

都内における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 中の無機元素成分の季節変動

釜谷光保・齊藤伸治・東野和雄

【要約】東京都環境学研究所（以下、都環研）で採取した微小粒子状物質（以下、PM_{2.5}）試料を対象に無機元素成分分析を実施し、季節毎の無機元素濃度及び無機元素濃度比について考察した。V 濃度は夏季に高く冬季に低い傾向が見られ、Mn 及び Pb 濃度は夏季に低い傾向が見られた。また、Pb/Zn 比より季節にかかわらず大陸起源の影響は少なく、V/Mn 比からは夏季に卓越する南寄りの風向による石油燃焼等の影響が示唆された。

【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。なかでも無機元素成分は長期間保存しても安定であり、各種発生源の良い指標である。本研究では無機元素成分のうち、発生源対策に有効となり得る、比較的濃度が高く健康に影響を及ぼし得る（化学物質排出把握管理促進法第一種指定化学物質に指定）元素に注目するため 2016 年 7 月から 2019 年 3 月までの PM_{2.5} 試料を分析し得られた無機元素成分濃度から季節毎の無機元素の挙動を把握した。

【方法】

無機元素の分析には都環研屋上（6 階相当）において、調査期間の各月任意の 1 日に PTFE ろ紙（円形直径 47mm）に採取した PM_{2.5} 試料（ムラタ計測器サービス、MCAS-SJ-A；流量：約 30L/min、採取：10 時から翌 9 時の 23 時間）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¹⁾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圧力容器分解装置（マイルストーンゼネラル モデル ETHOS 900）にて分解を行ったのち、ICP-MS（アジレント モデル 7800）を用いて無機元素の一斉分析（33 元素）を行った。定量した元素のうち V、Mn 及び Pb について考察した（亜鉛（以下、Zn）は無機元素濃度比で使用）。なお、風向、風速及び PM_{2.5} 濃度は東京都環境局 大気汚染測定結果月報データ²⁾より都環研近隣の中央区晴海局のデータを使用した。

【結果の概要】

(1) 図 1 に夏季（6～8 月）及び冬季（12～2 月）の無機元素濃度を箱ひげ図で示す。中央値で比較すると V 濃度は夏季に高く冬季に低い傾向が見られ、Mn 及び Pb 濃度は夏季に低い傾向が見られた。また、V、Mn、Pb 濃度及び PM_{2.5} 濃度との関係を見るため調査全期間のデータより相関分析を行ったところ（図 2、図 3）、Pb（R=0.79）及び Mn（R=0.63）であり相関が見られた（ $p < 0.01$ ）。また V とは相関が見られなかった（R=0.21、 $p > 0.01$ ）。本報告以外の元素でも PM_{2.5} 濃度と強く相関を持つものがあり継続して調査及び解析を行うことが必要である。

(2) 気象の影響を少なくするためには無機元素濃度比が用いられることが多い³⁾。図 3 より Pb/Zn 比は 0.06 から 0.32 の範囲であった。国内起源の場合は 0.2-0.3 程度、大陸（石炭）起源では 0.5-0.6 程度と推定されており³⁾、季節にかかわらず大陸起源の影響は少ないと考えられる。図 4 より V/Mn 比は 0.01 から 3.11 の範囲であった。石油燃焼の指標である V/Mn 比³⁾は、冬季では大部分で地殻の平均組成比 0.13⁴⁾と同程度かそれ以下であった。一方、夏季は V/Mn 比は大きく、夏季に卓越する南寄りの風向によって臨海部からの影響を受けている可能性がある。

【引用文献】

- 1) 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）
- 2) 東京都環境局：東京都環境局 HP 大気汚染測定結果ダウンロード 中央区晴海測定局 2016年～2019年月報データ（最終アクセス日：2022年7月28日）
- 3) 日置正ら：松山、大阪、つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度比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(2009) p91-101
- 4) 理科年表 2021 令和3年 第94冊 丸善出版（2020年11月）

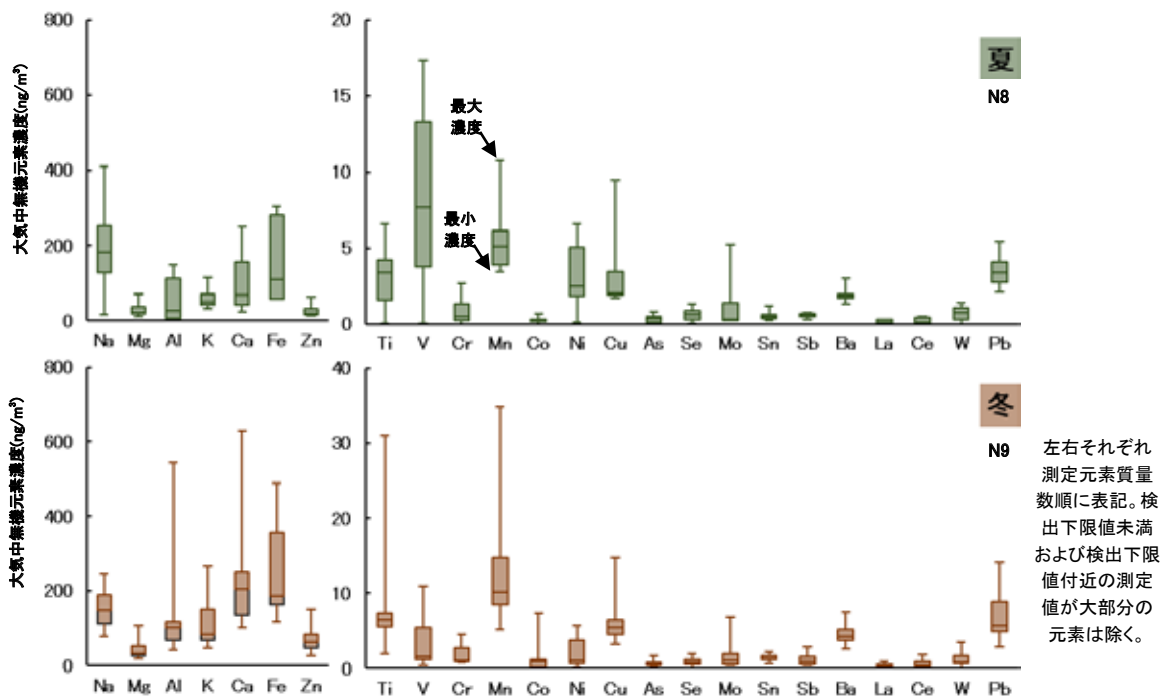
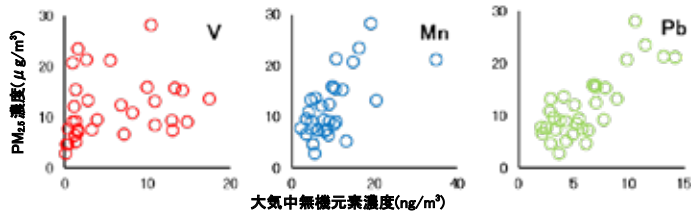


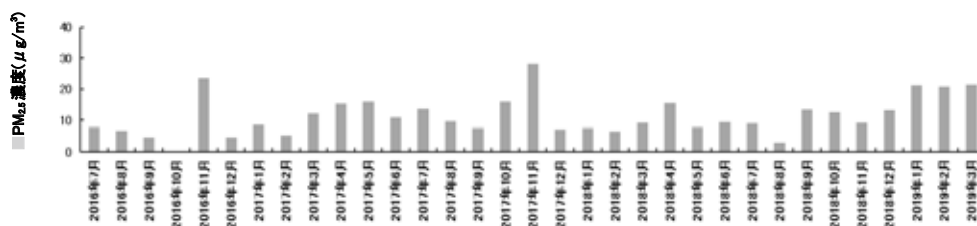
図1 夏(6~8月)及び冬(12~2月)における無機元素濃度

測定元素の内、年間通して高濃度なのはNa及びFe等7元素。中央値と比較するとV濃度は夏季に高く冬季に低い傾向が見られ、Mn及びPb濃度は夏季に低い傾向が見られた。



Mn濃度及びPb濃度はPM_{2.5}濃度と相関が見られたが(p<0.01)、V濃度は相関が見られなかった(p>0.01)。

図2 無機元素濃度及びPM_{2.5}濃度の関係



2016年10月の調査日は欠測。採取開始日時から採取終了日時までの1時間値の平均。

図3 中央区晴海局におけるPM_{2.5}濃度

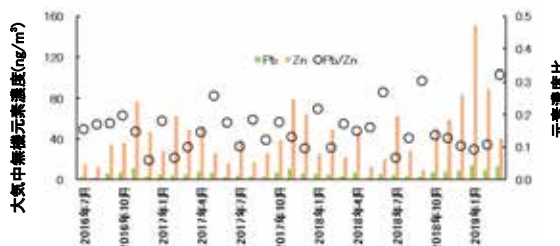


図4 Pb/Zn比

国内起源の場合は0.2-0.3程度、大陸(石炭)起源では0.5-0.6程度と推定されており、季節にかかわらず大陸起源の影響は少ないと考えられる。

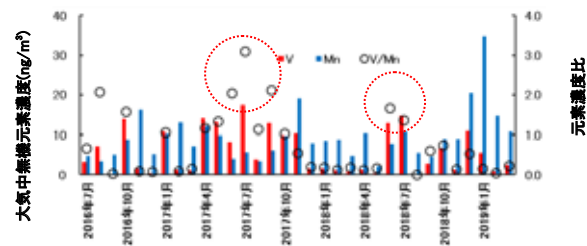


図5 V/Mn比

石油燃焼の指標であるV/Mn比は、冬季で小さく、夏季では大きかった。夏季に卓越する南寄りの風向によって臨海部からの影響を受けている可能性がある。