

土壤に含まれる鉛濃度の粒径別測定

(環境計測) 浜岡 愛子

1. はじめに

当研究室では、射撃場に由来する鉛汚染に注目し、調査を行ってきた。多くの場合、射撃場周辺では、射撃による鉛弾の回収はされず、酸性雨などによって土壤に溶け出すと、排水溝などに流れ込み、河川を通して外部に拡がる場合があるからである。

過去の研究では、PIXE や XRF といった微量元素分析手法を用いた鉛の定量を行ってきた。鉛の定量方法は、様々な方法で鉛濃度が調べられている岩石の標準試料¹⁾を XRF で測定することで、強度と濃度の関係を求めてきた。そして、これを基に、採取した試料の鉛の強度を測定し、岩石の標準試料の強度と比較することにより濃度を決定してきた。しかし、測定試料と岩石の標準試料では構成元素が異なるため、測定過程に違いが生じると思われる。

また、これまでのサンプルは 1 mm のふるいを通過する粒径で計測してきた。しかし、粒径の大きさにより構成元素濃度が異なるという論文報告²⁾もあり、鉛の 2 次 X 線の減衰の過程や土壤中の鉛分布に影響があるのではと考える。

汚染について議論する際、土壤汚染対策法で鉛濃度 150 ppm 以下であることが定められていることもあり³⁾、絶対濃度での論議が必要となる。そのため、正確な絶対濃度算出が必要となる。しかし、上記のような懸念事項があるため、絶対濃度の正確性が不確かである。そこで、標準添加法を用いた鉛の定量を試み、併せて土壤を粒径別に分類することで、粒径の違いも調べた。

2. 実験

過去に、鉛の微量元素分析を行った山中が採取した京都府射撃場から 200 m 地点の土壤³⁾に鉛標準液を入れ、XRF で測定し、検量線を作製した。

2.1 容器の製作

限られたサンプルを有効に利用するために、マイラーにはめ込むポリプロピレン容器を製作した。計測時、鉛の特性 x 線が十分に減衰する厚さ密度(g/cm^2)が確保することができる土壤試 0.1 g を入れることができ、且つ照射径が 3 mm であることから、内径 $\phi 5$ 、外径約 $\phi 24$ 、高さ 5 mm 以上の円筒型とした。

2.2 試料の作製

最初に、土壤をふるいにかけて、1000–500 μm 、500–100 μm 、100–46 μm の粒径別に分類した。更に、それぞれを鉛濃度 100、200、300、400、500 ppm になるように濃度別試料を作った。本研究では、粒径別に 3 種類、更に濃度別に 5 種類を製作し、計 15 種類の試料を用意した。そして、0 ppm として、鉛標準液を加えていない粒径別試料 3 種類も準備した。

2.3 測定及び解析

元素分析は蛍光 x 線装置(SEIKO 社製 : SEA2010)で測定を行った。また、全ての試料に対して、ロジウムの x 線管を用いた。電圧 50 kV、電流 10 μ A、照射径 3 mm、測定時間 900 sec で実験を行った。また、元のサンプルは、含んでいる鉛が少ないため、1,800sec で測定を行った。また、スペクトラムの解析には、PIXAN でフィッティングした。

3. 結果及び考察

上記で用意した 18 種類の試料を XRF で計測した。図 1 は、粒径 1000-500 μ m の試料の検量線である。横軸を濃度、縦軸を鉛の特性 x 線強度とし、各濃度の 6 点を得て、近似直線を引いた。同様に、粒径 500-100 μ m、100-46 μ m の検量線も作製した。

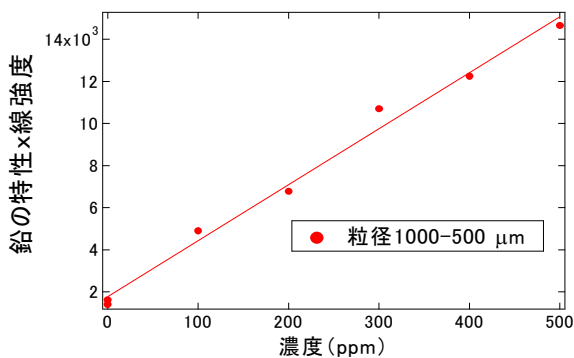


表 1. 検量線の傾きと切片

	傾き	切片
粒径 1000-500 μ m	26.56 \pm 1.18	1775 \pm 330
粒径 500-100 μ m	25.34 \pm 1.27	1217 \pm 383
粒径 100-46 μ m	25.68 \pm 1.61	1628 \pm 488

図 1. 粒径 1000-500 μ m の試料の検量線

検量線の式が表 1 である。傾きは、鉛濃度が 1 ppm 増加したときの鉛の特性 x 線強度の増加分を表している。切片は、元から含まれていた鉛の特性 x 線強度を表している。表 1 より検量線の傾きは、誤差範囲内で同じである。この結果より、本研究で分類した粒径の範囲内では、XRF による鉛の特性 X 線の強度測定には粒径による影響はないと考える。よって、土壌の粒径に対する配慮は必要ないとした。これらの事より、得られた検量線の傾きを平均し、本実験と同条件下で測定を行った場合、鉛濃度 1 ppm あたりの X 線は 25.84 カウンットの強度を得ることとした。

次に、山中の京都府射撃場から 0 m、100 m、200 m、300 m、そしてバックグラウンドとして 3000 m の土³⁾を測定し鉛の定量を行った。そして、岩石の標準試料を使い算出した山中の絶対濃度の結果と比較した。山中と同じく 200 m 地点の土壌から最も鉛が検出されたが、鉛濃度は約 3 分の 1 であり、鉛基準値 150 ppm を超える地点はなく、結果に不一致があった。よって、山中は最も構成元素の比率が似ている標準試料を選んで鉛の定量を行ったが、それでは不十分であった可能性がある。

参考文献

- 1) AIST, <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/geostand/welcomej.html>.
- 2) 長谷川貴之, 層土壌の環境汚染指標としての利用可能性, 京都大学修士論文, (1998).
- 3) 山中悠平, 京都府射撃場を水源にもつ余野川の土壌の微量元素分析, 京都府立大学学士論文.