

# 大陸から運ばれた粒子の特徴は？～PM<sub>1</sub>の磁性に着目～（SR10）

米持真一<sup>1</sup>, 村田浩太郎<sup>1</sup>, 大河内博<sup>2</sup>, 反町篤行<sup>3</sup>, Ki-Ho Lee<sup>4</sup>

1.埼玉県環境科学国際センター, 2.早稲田大学, 3.東洋大学, 4.韓国済州大学校

## 1. はじめに

磁性粒子は人体に悪影響を及ぼす可能性が指摘されている<sup>1)</sup>。磁性粒子には砂鉄のような自然起源のものもあるが、人為的な発生源や生成過程としては高温燃焼や金属の摩耗などが考えられる。しかし、これらはまだ十分に解明されておらず、磁性粒子（もしくは磁性粒子を多く含む磁性フラクション）の分離はほとんど事例がない。

我々はこれまで、フィルターに捕集した粒子試料から、磁性フラクションを分離する方法を検討し、石炭燃焼粒子<sup>2)</sup>や道路沿道<sup>3)</sup>、鉄道近隣で採取した粒子試料の特徴を検討してきた。特に石炭燃焼粒子は磁性フラクションの割合が高く、粒子重量の8割を超える試料もあった<sup>2)</sup>。

自由対流圏に位置する富士山頂は、長距離輸送された大気汚染物質の評価に適し、これまでにPM<sub>2.5</sub>やPM<sub>1</sub>に含まれる石炭燃焼に由来するAsなどに着目して解析を行ってきたが、今年度はPM<sub>1</sub>中の磁性粒子に着目し、長距離輸送の指標となる可能性について検討を行った。

## 2. 方法

旧富士山測候所1号庁舎2階に設置したPM<sub>2.5</sub>シーケンシャルサンプラー2025iの分級器をPM<sub>1</sub>サイクロンに交換し、2023年7月23日～8月21日に試料採取を行った。フィルター交換は5日（120時間）毎に行い、①7/26-31、②7/31-8/5、③8/5-10、④8/10-15、⑤8/15-20の5試料を得た。フィルター試料はコンディショニング後に精密電子天秤を用いて質量濃度を求めた後、2片に分割し、1片は表面磁束密度1.2 Tesla（1 Tesla=10,000 gauss）のネオジウム磁石を用いて磁気分離を行った。磁性、非磁性フラクションの無機元素は、PTFE容器中に試料を移し、HNO<sub>3</sub>、HF、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を添加してマイクロウェーブで高温高压分解を行った後ICP-MS法により定量した。

## 3. 結果と考察

期間中のPM<sub>1</sub>およびPM<sub>1</sub>中の磁性フラクションの割合を図1に示す。PM<sub>1</sub>平均濃度は1.9 μg/m<sup>3</sup>であり2022年度の1.6 μg/m<sup>3</sup>と同程度であった。①と②のPM<sub>1</sub>濃度はそれぞれ5.3 μg/m<sup>3</sup>、2.7 μg/m<sup>3</sup>であり、磁性フラクションの割合は0.06、0.04であるのに対し、③～⑤は0.1～0.8 μg/m<sup>3</sup>と特に低く、磁性フラクションの割合は0.6～0.7と高い値となった。後者は微量で秤量誤差が大きく、解析には使用しないこととした。

図2に磁性フラクション、非磁性フラクション中無機元素の構成比を示す。元素の構成比は磁性フラクションではZn, Fe, Cr, Ti, Moが特徴的であるのに対し、非磁性フラクションはAl,

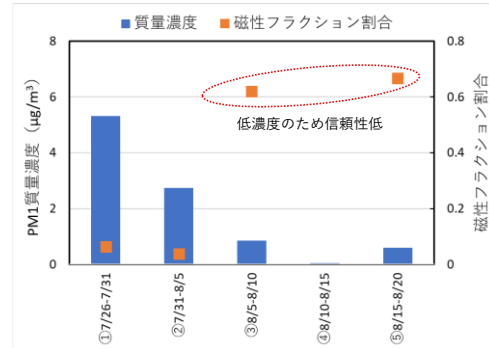
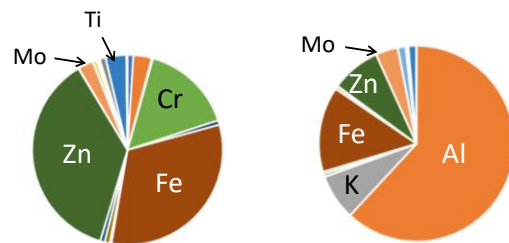


図1 PM<sub>1</sub>の質量濃度と磁性フラクションの割合



(a) 磁性フラクション (b) 非磁性フラクション  
図2 フラクション別無機元素の構成比

Fe, Zn, K, Moが特徴的であった。試料量が少ないため磁気分離にも難しさがあるが、自然由来でかつ磁性を持たないAl, Kが磁性フラクション側に分離されておらず分離は妥当と考えられた。また、富士山表層粒子の構成比から求めた元素の濃縮係数は、磁性フラクションでは人為起源元素が非磁性フラクションより10～100倍高値であった。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費（課題番号21K12218, 代表: 米持）により実施された。

## 参考文献

- 1) Maher et al. (2016). Magnetite pollution nanoparticles in the human brain. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 113(39), pp. 10797-10801.
- 2) 米持真一 (2019). PM<sub>2.5</sub>の特徴と石炭燃焼による生態影響, クリーンテクノロジー, 29, 10-15.
- 3) 米持真一 (2022). 道路沿道における大気磁性粒子の特徴, 第63回大気環境学会年会要旨集, p.162.