

微生物を利用した六価クロム汚染土の溶出量低減効果

九州大学大学院 学生会員 田村 和也 九州大学大学院 正会員 安福 規之
九州大学大学院 正会員 大嶺 聖 九州大学大学院 正会員 小林 泰三

1.研究背景

土壤汚染対策法が制定されて以後、土壤汚染の調査件数は年々上昇している。調査件数の増加に伴い、汚染土壤が発見される件数も増加している。しかし、中小企業が集積するようなところでは、総開発費と再開発効果に対して、土壤汚染対策費用が高額なために汚染が放置されるブラウンフィールドが発生しており、社会問題となっている。また、土壤汚染対策が取られる際にも掘削除去による掘削がほとんどである。掘削除去はコストが高いことはもちろん、環境負荷も高く、新たな土壤汚染対策法が確立されることが望まれている。

そこで、本研究では微生物を利用した土壤汚染の原位置浄化技術の開発を目指す。微生物を利用することで、土壤の栄養条件が改善されるため、汚染を浄化した後にその土地を農場として利用することが期待できる。

2.六価クロム汚染土の溶出低減

2-1.環境浄化微生物 環境浄化微生物として、乳酸菌、イースト菌、納豆菌を混ぜ合わせて発酵させたものを使用する。これはえひめ AI-1 という商品名で活性汚泥処理、堆肥製造そして生ゴミ処理において利用されているものである。この環境浄化微生物を利用することにより、消臭効果や発酵促進効果が得られる。この環境浄化微生物を六価クロム汚染土壌に添加することにより、還元・吸着作用を高め、溶出量の低減を図ることができる。その効果の検討を行った。

2-2.EM 菌（有用微生物群） 乳酸菌、酵母、光合成細菌を主体とした複合微生物群である。生ゴミを嫌氣的に発酵させる際に利用する。土壤中では有機物の嫌気発酵を行うことで土壤は酸性側に移行する。すると、六価クロムの性質から酸性側で還元作用が促進されるため、溶出低減が可能になる。有機系廃棄物の有効利用、土壤の肥沃化といった効果も期待できる。

3.実験

3-1.環境浄化微生物・EM 菌による溶出量低減効果 環境浄化微生物・EM 菌（嫌気発酵）それぞれによる六価クロムの溶出量の低減効果をそれぞれ検討する。比較対象として、模擬汚染土、米ぬかを用いた有機物の好気発酵、天然の還元剤として注目されている竹酢液を添加したものについても試験を行った。竹酢液には没食子酸という還元剤が含まれている。環境浄化微生物は、500mL のペットボトルに納豆 1 粒、ヨーグルト 25g、ドライイースト 2g、砂糖 25g、水道水 450mL を入れて 35 度の恒温で 1 週間培養させて作ったものを利用した。

(1)実験方法 準備した試料は表 1 に示す通りである。六価クロムの標準液 (50mg/L) をまさ土 500g に添加して、最大溶出量 0.20mg/L の模擬汚染土を袋に作成する。その試料に対して、試料 2、3 には腐葉土を 50g、有機物として刈り草を 50g 添加する。腐葉土は微生物の住み家となり、発酵が促進されるために添加している。そして、試料 2 は米ぬかを 25g 添加し、袋の口を開けたまま発酵させる。試料 3 は EM 菌を 5g 添加して、袋の口をしぼり、1 週間発酵させる。その後、有機物を完全に分解するために口を開き、さらに発酵させ、分解が終了した時点で溶出量測定試料とした。試料 4、5 は模擬汚染土にそれぞれ、50g ずつ環境浄化微生物、竹酢液を添加して袋の口は開いた状態で静置しておいた。試料 3 におい

表 1 試料名

試料 No.	試料名
1	模擬汚染土
2	好気発酵させた汚染土
3	嫌気発酵させた汚染土
4	環境浄化微生物を添加した汚染土
5	竹酢液を添加した汚染土

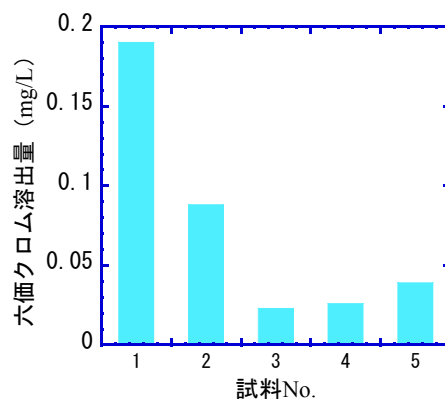


図 1 六価クロム溶出量

て発酵が終了した時点で六価クロムの溶出量の測定を行った。検液は環境庁告示 46 号法の作成方法に準じた方法で作成した。その検液を分光光度計 DR2800 により、パウダーピロー法により測定を行った。

(2)実験結果と考察 実験結果を図 1 に示す。模擬汚染土においては最大溶出量に近い値が出た。まさ土には六価クロムの吸着の効果はほとんどなく、溶出しやすいということがわかる。好気発酵を行うと溶出量は半分程度に減少している。しかし、嫌気発酵を行ってから好気発酵を行った試料のほうが溶出量の低減効果が高い。これは pH の変化によるものだと考えられる。好気発酵を行った試料の pH は 7.22 だったのに対して、嫌気発酵を行った試料は 6.89 と酸性側に移行していた。そのため、より還元反応が進んだものと考えられる。環境浄化微生物においても、嫌気発酵よりは高い値となったが、溶出低減効果は高い。還元作用のある竹酢液を用いた試料 5 に対して、微生物を用いた試料 3 と 4 のほうが高い溶出量低減効果を発揮している。

3-2.微生物の種類による浄化効果の違い 環境浄化微生物も EM 菌も複合微生物群である。そのため、それぞれに含まれる微生物の中で、乳酸菌、イースト菌、納豆菌に注目して実験を行った。土壤に実験の前に汚染液で菌による違いが出るか確認を行った。

(1)実験方法 六価クロム標準液を使用して、濃度 2.0mg/L の汚染液をビーカーに 200mL 作成し、そこにそれぞれの菌を発酵させた液体を 20mL 添加して外気に触れないようにラップをした。それから、6 日後、14 日後に分光光度計により六価クロムの濃度を測定した。その際、微生物の濃度を表す ATP と pH、ORP についても測定を行った。

(2)実験結果と考察 表 2 に pH、ORP の値を示す。図 2 に経過時間ごとの六価クロム溶出量を表したグラフを、図 3 には溶出量と一番相関性のあった ATP と六価クロム溶出量を表したグラフを示す。図 2 を見ると、六価クロムの溶出量低減効果が一番高いのはイースト菌であると見て取れる。また、経過時間で見ると、どの菌においても傾きがほぼ等しく、時間による溶出低減量は菌による差はないことがわかる。図 3 を見ると、ATP と六価クロムの溶出量には直線関係があるように見て取れる。この図を見ると、菌種による違いというよりは、微生物量が多いほど溶出量が減少している。今回は測定点が 2 点のみであるが、複数の点を取ることで、菌種による傾向も表れる可能性はある。

4.まとめ

今回の実験から六価クロムの溶出量低減に微生物を利用することで、大きな効果が得られることがわかった。

微生物の種類による違いは見られず、微生物量が多いほどいいことがわかる。土壤中で増加しやすい微生物を添加することにより、効率的な溶出量の低減を行うことができるものと考えられる。

表 2 実験結果 (6 日後)

試料名	pH	ORP (mV)
乳酸菌	4.00	165
イースト菌	4.52	135
納豆菌	4.26	151

表 3 実験結果 (14 日後)

試料名	pH	ORP (mV)
乳酸菌	4.07	161
イースト菌	5.69	72
納豆菌	4.49	144

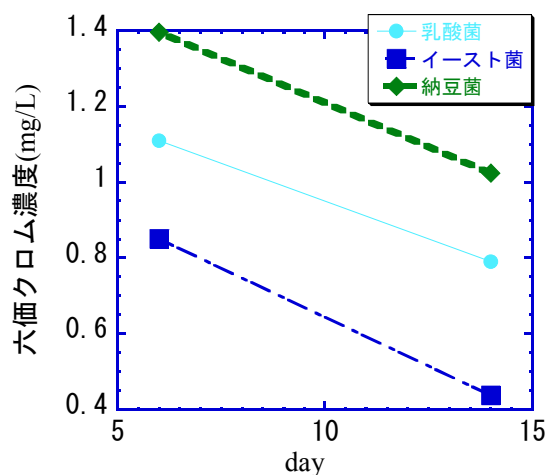


図 2 六価クロム溶出量と経過時間

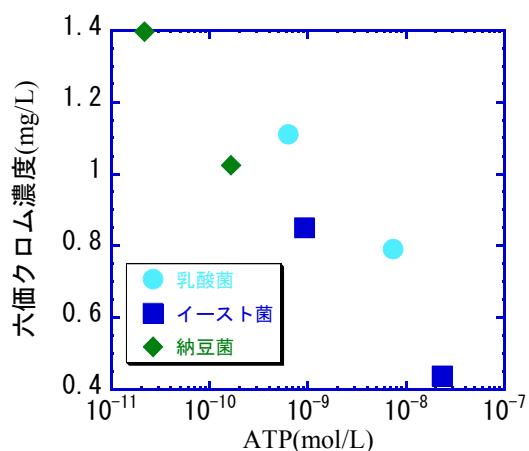


図 3 六価クロム溶出量と ATP

参考文献

- 1) 農文協編、減農薬の宝物 木酢・竹酢・もみ酢とことん活用読本、2008 年出版