

# 大気中浮遊微粒子に含まれる PAHs と金属類の粒径分布特性

富山県立大学 (学)竹村和哉 (正)奥川光治 (正)川上智規  
環水工房(有) 坂井正明

## 1. はじめに

有機化合物は微量でも生物の体内に蓄積され、毒性を発現する可能性があるため、有害な有機微量汚染物質による人の健康への影響と生態系への影響が懸念されている。多環芳香族炭化水素(PAHs)はおもに石油、石炭など化石燃料や木材、廃棄物などの有機物の不完全燃焼等に伴って大気中に放出されるため、有機微量汚染物質の中でも広く大気や降水、土壌などから検出される物質である。その一部や誘導体には発ガン性や催奇性があることが指摘されているものがあり、環境中での動態を評価し、規制の基準を設けることが重要な課題となっている。著者らはここ数年北陸・東海において大気降下物中の PAHs に焦点をあて、その含有特性と降下量について解明し、長距離輸送の可能性を示唆してきた(2006, 2007, 2010)。一方、化石燃料の燃焼では、鉛や亜鉛など金属類も排出されており、PAHs と同時に分析することにより、長距離輸送をより詳細に検討することが可能となる。本研究の目的は、富山において採取した大気中の総浮遊ふんじん(TSP)に含まれる3環から7環のPAHsと金属類の粒径分布特性を明らかにすることである。これらのデータは、長距離輸送、越境汚染を考察するための基礎資料となる。

## 2. 方法

### 2.1 調査方法

調査地点は、富山県中央部の都市近郊に位置する富山県立大学である(図-1)。アンダーセンサンプラー(柴田科学 AN-200)を4階建ての屋上に設置し、TSPを粒径で9段階に分級して濾紙上に採取した。濾紙には純水中での超音波洗浄後、600℃で強熱処理した石英繊維フィルター(Pallflex Products 2500QAT-UP)を使用した。調査期間は2011年11月から1年間であり、1~2ヶ月に1回採取した。採取日数は21日間程度とした。なお、吸引流量は28.3L/minとした。

### 2.2 分析方法

TSPを採取した石英繊維フィルターは半分に分割し、それぞれPAHsと金属類の分析に用いた。PAHs用の石英繊維フィルターは、ジクロロメタンを用いてソックスレー

抽出を行ったのち、ロータリーエバポレーターを使用して濃縮し、アセトンにより4mLに定容した。そのうち2mLは窒素気流下でアセトンを蒸発させたのち、アセトニトリルで2mLとした。このようにして得られたアセトン溶液を用いて、GC/MS-SIM法により低分子量の4成分を分析した。また、アセトニトリル溶液を用いて、蛍光検出HPLCにより高分子量の10成分を分析した。以下ではそれぞれANT, PNT, FLRT, PRN, BaA, CRS, BeAP, BkF, BaP, BeP, BghiP, IP, DBahA, CRNと略記する。なお、ANTとPNTはピークの分離が不十分だったため、合計量で扱った。

金属類用の石英繊維フィルターはマイクロウェーブ試料分解装置により処理し、金属類を硝酸中に抽出した後、ICP-AESおよびICP-MSで定量した。

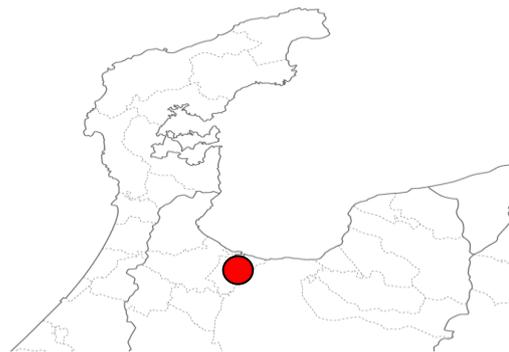


図-1 調査地点

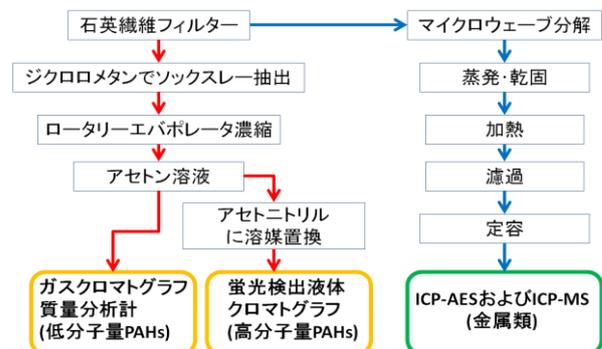


図-2 PAHsの分析フロー

## 3. 結果および考察

本調査の冬季におけるデータ(2011年11月~2012年2月)と過去2年の冬季のデータ(2007~8年, 2008~9年の11~3月)とを比較して考察する。

総PAHs濃度は図-3に示すように、11月が1240pg/m<sup>3</sup>、1月が2530pg/m<sup>3</sup>、2月が1900pg/m<sup>3</sup>と1月、2月が11月よりも高くなった。これは過去2年と同様である。冬季は暖房により排出量が増大するのに加え、日射によるPAHsの光分解・光変換が小さいためと考えられる。

また、PAHsの組成(図-4)について見ると、どれだけ高濃度でも20%を超える成分はなかった。BeAP、BePは今年を含む3年間すべての年において高濃度で検出された。また、低分子量PAHsが多く検出されたが、これは、高温では蒸気圧が高いためガス態で存在しているPAHsが、低温環境においてはガス態から粒子態に変化しやすくなったためと考えられる。

次に、粒径分布について考察する。PAHsの粒径分布は5つの粒径区分(0.43μm以下、0.43-0.65μm、0.65-1.1μm、1.1-3.3μm、3.3μm以上)で評価した。図-5に示すように、3.3μm以上の粒径区分はどの月も少なかった。また、11月は3.3μm以下の粒径区分が同程度であったのに対し、1月は0.65-1.1μm、2月は1.1-3.3μmの粒径区分が最も多く検出された。これらは過去2年でも観測された傾向である。

一方、2011年11月における金属類の総濃度はCa 215 ng/m<sup>3</sup>、Mg 41.8 ng/m<sup>3</sup>、Zn 44.0 ng/m<sup>3</sup>、Fe 57.8 ng/m<sup>3</sup>、Mn 7.59 ng/m<sup>3</sup>等であった。金属類の粒径分布については、9つの粒径区分で評価した。図-6は2011年11月における金属類の粒径分布を示したものである。これによると、金属により粒径分布の傾向が異なることがわかった。Caは2.1-3.3μmの粒径区分において、総濃度の3分の2近い量が検出された。これは黄砂の飛来が原因であると推測される。また、Mgは2.1-7.0μmの3つの粒径区分で高い比率を示した。それに対し、Fe、Zn、Mnはそれぞれ1.1-2.1μm、0.65-1.1μm、0.43μm以下というより微粒子の粒径区分でピークを示した。その他の月の調査結果については発表時に報告する。

#### 4. おわりに

PAHsと金属類の粒径分布に関しては、まだデータが少なく、関連は不明瞭であった。今後は、更にデータを蓄積して、長距離輸送を考察する予定である。

#### 参考文献

- 奥川光治(2006)環境工学研究論文集, 43, 45-652.
- 奥川光治(2007)環境工学研究論文集, 44, 363-374.
- 奥川光治ら(2010)環境技術, 39(10), 611-617.

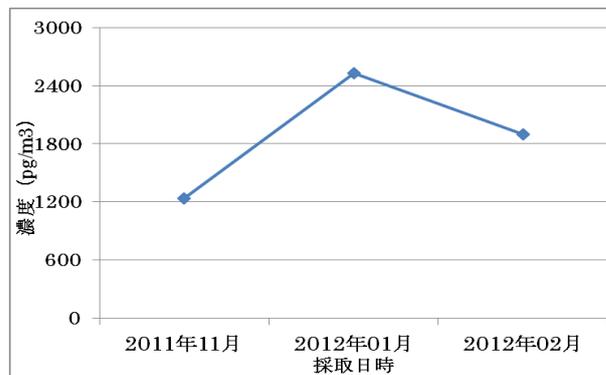


図-3 総PAHs濃度の経月変化

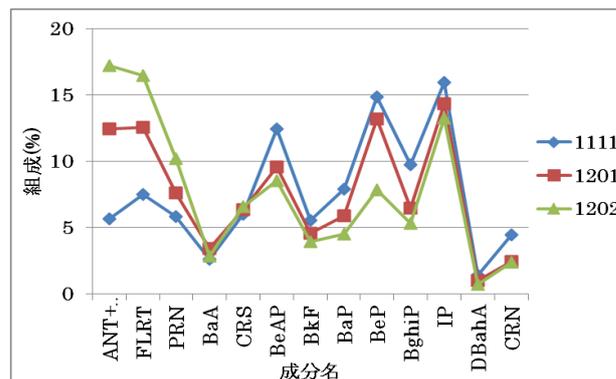


図-4 PAHsの各成分の比率

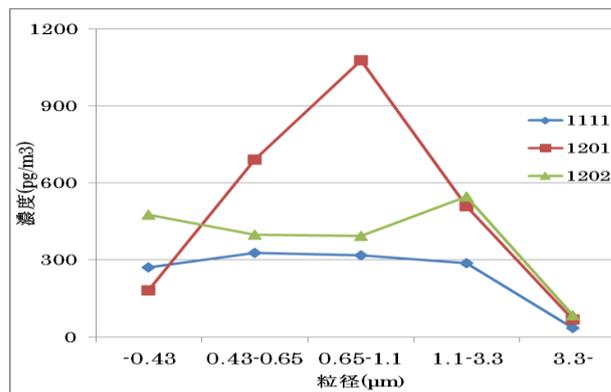


図-5 PAHsの粒径分布

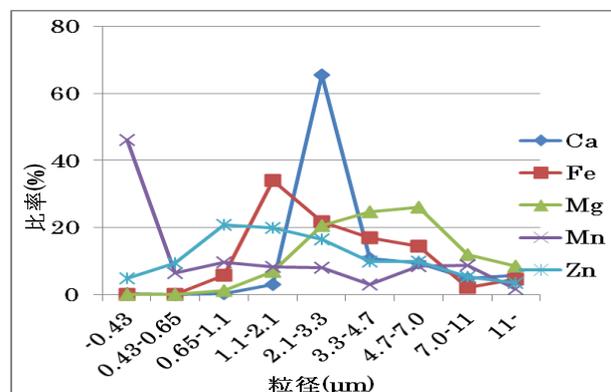


図-6 金属類の粒径分布