

水酸化物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の検討

福岡市環境局保健環境研究所 ○今田 智子, 畑野 和広, 斉藤 慎悟
福岡市環境局クリーンパーク・東部 野中 裕介

1 はじめに

一般廃棄物最終処分場（以下、「処分場」という。）から発生する浸出水については、一般に鉄及びマンガンを除いて重金属はほとんど溶出されないと考えられており、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、焼却灰や集じん灰の溶出試験において、鉛の埋立処分基準（0.3mg/L）を超える事例^{2),3)}や、埋立開始時（新区画埋立開始時）や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することにより、一時的に浸出水中のマンガンや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、液体キレート法や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が、液体キレート法ではアンモニウムイオン等の共存物質の障害を受けること、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、水酸化物法は水酸化ナトリウム等のアルカリ剤を添加して水酸化物を析出させる方法で、凝集沈殿法と併用することにより共沈現象がみられ、より効果的に重金属を除去することが期待される。また、pH 計で薬注制御が可能であり、ランニングコストが安いという点、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。

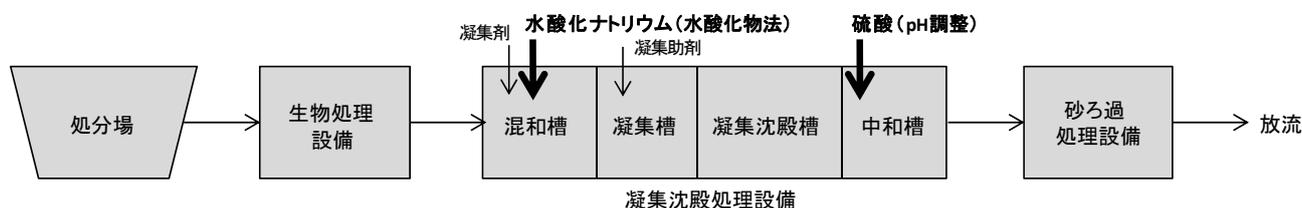


図 1 福岡市における一般的な処理工程及び水酸化物法による薬注箇所

このため、処分場浸出水について、水酸化物法及び凝集沈殿法を併用したマンガン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

(1) 凝集沈殿実験

福岡市内の処分場浸出水 1L にマンガン及び鉛がそれぞれ 50mg/L 及び 0.5mg/L となるよう塩化マンガン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、常温で凝集剤（ポリ硫酸第二鉄）を 120mg/L となるよう添加後、薬注後の pH が 7～12 程度になるよう水酸化ナトリウム溶液を添加し、ジャーテスター（宮本理研工業株式会社製 JMD-8S）を用いて、150rpm で 5 分間急速攪拌した。凝集助剤（アニオン性ポリアクリルアミド）を 1mg/L となるよう添加し 50rpm 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、浸出水の水質の違いによる適正 pH への影響を見るため、採取日の異なる浸出水 2 検体について、同様の試験を行った。

また、大雨時など処理水量が大幅に増加することを想定し、薬注後の急速攪拌及び緩速攪拌の時間をともに 1 分間に短縮したもの、静置の時間を 5 分間に短縮したものについて、それぞれ同様の試験を行った。

(2) マンガン及び鉛の測定

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

各 pH における凝集沈殿試験結果を表 1 に示した。また、pH の変化によるマンガン及び鉛の残存濃度の違いをそれぞれ図 2 及び図 3 に示した。

表 1 各 pH における凝集沈殿試験結果

| 1回目 採取 | 6.7 (未調整) | 7.0 | 8.0 | 8.6 | 9.1 | 9.5 | 9.7 | 10.0 | 10.4 | 11.1 | 11.9 |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| フロック形成 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ |
| フロック沈降 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | △ |
| マンガン(mg/L) | 48.4 | 48.9 | 44.1 | 42.6 | 25.7 | 12.3 | 8.0 | 5.5 | 1.3 | 0.2 | <0.1 |
| 溶解性 マンガン(mg/L) | 48.3 | 49.6 | 45.7 | 42.3 | 24.5 | 12.5 | 8.1 | 5.6 | 1.2 | <0.1 | <0.1 |
| 鉛(mg/L) | 0.01 | 0.02 | <0.01 | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| 溶解性鉛(mg/L) | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| 2回目 採取 | 6.7 (未調整) | - | 8.2 | 8.5 | 9.1 | 9.4 | - | 9.9 | - | 11.1 | 12.0 |
| フロック形成 | ○ | - | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | - | ◎ | - | ○ | ○ |
| フロック沈降 | ◎ | - | ◎ | ◎ | ○ | ○ | - | ○ | - | ○ | ○ |
| マンガン(mg/L) | 53.5 | - | 44.9 | 43.6 | 36.7 | 24.3 | - | 5.2 | - | 0.1 | 0.1 |
| 溶解性 マンガン(mg/L) | 51.9 | - | 43.1 | 45.4 | 37.2 | 26.4 | - | 5.1 | - | <0.1 | <0.1 |
| 鉛(mg/L) | 0.01 | - | 0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | - | <0.01 | - | <0.01 | <0.01 |
| 溶解性鉛(mg/L) | 0.01 | - | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | - | <0.01 | - | <0.01 | <0.01 |

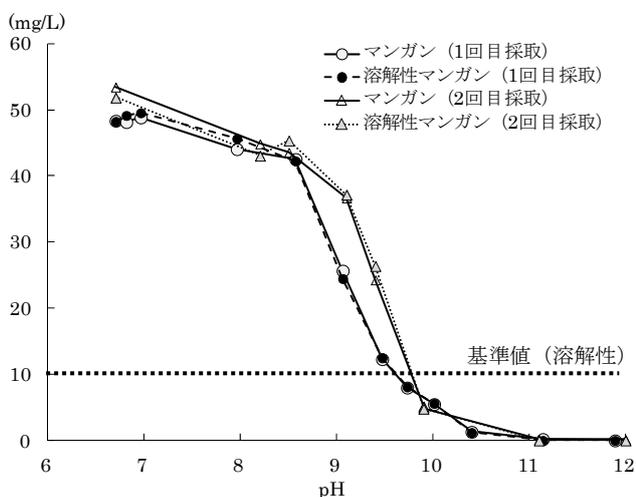


図 2 pH の変化によるマンガンの残存濃度

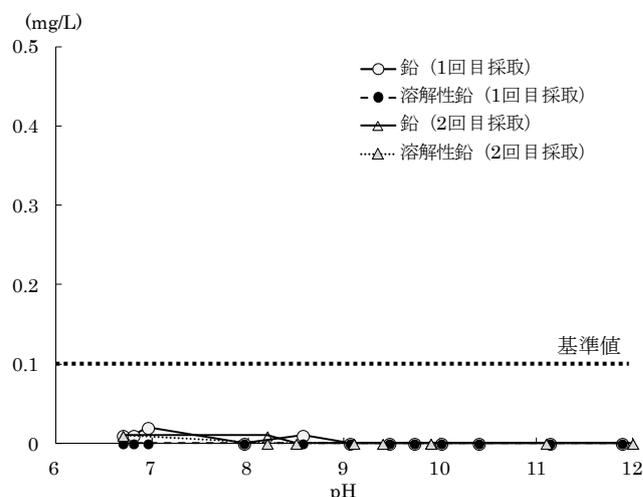


図 3 pH の変化による鉛の残存濃度

フロック形成は、薬注後の pH が概ね 7～10 の範囲で特に良好であり、それ以上になると少し悪化した。フロック沈降は概ね pH8.5 以下で良好であり、それ以上では上昇に伴って少しずつ悪化した。

マンガン濃度は、pH8 以上で減少しはじめ、概ね pH10 以上で排水基準値 (10mg/L) 以下となり、pH11 以上で 1mg/L 未満となった。マンガン残存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、ほとんどが溶解性のものであった。

鉛濃度は、pH 調整を行わなくても 0.01mg/L と排水基準値 (0.1mg/L) 以下であり、pH9 以上で 0.01mg/L 未満となった。鉛は両性金属であるため高アルカリ条件下で再溶出することも考えられたが、今回の条件下では再溶出は見られなかった。

なお、採取日が異なる 2 検体について、フロックの状況、マンガン濃度及び鉛濃度とも同様の傾向を示した。

次に、薬注後の攪拌時間及び凝集沈殿後の静置時間を短縮した場合のマンガン及び鉛の凝集沈殿試験結果をそれぞれ図 4 及び図 5 に示した。

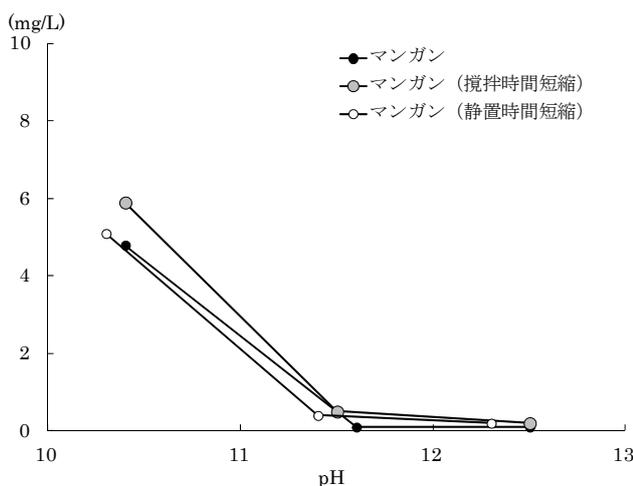


図 4 攪拌時間及び静置時間を短縮したマンガンの残存濃度

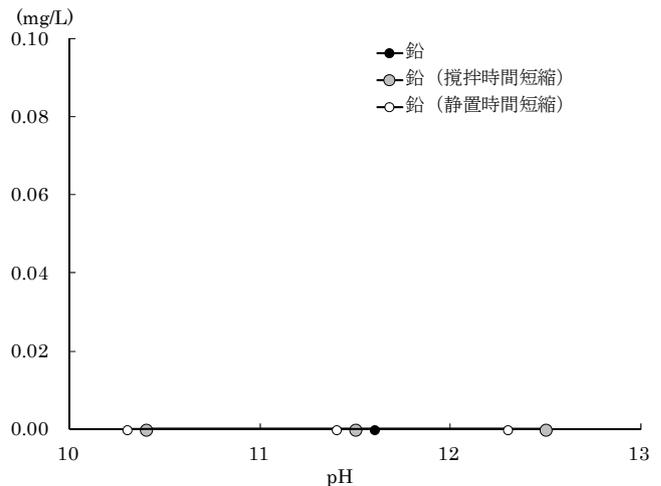


図 5 攪拌時間及び静置時間を短縮した鉛の残存濃度

マンガン及び鉛とも攪拌時間及び静置時間を短縮しても除去効果にほとんど影響はなく、実際の処理施設において、大雨時などに処理水量を通常より増加する場合にも対応できるものと考えられた。

4 まとめ

処分場浸出水について、水酸化物法及び凝集沈殿法を併用したマンガン及び鉛の除去方法を検討した結果、いずれも良好に除去することができた。非常時に備えた汚水処理場での処理方法として有効な手法であると考えられる。

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などについてさらに検討していく予定である。

(参考文献)

- 1) 小林哲也ほか：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，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，p137-138
- 3) 柳茂ほか：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，2006