

有機物の嫌気発酵を利用した六価クロム汚染土の浄化効果

九州大学 学○田村和也

九州大学大学院 正 安福規之 正 大嶺聖 正 小林泰三

1.研究背景

近年、企業の工場跡地の再開発事業者による汚染調査の実施、都道府県等による地下水汚染の常時監視の拡充等にもとない、重金属による土壤汚染が顕在化してきている。表 1 に環境省の発表している重金属による土壤汚染の原因物質について発生件数が多い順に示す。また、土壤環境センターの調査によると国内で浄化作業が必要な土地は 32 万箇所にも及んでいる。そのなかで都市部の中小・零細企業が集積する場所では、総開発費と再開発効果に対して土壤汚染開発のための高額な対策費用により、不動産の再開発や取引が思うように進まず汚染が放置されるなどのブラウンフィールドが発生しており、社会問題化している。そこで、新たな汚染土の浄化技術の確立が必要となっている。今回は、土壤中の汚染物質のなかでも、六価クロムに注目した。六価クロムは強力な酸化剤であり、強い酸化力を利用して染色などに利用されている。クロム塩を製造する工場から排出されたクロム鉱滓が埋め立てに利用されるなどして、六価クロムによる土壤汚染が進行してきた。そこで、六価クロムの有機物の嫌気性分解を利用して三価クロムに還元し、溶出量を低減させる技術の開発を目指す。

2.六価クロムの溶出低減の考え方

2-1六価クロムの溶出量低減 六価クロムは不安定な物質で、

容易に水に溶け、酸性溶液中で有機物と接触するとその有機物を酸化して自身は三価クロムに還元される¹⁾。還元され発生した三価クロムは無害である。この性質を利用し、六価クロムの溶出量を低減させる。汚染土壤に有機物を含み、微生物の住処となる腐葉土を投入する。その土壤に有機物を投入し嫌気状態で発酵することにより土壤を酸性側にする。それにより有機物と六価クロムを結びつきやすくなり溶出量が低減できると考えられる。

2-2 嫌気性分解を利用した浄化のメリット 薬品を添加することなく自然中にあるものだけを利用して浄化するために環境負荷がほとんどなく、農地としての跡地利用も可能である。また、有機物の発酵を行うので、有機物として地域で発生した生ごみを用いれば、最終処分場の逼迫により減量が必要とされるごみの減量にも繋げることができる。また、従来の浄化方法よりも低コストで実施することができる。

3.実験方法

汚染土壤中で有機物を嫌気発酵することにより、六価クロムを無害な三価クロムにし、六価クロムの溶出量を減少させることができるかを検討する。また、汚染度の違いにより溶出低減効果に差が出るのかを検討する。実験条件は表 5 に示す通りである。濃度 50mg/L の六価クロム標準液(重クロム酸カリウム)を a は 5ml、b は 10ml 入れることによって表の重量の六価クロムを入れた。試料はビニール袋に入れて静置させた。その様子を図 1 にモデル汚染土のまき土と発酵終了後の試料の状態を示す。試料 2 において腐葉土を添加することにおける六価クロムの有機分への吸着効果の程度を調べる。試料 3 は嫌気発酵の効果を得るために好気発酵のみをさせている。米ぬ

表 1 土壤汚染の原因物質

重金属	件数
鉛	170
砒素	143
六価クロム	95
総水銀	77
全シアン	51
カドミウム	33
セレン	24
PCB	10

表 2 土壤汚染対策法による基準値

特定有害物質	指定基準	
	含有量基準 mg/kg 以下	溶出量基準 mg/L 以下
六価クロム	250	0.05



図 1 試料の写真
(左:試料 1 右:試料 3)

かは好気発酵を促進するものである。米ぬかは好気発酵を促進するものである。試料 4 はビニール袋をしぼり、外気にふれないようにし、1 週間程度嫌気発酵をさせた。その後、袋を開き好気発酵をさせた。EM ぼかしの EM とは有用微生物群 (Effective Micro-organisms) の頭文字をとったもので、嫌気発酵を促進するために加えた。発酵が終わった時点で試料から

表 5 実験条件

試料 No.	まさ土 (g)	腐葉土 (g)	刈草 (g)	米ぬか (g)	EM ぼかし (g)	六価クロム (mg)		備考
						a	b	
1	500g	—	—	—	—	2.5	5.0	モデル汚染度
2	500g	50g	—	—	—	2.5	5.0	
3	500g	50g	50g	25g	—	2.5	5.0	好気発酵
4	500g	50g	50g	—	5g	2.5	5.0	嫌気発酵

※六価クロムは濃度 50mg/L の標準液を用いた

50g 取出し、環境庁告示 46 号 (以下環告 46 号) における試験方法で、溶出試験のための検液を作成した。その検液に対してポータブル分光光度計 DR2800 を用い、パウダーピロー法を使用して溶出量を測定した。

4.実験結果および考察 溶出試験結果、pH 測定結果、ORP 測定結果を表 6 に、六価クロムの溶出結果のグラフ化したものを図 2 に示す。嫌気発酵を行うと土壌が酸性側になり、溶出量も減少させることができた。また、有機物を含み、微生物のすみかとなる腐葉土を加えるだけでもある程度の溶出低減を行えることがわかった。好気性分解のみを行っても溶出低減できているが、試料 2 と試料 3 の溶出量の違いは、刈草を加えたことによる有機物量の違いにより表れていると考えられる。図 2 から、汚染度が高まっても同程度の浄化効果が得られることがわかった。六価クロム汚染土を浄化するにあたって、有機分と生物の住処を作る腐葉土を添加し、そこにさらに有機分を加えて嫌気性発酵をすることにより、土壌の pH が酸性になり六価クロムが土壌中の水分に容易に溶け、有機分と結びついて還元されやすくなることにより溶出量の低減が大きくなることがわかった。

5.今後の課題 どの程度の汚染に対してまで嫌気性発酵による低減が有効なのかということの検討を行う。また、腐葉土と有機分の汚染土に対する割合を増加させることによって、溶出量を低減させることができるのかの検討も併せて行う。また、天然の還元剤である没食子酸を含む、竹酢を添加することで溶出量をさらに低減できないか検討する。

表 6 溶出試験結果

		1	2	3	4
六価クロム溶出量 (mg/L)	a	0.084	0.021	0.015	N.D.
	b	0.113	0.048	0.031	N.D.
pH	a	7.67	7.08	7.73	6.94
	b	7.97	7.22	7.18	6.98
ORP (mV)	a	-56	-14	-60	-23
	b	-75	-33	-31	-19

※N.D.:0.010mg/L

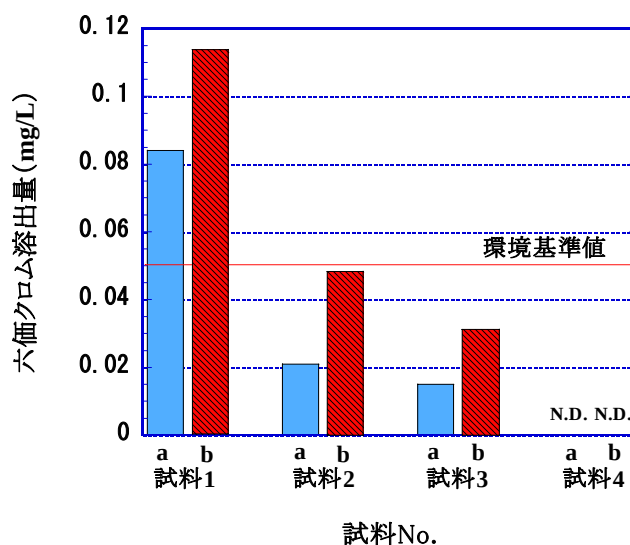


図 2 溶出試験結果

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