

重金属類汚染土壌の溶出試験方法に関する検討

染矢雅之・東野和雄・高橋真子*・酒井良枝*・下間志正

(*元・東京都環境科学研究所)

【要 約】実汚染土壌を対象に、環境庁告示第 46 号（環告 46 号）の規定内で条件を変更した溶出試験、及び環告 46 号を基本に一部規定外の操作条件を採用した溶出試験を実施し、環告 46 号溶出試験系における重金属類（As、Pb 及び Se）溶出濃度に影響を及ぼす要因の解明を試みた。その結果、操作条件の変更に伴ってろ液の濁りが増加した場合、Se 溶出濃度に対する影響は認められなかったが、As と Pb 溶出濃度の明らかな増加がみられた。このことは、分析条件によっては溶存態のみならず、ろ液の濁り、すなわち微細な土壌粒子に吸着した化学形態の As や Pb が相当量ろ液に移行することを示唆しており、溶出量や場合によっては飲用リスクの過大評価に繋がることが懸念された。ろ液の濁りと重金属類溶出濃度は、環告 46 号規定内の条件であっても、選択する条件によって明らかに変動しており、分析精度を維持し、適切な溶出リスク評価を行うためには、ろ液の濁度の影響も考慮した新たな規定を溶出試験方法に取り入れる必要性があると考えられた。

【目 的】

土壌汚染対策法の定める土壌溶出量試験（平成 15 年 3 月環境省告示 18 号）における溶出検液の作成手順は、平成 3 年 8 月環境庁告示第 46 号（環告 46 号）付表に従うが、実際に試験操作を行うに当たって、環告 46 号付表に記載が無いもしくは一定範囲内で選択可能な分析操作が存在する。それら分析者（機関）に自由裁量が認められた操作の違いが原因となり、分析値が変動する事例が過去に多数報告されている。そこで本研究では、ろ液の濁りの程度が異なる実汚染土壌を対象に、環告 46 号を基本とする溶出試験を実施し、重金属類溶出濃度に対する分析操作の違い及びろ過に用いるメンブレンフィルター（MF）の材質の違いによる影響を評価した。

【方 法】

(1) <試料> 試験には都内で採取した 5 つの実汚染土壌（A、B、C、D 及び E）を用いた。採取した土壌は風乾・篩い（< 2 mm）を行い、分析試料とした。なお、環告 46 号に準拠した溶出試験の結果、各実汚染土壌から得られたろ液の「濁り」の程度は、実汚染土壌 A では+++（渾色）、B は++（灰汁色）、C は+（淡黄）、D は－（透明）、E は+++（中黄）であった。
(2) <分析方法> 本研究では、環告 46 号溶出試験を基本として、通常は実施しない操作条件も含めた全 6 通りの「操作条件変更試験」、及び環告 46 号溶出試験に準拠する操作条件であるが、異なる材質の MF を用いた「フィルター材質変更試験」を実施した（図 1）。以上の試験から得た検液を ICP-MS で測定し、ヒ素（As）、鉛（Pb）、セレン（Se）を定性・定量した。

【結果の概要】

(1) <操作条件変更試験> 実汚染土壌 A と B を対象に実施した操作条件変更試験（図 1）から得た各ろ液の濁り（図 2）及び重金属類溶出濃度（図 3）を比較した。結果として、基本条件①に対してろ過に用いる MF の孔径を変更した場合（条件②-④）、遠心分離工程を省略した場合（条件⑤）、及び抽出法を変更した場合（条件⑥）、いずれの実汚染土壌に関してもろ液の濁りの程度が大きく変動し、ろ液の濁りの変動と関連して As、Pb 溶出濃度が明らかに増減した。このことは、高濁度試料を対象とする溶出試験の場合、濁り、すなわち微細な土壌粒子に吸着した As と Pb を含めて溶出量を評価することを示唆しており、場合によっては飲用リスクの過大評価に繋がる危険性が懸念された。一方で Se 溶出濃度に関しては、実汚染土壌 A、B 共にろ液の濁りによる影響は認められなかった。

(2) <フィルター材質変更試験> ろ液の濁りの程度が異なる実汚染土壌（A、C、D、E）を対象に、同孔径（0.45 μm）ではあるが材質の異なる MF をろ過に用いたフィルター材質変更試験を実施した（図 1）。その結果、MF の材質の違いによってろ液の濁りが大きく変動し、その影響を受けて多くの場合で As と Pb（Se を除く）の溶出濃度が変動することが明らかになった（図 4、5）。このことは、MF の孔径を下回る粒径（<0.45 μm）の土壌粒子の捕集率が MF の材質によって異なり、それら土壌粒子に吸着した As と Pb のろ液への移行量が異なることを示唆する。環告 46 号において、用いる MF の材質指定はされていないが、ろ液に濁りがみられる試料に関しては、用いる MF の材質に応じてろ液に移行する重金属量が変動する可能性があることに留意する必要がある。

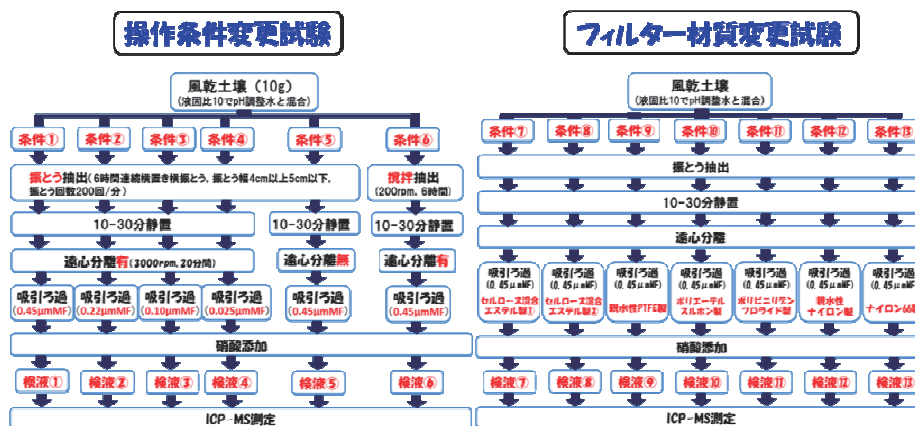


図1: 試験方法のフロー

環境 46 号溶出試験方法 (条件①) を基本に一部操作工程を変更した「操作条件変更試験」及び環境 46 号溶出試験方法に準拠するろ過に用いたろ紙の材質を変更した「フィルター材質変更試験」の操作フローについて示す。



図2: 操作条件変更試験から得られたろ液の写真
実汚染土壌 A、B 共に、抽出法、遠心分離の有無、ろ紙の孔径など一部の操作条件の変更に伴いろ液の濁りが明らかに変動した。



図4: フィルター材質変更試験から得られたろ液の写真
ろ液に濁りが認められた試料に関しては、ろ過に用いたフィルター材質の違いによって明らかにその濁りの程度が変動した。

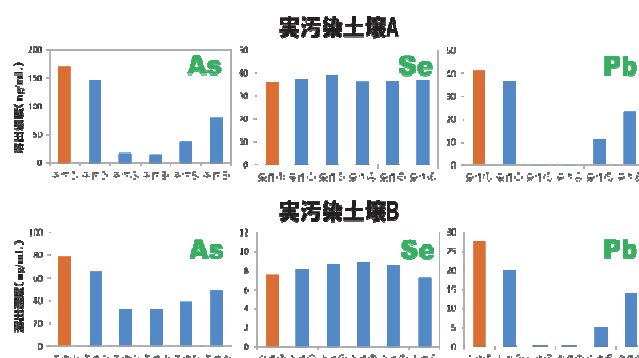


図3: 操作条件変更試験から得られたろ液中重金属類溶出濃度
実汚染土壌 A、B 共に、ろ液の濁りが強い検液 (図2) ほど As と Pb の溶出濃度が高値を示した。一方で、Se に対する濁りの影響は認められなかった。

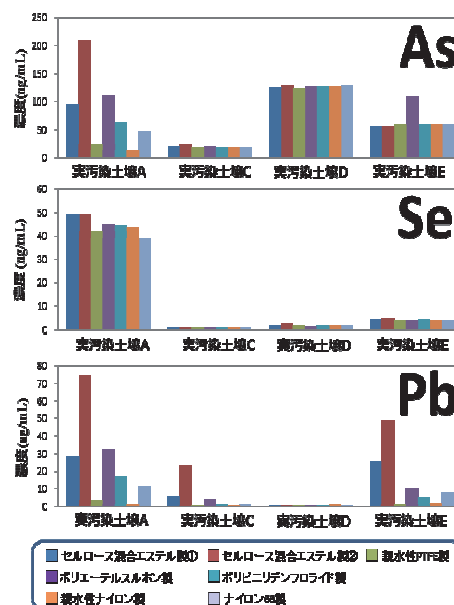


図5: フィルター材質変更試験から得られたろ液中重金属類溶出濃度
ろ液の濁りの程度がろ過に用いたフィルターの材質によって明らかに変動し (図4)、それと関連して As と Pb 溶出濃度の明らかな変動が確認された。一方で、Se 溶出濃度に対する濁りの影響は認められなかった。