

# 汚染土壤の原位置にて安定化のための 浄化剤・固化材の性能評価に関する研究

Study on purified and solidified materials for in situ stabilization of contaminated soils

宮村光<sup>1)</sup>

指導教員 庄司良<sup>1)</sup>, 研究協力者 田上實<sup>2)</sup>, 神代浩一郎<sup>2)</sup>

1) 東京工業高等専門学校 物質工学科 庄司研究室

2) 日立建設株式会社

キーワード：原位置処理，汚染土壤処理技術，鉛，ヒ素，2,4-ジクロロフェノキシ酢酸

## 1. 緒言

従来の汚染土壤の処理には掘削除去やオンサイト措置，原位置安定化技術の適用などが挙げられる。掘削除去の場合，汚染土壤を廃棄物最終処分場に搬出するのが一般的であるが，これは単なる汚染の移動にすぎず，本質的な解決にならないばかりか，処分場の不足といった弊害が指摘されてきた<sup>1)</sup>。対して，原位置処理は掘削除去より経済性が高く，環境負荷が低いという利点がある。しかし汚染土壤対策の技術として認知されるためには，不溶化の機構と，その安定性に対して一層の理解が必要である<sup>2)</sup>。

本研究では，原位置での汚染土壤処理技術としての可能性を実証実験により示していくことを最終的な目的とし，浄化剤と固化剤添加により重金属として鉛とヒ素，農薬類として2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)による汚染土壤を不溶化した場合における浄化・不溶化の性能を評価した。

## 2. 実験方法

浄化剤は，活性炭とゼオライト粉末，シリサイド粉末を含む混合粉体からなる。固化剤はポルトランドセメントを主成分とする。

真砂土に鉛水溶液またはヒ素水溶液，2,4-D水溶液をスパイクし，模擬鉛汚染土，模擬ヒ素汚染土，模擬2,4-D汚染土を調製した。浄化剤を汚染土に対して0, 1, 2, 10 wt%の割合で混合した。固化剤を汚染土に対して0, 50, 100, 150 kg/m<sup>3</sup>の割

合で混合した。固化材を添加したサンプルは1週間養生した。土壤溶出試験を行って，浄化・不溶化処理前後の鉛，ヒ素，2,4-Dの溶出量を比較検討した。土壤溶出試験は環境省告示46号に準拠して検液を調製し，高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法(PS7800, HITACHI)で鉛またはヒ素の定量を，高速液体クロマトグラフィー(AS-2057Plus, JASCO)で2,4-Dの定量を行った。

## 3. 結果及び考察

Fig. 1に固化材無添加における浄化剤添加量に対する鉛・ヒ素溶出濃度変化を示す。固化材無添加では，鉛汚染土は浄化剤添加量に応じて鉛溶出濃度が減少し，固化材の添加によって鉛は溶出しなくなった。これより，固化材の鉛不溶化作用が極めて大きいことがわかった。また，固化材を施用することで土壤溶出基準値(0.01 mg/L)を下回る浄化・不溶化効果を確認できた。一方，ヒ素汚染土は浄化剤添加によってヒ素溶出濃度が増加した。Fig. 2に各固化材添加量における浄化剤の添加量に対するヒ素溶出濃度変化を示す。固化材の併用によりヒ素溶出濃度は浄化剤添加量に応じて減少し，固化材150 kg/m<sup>3</sup>で浄化剤を1%以上施用することで土壤溶出基準値(0.01 mg/L)を下回る抑制が確認できた。そのため，ヒ素においては固化材の併用が必要不可欠である。

ヒ素の浄化剤・固化材添加による溶出のメカニズムを以下に考察する。重金属浄化剤を単独で施

用した場合、浄化剤に含まれるゼオライト粉末のアニオンサイトにカチオンである重金属が取り込まれることで価数 0 の安定かつ無害な物質へと浄化する。通常、ゼオライト粉末のアニオンサイトは  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ などのカチオンが覆っているため電気的中性である。そこにアニオンである砒酸イオンが接近するとカチオンと砒酸イオンに引き寄せられる。土粒子に吸着していた砒酸イオンがカチオンに引き寄せられて土粒子から離れ、結果としてヒ素の溶出量が増加したと考えられる。対して固化材を併用すると浄化剤のヒ素浄化作用が機能したことは、固化材添加によって土壤が塩基性になつたためと考えられる。

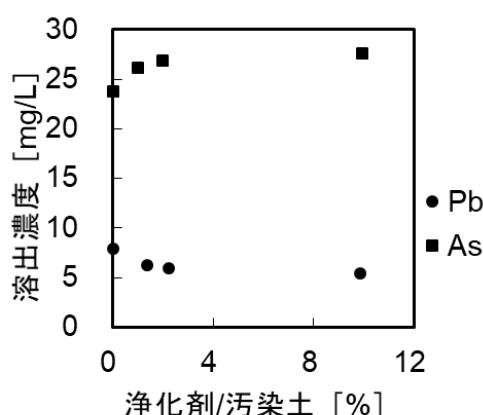


Fig. 1 固化材無添加における浄化剤添加量に対する鉛・ヒ素溶出濃度の変化

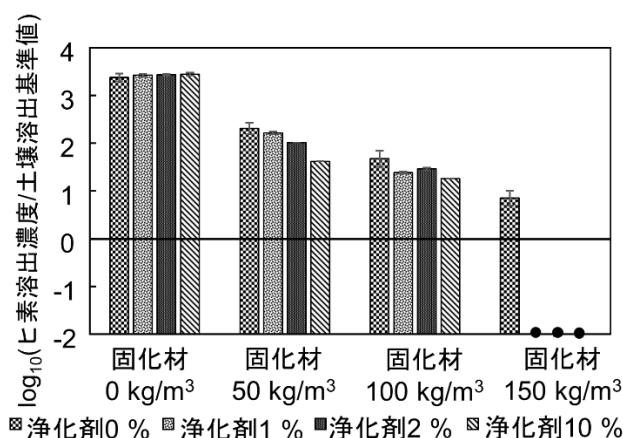


Fig. 2 800 mg/kg 模擬ヒ素汚染土を用いた浄化剤・固化材添加によるヒ素溶出濃度の変化

Fig. 3 に各固化材添加量における浄化剤の添加量に対する 2,4-D 溶出濃度変化を示す。浄化剤添加によって 2,4-D は浄化された。対して、固化材添加によって 2,4-D 溶出濃度が増加した。これは、固化材と水が反応して生成したカルシウムイオンが 2,4-D のカルボキシル基と反応し、溶け出したこと、pH の上昇による 2,4-D の溶出が原因と考えられる。Fig. 4 に pH に対する 2,4-D の各存在形態の活量を示す。模擬 2,4-D 汚染土の pH が 6.34、固化材 150 kg/m<sup>3</sup>を添加した pH が 11.44 であった。これらより、2,4-D は溶液中でアニオンとして存在していたと考えられる。

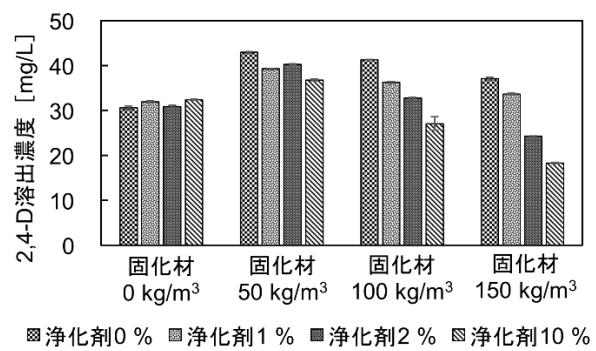


Fig. 3 1000 mg/kg 模擬 2,4-D 汚染土を用いた浄化剤・固化材添加による 2,4-D 溶出濃度の変化

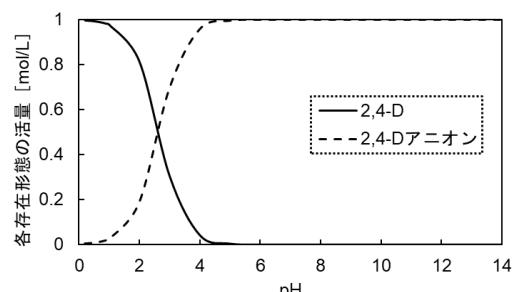


Fig. 4 pH に対する 2,4-D の各存在形態の活量

## 参考文献

- 橋本洋平ら, 日本土壤肥料科学雑誌, 86(3), 246-251(2015)
- 和田信一郎, 日本土壤肥料学会講演要旨集, 60, 197(2014)