

FIB-TEM 法による花崗岩風化土壌 (まさ土) 中の鉛イオン吸着鉱物の特定と解析

SPECIATION OF LEAD ADSORBENTS IN WEATHERED GRANITE USING FIB-TEM TECHNIQUE

小暮 敏博 [1]; 鍋田 敏之 [2]

Toshihiro Kogure[1]; Toshiyuki Nabeta[2]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Univ Tokyo; [2] Dept. Earth Planet. Sci, Univ. of Tokyo.

Pb, Cd, As などの有害重金属イオンによる土壌汚染は世界的に深刻な環境問題のひとつであるが、実際の土壌中でこれらの重金属イオンを吸着・固定化している鉱物種を特定することは、概してその鉱物が非常に微細なために、それほど容易なことではない。我々はこの問題について、集束イオンビーム (FIB) 法による試料作製と TEM-STEM による微小領域解析技術を用いて、実際の土壌を鉛 (Pb) で汚染させたときの吸着鉱物の特定・解析を試みた。今回は Pb 吸着物質として、我国で一般的な花崗岩風化土壌 (まさ土) を選んだ。XRF, XRD により全岩組成分析と主要な鉱物種の同定を行い、また BET 法による比表面積測定、TG-DTA による有機成分の有無の確認 (ほとんど検出されなかった) し、このまさ土に 2000 ppm の Pb^{2+} を含むように $Pb(NO_3)_2$ 溶液を加えた。乾燥後、この汚染土壌をプレス機でペレット状に整形し、表面にカーボン蒸着を施して EPMA による特性 X 線像を測定した。その結果 Pb は離散的に分布し、多くの吸着箇所では Pb とともに Ti, Mn, あるいは Fe などの遷移金属元素を伴うことが明らかになった。SEM-EDS によりこの吸着箇所の形状的特徴を把握した後、FIB (Hitachi FB-2100) により幅 ~ 10 nm、深さ ~ 5 nm 程度の薄膜試料を作製し、TEM-STEM による観察を行った。その結果以下のような Pb を吸着する鉱物種が特定された。

1) Mn - Fe(水) 酸化物。(おそらく電子照射に弱いため) 電子回折パターンが得られず鉱物種の特定はできていない。Smectite や vermiculite などの粘土鉱物に沈着するように形成されていることが多い。Mn/Fe 比は 1 に近い。Pb/(Mn + Fe) 比は数 at.% と吸着効率は最も高い。

2) Anatase (TiO_2)。おそらく風化生成物で、方位のそろった ~ 10 nm の微結晶の集合体となっている。またかなりの Fe もこの凝集体から検出される。Pb/Ti 比は ~ 2 at.%。

3) Goethite や ferrihydrite。Pb/Fe 比は ~ 1 at.%。

このようにまさ土中では、Pb の多くは遷移金属の (水) 酸化物に吸着・固定されることが明らかになった。