

II-596

化学凝集処理での下水中の重金属の挙動

京都大学工学部 学生員 岩崎俊哉
正 員 武田信生
正 員 岡島重伸

1. はじめに

現在、都市地域の地価高騰や土地の有効利用の必要性により、下水処理施設のコンパクト化が望まれている。また処理水質の向上を目的とした高度処理の導入や、余剰汚泥の減容化ならびに有効利用などにも関心が集まっている。このような課題を解決する方法の一つとして、一次処理として原水に化学凝集剤を添加して凝集沈殿を行い、その後、曝気槽で生物処理させるプロセスが考えられている。ところで余剰汚泥を有効利用する際に汚泥に重金属類が含まれていると、それらの土壌への蓄積を招き、ひいては作物や人間への悪影響が懸念される。そこで、本研究では、下水中に含まれる重金属に注目し、一次処理として凝集剤添加法を付加したプロセスにおける重金属制御の可能性を検討する目的でジャーテストを行い、固形分の除去効率と下水中の重金属の挙動を4つの粒径で分画を行って調査した。

2. 実験方法

本実験では、対象の重金属をCd、Zn、Cuの3種類とした。まず採水した生下水は重金属の濃度が低く、重金属の挙動をはつきりさせるため、重金属を原水に対しそれぞれ1mg-Cd/L、25mg-Zn/L、15mg-Cu/L、塩化物として添加した。つぎに凝集剤を添加し、必要に応じてNaOH、HClを用いてpHを調節し、ジャーテスターを用いて急速攪拌ついで緩速攪拌した。30分間静置後の上澄み液を、4つのフィルターを用いて分画し、粒径ごとの固形物濃度と各重金属濃度を測定した。実験条件は表1に示した。

表1 実験条件

Run No.	凝集剤注入量	攪拌条件		調整後 pH
		急速攪拌	緩速攪拌	
1-1	2.0mg-Al/L	150rpm, 2min	30rpm, 10min	7
1-2	4.1mg-Al/L			8
2-1	2.0mg-Al/L	150rpm, 2min	30rpm, 10min	9
2-2				10
2-3				
2-4	添加せず			

3. 実験結果

図1～図4に凝集剤として $Al_2(SO_4)_3$ を用いた場合の各重金属濃度、および固形分濃度の測定結果を表した。Cdは原水中に溶解性で存在している割合が非常に多く、凝集剤を添加しても除去率は高くなかった。また、凝集剤の量を増やしても、除去効率の向上は認められなかった（図1）。また、Znに関してもCdと同様に原水で溶解性で存在している割合が多かった。また除去率も余りよくなかった（図2）。一方、Cuは、CdやZnとは違い、原水で浮遊性で存在している割合が多く、そこに凝集剤を加えることによって、Cuはフロックに吸着され除去することができた（図3）。これらの実験結果から、Cuのように、原水において大きな粒径で存在しているものに関しては凝集剤の添加の効果は大きい、CdやCuのように溶解性で存在している割合が大きいと凝集剤添加の効果はなかった。また $Al_2(SO_4)_3$ の添加により固形分は大幅に除去することができた（図4）。次に図5にpHを変化させたときの実験結果について示した。ここでは対象の重金属をCdとし、凝集剤として、 $Al_2(SO_4)_3$ を用い、その添加量は一定とした。この結果よりpHを上昇させると大幅に除去率が向上した。この場合、重金属は水酸化物になっていると考えられる。特徴としてpHを上げるにしたがって溶解性で存在している割合が少なくなっていた。また、凝集剤を添加しなかった場合はコロイド性で存在している割合がへる一方、溶解性で存在している割合が増加した。Znに関しても同様の結果を得た。なお凝集剤として $FeCl_3$ を用いた際も同様の結果を得ており、凝集剤の違いによる処理結果に大きな相違はなかった。

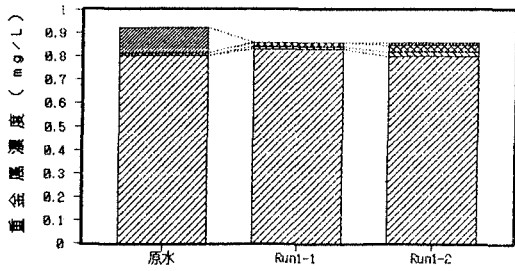


図1 カドミウムの粒径分布 (Run1)

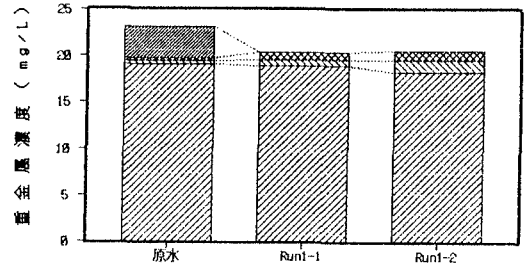


図2 亜鉛の粒径分布 (Run1)

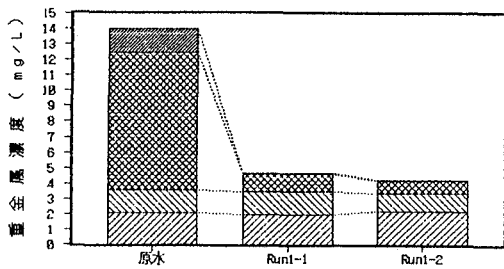


図3 銅の粒径分布 (Run1)

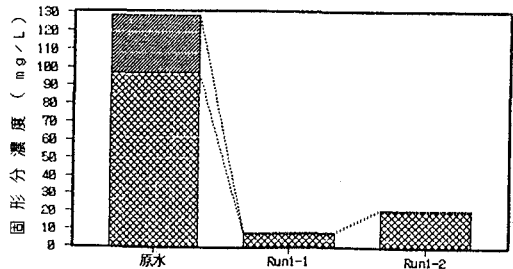


図4 固形分の粒径分布 (Run1)

4. さいごに

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と FeCl_3 を用いて、pH7付近において凝集沈殿処理するとき、固形分の大幅な除去が可能であった。また、Cd、Zn、Cuの3種の重金属の中では、Cuの大幅な除去が可能であった。しかし、Cd、Znについては、原水で少なくともコロイド性以上で存在していなければ、効率的な除去はできなかった。

pH7付近で除去できなかったCdとZnは、pHを上昇させれば水酸化物として除去できた。その際、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ を添加することで除去率は向上した。しかし、下水処理プロセスでは二次処理として中性付近で生物処理することを考えれば、pHを変化させるこの方法は適当ではない。

今後の課題としては、実際の下水処理プロセスで、重金属の挙動を污泥処理を含めて調査する必要があると考えられる。

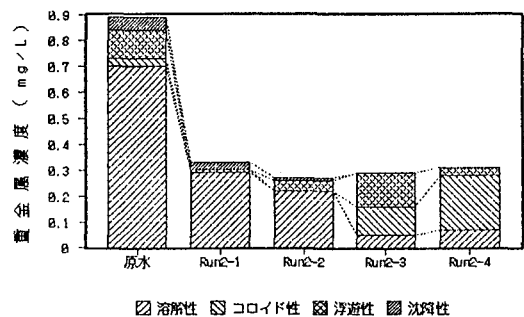


図5 カドミウムの粒径分布 (Run2)