

## 埋立処理技術途上国技術研修におけるジャーテスト 実習実験用模擬浸出水の作成に関する検討

福岡市環境局廃棄物試験研究センター ○久保倉 宏一  
富田 弘樹  
草野 陽子

### 1. はじめに

途上国における廃棄物処理は、オープンダンピングや未整備な埋立場での直接埋立処分で行われることが多く、黒色浸出水の流出による環境汚染などが発生しているケースが報告されている。

福岡市では、途上国における廃棄物の衛生理立処理技術の普及を目指して、国別集団研修コースをこれまで7年間にわたり実施してきた。研修コースの中で、浸出水処理技術のひとつとして凝集沈殿処理のジャーテスト実習を実施するにあたり、技術移転効果を挙げることができるよう実習で使用する模擬浸出水の作成方法の検討を行ったのでその概要を報告する。

### 2. アジア地域におけるごみ埋立場の現状

アジア地域の都市部人口は大きな割合で成長しており、その人口は2003年に約26億人と1990年の2倍以上に膨れ上がっているといわれる。その人口も都市部に集中し、世界の500万人以上の都市39のうち、アジア地域が22という状態である。

都市ごみは、90%以上が直接埋立てされているが、社会インフラが未発達のため、大半がオープンダンピング処分場である。このため、表流水や浸出水による水質汚染やごみの飛散による環境汚染が深刻となっている。図1はマレーシアの首都クアラルンプール市郊外のごみ埋立場の様子であるが、大量のごみが小高い山に積みあげられて、黒色浸出水の流出やごみ飛散に対して改善が必要とされている。福岡市は、友好都市交流活動、アジア太平洋都市サミット開催、国連ハビタット職員派遣などの技術援助や、研修員受入による人材開発を通じて、主にアジア地域のごみ埋立場問題の解決に対して支援してきた。



図1 マレーシア首都にある埋立場の様子

### 3. 福岡市国別集団研修実施状況

福岡市では、姉妹都市があるマレーシア国を対象として国別特設廃棄物埋立技術研修を平成11年度より実施の継続をするとともに、平成17年度には新たに国別研修パキスタン廃棄物埋立技術研修を開始した。研修期間約40日の研修コースをこれまで7年間実施しており、受入れ研修生は表1のとおりであり、合計51人である。

マレーシア研修は7年を経過し、研修生がおよそ全国をカバーするまでに達してきたと考えられるので、平成18年を持って終了し、以後はパキスタンを対象とした研修を行っていく予定である。

表1 福岡市における国別廃棄物研修生の受入状況 (人)

対象国	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	合計
マレーシア	4	4	5	8	8	7	8	44
パキスタン	—	—	—	—	—	—	7	7

### 4. 集団研修カリキュラム中の浸出水処理実習と問題点

演者らは、研修コース中の環境モニタリングや浸出水処理技術を担当し、凝集沈殿処理の理論やその応用

について技術移転に努めてきた。講義のみでなく実習も取り入れた方が研修効果が上がると考えられるので、PAC(ポリ塩化アルミニウム)や塩鉄(塩化第二鉄)を使用して凝集沈殿処理ジャーテストの実習を取り入れ、水処理技術の現場での応用力の技術移転を行ってきた。

大学での学生実習や凝集剤の開発研究用途などには、ジャーテスト用模擬汚水としては白色濁水のカオリン溶液が使用されることが多いようである。しかし、途上国の黒色浸出水とは色等の性状が全く異なるため、我々は黒色浸出水の代用品として、清掃工場ピット汚水を採取して実習に使用してきたが、色調の問題は解決できるが悪臭が非常に強いため取り扱い上で問題があるとともに、衛生上も問題であった。また、ピット汚水の水質が安定していないため、実習運営上色々な点で支障があり改善が求められていた。

## 5. 模擬汚水材料の検討

凝集沈殿処理のジャーテストを行う上で模擬汚水として求められる条件は、以下のとおりである。

- ① **黒褐色水で途上国浸出水と似ているもの** 研修生たちが母国で直面している浸出水と全く異なる模擬汚水による実習では、研修効果が薄いと考えられるので、外観だけでも似たものが望まれる。
- ② **簡単に調製(用意)できるもの** 一回のジャーテストでは 6~8Lの模擬汚水を使用し、条件や凝集剤を換えて数回の試験を3グループの研修生に実習させようとする、全体で50~60Lの多量の模擬汚水が必要となるので、調製が容易なものが望まれる。
- ③ **凝集効果を把握できるもの** 凝集処理により、濁度・色度のみでなく、水質パックテストなどの簡易検査により凝集処理効果を判断することが可能であれば、簡易検査法の有効性を移転することもでき非常に有用である。

このような条件で、溶液が黒色から茶色を呈する表2の材料について、凝集剤を用いて模擬汚水としての有効性の検討を行った。

表2 検討材料一覧

粉末活性炭けん濁液
プリンターナーけん濁液
粉末MnO <sub>2</sub> けん濁液
書道用墨汁希釈液
剪定枝堆肥化物けん濁液

① **粉末活性炭けん濁液** 水道では臭気除去のため活性炭を使用し、PACによる凝集沈殿処理も行われることもあるので検討材料とした。上水処理過程で使用されるような濃度では、透明度が高いので汚水という溶液ではなく、更に、放置しておくとも自然沈降で分離し、模擬汚水には不適であった。

② **プリンターナーけん濁液** レーザープリンターやコピー機のトナーは粒子径が非常に細かいので有効性を検討したが、トナーは疎水性であるため均一コロイド状けん濁液とすることが出来ず、模擬汚水として利用できなかった。

③ **粉末二酸化マンガンけん濁液** 黒色の二酸化マンガンなどが模擬汚水として利用できるかと期待されるが、けん濁液はコロイド溶液とはならず数時間放置すると自然沈降により沈殿してしまい、上水は無色透明になってしまい模擬汚水として使用することはできなかった。

④ **書道用液体墨希釈液** 均一に分散しており放置しても自然分離が起こらない黒色のものとして、書道用液体墨希釈液の模擬汚水としての可能性を、数種市販液体墨の希釈溶液を用い試験した。

液体墨の希釈倍率は、凝集試験用1Lビーカーの背面が見えない程度として、10Lの水道水に2mLの液体墨を加えた5000倍希釈とした。この希釈液を用いて凝集試験を行ったところ、PAC10~20mg/L、塩鉄20~40mg/Lの添加でフロックの生成が確認され、静置沈殿により十分分離することができた。以上の結果より、液体墨5000倍希釈液を模擬汚水として用いて凝集試験を行なうことは、汚水の色が浸出水に近く凝集効果もはっきり得られるため十分可能であった。この際、希釈にイオン交換水を用いるとアルカリ度不足のため凝集させることはできないので水道水を用いることが必要であることや、墨の種類によっては残留塩素が凝集効果を悪くするものもあることが分かったので、実習の際は注意する必要がある。

⑤ **剪定枝葉堆肥化物けん濁液** 有機物を含む模擬汚水として剪定枝葉堆肥化物のけん濁液の有効性を検討した。けん濁液は、発酵期間10~14ヶ月の堆肥化物2kgに水道水35Lを加えて十分攪拌し一晩

静置したのち、上澄水をサイホンにより静かに引き抜いて作成した。このけん濁液は濁度があり濃茶色の溶液であるが、一昼夜放置しても沈殿物はほとんどなく、自然分離で浄化することはできない溶液であった。

その後、凝集試験を行なったところ、PAC添加量 50～100mg/Lでフロックの生成が確認され静置沈殿により分離することができ、無色透明の上澄水を得ることができた。同様に塩鉄を使用した場合も、添加率 100mg/Lにおいて色濁度除去できることがわかった。

さらに、水質パックテストを用いると、模擬汚水の堆肥化物けん濁液は COD がおよそ 100mg/L であるが、凝集試験後の上澄水では条件がよいものは 20mg/L 以下となり、凝集処理により色濁度のみでなく COD も除去できていることが簡易試験法により確認できる。このように、剪定枝葉堆肥化物けん濁液は黒色ではないが、凝集処理実習と簡易水質測定実習の両方を習得できる有効な模擬汚水であるということが分かった。

## 6. 埋立処理研修コースとしての模擬汚水の検討

これまで模擬汚水としていたピット汚水やカオリンと、今回模擬汚水材料として検討した各種材料の結果をまとめると、表3の No1～7のとおりである。この結果、途上国研修生に対してNo6とNo7が模擬汚水として利用可能であるが、それぞれ改善すべき点もあるので、両者を混合することで模擬汚水としての有効性を更に高めることを検討した。

混合模擬汚水は、No7の剪定枝葉堆肥化物けん濁液を基本として、これに液体墨を全体が黒色で、1Lビーカーに採った時に背部が見えない程度の色濁度となるように調整し、添加量は 10L堆肥化物けん濁液におよそ 0.5mlであった。この模擬汚水を用いて凝集試験を行なった例が図2であり、黒色の汚水が凝集剤の添加量の過不足でどのように変化するかははっきりと把握することができた。同時に有機物の除去効果も COD パックテストを用いて把握することができた。従って、この混合模擬汚水は途上国を対象とした凝集沈殿研修用に十分利用可能であることが分かった。また、水質簡易検査用として市販されている COD パックテストには、普通濃度と高濃度用の2種類あるが、模擬汚水自身が持つ色調のため高濃度用の方が COD 測定の色変化判別が容易であった。

今後は、この模擬汚水に重金属などを添加することで、凝集沈殿により色濁度・COD 除去と同時に重金属除去も可能であるような模擬汚水として、更に充実した研修コースにしていきたいと考える。



図2 堆肥化物抽出液と液体墨の模擬汚水の PAC ジャーテストの様子  
PACの添加濃度は、左から順に 0, 15, 30, 60, 90, 120mg/L

表3 ジャーテスト模擬汚水として検討を行った物質とその特徴

No	材 料	色	臭い	放置安定性	COD	特記事項	総合判定
1	ピット汚水	黒	悪臭	沈殿	高	非衛生, 水質不安定	△
2	カオリン	白	なし	沈殿	なし	色が全く異なる	△
3	微粉末活性炭	黒	なし	沈殿	なし	自然沈降	×
4	プリンタトナー	黒	なし	沈殿・浮遊	なし	水に分散困難	×
5	粉末MnO <sub>2</sub>	黒	なし	沈殿	なし	自然分離	×
6	液体墨希釈液	黒	なし	変化なし	なし	作成容易	○
7	剪定枝葉堆肥化物	茶	弱	変化なし	中	調整容易	○
8	液体墨+剪定枝葉堆肥化物	黒	弱	変化なし	中	調整容易, 概観良	◎