

VII-36

下水消化汚泥から溶出した重金属化合物の存在粒径に及ぼす pH の影響について

岩手大学工学部 学生員 ○川口博 加藤正樹

岩手大学工学部 正員 伊藤歩 相沢治郎 海田輝之

1.はじめに

下水汚泥は肥料として有用な成分を多く含む資源であるが、コンポストとして緑農地へ還元する場合、汚泥中の重金属濃度をできる限り低減し、土壌への重金属の蓄積を防止する必要がある。そこで、化学的あるいは生物学的方法による下水汚泥からの重金属の溶出・除去が検討されている。しかしながら、下水汚泥中の重金属が溶出・除去される過程の溶出機構に関する明確な知見は未だ得られていない。そこで、溶出した重金属化合物の存在粒径に及ぼす pH の影響について検討した。

2.実験方法

本研究に用いた下水汚泥は、盛岡市内の下水

処理場から採取した消化脱水汚泥である。表-1 にこの汚泥中の重金属含有量を示す。重金属含有量の測定は、下水汚泥を王水煮沸法により前処理した後、ICP-MS により行った。図-1 に下水汚泥から溶出した重金属化合物の粒径分画法を示す。まず下水汚泥からの重金属の溶出は、汚泥濃度が 2% になるように汚泥を振とうフラスコに採取し、pH1, 2, 3, 4, 10, 12 に硫酸または水酸化ナトリウムを用いて調整し、25℃、120rpm で振とうをすることにより行った。次に、振とう開始後の 12, 24, 48 時間目に、振とうフラスコ内の汚泥の一部を遠沈管に採取し、遠心分離を行い、上澄液を採取した。上澄液を孔径が 7μm のろ紙でろ過をし、ろ液を 1, 0.45, 0.1μm のろ紙でろ過をした。これらのろ液を採取し、下水汚泥から溶出した重金属化合物を粒径別に 4 分画した。分画したろ液を王水分解法で前処理した後、ICP-MS により重金属濃度を測定し、また、ろ液の TOC を TOC 分析装置で測定した。

3.実験結果及び考察

図-2 に振とう時間 48 時間目の 1μm ろ液における各 pH に対する下水汚泥からの重金属の溶出率を示す。As は pH10 以外で溶出率が 80% 以上になり高かった。Cd の溶出率は、pH1, 2 で 80%、pH3 で 40%、pH4, 10, 12 で 10% 以下と低かった。Cu は、pH1 で溶出率が 82%、pH12 で 47% であったが、他の pH では 30% 以下であった。Ni は pH1 で溶出率が 55%、pH12 で 47% と高かった。Mn と Zn は、pH10, 12 の溶出率が 3% で低かった。以上から重金属の種類により溶出率の高い pH は異なることがわかる。

種々の pH における粒径別重金属存在量の経時変化の例として、図-3 に Cu

と Cd を示す。まず、Cu をみると、pH1 では、0.1μm 以下の粒径で存在しており、他の粒径では存在していなかった。pH3 では、はじめ 1~7μm の粒径で主に存在していたが、時間の経過とともに 0.1μm 以下の粒径で多く存在していたため、存在粒径が変化することがわかる。pH10 では、0.1μm 以下の粒径の存在量が振とう時間 48 時間目で 10mg/kg であり、1~7μm の粒径の存在量は 26mg/kg であり、どちらの粒径でも存在していた。pH12 では、大部分が 0.1μm 以下の粒径で存在していた。次に、Cd については、pH1 では 0.1μm 以下の粒径で存在していたが、pH12 では 1~7μm の粒径で存在していた。

表-1 下水汚泥中の重金属含有量

Metals	As	Cd	Cu	Ni	Mn	Zn
Contents(mg/kg)	5.1	1.6	299	17.4	474	689

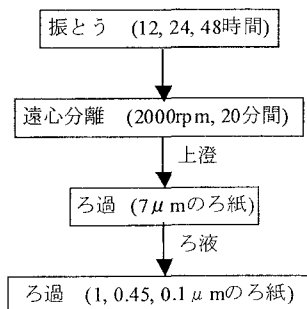


図-1 下水汚泥から溶出した重金属化合物の粒径分画法

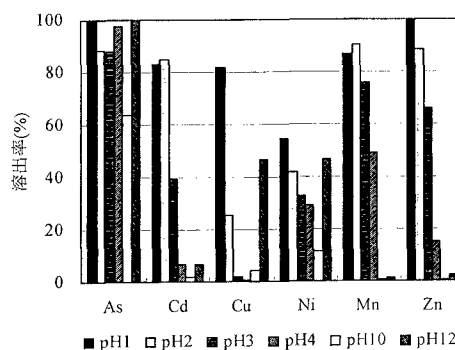


図-2 各pHに対する下水汚泥からの重金属の溶出率

図4にTOCの粒径別存在量の経時変化を示す。pH1と3では、振とう時間12時間目までは1~7 μm と0.1 μm 以下の粒径の有機物が同程度の濃度で存在したが、その後は、1~7 μm の有機物が減少し、それに対して0.1 μm 以下の有機物が増加した。pH10では、ほとんどが1~7 μm の粒径の有機物で存在し、その次に存在量が多かったのは0.1 μm 以下の有機物であった。pH12では、1~7 μm と0.1 μm 以下の有機物が同程度の濃度で存在していた。いずれのpHにおいても、0.1~1 μm の有機物の存在はあまりみられなかった。

次に、重金属と有機物の粒径別存在量の関係を見ると、pH1, 12のCuでは0.1 μm より大きい粒径で存在していないため、1~7 μm の粒径で存在する有機物とは関連性がほとんどないことが推測できる。同様に、pH1のCdにおいても1~7 μm の粒径の有機物とは関連性がないことが推測できる。

一方、pH10でのCu及びpH12でのCdと有機物が共に1~7 μm の粒径で存在した。ろ液中には無機物も存在すると考えられることから一概には言えないが、pH10でのCu及びpH12でのCdと有機物との間で何らかの関連がある可能性が示唆された。

CuとCd以外の重金属については、AsはいずれのpHにおいても0.1 μm 以下の粒径で存在していた。ZnとMnはpH1, 2, 3において0.1 μm 以下の粒径で存在し、pH10, 12では1~7 μm の粒径で存在していた。NiはpH4, 12において0.1 μm 以下の粒径で存在し、それ以外のpHでは0.1 μm 以下の粒径が主であるが、それ以外の粒径でも存在していた。

4.まとめ

重金属溶出実験において、pHを低下させることで重金属は溶出したが、pH12でも重金属が溶出することがわかった。重金属の存在量は、0.1~1 μm の粒径ではあまりみられず、0.1 μm 以下もしくは1~7 μm の粒径でみられた。この関係はTOCにも当てはまり、溶出のみられる粒径は0.1 μm 以下と1~7 μm の粒径であった。下水汚泥中には有機物の他に無機物も含まれているが、重金属と有機物の形態との関連性を、pHをパラメーターにして今後、検討する必要がある。

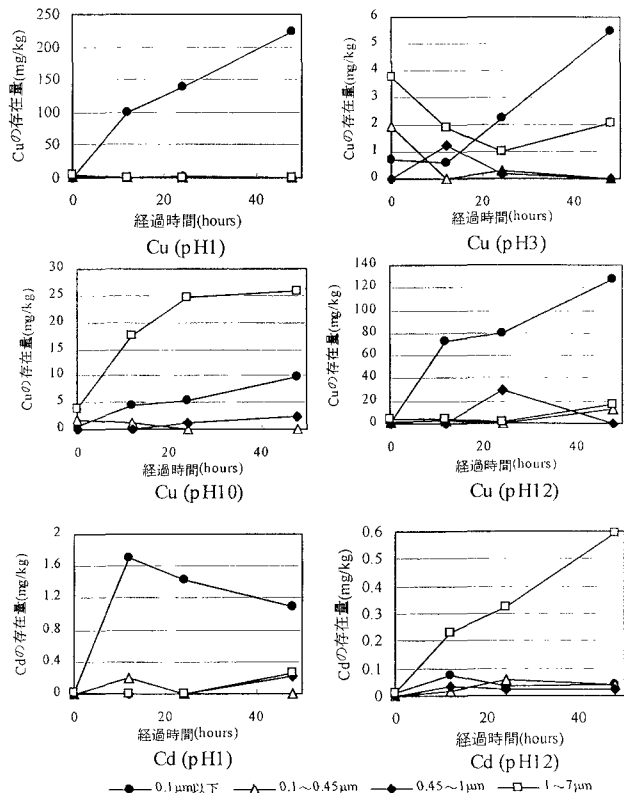


図-3 粒径別重金属存在量の経時変化

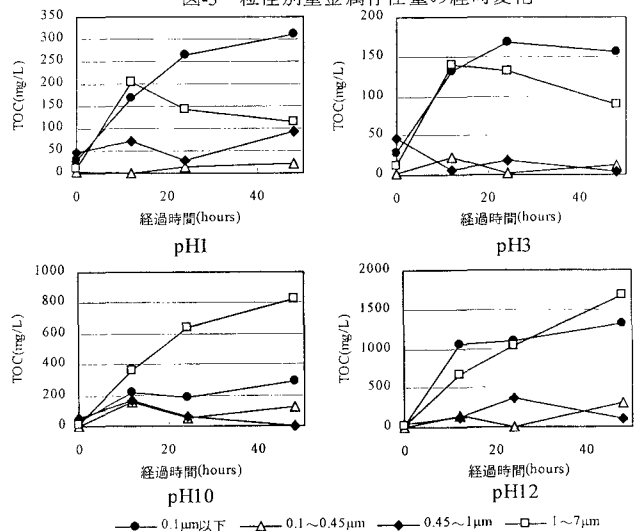


図-4 TOCの粒径別存在量の経時変化