derived from combustion.