

山口県における微小粒子状物質(PM_{2.5})中のケイ素(Si)

山口県環境保健センター

三戸一正, 川本長雄, 長田健太郎, 今富幸也, 河野希世志

The Si concentration of PM_{2.5} collected in Yamaguchi Prefecture

Kazumasa MITO, Nagao KAWAMOTO, Kentaro OSADA, Yukiya IMATOMI, Kiyoshi KAWANO

Yamaguchi Prefectural Institute of Public Health and Environment

1 はじめに

PM_{2.5}中のSiについては、「微小粒子状物質(PM_{2.5})の成分分析ガイドライン」について(環水大大発第110729001号,平成23年7月29日)において,測定が望まれる実施推奨項目とされているが,実際には測定を行っている自治体は少ない. また, Siは土壌成分の一つであり,発生源に関する有益な情報を提供してくれる項目であるが, Siを分析するためには蛍光X線分析装置等が必要なため,当所では測定していなかった. 今回, PM_{2.5}中のSiの測定にあたっては,山口県が設置する試験研究機関における機器・施設の相互利用について定めた覚書(山口県試験研究機関技術交流協議会規約)に基づき,地方独立行政法人山口県産業技術センター所有の蛍光X線分析装置を使用して実施した.

2 方法

試料採取は,山口県の日本海側に位置する山口県萩健康福祉センター(萩市)で, PTFEろ紙(PTFE 46.2 mm Filter, PP RING SUPPORTED, Whatman)を用いて行った(図1).

試料採取期間は平成24年5月8日から5月15日,平成24年7月26日から8月2日,平成24年10月23日から10月30日,平成25年1月16日から1月23日,平成25年5月9日から5月23日,平成25年7月24日から8月7日,平成25年10月23日から11月6日,平成26年1月22日から2月5日であり,山口県萩健康福祉センターの協力を得て24時間ごとの連続サンプリングを実施した. PM_{2.5}の値は,環境大気常時監視マニュアル(第6版)に基づき,精密天秤(XP26, METTLER TOLEDO)を利用して得られた値を使用した. PM_{2.5}中の成分分析については,環境省の大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})成分測定マニュアルに基づき,イオンクロマトグラフ(IC25, DIONEX),炭素分析計(OCEC Carbon Aerosol Analyzer, Sunset Laboratory), ICP-MS(7500 cx, Agilent),エネルギー分散型蛍光X線分析装置(M4 TORNADO, BRUKER AXS)を利用した. なお, Siの検量線用の標準試料としては, NIST SRM 2783を用いて得られた値を使用した. エネルギー分散型蛍光X線分析装置の測定条件は,表1のとおりであった.



図1 採取地点(●の位置が試料採取地点)

表1 測定条件

管電圧	30 kV
管電流	330 μA
ターゲット	Rh
ビームサイズ(直径)	0.025 mm
検出器	SDD
1次フィルタ	なし
計数時間	30秒
サンプルチャンバーの圧力	10 mbar
同一試料の測定回数	10回

3 結果と考察

(1) Si の濃度

今回の操作ブランクとトラベルブランクについては検出下限値未満であった(検出下限値の最大値: 62 ng/m³). 採取期間中に、Si 濃度が最も高濃度であったのは、平成 25 年 5 月 12 日から 13 日にかけて採取した試料であり、濃度は 730 ng/m³であった。この試料の採取日である平成 25 年 5 月 12 日は、SO₄²⁻(14 µg/m³)や光化学オキシダント(16 時:82 ppb)の濃度も通常より高くなっており、近隣の黄砂観測地点(下関地方気象台、山口県下関市)において煙霧が観測されていたが、黄砂は観測されていなかった¹⁾。なお、調査期間中に、下関地方気象台で黄砂が観測されたことはなかった。黄砂の中には Si が含まれており(1988 年 4 月の黄砂時: 微小領域の平均 5170 ng/m³)²⁾、黄砂が観測されるような日の試料では、今回の濃度よりも Si の濃度が高くなるものと考えられた。

季節別平均値については、春季の値が最も高く、夏季の値が最も低かった(図 2)。他の季節と比較して、春季の濃度が 2 倍程度になっていたことから、気象条件の影響により高濃度になったのではないかと推察された。

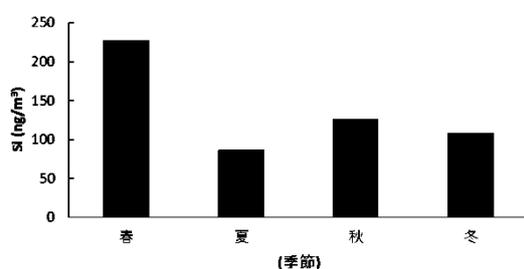


図 2 季節別平均値

(2) PM_{2.5}や他の成分との関係

PM_{2.5} や PM_{2.5} 中の他の成分との相関の強さをみるため、PM_{2.5} 中の他の成分と Si の r(ピアソンの積率相関係数)を算出した(表 2)。r が最も大きくなった成分は Al であり、Si と Al が土壌中の主要な成分であること³⁾が関係しているものと考えられた。また、表 2 では NO₃⁻の r の絶対値が小さくなったことが特徴的であった。このことについては、Si と NO₃⁻との発生源の違いと、大気中での挙動の違いが影響しているものと推察された。NO₃⁻は硝酸塩の形態で捕集されるが、この硝酸塩は大気中で揮発性が高いことが知られており、Si とは大気中での挙動が異なると想定されるからである。

表 2 PM_{2.5}や他の成分との相関係数

項目	r	試料数
PM _{2.5}	0.62	67
NO ₃ ⁻	-0.076	63
SO ₄ ²⁻	0.51	67
Na ⁺	0.17	67
NH ₄ ⁺	0.56	67
Ca ²⁺	0.31	63
Al	0.85	63
K	0.52	64
V	0.39	67
Mn	0.27	66
Zn	0.46	60
Pb	0.54	66
OC	0.17	67
EC	0.23	67

4 まとめ

PM_{2.5} 中の Si については、測定の実施が望まれる実施推奨項目とされている。しかしながら、Si の分析のためには、蛍光 X 線分析装置等が必要なため、自治体の測定事例は少なく、当所においても過去に測定事例がなかった。今回、山口県では初めて測定したところ、PM_{2.5}に含まれる Si の濃度は、春季に高く、夏季に低い傾向にあることや、土壌由来成分である Al との相関が強いこと等が示された。しかしながら、PM_{2.5} 中の Si の測定は開始したばかりであり、今回得られた知見についての確認を行うためにも、継続して調査を実施していくことが必要である。今後は、黄砂時との比較等も行い、PM_{2.5}の発生源解析を実施する際にも利用していきたいと考えている。

謝辞

本調査を実施するにあたって、慶應義塾大学の奥田専任講師、地方独立行政法人山口県産業技術センターの小川専門研究員から多大なご助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

文献

- 1) 気象庁: [地球環境のデータバンク]黄砂 http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa_data_index.html(2014. 7. 1アクセス).
- 2) M. Kasahara, K. C. Choi and K. Takahashi: Elemental composition of atmospheric aerosols collected during episodic air pollution events in Japan,

Int. J. of PIXE, 2, 665-678 (1992)

- 3) McLennan, S. M. : Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (2001)
- 4) 奥田, 鳩谷: ファンダメンタルパラメーター法を用いた EDXRF による PM_{2.5} の非破壊多元素同時分析法の開発, *Earozoru Kenkyu*, 28(3), 214-221 (2013)
- 5) 岩坂, 西川, 山田, 洪: 黄砂 (2009)
- 6) 三戸, 川本, 長田: 山口県における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 中のケイ素の測定について, 第 55 回大気環境学会年会講演要旨集 (印刷中), (2014)