

香川県におけるPM_{2.5}大気環境調査について(第1報)

Atmospheric Environment Research for PM_{2.5} in Kagawa Prefecture (first report)

橋本 貴世 安藤 友継 池田 雄次 奥田 泰広 稲井 宏樹* 香西 清弘*
Takayo HASHIMOTO Tomotsugu ANDOU Yuuji IKEDA Yasuhiro OKUDA Hiroki INAI
Kiyohiro KOUZAI

要 旨

大気中の微小粒子状物質(PM_{2.5})は、粒径が小さく呼吸器系の奥まで入り込みやすいために健康への影響が大きく、平成21年9月9日に、PM_{2.5}に係る環境基準が環境省より告示された。また、PM_{2.5}質量濃度に加えてPM_{2.5}成分分析も常時監視の対象に追加され、全国的に実施されることとなった。香川県では、平成24年度からPM_{2.5}大気常時監視及び成分分析を実施しているが、今回、PM_{2.5}質量濃度が高濃度の場合に、硫酸イオン、硝酸イオンや有機炭素の濃度が高い傾向が見られたため、その調査結果について報告する。

キーワード：大気環境 PM_{2.5} 質量濃度 成分分析

I はじめに

わが国では、平成21年9月9日付けで、微小粒子状物質(PM_{2.5})の環境基準(1年平均値が15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること)が環境省より告示された。PM_{2.5}は、人髪(平均粒径70 μm)よりはるかに粒径が小さく(図1)、幅が3 μm 未満であるアスベスト繊維(図2)の直径程度の粒子である。これまで、人への健康影響の観点から、粒径が10 μm 以下のものを浮遊粒子状物質(SPM)と定義して環境基準を定め、大気汚染防止法に基づき常時監視を行ってきた。しかし、粒径が2.5 μm 以下の微小粒子状物質であるPM_{2.5}についても、粒径が小さく呼吸器系の奥深くまで入り込みやすいことなどから健康への影響が大きいとされており¹⁾、欧米諸国では既に環境基準が設定されていた。

このような状況から、PM_{2.5}の環境基準が設定されることとなり、PM_{2.5}質量濃度に加えてPM_{2.5}成分分析も常時監視の対象に追加され、全国的に実施されることとなった。香川県においても、県民の安全・安心の確保を目的として、快適な生活基盤を構築するために、PM_{2.5}大気常時監視及び成分分析を実施する体制を整えている。

今回、PM_{2.5}大気環境調査を県内2地点で行ったところ、PM_{2.5}質量濃度が高濃度の場合に、硫酸イオン、硝酸イオンや有機炭素の濃度が高い傾向が見られたため、その調査結果について報告する。

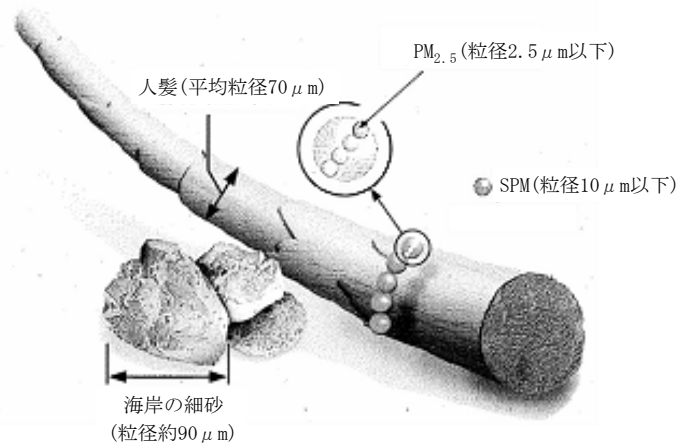


図1 人髪や海岸細砂とPM_{2.5}の大きさ比較(概念図)
(出典：環境省HP)

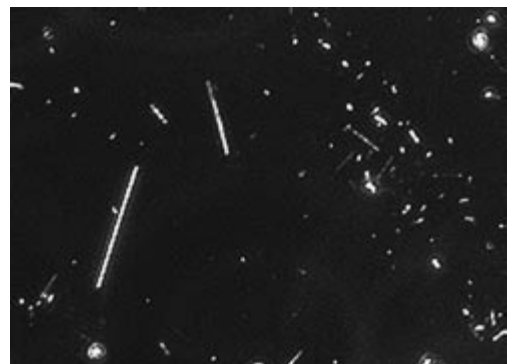


図2 アスベスト繊維(位相差顕微鏡画像)

* 香川県環境森林部環境管理課

II 調査概要

1 分析方法

(1) 調査地点

県内2地点でPM_{2.5}成分分析調査を行った。既設の常時監視測定局のうち、SPM 濃度が他測定局よりも比較的高い1地点(①観音寺市役所)及びそのブランク地点として山間にある1地点(②香川県農業試験場満濃試験地)を選定した。(図3)

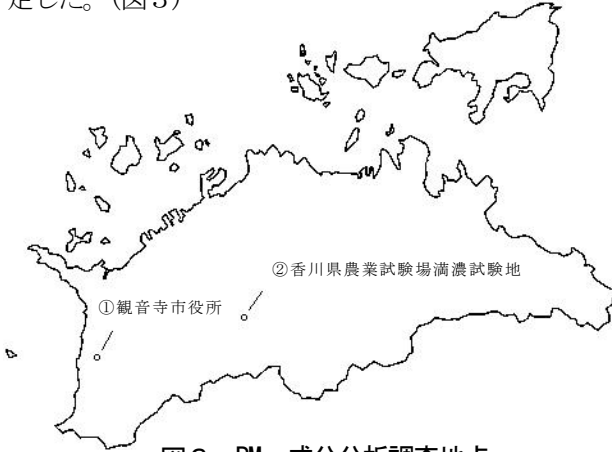


図3 PM_{2.5}成分分析調査地点

(2) 調査期間

平成24年5月9日(水)から5月22日(火)の間に実施した。

(3) 調査方法

調査方法は、環境省で定める方法²⁾³⁾⁴⁾で実施した。調査項目は、PM_{2.5}質量濃度及びそれに含まれる成分濃度(炭素成分2項目、イオン成分8項目)である。測定及び分析は、質量濃度はフィルター捕集・質量法(sartorius社製MSE6.6S-000-DF)、炭素成分はサーマルオプティカル・リフレクタンス法(DRI社製Model 2001A)、イオン成分はイオンクロマトグラフ法(DIONEX社製ICS-1000)によりそれぞれ実施した。

サンプリング装置は、PM_{2.5} サンプラ(Thermo Scientific社製2025型(WINSインパクト方式、分粒特

性は2.5μm50%カット)を、1地点で2台ずつ用いた。1台は質量濃度用にPTFE製フィルタ(47mmφ)を用い、もう1台には成分濃度用に石英繊維フィルタ(47mmφ)を用い、吸引流量16.7L/minで採取した。採取時間は0時から24時までの24時間採取とした。

III 調査結果

表1にPM_{2.5}成分分析調査結果を、図4に炭素成分とイオン成分の比較を示す。なお今回の調査では、調査全期間中のサンプリングが実施できなかったことから、調査期間中の平均値は求めている。

(1) PM_{2.5}常時監視データとの比較

観音寺局における常時監視測定局のPM_{2.5}質量濃度と、今回の成分分析において得られた質量濃度を比較すると、5/9の常時監視局65.9μg/m³に対して65.4μg/m³、5/18の常時監視局22.4μg/m³に対して21.3μg/m³と、ほぼ同等のデータが得られており、自動測定局とPM_{2.5} サンプラについての等価性が確認できた。

(2) 高濃度データの特徴

得られたデータのうち5/9に実施した観音寺地点については、質量濃度が65.4μg/m³であり、PM_{2.5}環境基準(1日平均値35μg/m³)を大きく超過していた。また、イオン成分は、硫酸イオン(SO₄²⁻)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、硝酸イオン(NO₃⁻)の順で濃度が高く、硝酸イオン濃度10μg/m³は、満濃地点(ブランク地点)濃度0.90μg/m³と比較すると約11倍と特に高かった。

(3) 低濃度データの特徴

5/18に実施した観音寺地点及び満濃地点については、質量濃度が低濃度(観音寺21.3μg/m³、満濃21.7μg/m³)であり、ともに環境基準以下であった。イオン成分は、硫酸イオン、アンモニウムイオンが他の成分と比較すると高かった。

表1 観音寺及び満濃におけるPM_{2.5}成分分析調査結果

調査日	地点	質量濃度 (μg/m ³)(※1)	質量濃度 (μg/m ³)	炭素成分(μg/m ³)		イオン成分(μg/m ³)							
				OC	EC	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
5/9	観音寺	65.9	65.4	5.8	2.7	0.13	10	23	0.17	11	0.61	0.16	0.036
	満濃	-	47.2	6.1	2.3	0.031	0.90	21	0.20	7.8	0.45	0.29	0.036
5/18	観音寺	22.4	21.3	3.4	0.93	0.073	0.37	8.3	0.080	3.1	<0.09	0.085	0.021
	満濃	-	21.7	4.0	0.92	0.20	0.41	8.5	0.12	3.0	0.17	0.17	0.025

((※1)・・・PM_{2.5} 常時監視測定データ(速報値(H24/12/4時点)))

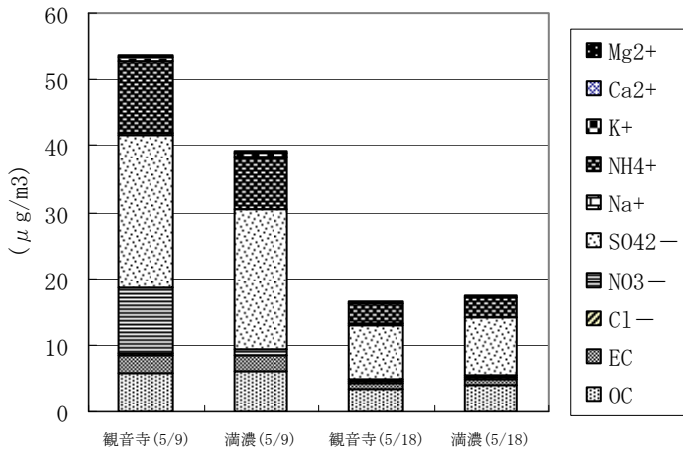


図4 炭素成分とイオン成分の比較

(4) 炭素成分の特徴

炭素成分については、全てのデータにおいて元素状炭素(EC)よりも有機炭素(OC)が高かった。

(5) PM_{2.5}成分組成の比較

図5に、マスクロージャーモデル^{1) 2) 5)}を参考にして推定した主要なPM_{2.5}成分組成の概要を示す。PM_{2.5}成分組成の推定にあたっては下記の式を用いて計算しており、硫酸塩、硝酸塩及び海塩の主成分をそれぞれ硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウム及び塩化ナトリウムと仮定し、有機物については有機炭素に1.4の係数を乗じた。なお、土壌成分に関しては金属分析を実施していないため、その他に含めて計算した。

$$PM_{2.5} Mass = 1.375[SO_4^{2-}] + 1.29[NO_3^-] + 2.5[Na^+] + 1.4[OC] + [EC] + [SOIL]$$

全てのデータにおいて硫酸塩の占める割合が高く、48%~62%であった。また、5/9の観音寺地点については、硝酸塩の割合が20%と特に高い特徴があった。

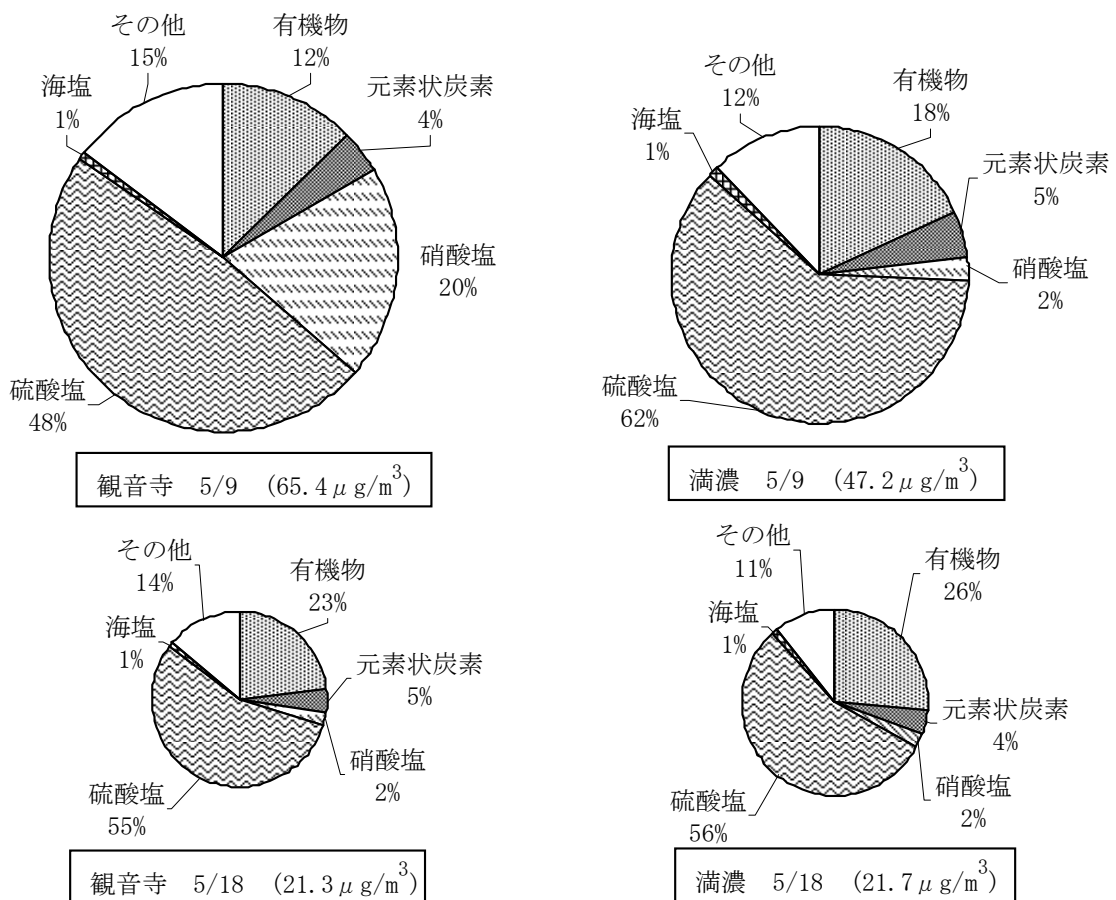


図5 PM_{2.5}成分組成の比較

IV 考察

5/9の観音寺地点においてPM_{2.5}高濃度データが測定された要因について究明するため、観音寺局における常時監視測定局データ及び観音寺市近辺の気象データ等について調査した。

図6に、観音寺局におけるSPM及びPM_{2.5}常時監視速報値(5/9及び5/18の1時間値の速報値)を示す。SPMは、5/9の1時から10時にかけて1時間値が100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過しており、非常に高濃度で推移するとともに、PM_{2.5}においても、5/9の1時から8時まで80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過しており、非常に高濃度で推移していた。

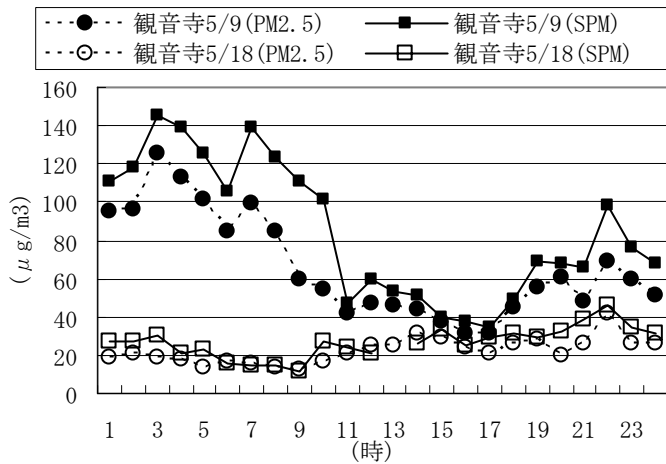


図6 観音寺局におけるSPM及びPM_{2.5}常時監視速報値(H24/12/4時点)

また、5/9の多度津特別気象観測所の気象データを確認したところ、一日を通じて視程が10km以下であり、煙霧が観測されていた。気象データ等を考慮すると、PM_{2.5}高濃度データが観測された要因は、煙霧に起因する何らかの物質の影響によりPM_{2.5}及びSPM濃度が上昇し、高濃度データが観測されたと推測される。この高濃度データの観測事例については西日本各地においても同時期に確認されており、大陸からの硫酸塩エアロゾル等による越境汚染の可能性が示唆されている⁶⁾。

さらに、図7のとおりイオン成分当量で比較したところ、5/9の観音寺地点について、5/9の満濃地点と比較して硝酸イオンの増加分だけアンモニウムイオンが増加しており、硝酸塩(硝酸アンモニウム)の増加分がそのままPM_{2.5}成分組成に反映されていた。

この調査結果から、観音寺市における満濃と比較した場合の地域的な特性が硝酸塩の増加に寄与している可能性が示唆されるが、調査データが非常に少ないため、今

後さらなるデータの蓄積が必要であると考えている。また、各季節における調査を実施していくことにより、季節ごとの傾向についても把握する必要がある。

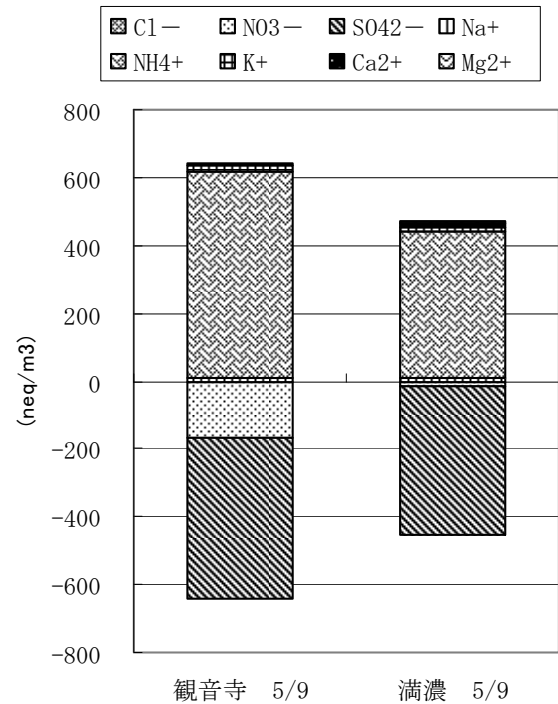


図7 イオン成分当量での比較

V まとめ

県内2地点でPM_{2.5}大気環境調査を実施した。その結果、PM_{2.5}質量濃度が高濃度の地点では、硫酸イオン、アンモニウムイオン、硝酸イオンの順で濃度が高く、硝酸イオンの濃度は、満濃地点(ブランク地点)と比較すると約11倍と特に高かった。

今後は、環境濃度データの蓄積によって地域的な特性や季節ごとの傾向について把握していくとともに、金属成分の分析についても実施を予定している。また、PM_{2.5}成分分析実施における精度管理の観点から、サンプリングから回収までの期間における検体の保存安定性についての確認や、ブランク地点の妥当性の確認等についてもあわせて実施していく。

文献

- 1) 環境省：微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書(平成20年4月)、2008、4
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})測定方法暫定マニュアル改定版(平成19年7月)、2007、7
- 3) 環境省水・大気環境局：環境大気常時監視マニユア

- ル第6版(平成22年3月), 2010, 3
- 4) 「大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})成分測定マニュアルの策定について」(平成24年4月19日環水大発第120419002号環水大自発第120419001号環境省水・大気環境局大気環境課長自動車環境対策課長通知)
- 5) 環境省: 微小粒子状物質曝露影響調査報告書(平成19年7月), 2007, 7
- 6) 長田健太郎他, 2012年5月に観測されたPM_{2.5}の高濃度現象の解析, 第53回大気環境学会年会講演要旨集, 431, (2012)

Abstract

Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}) in the atmosphere has a huge impact on people's health because particles of small diameter can easily penetrate deep into the respiratory system. On 9th September 2009, the Japanese Ministry of the Environment announced the environmental standard for PM_{2.5}. It was decided that the component analysis of PM_{2.5}, as well as the mass concentration, would be constantly monitored throughout the country. In Kagawa prefecture, we have been constantly monitoring PM_{2.5} in the atmosphere and conducting preliminary checks on component analysis, since the beginning of the fiscal year in 2012. Here we will report on one part of our investigation which shows that the concentration of nitrate ion, sulfate ion, and organic carbon tends to be higher when the mass concentration of PM_{2.5} is high.

Keywords: atmospheric environment PM_{2.5} mass concentration component analysis