

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 中の無機元素成分に関する研究

釜谷 光保・齊藤 伸治

【要約】東京都環境学研究所（以下、都環研）で採取した大気中微小粒子状物質（以下、PM_{2.5}）試料を対象に無機元素成分分析を実施し、中央区晴海局の有害大気汚染物質モニタリング調査結果（総浮遊粒子状物質（以下、TSP）中の無機元素成分）と比較した。無機元素によって、粗大粒子側又はPM_{2.5}（微小粒子）側に多く存在する傾向と双方同程度に存在する傾向が見られた。

【目的】

PM_{2.5}は様々な成分から構成されており、成分組成の情報をもとに各種発生源の寄与率を推定することで、有効な発生源対策が検討されてきた。一方、の中には人体に対し有害な成分も含まれており、有害大気汚染物質モニタリング調査の対象物質もある。ここでは、2016年度から2018年度にかけて都環研で採取したPM_{2.5}試料中の無機元素成分の分析を行い、近隣の中央区晴海測定局（以下、晴海）で毎月実施されている有害大気汚染物質モニタリング調査結果と比較した。粒径の違いによる無機元素の挙動を中心に報告する。

【方法】

図1に調査地点を、表1に試料採取条件を示す。2016年度から2018年度にかけて、東京都環境局が大気汚染防止法に基づいて毎月1回行っている有害大気汚染物質モニタリング調査日¹⁾と同一日に都環研にて採取したPM_{2.5}試料を使用した。試料溶液の調製はPM_{2.5}成分測定マニュアル²⁾に記載の方法に従った。カットしたPTFEろ紙を硝酸、ふっ化水素酸及び過酸化水素を用いてマイクロ波試料前処理装置（マイルストーンゼネラル社 モデルETHOS 900）にて分解を行ったのちICP-MS（アジレント社 モデル7800）で無機元素濃度を測定した。標準液にはXSTC-1667及びXSTC-1668（SPEC PM_{2.5}有害大気汚染物質分析用10 mg/L）を用いた。混合せずに適宜希釈して検量線を作成（硝酸酸性）した。定量した元素のうち有害大気汚染物質モニタリング対象物質に該当する（図2）クロム（以下、Cr）、マンガン（以下、Mn）、ニッケル（以下、Ni）及びヒ素（以下、As）について比較した。

【結果の概要】

図3にPM_{2.5}濃度及びTSP濃度の変化、図4にPM_{2.5}中無機元素濃度、TSP中無機元素濃度、PM_{2.5}中無機元素濃度とPM_{2.5}濃度の比（以下、PM_{2.5}濃度比）、及びTSP中無機元素濃度とTSP濃度の比（以下、TSP濃度比）を示す。まず、Crは201707及び201807のように濃度が高い時には、PM_{2.5}濃度比とTSP濃度比の比較から粗大粒子側に多く存在していることが示唆された。次にMnは、地殻にも比較的多く含まれ土壌巻き上げなどによる粗大粒子側の割合が増える要因となり得るが、表2より調査日に風速が大きい日はなく土壌巻き上げなどは起こっていたとは考えにくい。Mn濃度の増減や夏冬にかかわらずPM_{2.5}濃度比とTSP濃度比が概ね等しく、粗大粒子側及びPM_{2.5}（微小粒子）側双方同程度に存在する元素であることが示唆された。またNiは高濃度時にPM_{2.5}濃度比が高かった。Niは土壌の影響も受ける³⁾（粗大粒子側の割合が大きくなる）が今回の結果では土壌の影響は少なく、比較的高濃度になると微小粒子側に多く存在していることが示唆された。最後にAsは、ほぼPM_{2.5}濃度比が高く大気中As濃度にはPM_{2.5}中Asが影響していることが示唆された。以上の結果から、無機元素ごとに粗大粒子側又はPM_{2.5}側に多く存在する傾向と双方同程度に存在する傾向が見られた。

【参考文献】

- 1) 東京都環境局：有害大気汚染物質モニタリング調査報告書（平成28年度、平成29年度、平成30年度）
- 2) 環境省：PM_{2.5}成分測定マニュアル 無機元素測定法 第2版（2019年5月）
- 3) 日置 正ら：降水中微量金属元素濃度比と鉛同位体比による長距離輸送と地域汚染の解析 大気環境学会誌 第43巻 第2号（2008）p100-111



図1 調査地点

表1 試料採取条件

地点	東京都環境科学研究所	中央区晴海局
粒子	微小粒子状物質 (PM _{2.5})	総浮遊粒子状物質 (TSP)
ろ紙	PTFE (円形 直径47mm)	石英 (角型 8インチ×10インチ)
採取	MCAS-SJ-A 約30L/min 23時間	ハイボリウムエアサンプラー 約1000L/min 24時間

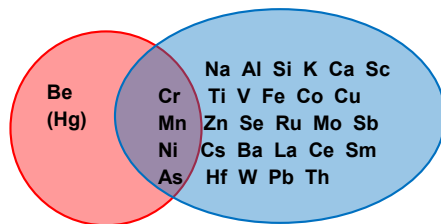


図2 測定元素

青色部分はPM_{2.5}成分測定マニュアルに記載の元素、赤色部分は有害大気汚染物質に該当する可能性がある物質（無機元素）である。

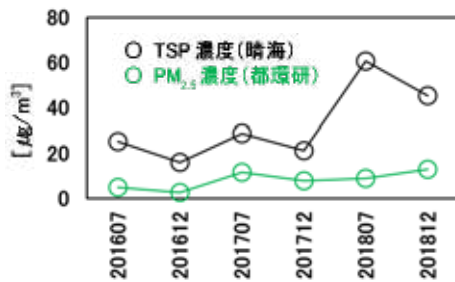
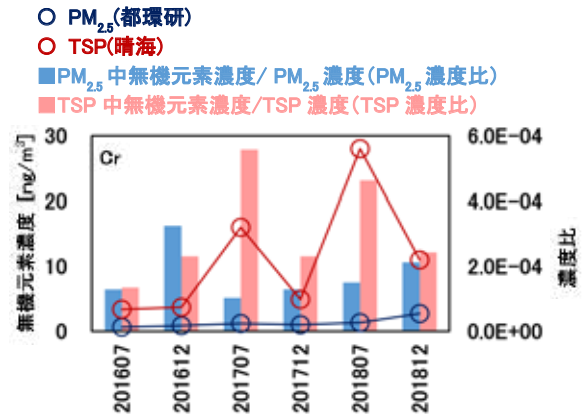


図3 TSP 濃度¹⁾及びPM_{2.5} 濃度

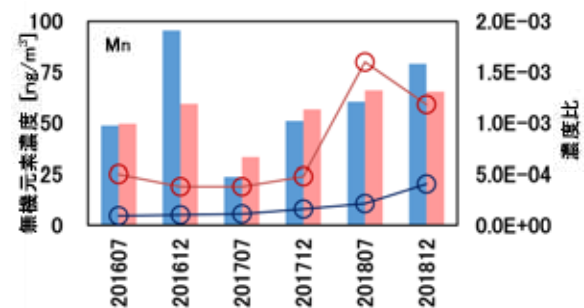
表2 中央区晴海局における気象データ¹⁾

風向は、採取開始日時から採取終了日時までの1時間値の最多風向。その他の項目は同1時間値の平均。

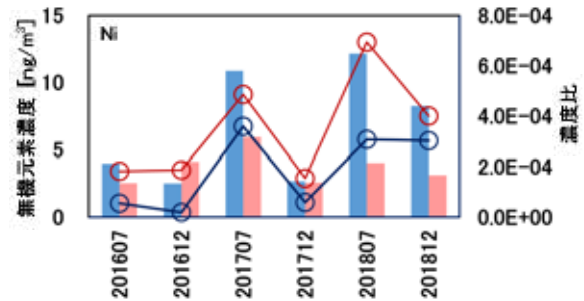
	201607	201612	201707	201712	201807	201812
風向	NNE	N, NNW	SE	WSW	E	SSE
風速(m/s)	0.9	2.8	0.6	1.6	1.0	1.6
気温(°C)	21.6	9.4	26.6	9.9	28.3	20.0
湿度(%)	80	43	83	45	71	72



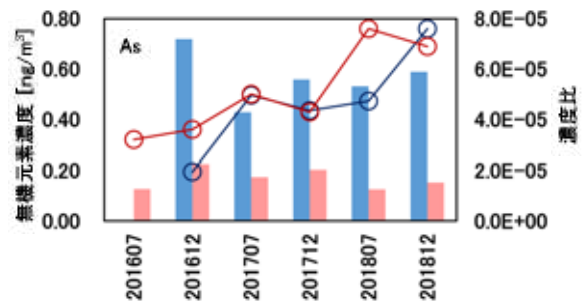
Cr が高濃度時には TSP 濃度比が高いことから、Cr は粗大粒子側に存在している。



Mn 濃度の増減にかかわらず、PM_{2.5} 濃度比≒TSP 濃度比である。常に粗大粒子側にも PM_{2.5} 側にも存在する元素である。採取日に風速大の日はなく、土壌巻き上げなどによる粗大粒子側が増になる要因はなかった。



Ni が高濃度時には PM_{2.5} 濃度比が高かった。Ni は土壌の影響も受けるが今回の結果では土壌の影響は少なく、微小粒子側に多く存在している可能性がある。



201607 の PM_{2.5} 中 As は検出下限未満の濃度だったため使用せず。

ほぼ PM_{2.5} 濃度比が高く、大気中 As 濃度には PM_{2.5} 中 As が影響している。

図4 PM_{2.5} 中及び TSP 中無機元素濃度及び濃度比¹⁾