

大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})に含まれる無機イオン種及びシュウ酸の分析

Analysis of Inorganic Ions and Oxalic acid in Atmospheric Fine Particulate Matter (PM_{2.5})

大気中に浮遊する粒子状物質のうち、粒径 2.5 μm 以下の微小粒子状物質(PM_{2.5})は、体内に取り込まれ易く、人の健康への影響が懸念されています。最近では、PM_{2.5}に含まれる硫酸イオンと喘息との因果関係についての研究報告も行われました¹⁾。PM_{2.5}の削減には、大気中における挙動把握や発生源の特定が重要であり、大気中の質量濃度測定その他、含有する化学成分の分析が行われています。イオン成分、無機元素、炭素成分、PAHs の他、平成 26 年には、水溶性有機炭素(WSOC)、無水糖、ガス成分に関する測定マニュアルが追加作成されました。

本報では、イオンクロマトグラフィーを用いて、PM_{2.5}に含まれる無機イオン種とシュウ酸の分析を行った例を紹介します。WSOCの主要な成分であるシュウ酸は、大気中の PAHs 等の炭化水素が酸化反応等を受けることで最終的に生成される物質であり²⁾、大気中の物質移動のモニタリングに使用されます。

分析条件を表1に示します。分析カラムには、高速分析用カラム TSKgel SuperIC-Anion HS (4.6 mmI.D. x 100 mm)及び TSKgel SuperIC-Cation HS II (4.6 mmI.D. x 100 mm)を使用しました。分析条件1では、シュウ酸の高感度測定を目的として、試料注入量を 300 μL 設定としています。この分析条件において、シュウ酸の検量線は、0.01~20 mg/L の濃度範囲で良好な直線性が得られました。10σ法により算出した装置定量下限(IQL)は、6.5 μg/L でした。大気捕集マニュアルに従い、16.5 L/min の吸引速度で 24 時間捕集後、抽出操作により最終的に 30 mL/フィルターの試料溶液を得る前処理を行った場合、この値は、0.008 μg/m³に相当します。

表1 分析条件

条件1(アニオン及びシュウ酸)	
カラム:	TSKgel SuperIC-Anion HS (4.6 mmI.D. x 100 mm)
ガードカラム:	TSKgel guardcolumn SuperIC-A HS (4.6 mmI.D. x 10 mm)
溶離液:	7.5 mmol/L NaHCO ₃ + 0.8 mmol/L Na ₂ CO ₃
流速:	1.5 mL/min
検出:	電気伝導度検出(サブレッサー使用)
温度:	40 °C
注入量:	300 μL
条件2(カチオン)	
カラム:	TSKgel SuperIC-Cation HS II (4.6 mmI.D. x 100 mm)
ガードカラム:	TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II (4.6 mmI.D. x 10 mm)
溶離液:	3.0 mmol/L マンソルホン酸 + 2.7 mmol/L 18-クラウン6-エーテル
流速:	1.0 mL/min
検出:	電気伝導度検出(サブレッサー使用)
温度:	40 °C
注入量:	30 μL

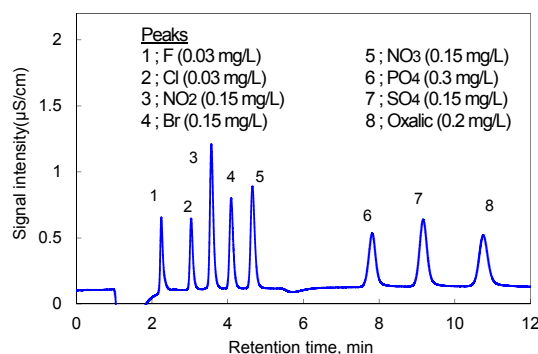


図1 アニオン及びシュウ酸標準試料のクロマトグラム

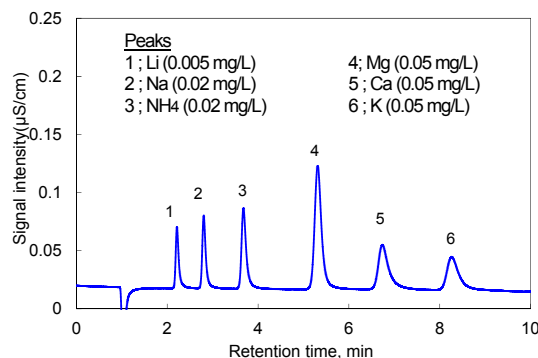


図2 カチオン標準試料のクロマトグラム

大気捕集試料中(2014年9月、福岡県内)のPM2.5に含まれるイオン種の分析を行ったクロマトグラムを図3及び図4に示します。試料は、“PM2.5成分測定マニュアル”に従いインパクター方式の分粒装置を接続したエアサンプラーを用いて捕集し、石英繊維フィルターから水抽出しました。

アニオン種では、主に硫酸イオンと硝酸イオンが、カチオン種ではアンモニウムイオンが検出されています。また、イオン種(硝酸イオン、硫酸イオン、アンモニウムイオン)濃度とPM2.5質量濃度及びシュウ酸濃度の変化を1週間モニタリングした結果を図5に示します。PM2.5質量濃度とイオン種、シュウ酸ともに、ほぼ同様の挙動を示しました。

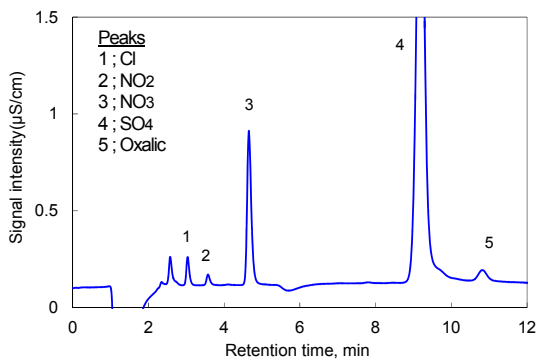


図3 PM2.5の抽出試料のクロマトグラム
(アニオン及びシュウ酸分析条件)

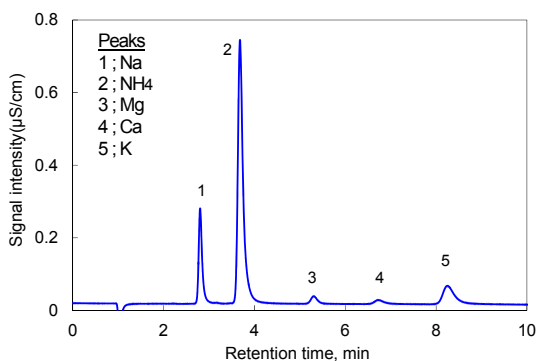


図4 PM2.5の抽出試料のクロマトグラム
(カチオン分析条件)

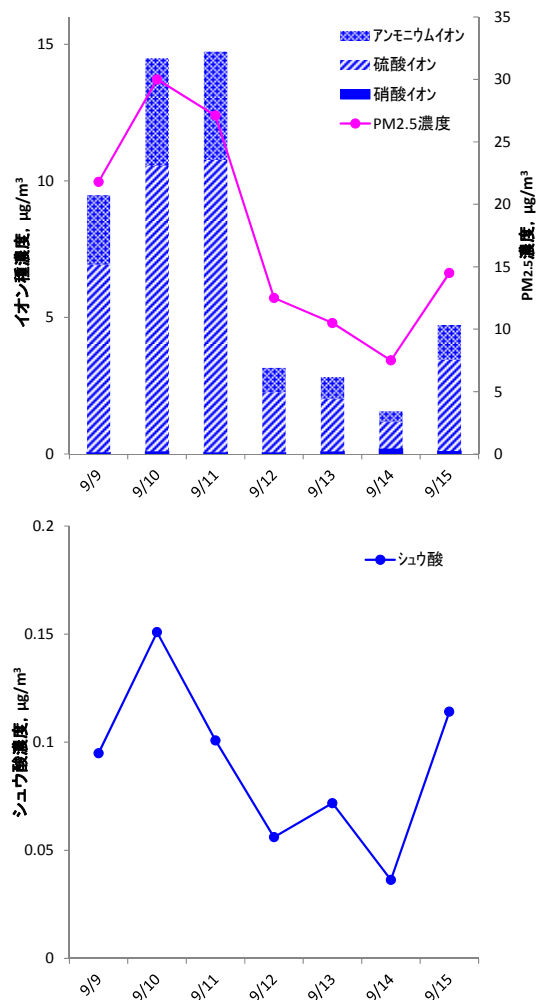


図5 大気捕集試料中の各分析種の濃度変化
(上図)PM2.5濃度とPM2.5に含まれるイオン種濃度
(下図)シュウ酸の濃度変化

引用文献

- 1) 島 正之, 微小粒子状物質の呼吸器系への影響に関する疫学研究, シンポジウム 8, 第 85 回日本衛生学会学術総会(和歌山), 2015.
- 2) 河村公隆, 大気中に存在する有機エアロゾルの組成分布と変質, 地球化学, 40, 65-82, 2006.

参考文献

- 1) 「大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアルの作成及び一部改訂について(通知)」(平成 25 年 6 月 28 日付環水大大発第 1306282 号、環水大自発第 1306281 号)。
- 2) 「大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアルにおける測定法の追加について(通知)」(平成 26 年 7 月 29 日付環水大大発第 1407291 号、環水大自発第 1407293 号)。