

VII-297 田園地帯の表層土壌に蓄積した鉛の起源 —— 鉛同位体比による検討

大阪産業大学工学部	学生会員	岡野善徳
京都大学原子炉実験所	正会員	藤川陽子
大阪産業大学工学部	正会員	菅原正孝
京都大学原子炉実験所		福井正美
京都大学原子炉実験所	正会員	工藤章

[はじめに]近年、各種工業や交通網の発達に伴い、多種類の微量元素による汚染が広く薄く広がっていることが知られている。これらの汚染の影響がもっとも顕著に現れるのが、表層土壌である。主要国道より10km以上離れた大阪府及び茨城県の田園地帯において、土壌の鉛直方向(0-100cm 深さ)の元素濃度分布を調査した結果、深さ 10-15cm までの根圏域において鉛の蓄積が認められたという報告がある¹。この表層土壌における鉛等微量元素の蓄積については、

(1) 人間活動に由来する化学フオールアウトの地表面への蓄積

(2) 土壌生成過程で土壌固相から溶出した鉛が、植物により経根吸収された後、落葉等と共に地表面に蓄積等の機構の関与が考えられる。この中で(1)の化学フオールアウトによる鉛は、その発生源に固有の同位体比(鉛には、質量数 204、206、207、208 の安定同位体がある)を有している²ので、表層土壌に沈着した鉛の同位体比を求められれば、その起源を推定することが可能になる。

以上の観点から本研究では、表層土壌の鉛濃度及び鉛の同位体比を最新の誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)で測定・定量し、又、文献値²と比較することにより、表層土壌に沈着した鉛の起源・蓄積機構について検討するものである。

[実験方法]京都大学原子炉実験所構内の赤黄色土(以後 soil-kur と略称)及び茨城県那珂郡の褐色森林土(以後 soil-b と略称)、そして同県同郡の黒ボク土2種(以後 soil-c、soil-d と略称)を、各々約1m深さまで5-20cmの層位別に採取した。採取地点はいずれも田園地帯に位置している。これらの土壌を乾燥して 450℃で灰化した後、 HNO_3 、 HClO_4 、 HF を用いて全量分解した。それを蒸発乾固・再溶解(HNO_3 による)・希釈して ICP-MS で土壌中鉛濃度と鉛の同位体比を測定した。

[結果と考察](1) 土壌中の総鉛濃度の深さ方向分布 図1に、soil-b の場合について総鉛濃度の深さ方向分布を示す。図1より、soil-b では、0-5cm 深さの表層に総鉛のピークが認められ、以後鉛濃度は深さと共に減少し、20cm 以深では、ほぼ一定になっている。

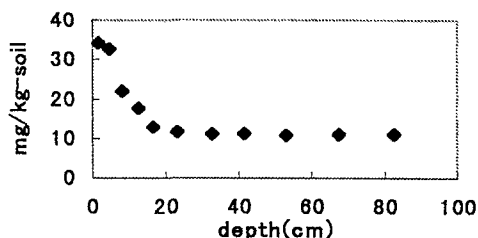


図1 soil-bの総鉛濃度の深さ方向分布

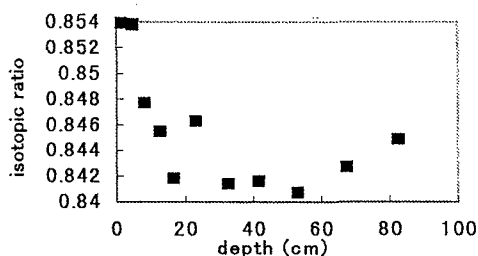


図2 soil-b全体のPb-207/206

(2) 土壌中の鉛同位体比の深さ方向分布 soil-b の場合について土壌全体の鉛の同位体比 Pb207/206 と採取深さとの関係を示した図2より、0-20cm 深さの層と 20cm 以深の層では、鉛の同位体比が明確に異なっている。

キーワード：鉛、表層土壌、化学フオールアウト、汚染源、安定鉛同位体比、ICP-MS

〒574 大阪府大東市中埴内3丁目1番1号 大阪産業大学土木工学科 TEL 0720-75-3001 FAX 0720-75-5044

〒590-04 大阪府泉南郡熊取町 京都大学原子炉実験所 TEL 0724-51-2442 FAX 0724-51-2620

る。鉛は元来土壌深層へは浸透しにくい³ので、上記の表層に見られる鉛の蓄積は、近年の化学フォールアウトに起因するものであると考えられる。

(3) 化学フォールアウト中の鉛同位体比の推定 上記(1)(2)の議論より、表層土壌中の鉛の同位体比は、固有の同位体比を有する化学フォールアウト由来の鉛と、土壌本来の同位体比を有する鉛の混合の結果、生じたものである。表層土壌の鉛同位体比から、化学フォールアウトの鉛同位体比を推定すれば、フォールアウト鉛の発生源の追跡に有用である。以下の(1)式に、土壌の沈着成分の鉛の同位体比の算出法を示す。

$$A_i = (T \cdot b_i - B \cdot r_i) / (C - B) \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 A_i ：鉛の同位体 i の沈着成分に占める割合(%)

T ：土壌全体としての総鉛濃度(ppm)

b_i ：土壌全体としての鉛の同位体 i の濃度(ppm)

B ：土壌に元来ある鉛の濃度(ppm)

r_i ：土壌に元来ある総鉛に対する鉛の同位体 i の割合(%)

C ：土壌全体としての総鉛濃度(ppm)

ここでは、採取地点の深い土壌(図1では20cm深さ)で深の総鉛濃度が一定になっている層に含まれる鉛の濃度及び同位体比が、化学フォールアウトの沈着が開始される以前から、表層土壌中に存在していた鉛の濃度及び同位体比と等しいと仮定している。ここで、soil-dについて上記の方法で求めた鉛の同位体比 $Pb_{207/206}$ 、

208/206の、フォールアウト・土壌深層・土壌表層別の分布図を、図3に示す。図3より、フォールアウト鉛は深さにより若干値が違ってくるものの、比較的類似した値をとっており、類似の発生源に由来すると考えられる。

(4) 本実験データと文献値¹の比較 図4に、soil-b、c、dの沈着成分の鉛の同位体比と日本に輸入された鉛鉱(Tsumeb、Tasmania、Canada)及び一部の有鉛ガソリンの同位体比の比較を示す。

図4より、これらの鉛鉱及び有鉛ガソリンがsoil-b、c、dの採取地点(いずれも茨城県内)における土壌の鉛汚染に寄与している可能性がある。しかし、真に汚染源の特定を行なうには、採取地点周辺地域における交通状況や鉛工業の実態や、原料鉛及びその使用状況調査を実施する必要がある。

[結論]

- 表層の鉛の蓄積は、ICP-MSによる土壌中の鉛の同位体比の測定により、人間活動に由来する化学フォールアウトと推定された。
- ICP-MSの測定結果から、表層土壌に沈着したフォールアウト中の鉛の同位体比を推定できた。
- ICP-MSによる鉛の同位体比測定により、表層土壌に蓄積した鉛の汚染源の特定ができる可能性が示された。

[参考文献] 1. 藤川陽子 他, 京都大学原子炉実験所学術講演会報文集別冊, 29, 175-184, 1995.

2. H. Mukai et al, Environ. Sci. Technol., 27, 1347-1356, 1993.

3. E. K. Miller' et al, Environ. Sci. Technol., 28, 662-669, 1994.

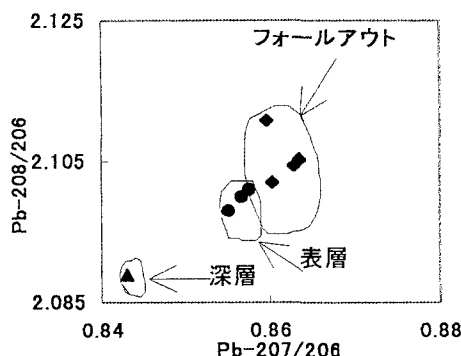


図3 soil-dにおけるフォールアウト、土壌深層、土壌表層別の鉛の同位体比

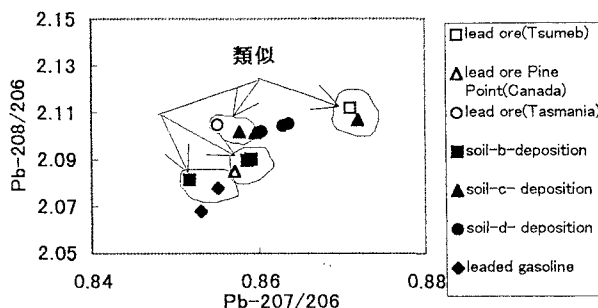


図4 本実験データと文献値の比較