

液体キレート法及び凝集沈殿法を併用した 最終処分場浸出水の重金属処理

環境科学課 処理施設担当

1 はじめに

一般廃棄物最終処分場（以下、「処分場」とする。）から発生する浸出水については、通常重金属はほとんど溶出せず、重金属に関して直接問題となった事例は少ない¹⁾。

しかしながら、少数例ではあるが、焼却灰及び集じん灰の溶出試験において、鉛の埋立処分基準（0.3 mg/L）を超える事例^{2)、3)}や、埋立開始時（新区画埋立開始時）又は処分場の締切ダム内に浸出水を貯留することにより処分場内部が嫌気化した場合に、一時的に浸出水中のマンガンやカドミウム、鉛が高濃度に検出された事例²⁾が報告されている。また、マンガンについては、処分場の処理水における除去効果が低い事例¹⁾も報告されており、このような非常時に備え、個々の施設に応じてこうした重金属の排水処理方法を検討しておくことが非常に重要である。

排水の重金属処理方法としては、水酸化物法や液体キレート法、硫化物法を併用した凝集沈殿法、並びにイオン交換樹脂法及び膜分離法などがある。しかし、水酸化物法ではマンガンがろ過設備に影響を与え放流水へのマンガン流出が長期間継続するおそれがあること、硫化物法では硫化水素の発生のおそれがあり安全衛生上維持管理が困難であること、イオン交換樹脂法や膜分離法では維持管理の費用がかさむなどの問題がある。

一方、液体キレート法はキレート剤を添加して溶液中の重金属を捕集する方法で、凝集沈殿法と併用することにより効果的に重金属を除去することが期待される。キレート剤は、福岡市の清掃工場で常時使用されている薬剤であり、キレート剤の業者による納品が短期間で行われるため、突発的に高濃度の重金属が溶出してきた際に迅速に対応することが可能である。

また、現在、福岡市で一般的に採用している処理工程（図1）においても、施設を改造せずに現状のまま対応できる利点がある。なお、図1に、キレート剤を入れる場合の位置を示す。

このため、処分場浸出水について液体キレート法及び凝集沈殿法を併用し、過去に浸出水の貯留により流出した事例のあるマンガン、カドミウム及び鉛の除去方法を検討した結果、若干の知見を得たので報告する。

2 実験方法

2.1 凝集沈殿実験

福岡市内の処分場浸出水 1 L にマンガン 50 mg/L、カドミウム 0.5 mg/L、鉛 5 mg/L となるよう酢酸マンガン溶液、酢酸カドミウム溶液及び硝酸鉛溶液を添加した。実際の処理工程を想定し、A社製キレート剤を 0～2400 mg/L の範囲で添加後、ジャーテスター（宮本理研工業株式会社製 JMD-8S）を用いて、150 rpm で 5 分間急速攪拌した。A社製キレート剤が溶液中に含まれる重金属濃度に対して 2～20 倍添加することを目安とされていたため、キレート剤の添加濃度は、過剰及び過少となる場合を含めた濃度範囲で決定した。その後凝集剤（ポリ硫酸第二鉄）を 97 mg/L となるよう添加し 150 rpm で 5 分間急速攪拌、凝集助剤（アニオン性ポリアクリルアミド）を 1 mg/L となるよう添加し 50 rpm で 15 分間緩速攪拌した後、15 分間静置し上澄液を採取した。なお、各処分場で浸出水中のアンモニウムイオン濃度等が異なるため、キレート剤が阻害を受けるかを見るために異なる処分場の浸出水 2 検体（F-10、N-1）について、同様の実験を行った。

また、実験用に添加した金属と実際の浸出水中の金属では、その形態が異なっている可能性もあるため、比較

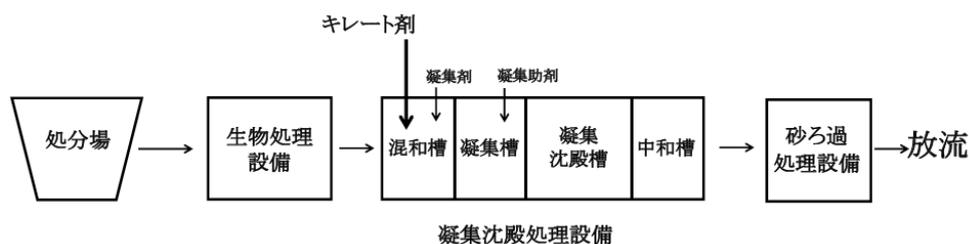


図1 汚水処理場フロー図

的高濃度に重金属が溶出していると思われる、F 埋立場の飛灰区画浸出水を用いて同様の実験を行った。

2.2 重金属の測定

上澄液をプラスチックチューブにとり、ヒートブロック（アドバンテック東洋社製 TB-320）を用いて酸分解した後、誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS; Agilent Technologies 社製 7500）を用いて内部標準法によりマンガン、カドミウム及び鉛の濃度を測定した。

また、上澄液を 0.45 μm メンブランフィルター（メルクミリポア社製 Millex-LH）でろ過後、同様に試験を行い溶解性濃度についても併せて測定した。

3 実験結果及び考察

F-10 における、キレート剤添加量における凝集沈殿実験結果を表 1 に示す。また、F-10 及び N-1 のキレート剤添加量に対するマンガン、カドミウム及び鉛の残存濃度をそれぞれ図 2～4 に示す。

表 1 キレート剤添加量における凝集沈殿実験結果 (F-10)

キレート剤添加量 (mg/L)	0	60	120	300	600	900	1200	2400
フロック形成	○	○	○	◎	◎	△	△	×
フロック沈降	○	◎	◎	◎	△	△	△	×

(良好←◎, ○, △, ×→悪化)

フロック形成は、キレート剤添加量が概ね 0～600 mg/L の範囲で特に良好であり、それ以上になると悪化した。フロック沈降は添加量 300 mg/L 以下で良好であり、それ以上では添加量の増加に伴ってしだいに悪化した。

なお、N-1 については F-10 と同様の傾向を示した。

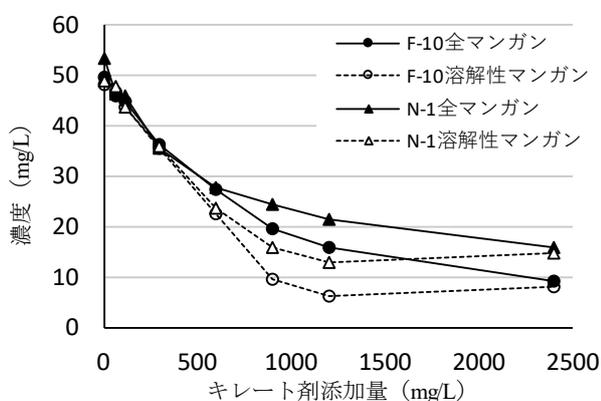


図 2 マンガン残存濃度

マンガン濃度は、キレート剤を添加するほど減少しはじめ、キレート剤添加量 1200 mg/L で溶解性マンガン濃度が最低となった。マンガンの排除基準は 10 mg/L であるが、マンガンの残存濃度はフロック形成及びフロック沈降とは異なる傾向を示した。

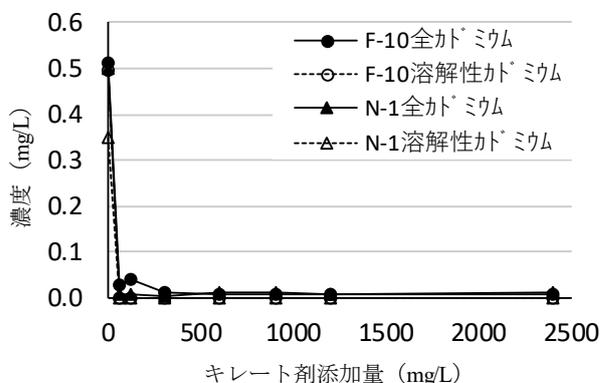


図 3 カドミウム残存濃度

カドミウム濃度は、キレート剤添加量 60 mg/L で下水排除基準 0.03mg/L を下回った。

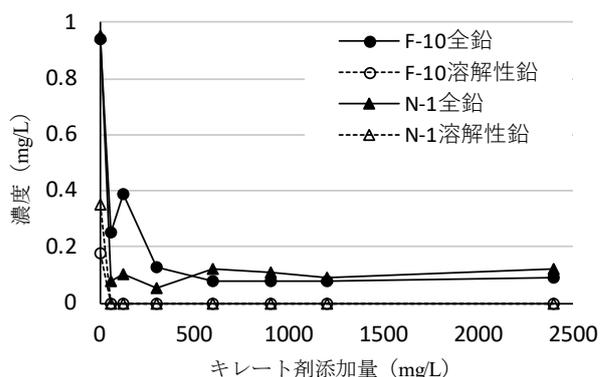


図 4 鉛残存濃度

鉛濃度は、キレート剤の添加量が 0 mg/L の凝集沈殿処理のみでも、溶解性鉛で 0.18～0.35 mg/L まで減少した。凝集剤としてポリ硫酸第二鉄を使用しているため、一部の鉛は硫酸鉛として沈殿した可能性がある。キレート剤添加量 60mg/L 以上では下水排除基準 0.1mg/L を下回り、0.01 mg/L 未満となった。

次に、実験用に添加した金属と実際の浸出水中の金属で形態が異なっている可能性を考慮し、F 埋立場の飛灰区画浸出水を用いて同様の実験を行った。飛灰区画浸出水については、原水中に含まれる重金属濃度が不明であったことから、過去に施設からの依頼により当該区画浸出水の重金属濃度を測定した結果を参考に、キレート剤添加量を 0～60 mg/L と設定した結果のマンガン、カドミウム及び鉛の残存濃度を図 5 に示す。

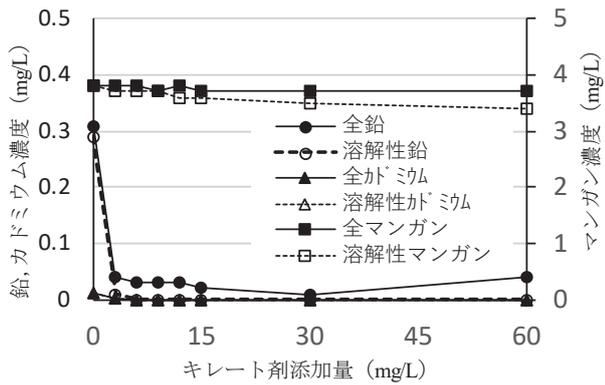


図5 飛灰区画浸出水の重金属残存濃度

キレート剤を添加しない場合に検出されていたカドミウム及び鉛は、キレート剤添加量 3 mg/L で下水排除基準を下回った。マンガンについては今回設定したキレート剤添加量の範囲ではほとんど除去することができなかった。別の濃度範囲での検討や、キレート剤の銘柄等による重金属捕集の特性を調査する必要がある。

4 まとめ

処分場浸出水について、液体キレート法及び凝集沈殿法を併用したマンガン、カドミウム及び鉛の除去方法を検討した結果、カドミウム及び鉛については少量のキレート剤添加で良好に除去することができた。

今後、酸化還元電位等の浸出水水質が異なる状況での除去効果や実際の汚水処理場での適用性、キレート剤の銘柄による重金属捕集性能の差などについてさらに検討していく予定である。

文献

- 1) 小林哲也, 他: 一般廃棄物埋立処分場浸出水の金属量調査, 新潟県衛生公害研究所年報, 1, 121~124, 1985
- 2) 田中信壽: 環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理, 137~138, 技報堂出版(東京), 2000
- 3) 柳茂, 他: 一般廃棄物最終処分場浸出水及び一般廃棄物焼却灰の塩類調査, 宮城県保健環境センター年報, 24, 79~83, 2006