

VII-128

下水汚泥からの連続的な重金属のバクテリアリーチングに及ぼす汚泥滞留時間の影響

岩手大学工学部 学生会員○伊藤 歩 齋藤 紀子
 同 上 正会員 相沢 治郎 海田 輝之
 東北大学工学部 正会員 大村 達夫

1. はじめに

現在、下水処理場から産出される汚泥は、有効利用の観点からその一部が緑農地へ還元されている。しかし、下水汚泥中には重金属が含まれており、このような汚泥を直接緑農地へ還元することは土壌を重金属で汚染する危険性があると考えられる。そこで、本研究では下水汚泥からの重金属の溶出除去を目的としており、バクテリアリーチング法を用いた連続的な重金属の溶出に及ぼす汚泥滞留時間の影響について検討した。

2. 実験条件及び方法

図-1に実験装置を示す。反応槽はポリエチレン製の5l容器を用い、pHはpHコントローラーにより、 H_2SO_4 または NaOH で3に調整した。また、反応槽内の試料は攪拌機を用いて220rpmで混合を行い、さらに溶存酸素の供給のため通気を行った。また、実験装置の運転は25℃の恒温室内で行った。

表-1に実験条件を示す。鉄酸化細菌は全てのRunで実験初期に植種し、反応槽内の Fe^{2+} 濃度がほぼ0になるまで馴致を行った。その後、試料の引き抜き及び添加をRun1, 2で1日2回、Run3, 4で1日1回とし、fill and draw方式で装置の運転を開始した。測定項目は各重金属濃度及び Fe^{2+} 濃度とし、各重金属濃度の測定は原子吸光法¹⁾、 Fe^{2+} 濃度の測定は過マンガン酸カリウム滴定法²⁾により行った。実験期間は全

てのRunで各重金属の溶出量が定常になるまでとした。

実験に用いた汚泥は岩手県北上川上流流域下水道都南処理区の浄化センターから採取した消化脱水汚泥であり、表-2に汚泥中の重金属含有量を示す。

3. 実験結果及び考察

まず、図-2に各Runの定常時における試料添加時から引き抜き時までの Fe^{2+} 濃度の経時変化を示す。試料添加時における Fe^{2+} 濃度はRun1で2.7g/l、Run2で2g/l、Run3で1.5g/l、Run4で1g/lであり、試料引き抜き時における Fe^{2+} 濃度はRun1で約2.2g/l、Run2で0.2g/l、Run3, 4でほぼ0となり、全てのRunで Fe^{2+} 濃度の減少が見られた。各Runにおける Fe^{2+} 濃度の減少は反応式(1)、

鉄酸化細菌

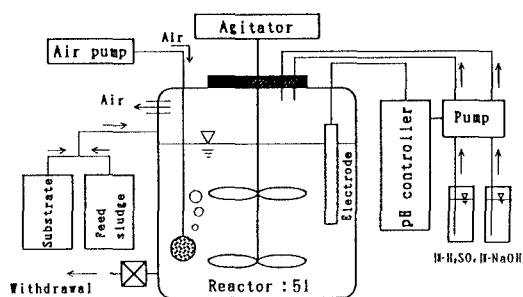
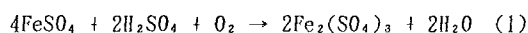


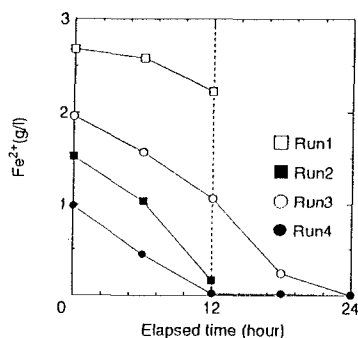
図-1 実験装置

表-1 実験条件

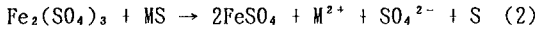
Run. No	pH	試料量 (l)	汚泥濃度 (%)	第一鉄濃度 (g-Fe/l)	汚泥滞留時間 (day)	引き抜き及び添加量 (l/day)
1	3	3	2 (60g/3l)	3	0.75	4
2					1	3
3					1.5	2
4					3	1

表-2 汚泥中の重金属含有量

金属名	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe
含有量(mg/kg)	2.6	16	25	104	410	629	1400	21900

図-2 Fe^{2+} 濃度の経時変化

に示すような鉄酸化細菌の Fe^{2+} 酸化によるものであり、さらに反応式(1)によって生成される Fe^{3+} は反応式(2)、



金属硫化物

に示すように金属硫化物の溶出を促進させるものと考えられる³⁾。

次に、図-3に Fe^{2+} の酸化量及び酸化率を示す。 Fe^{2+} 酸化量は滞留時間が1日のRun2で約8.1g/dayと最も高く、Run3で5.8g/day、Run4で2.9g/day、Run1で2.6g/dayであった。また、 Fe^{2+} 酸化率は滞留時間が1日から3日の間では90～100%であったが、滞留時間が0.75日のRun1では約20%であった。Run1における Fe^{2+} 酸化率の低下は、滞留時間の減少によって鉄酸化細菌が十分に増殖できなかったためと考えられる。

次に、図-4, 5にMn及びCuの溶出量の経日変化を示す。Mnでは全てのRunで溶出が起こったが、各Runの溶出量にはあまり差が生じず、滞留時間の影響はほとんど見られなかった。また、Cuでは全てのRunで溶出が起こり、さらに各Runの溶出量に差が生じ、滞留時間の影響が見られた。

次に、図-6に実験後半部における各重金属の平均溶出率を示す。各重金属の溶出率は各重金属の平均溶出量を汚泥中の各重金属含有量で除したものである。各重金属の最大溶出率は、MnとNiでほぼ100%と最も高く、CdとZnで約75%、Cuで約60%、Crで約10%であり、Pbではほとんど溶出が起こらなかった。また、滞留時間が0.75日から1.5日におけるPbとZn以外の金属では、溶出率の向上が見られたが、1.5日以上におけるCuとCr以外の金属では溶出率の向上はほとんど見られず、Znでは全ての滞留時間で同程度の溶出率が得られた。また、CuとCrは滞留時間の増加に伴い溶出率が増加することが分かった。

全体をまとめると、反応式(2)において金属硫化物を溶出させる Fe^{3+} は、 Fe^{2+} の酸化量から分かるように各Runにおいて十分に供給されていると考えられるが、滞留時間の減少に伴い金属の溶出率が低下したことは、反応式(2)における金属硫化物を溶出させる反応時間が、滞留時間の減少によって十分に得られなかったためと考えられる。

4. おわりに

Fe^{2+} の酸化率と各重金属の溶出率は、滞留時間が1.5日と3日において同様な結果が得られた。このことから、本実験条件における最適汚泥滞留時間は1.5日であることが分かった。しかし、各重金属の溶出率はpHや第一鉄濃度によって変化すると考えられるため、今後はこれらの条件について検討するつもりである。

〈参考文献〉

- 1) 日本下水道協会: 下水試験法 1984年版, 1984
- 2) 日本規格協会: 工場排水試験法, pp138-139, 1971
- 3) 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ク, 1976

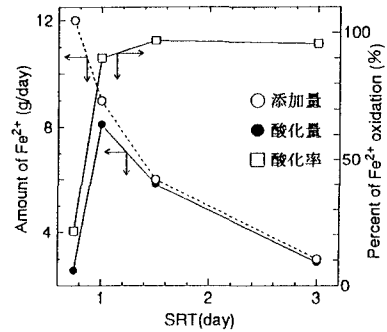


図-3 Fe^{2+} 酸化量及び酸化率

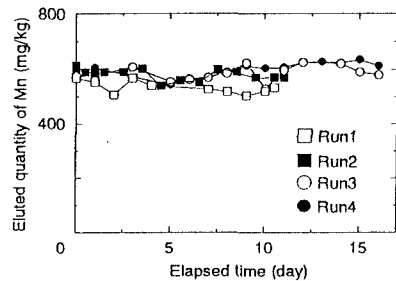


図-4 Mnの溶出量変化

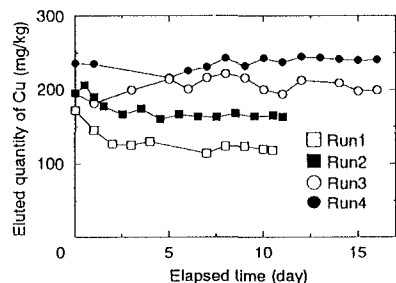


図-5 Cuの溶出量変化

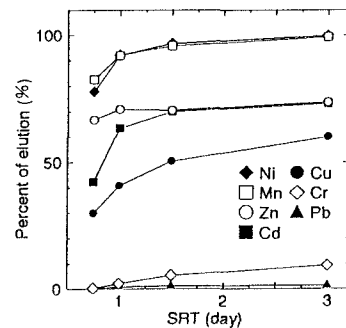


図-6 各重金属の平均溶出率