

[2023104104]

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
Yasuji Oura #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. Determined boron concentrations were 2 to 8 ng/m³. Boron peak is so small for almost samples that calculated net counts of boron is greatly depended on background counts. Thus, calculated ways for background count were also evaluated.

Keyword: PM2.5, PGA, boron, net counts

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。2018 年より東京都八王子市にて PM2.5 粒子の捕集し、元素組成をモニタリングしている。

2023 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。PM2.5 試料中のホウ素の絶対量は 20 ng 前後であるため、ホウ素のガンマ線ピークは小さく、その正味計数値は、バックグラウンド計数をどのように計算するかに大きく依存する。そのため、バックグラウンド計数値の求め方についての検討も行った。INAA としては、JRR-3 PN3 で照射を行い、大気浮遊粒子の認証標準物質中のヨウ素とインジウムの定量を試みた。また、JRR-3 PN2 で 20 分間照射し、2008 年と 2009 年に捕集した PM2.5 試料の分析も実施したが、報告は省略する。

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 μ m 以下の粒子を通過させるインパクター、粒径 2.5 μ 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 μ 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。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 cm \times 1 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。また、正味計数値計算検討用の試料として、ホウ素量の異なる比較標準試料も作成し、照射した。

3. 結果と考察

正味計数値計算検討用の試料として、ホウ素が 56 μ g, 0.10 μ g, 0.053 μ g である試料を作成した。56 μ g の試料は、比較標準試料として通常もちいている試料と同等量で、10 分間測定した。正味計数値は十分にあり、バックグラウンドをどのように計算しても影響を受けない。一方、0.10 μ g と 0.053 μ g の試料は PM2.5 試料中のホウ素量と同等で、約 7 時間測定を行った。ホウ素のピークの高エネルギー側に 511 keV の消滅 γ 線のピークが存在し、これは常に PM2.5 試料でのホウ素ピークよりもかなり大きい。Fig.1 に示す①(BG1 領域の計数値で最小自乗法)と②(BG1 と BG2 の計数値で最小自乗法)の 2 通りでバックグラウンド計数値をもとめて正味計数値をそれぞれ計算した。結果を Table 1 に示す。①で計算した 0.10 μ g 試料の比計数率は 56.0 μ g 試料の比計数率とよく一致したが、②は 1.4 倍大きくなったので、本実験からは①によるバックグラウンド計数値を求める方法が適切と考えられる。なお、0.053 μ g 試料は、おそらく汚染により試料の作成が失敗したと判断した。

2022 年と 2023 年に捕集した 11 試料を測定し、上記の①の方法で計算したホウ素濃度を Table 2 に示す。昨年度に測定した 2022 年に捕集した PM2.5 試料のほとんどのホウ素濃度は検出限界以下であったが、2023 年に捕集した試料は 9 月に捕集した試料を除いて有意にホウ素が検出され、その濃度は 2022 年と同程度であった。

[2023104104]

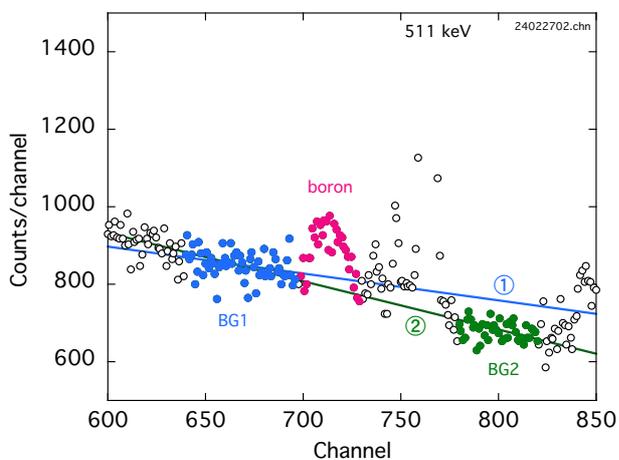


Fig.1 Prompt gamma-ray spectrum of the sample containing 0.10 μg of boron. Peak count at 511 keV was 7516 counts.

Table1. Specific counts rates of boron

B [μg]	① [cps/ μg]	② [cps/ μg]
56.1	0.739 ± 0.005	0.767 ± 0.005
0.105	0.758 ± 0.083	1.07 ± 0.082
0.0529	2.15 ± 0.16	1.88 ± 0.164

Table2. Boron Concentrations in PM2.5 Samples

collection date	concentration [ng/m^3]
2022/11/16 - 11/10	0.85 ± 0.67
2023/1/9 - 1/13	2.2 ± 0.8
2023/1/31 - 2/4	3.1 ± 0.9
2023/3/6 - 3/10	6.0 ± 0.9
2023/4/10 - 4/12	6.9 ± 1.6
2023/5/22 - 5/27	2.3 ± 0.6
2023/6/5 - 6/8	7.6 ± 1.1
2023/7/3 - 7/7	3.9 ± 1.1
2023/8/15 - 8/19	5.2 ± 0.8
2023/9/5 - 9/7	< 3.1
2023/10/10 - 10/14	4.5 ± 0.8