

II-451 下水汚泥中の重金属除去に及ぼす硫酸第二鉄添加の効果

○日水コン

○森永見司

岩手大学大学院 学生員 伊藤歩

岩手大学工学部 正 員 海田輝之 相沢治郎 大村達夫

1. はじめに

現在、下水汚泥を農地利用する際、汚泥に含まれる重金属の存在が障害となり使用が抑制されている。本研究では、これらの重金属をバクテリアリーチング法¹⁾により溶出させ、汚泥中より除去することを目的としている。これまでの結果より、この方法における $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の化学作用が、汚泥からの重金属の溶出に対してかなり影響を及ぼしているということが得られている²⁾。そこで本実験では、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液の濃度による各重金属の溶出への影響を検討した。

2. 実験方法

表-1に各Runの実験条件を示す。浸出液中の $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の濃度は、鉄の濃度で0.5～5.0g/lまで変化させており、Run1には $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を添加していない。汚泥濃度は、2.77%で全てのRunで同じである。実験中、全てのRunでpHを H_2SO_4 あるいは NaOH で3.0に調整し、25℃、120rpmで振とうを行った。 Fe^{2+} 濃度（1,10-フェナントリン法）及び各重金属濃度（原子吸光法）の測定は経日的に行い、4日目に実験を終了した。また、表-2には実験に用いた汚泥中の各重金属含有量を示す。

表-1 実験条件

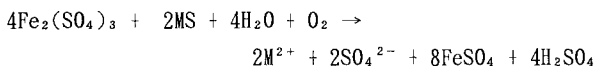
Run	汚泥量	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 溶液	
1	105g (dry19.0g)	0.000%	600ml
2		0.179%(Fe-0.5g/l)	
3		0.537%(Fe-1.5g/l)	
4		1.074%(Fe-3.0g/l)	
5		1.790%(Fe-5.0g/l)	

表-2 汚泥中の金属含有量

	Cu	Ni	Cd	Zn	Mn	Fe
含有量(mg/kg)	426	29	3.5	1546	648	17463

3. 結果及び考察

図-1に汚泥中の Fe^{2+} 濃度の変化を示す。Run1・2では0日から3日目にかけて緩やかに Fe^{2+} 濃度が増加しているが、Run3・4・5は0日から8時間目にかけて急激に増加した後、Run3・4で3日目まで、Run5では4日目まで緩やかに増加している。この実験初期における Fe^{2+} 濃度の変化は、後に示す各重金属の溶出変化とよく似た傾向を示しており、下式に示した $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の化学作用により金属が溶出し、 Fe^{3+} が還元され Fe^{2+} が増加したものと考えられる。



次に、図-2～6に汚泥からの各重金属の溶出量の経日変化を汚泥1kg当りに換算して示している。各重金属の最大溶出率は、NiではRun5の90.0%、CdではRun4の72.0%、CuではRun5の55.1%、MnではRun5の121.8%、ZnではRun5の81.4%となりCdを除いてRun5で最も高い溶出率を示した。しかしながら、CdでのRun4とRun5との溶出率の差は5%程度であり、全体的に $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の濃度が高いほど金属の溶出により効果的

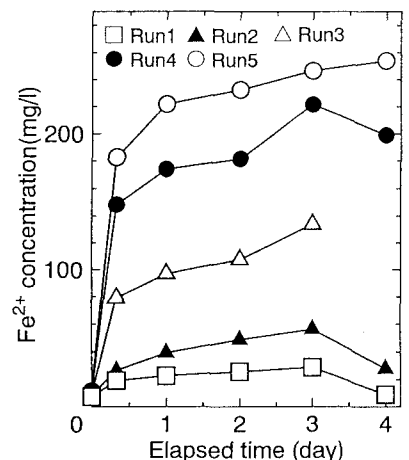


図-1 Fe^{2+} 濃度の変化

あることが分かった。しかし、NiとMnではRun3, 4, 5の間に明かな差があるのに対して、CdとZnではその差がほとんどなかった。よって、CdとZnの溶出における $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の作用であるRun1とRun5の溶出量の差は、pHの低下によるRun1の溶出量に比べ小さく、 Fe^{3+} の濃度で1.5g/lでも十分に行われるということが明らかになった。また、Cuでは実験初期において、Run1・2でほとんど溶出しないのに対し、Run4・5では他の金属と同様に1日目までにかなり溶出している。このことより $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ がなければ、pHを下げるだけではCuの溶出が起こりにくいということが明らかになった。

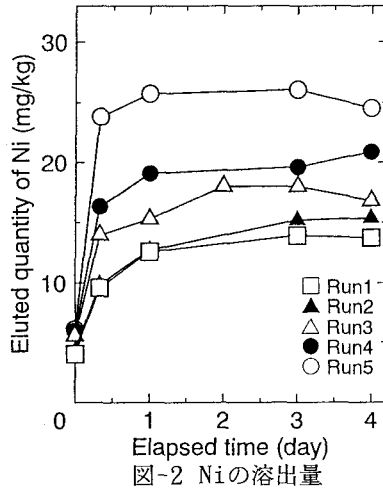


図-2 Niの溶出量

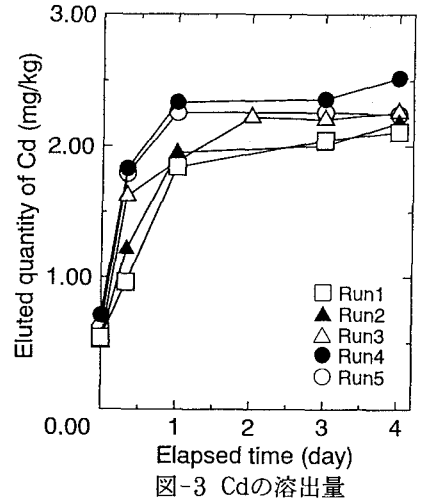


図-3 Cdの溶出量

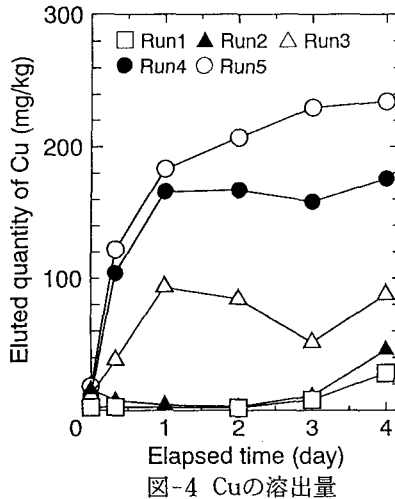


図-4 Cuの溶出量

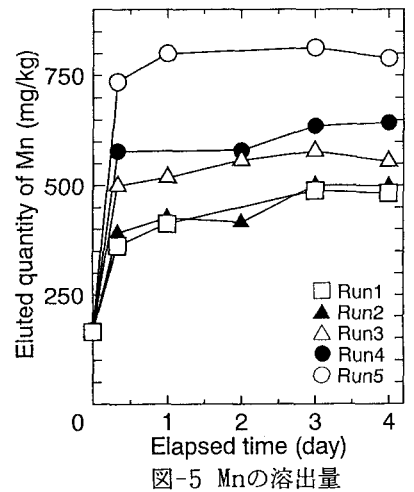


図-5 Mnの溶出量

4. おわりに

本実験条件において各重金属は、Cuを除いて0~8時間の間に最も溶出が起こり1日目以降は、溶出量に変化がなかった。よって、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の化学作用による金属の溶出は比較的速い期間に行われることが分かった。また、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の濃度がFeで0.5g/lでは添加しないものと溶出量に差が生じず、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ の化学作用を期待するには、これより多い濃度の $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ を添加する必要があると思われる。今後は、鉄酸化細菌を添加した場合の溶出変化についても検討したい。

<参考文献>

- 1) 伊藤一郎:バクテリアリーチング, 講談社サイエンティフィック, 1976
- 2) 森永晃司、海田輝之、大村達夫、相沢治郎:下水消化脱水汚泥に含まれる重金属の溶出に関する研究, 環境工学研究論文集, Vol. 30, 1993

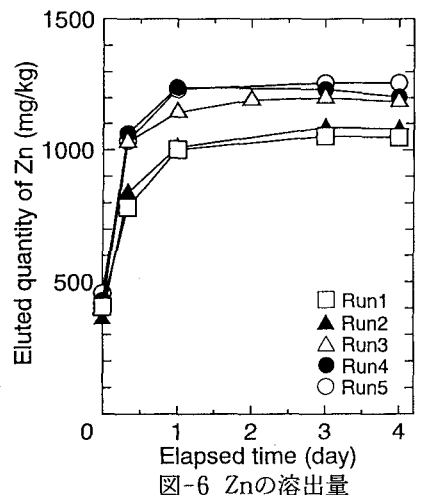


図-6 Znの溶出量