

[22026]

放射化分析法による環境試料の元素組成定量

Elemental Compositions of Environmental Samples by Activation Analysis Methods

大浦泰嗣 ^{#A)}, 杉崎史都 ^{A)},
Yasuji Oura ^{#A)}, Sugisaki Fumito ^{A)},

^{A)} Department of Chemistry, Tokyo Metropolitan University

Abstract

Boron concentrations of PM2.5 particulates collected in Hachioji, Tokyo, were determined by neutron induced prompt γ -ray analysis. Boron was not detected ($< 2 - 4 \text{ ng/m}^3$) in many samples and determined boron concentrations were 3 to 7 ng/m^3 for some samples in which other elemental concentrations by INAA were also generally higher among the sample.

Keyword: PM2.5, PGA, boron

1. はじめに

放射化分析法は、様々な分野で元素濃度定量に用いられているが、特に環境試料や地球科学試料の非破壊多元素分析によく利用されている。最近、大気中に浮遊する微小粒子、PM2.5 が注目され、しばしばその大気中濃度が話題になる。これらは様々な起源を持つが、元素組成はその起源を推定する目安になる。我々は、2002 年から 2009 年に PM10 粒子を東京都八王子市内と山形県酒田市内で、2005 年から 2009 年に PM2.5 粒子を八王子市と江東区で捕集し、その元素組成を中性子即発 γ 線分析法と中性子放射化分析法を用いて調べてきた。その後、2018 年より八王子市内で PM2.5 粒子の捕集を再開した。しばらく捕集を継続し、元素組成をモニタリングする予定である。

2022 年度は、JRR-3 ビームホールにて即発 γ 線分析(PGA)を実施し、ホウ素濃度を定量したので報告する。

2. 実験方法

大気微小粒子状物質(PM2.5)の捕集は、東京都立大学南大沢キャンパス 8 号館屋上で実施した。NIEL フィルタホルダーに、粒径 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒子を通過させるインパクター、粒径 $2.5 \mu\text{m}$ 以下の粒子を通過させるインパクター、ならびに孔径 $0.2 \mu\text{m}$ のポリカーポネート製ニュークリポアメンブレンフィルターをカスケードで設置し、流量 6.7 L/min で大気を吸引し、PM2.5 粒子をフィルター上に捕集した。原則として月曜日朝から土曜日朝までの約 5 日間の捕集を隔週で実施した。一定流量で捕集する機構がポンプに備わっていないので、流量が段々減少していく。そのため、毎朝、流量を 6.7 L/min に調整した。 6.7 L/min の流量に再調整できない場合は(通常、水曜日または木曜日)フィルタを交換した。捕集の前後でフィルターを秤量し、その差から捕集した PM2.5 粒子の質量を得た。

PM2.5 粒子を捕集したフィルターは 1/2 に切断し、その一方の 1/2 片を捕集面を内側にして 1 cm 四方に

折りたたみ、FEP フィルム製の袋に密封した。これを、JRR-3 実験ホール内の PGA 装置にて、熱中性子を 4~6 時間照射しながら、 γ 線を測定した。既知量のホウ素水溶液を滴下乾燥した濾紙 ($1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$) をホウ素定量の比較標準試料として、約 10 分間測定を行った。

3. 結果と考察

2020 年と 2021 年に捕集した未分析の 6 試料と、2022 年に捕集した 8 試料を測定した。いずれの試料においても明瞭なホウ素のピークは検出できなかった。ホウ素のピーク領域の低エネルギー側と高エネルギー側の γ 線ピークが観測されない領域の計数値を用いてコンプトン散乱計数(バックグランド計数)を一次式で近似し、ピーク領域の高エネルギー側半分領域から正味計数値を算出した(低エネルギー側半分は Na のピークと重なる)。

有意な正味計数値が得られたのは 2 試料のみで、ホウ素濃度を昨年度に実施した分析での定量結果とともに表 1 に示した。これら以外の試料での検出限界は $2 \text{ ng/m}^3 \sim 4 \text{ ng/m}^3$ であった。2020 年に捕集した試料は、すでに INAA を実施しており、表 1 で示した試料における他の元素濃度は、ホウ素濃度が検出限界以下であった試料よりも概して高かった。他元素濃度の 2020 年の中間値は約 $900 \text{ ng/m}^3 \sim 0.01 \text{ ng/m}^3$ で、ホウ素濃度は INAA で定量できた元素の中では中間的な濃度であった。

Table1. Boron Concentrations in PM2.5 Samples

collection date	concentration [ng/m^3]
2008/1/21 - 1/22*	11 ± 4
2020/4/7 - 4/9	7.0 ± 1.7
2020/6/2 - 6/4	4.8 ± 1.6
2021/9/14 - 9/17	3.0 ± 1.0
2022/2/8 - 2/12	5.0 ± 1.1
2022/2/28 - 3/3	7.2 ± 1.4

* collected in Koto