

## 日本、韓国の浮遊粒子状物質中に含まれる重金属元素の起源の推定

成澤崇顕<sup>1</sup>、飯渕雄太<sup>1</sup>、藤原一彦<sup>1</sup>、世良耕一郎<sup>2</sup>、尾関 徹<sup>3</sup>、小川信明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>秋田大学大学院工学資源学研究科  
〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1

<sup>2</sup>岩手医科大学サイクロトンセンター  
〒020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森 348-58

<sup>3</sup>兵庫教育大学教科・領域教育学専攻自然系  
〒673-1494 兵庫県加東市下久米 942-1

### 1 緒言

浮遊上粒子物質(SPM=Supended particulate matter)とは大気中に浮遊するサイズ、構成要素、発生源の異なる様々な粒子の混合物であり、発生源としては人為的発生源(自動車の排ガス、金属精錬等)と自然発生源(火山灰、土壌粒子等)が挙げられる。また SPM の粒径が 2.5 $\mu\text{m}$  以上 10 $\mu\text{m}$  以下の粒子(PM<sub>coarse</sub>)が主に自然起源の粒子であり、粒径が 2.5 $\mu\text{m}$  以下の粒子(PM<sub>fine</sub>)が主に人為起源の粒子である。この PM<sub>fine</sub> は、気管支および肺胞まで侵入可能であり、喘息などの呼吸器系疾患の原因物質として指摘されており、日本においても 2009 年に環境基準(年平均値 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下かつ 1 日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下)が設けられた。日本においても長距離輸送の影響に関する多くの研究がなされてきた。例えば、Kikuchi らは、空気塊が中国北東部から輸送される場合に、霧が不溶性成分として黄砂を含むことを報告した<sup>1)</sup>。そして、輸送中の Cl-loss 反応について、PM では Cl-loss であるが、霧では、滞留中に大気中の HCl を取り込み、Cl-rich にまでなることを解明した<sup>2)</sup>。さらに、秋田八幡平で採集した、PM 中の重金属元素の起源を、後方流跡線解析を用いて解明した<sup>3)</sup>。また、Arditsoglou は、Pb の発生源に関しては、特有の元素比を用いることが有効であると報告した<sup>3)</sup>。

本研究では、日本(3地点)と韓国で採取した SPM 中の重金属元素の起源を推定することを目的とした。

## 2実験

SPMは2011年1月～5月の韓国の大邱(テグ)市と日本の兵庫県加東市、福井県福井市、2011年6月～9月の秋田県秋田市でSPMサンプラーを用いて採集した。採集したSPM中の種々の元素濃度は仁科記念サイクロトロンセンターで荷電粒子励起X線放射 (PIXE) 分析によって定量した。

## 3結果と考察

Fig.1に今回分析された4都市の重金属の平均元素濃度を、Fig.2に、元素濃度の高いときの後方流跡線を示す。

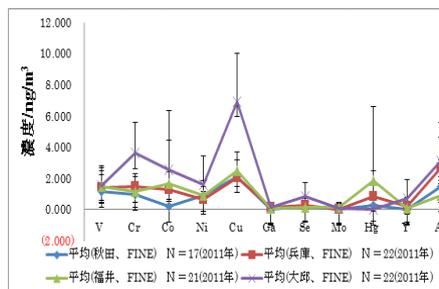


Fig.1、4都市の重金属の平均元素濃度

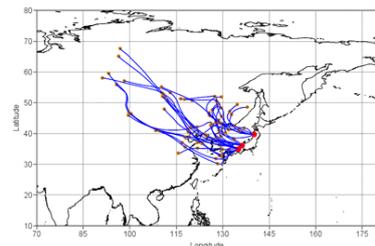
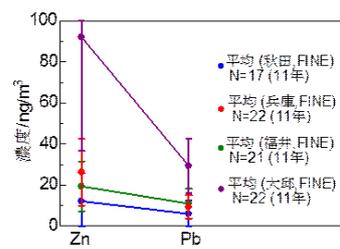


Fig.2,後方流跡線

MoとHg以外の全ての重金属元素では韓国・大邱が最も高濃度となった。これは、大陸からSPMが輸送されるときに拡散・沈着によって減少するからである。また各元素について平均値+標準偏差以上となったイベントの72時間前までの空気の流れ(後方流跡線)を調べた所、韓国・大邱、日本・福井、兵庫はロシア・クラスノヤルスク、チタ、モンゴル・エルデネット、中国・河北省を、日本・秋田ではウラジオストクを特に経由していることがわかった。クラスノヤルスク、チタ、河北省では金属加工、機械製造が主要な産業の一つであり、ウラジオストクでは非鉄冶金が盛んなこと、またエルデネットには大規模な銅鉱山が存在していることより、重金属の排出には上記の都市群の影響が強く関係していると考えられる。

## 謝辞

We thank the staff of Nishina Memorial Cyclotron Center (Japan Radioisotope Association) and Cyclotron Research Center (Iwate Medical University) for their help to this work. We also thank Prof. Dong UK Kim for collecting the SPM at Tegu, Korea.

## 参考文献

- 1) R. Kikuchi, J. Inotsume, K. Yoshimura, N. Ogawa, K. Sera and T. Ozeki, *Int. J. PIXE*, **23**,81-87, (2003)
- 2) R. Kikuchi, M. Takada, K. Hifumi, K. Yoshimura, T. Ozeki, T. Kimoto, M. Kajikawa and N. Ogawa, *Atmos. Res.*, **94**, pp.501-509 (2009).
- 3) R. Kikuchi, Y. Sasaki, A. Oba, A. Sato, M. Takada, K. Fujiwara, T. Kimoto, T. Ozeki, K. Sera and N. Ogawa, *Int. J. Soc. Mater. Eng. Resour.*, **17**, 177-181 (2010).
- 4) A. Arditoglou and C. Samara, *Chemosphere*, **59**, 669-678 (2005)

## **Estimation of the origin of heavy metal elements in the SPM collected in Japan and Korea**

T. Narisawa<sup>1</sup>, Y. Iibuchi<sup>1</sup>, K. Fujiwara<sup>1</sup>, K. Sera<sup>2</sup>, T. Ozeki<sup>3</sup> and N. Ogawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University  
1-1 Tegata Gakuencho, Akita 010-8502, Japan

<sup>2</sup>Cyclotron Research Center, Iwate Medical University  
348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

<sup>3</sup>Hyogo University of Teacher Education  
942-1 Shimokume, Kato, Hyogo 673-1494, Japan

### **Abstract**

Suspended particulate matter (SPM) was collected at the three cities (Akita, Fukui and Hyogo) of Japan and Tegu, Korea. The concentration of the heavy metal elements in SPM were analyzed by PIXE (in the Nishina Memorial Cyclotron Center, Japan Radioisotope Association at Iwate) analysis. The origin and transportation course of the heavy metal elements were mainly discussed for  $PM_{2.5}(PM_{fine})$ . For the all heavy metal elements in the  $PM_{fine}$  except for Mo and Hg, the highest concentration in the four cities was observed at Tegu. It could be thought to due to the fact that the emitting origin was in the continent and the PM could diffuse in every direction and deposit on the ground or sea during transporting to Japan. By the back trajectory analysis, it was found that the air mass for high concentration of heavy metal elements passed over the industrial zones at China and/or Russia.