

## 京都府射撃場周辺土壌の微量元素分析

(環境計測) 奥田耕平

### 1. はじめに

平成 16 年 6 月初め京都府射撃場（京都市右京区京北細野町）の調整池の排水から環境基準を約 11 倍上回る鉛が検出されたことが報道された。同様に全国各地の射撃場においても環境基準を超える鉛が射撃場内で検出されたことが報告されている。これは、主に射撃競技やその練習などで使用された鉛弾が回収されないまま土壌に蓄積され、雨により鉛が徐々に溶け出しているからである。さらに溶け出した鉛が排水溝などを通して外部に流出し河川を通して下流域に分布することが確認された。このようにして射撃場の周辺環境への影響は大きく取り上げられるようになってきた。

そこで、京都府射撃場から流出した鉛が河川の流れに沿ってどのように分布しているのかなど微量元素分析の手法の一つである PIXE 法を用いて幅広く検討するため調査を行った。

### 2. 実験

#### 試料採取

11 月 17 日京都府射撃場周辺土壌の採取を行った。サンプリングエリアを三つに分けた。一つは、射撃場の南方下流域の直径約 100 m の範囲内に河川内の土壌が赤みを帯びているエリアである。その赤みを帯びた河川に沿って 4 ケ所の土壌を採取し、それを上流のものから順にレッド a, b, c, d とした。二つ目は、赤みを帯びた土のあるエリアから下流 500 m までのエリアである。鉛の分布が河川の流れに沿ってわかるように赤みを帯びた土のあるエリアより下流の河川内の土壌を 100、200、300、500 m 地点において採取を行った。図 1 の地図では下流 300 m までのサンプリングポイントを載せた。そして三つ目は、赤みを帯びた土があるエリアの河川に直接接していない周辺エリアである。このエリア内の土壌をランダムに 4 ケ所採取を行った。これを基準とした。

#### 試料の作製

試料作製を以下の手順で行った。採取した 12 個の土をそれぞれバットに分けて乾燥させた。レッド a, b, c, d の 4 サンプルは多量に水分を含んでいたの乾燥機 70℃で一日乾燥させた。それ以外の土に関しては一日風乾させた。乾燥させた土を 1.0



図1 京都府射撃場周辺地図

×0.8 mm の網で、ふるいにかけて砂利や石を取り除いた。また、採取してきたサンプルの濃度決定を行うため岩石の標準試料 Ja-2, JG-1a, JB-1a を用意した。標準試料とは、様々な手法を用いて岩石に含まれる元素の濃度が決定されている試料のことである。準備した試料を測定時傾けてもこぼれないようにするために 5 mm 厚、外径 12 mm、内径 8 mm のアルミニウムのパイプに入れプレス機で 310 atm、3 分間プレスし、ペレットにした。

### 測定及び解析

作製した試料を用いて京都大学工学研究科原子核工学専攻放射実験室の 4 MV バンデグラフ加速器と In-Air-PIXE 装置を用いて測定を行った。今回重い方の元素の感度を上げるため、試料に照射するプロトンビームのエネルギーを 2.5 MeV で行った。事前の XRF を用いた予備測定では 90~99 % 近くの鉄の含有量が赤みを帯びた土には見られた。これほど鉄の含有量が多いと微量に含まれる元素が測定できない。そこで、Ti の吸収端を用いて鉄の X 線を吸収させた。今回の測定では 40 μm 厚の Ti を用いて、鉄の X 線を約 10 分の 1 にまで下げた。

測定で得られた X 線のスペクトルを解析ソフト PIXAN を用いて解析を行った。濃度決定されている標準試料 Ja-2, JG-1a, JB-1a のピーク面積とサンプルから得られた X 線のピーク面積と比較することで、サンプルの各々検出された元素について濃度決定した。

### 3. 解析結果及び考察

今回の測定で鉛の他に鉄、銅、チタン、コバルト、カリウム、亜鉛、ニッケル、クロム、ヒ素が検出された。ここでは射撃場に起因すると考えられる鉛の分布について述べる。

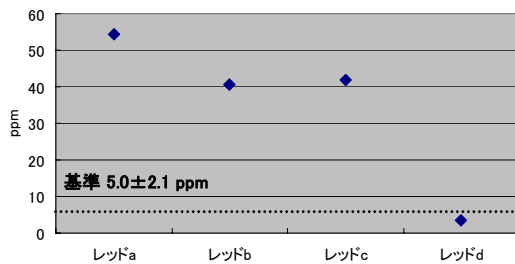


図 2 赤みを帯びた土壌の鉛濃度 (ppm)

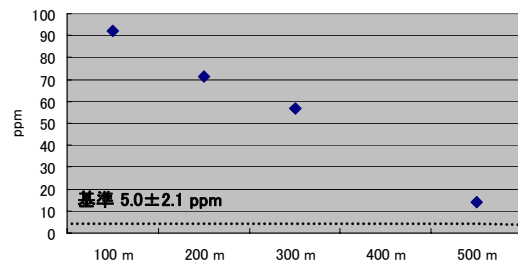


図 3 下流域鉛の濃度 (ppm)

赤みを帯びた河川の周辺土壌で採取した 4 サンプルの鉛の濃度に大きな差はなかったため、汚染の有無を確認するための比較用の基準として鉛の濃度を平均した。平均して求めた基準の鉛の濃度は  $5.0 \pm 2.1$  ppm であった。

図 2 で赤みを帯びた土の鉛濃度を示した。赤みを帯びた河川内から採取したサンプルの内レッド a, b, c は基準を大きく上回る値を示し、最も上流にあるレッド a が一番大きな値を示した。また、レッド d の鉛濃度は誤差の範囲内で基準と一致した。

図 3 で下流域の鉛の濃度を示した。下流域の土壌において基準を上流から順番に 100 m 地点では約 18 倍、200 m 地点では約 14 倍、300 m 地点では約 11 倍、500 m 地点では約 2 倍ほどの濃度の鉛が検出された。このことから、鉛の汚染源が上流にあること、また汚染の広がりが 500 m を越えている事がわかった。