

鉛汚染土壌対策における酸化カルシウム混合の効果

日本大学理工学部 フェロー 巻内 勝彦
日本大学理工学部 露木 尚光
日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫
日本大学大学院 学生会員 ○吉澤 拓人

1. はじめに

2002年に制定された土壌汚染対策法や近年における市民の環境に対する意識の高まりにより、土壌汚染が大きな問題としてクローズアップされている。なかでも、鉛による汚染例が多く報告されている¹⁾。鉛は鉛蓄電池や水道管、合金等に含まれている一方、鉛化合物が口や鼻から多量に入ると、貧血や腹痛、神経および脳障害、腎障害を発症し死亡に至る場合もあり、人体に多大な影響を及ぼす²⁾。現状においては鉛による汚染に対して硫化ナトリウムを用いているが、硫化物が土壌再利用の観点から適していないことや、硫化水素が発生する危険性があることから対応に苦慮している³⁾。そこで、新たな技術を検討し、土壌環境基準の0.01ppmに適合させる必要がある⁴⁾。土壌には様々な種類が存在するが、ここでは、対策が最も困難であるといわれる火山灰質粘性土（以下、関東ロームと呼称）を選定し、実験を行った。

本研究では、汚染土壌における鉛の溶出に対して酸化カルシウムを混合させることによる鉛汚染対策効果を検討した。

2. 試料および試験方法

試験試料として2mmふるいにかけた関東ロームを用いた。本研究における関東ロームは、千葉県船橋市二和地区から採取したものである。5%、10%、20%の酸化カルシウムに所定量を加水し（鉛の溶出量を調べる場合は酸化カルシウムを用いていない）、酸化カルシウムのスラリー溶液（ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ ）を作製した。これを乾燥質量100gの関東ロームに混合した後、5%の鉛を加え、5分間攪拌した。この供試体を20℃に設定された保管庫内にポリ容器で密封養生し、混合当日、1日後、3日後、5日後、7日後に10gずつ取り出し、100mLの水を混合させ、震盪機により6時間攪拌した。6時間後に供試体を取り出し、これを濾過させた供試体について、写真-1に示すクロム酸カリウム水溶液を5~6滴垂らすことにより、供試体の色の変化（透明から黄色に変化）を目視により判定を行った（ $\text{Pb}^{2+} + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{PbCrO}_4 + 2\text{K}^+$ ）。また、これを具体的に数値化するため、ICP発光分光分析法により鉛の溶出量を測定し、併せて供試体のpH値を測定した。

3. 試験結果および考察

5%鉛の汚染土壌における溶出の目視を写真-2、酸化カルシウムを混合させることによる鉛汚染対策効果の目視を写真-3~写真-5に示す。写真-2では全体的にクロム酸鉛の沈殿が生じたため黄色く変色しており、大量の鉛の溶出が確認された。一方、写真-3~写真-5では黄色がかっているのは一部分で、沈殿はほとんど確認されず、透明の部分が多くみられた。これにより、酸化カルシウムによる鉛汚染対策効果がみられたことを確認した（ $\text{Pb}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$ ）。目視では、酸化カルシウムの各々の添加量による差異を判別することはできなかった。

ICP発光分光分析法により得られたデータより、5%鉛の汚染土壌の溶出量は240ppmであり、土壌環境基準を大幅に上回っていることが確認された。また、図-1より酸化カルシウムによる鉛汚染対策効果がみられたものの、いずれの供試体も土壌環境基準を満たさなかった。酸化カルシウム5%で0.27ppm、10%で0.12ppm、20%で1.3ppmとなった。5%、10%と数値は低下したものの、20%では逆に増加しており、必ずしも酸化カルシウムの量を増やせば鉛汚染対策効果が上がるとは限らないことが確認された。これは、塩基性が高くなる

キーワード：土壌汚染、鉛、関東ローム、酸化カルシウム、クロム酸カリウム

連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL047-469-5217

ことで、沈降していた鉛が溶出する性質により酸化カルシウム 20%の供試体では効果が低下したものと考えられる。これは、酸化カルシウムの混合量が増加したことで、鉛の固定化に影響を及ぼしたものと考えられる。

pH 値の経時変化を図-2 に示す。これより、5%鉛の汚染土壌における pH 値は 4.0 前後で、酸性であった。これに酸化カルシウムを加えることにより、5%で pH11.0 前後、10%および 20%では pH12.5 前後の値となり、高塩基性になった。全体を通して、pH 値の経時変化はほぼ緩やかであった。



写真-1 クロム酸カリウム水溶液



写真-2 汚染土壌における鉛の溶出

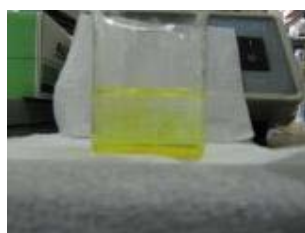


写真-3 鉛汚染対策効果
(酸化カルシウム 5%)

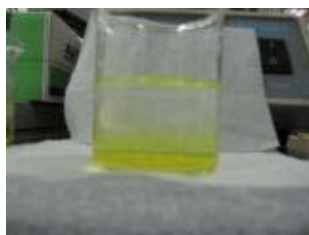


写真-4 鉛汚染対策効果
(酸化カルシウム 10%)



写真-5 鉛汚染対策効果
(酸化カルシウム 20%)

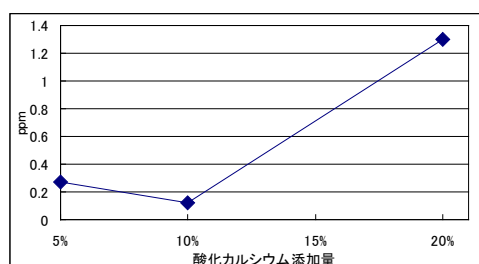


図-1 酸化カルシウム混合による鉛の溶出量

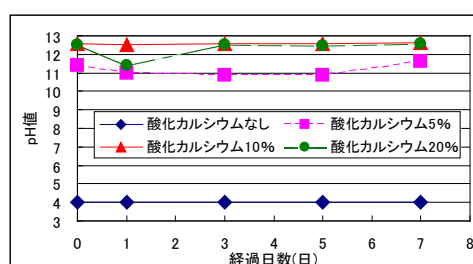


図-2 pH 値の経時変化

4. まとめ

本研究から得られた結果を以下に示す。

- ① 目視では、5%鉛の汚染土壌からは大量の鉛の溶出が確認された。一方、酸化カルシウムによる鉛汚染対策効果は確認できたが、各々の添加量による差異を判別することはできなかった。
- ② ICP 発光分光分析法では、5%鉛の汚染土壌の溶出量は 240ppm であり、鉛による汚染は酸化カルシウムにより改善されるものの、酸化カルシウム 5%で 0.27ppm、10%で 0.12ppm、20%で 1.3ppm であった。
- ③ pH 値においては、5%鉛の汚染土壌は 4.0 前後で酸性であった。しかし、酸化カルシウムの混合量が増加すると、鉛の固定化に影響を及ぼすものであると考えられる。

参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局：2004 年度土壌汚染対策法の施工状況および土壌汚染調査・対策事例等に関する調査結果, <http://www.env.go.jp/water/report/h18-06/02.pdf>
- 2) 桜井治彦・中村健一・大久保利晃：環境汚染物質の生体への影響～鉛～, 東京化学同人, p.77, 1979 年 12 月。
- 3) (社)土木学会建設技術研究委員会土壌・地下水汚染対策研究小委員会, 土壌汚染の調査・対策に関する Q & A 集, p.30, 2009 年 7 月。
- 4) 多賀光彦・片岡正光・早野清治, 教養の現代化学, 三共出版, p.175, 2006 年。

【謝辞】 本実験を行うに当たり本学学生半田陽祐君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。