

ノート

湿式分級法によるガラスカレット汚泥の減量

田中 真美^{*1)} 中澤 亮二^{*1)} 佐々木 直里^{*2)} 小林 宏輝^{*1)}Reduction of sludge generated from the manufacturing process of glass cullet
by wet classificationMami Tanaka^{*1)}, Ryoji Nakazawa^{*1)}, Naori Sasaki^{*2)}, Hiroki Kobayashi^{*1)}

キーワード：ガラスビン，ガラスリサイクル，カレット，汚泥，湿式分級

Keywords : Glass bottle, Glass recycling, Cullet, Sludge, Wet classification

1. はじめに

廃ガラスビンはカレットと呼ばれるガラス粒に加工された上でガラス製品の原料としてリサイクルされている⁽¹⁾。カレットはビンを粉砕することで製造されているが、ビンに貼られていたラベルを由来とする繊維質とガラス粒で構成された汚泥が発生する。この汚泥は産業廃棄物として排出するため、その処理コストがカレット製造者にとって問題となっている。そこで著者らは、ガラスカレット汚泥の減量技術を開発することを目指した。本研究では、まず汚泥の性状調査を行った。さらに汚泥に含まれるガラスを湿式分級法によって回収しリサイクルすることで、排出汚泥を減量できないか検討した。

2. 実験方法

2.1 汚泥の性状調査 都内のカレット製造者1社にご協力いただき、汚泥の性状調査を行った。カレット製造および汚泥発生工程を図1に示す。すべての汚泥は1つにまとめて廃棄されているが、発生工程によって外観が顕著に異なっていたために、本研究では発生工程ごとに汚泥を分別して調査した。調査は計5回行った。なお汚泥②については沈殿槽中で分層が発生し、上層と下層(図2)で外観に明らかな差が見られたため、2回の採取ではそれらを分別した。採取した汚泥の含水率および強熱減量を測定した。含水率は、汚泥を110℃で24時間以上乾燥させ前後の重量変化から算出した。強熱減量は、乾燥汚泥を650℃で1時間、電気炉を用いて焼成し、前後の重量変化から算出した。

2.2 湿式分級法によるガラス回収実験 湿式分級は次の方法で実施した。水に乾燥汚泥を入れてかくはんするとガラス粒を主とする沈殿物と、比較的軽い繊維質を主とする上澄みとに分離できる。その上澄みを除去し、沈殿物に対して同様の操作を繰り返すことで得られた最終沈殿物を

ガラス画分とした(図3)。ガラス画分の乾燥重量を測定し、回収率(ガラス画分量/分級前の汚泥量×100)を算出した。さらにガラス画分の品質を評価するため、粒径分布をふるいで測定し、強熱減量を2.1と同様の方法で測定した。

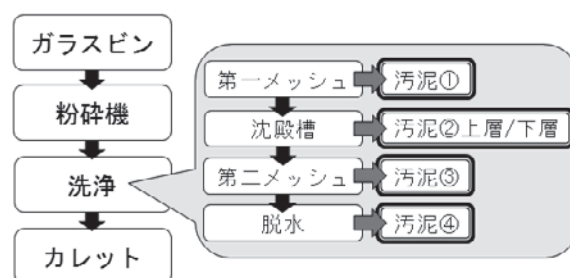


図1. カレット製造における汚泥発生工程
ラベル紙などカレット以外の不純物と、微細なガラス粒が洗浄水で洗い流され、集積して汚泥となる。

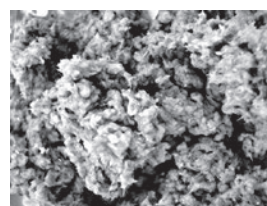


図2. 汚泥②下層の外観
繊維質とガラス粒が混在

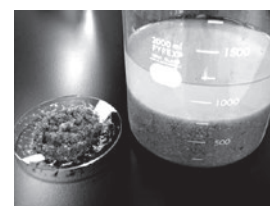


図3. 湿式分級後の汚泥
ガラス画分(左)と上澄み(右)

3. 結果と考察

3.1 汚泥の性状 汚泥の含水率を表1に示す。どの汚泥も含水率が約46~91%と高く、汚泥の減量には脱水が効果的であることが示唆された。汚泥の含水は、ビンに付着している不純物の除去、粉砕時の粉塵発生防止およびカレット洗浄の観点から、カレット製造が湿式で行われていることに起因し、さらに汚泥中の繊維質が吸水しやすいためと考えられた。次に、乾燥汚泥の強熱減量を表2に示す。強熱減量を、ラベルを由来とする有機物量として考えると、汚泥③の大部分はラベルからなることが示唆された。一方、

事業名 平成25年度 基盤研究

*1) 環境技術グループ

*2) 生活技術開発セクター

表1. 汚泥の含水率 [%] ($n \geq 3$, 平均値±標準誤差)

調査回数	汚泥①	汚泥②	汚泥②上層	汚泥②下層	汚泥③	汚泥④
1回目	80.4 ± 1.9	52.0 ± 0.1	—	—	91.5 ± 0.2	49.9 ± 0.1
2回目	81.9 ± 0.6	50.0 ± 1.2	—	—	91.0 ± 0.0	48.6 ± 0.4
3回目	84.5 ± 1.3	56.6 ± 0.4	—	—	91.4 ± 0.8	52.2 ± 0.2
4回目	74.8 ± 0.8	—	80.5 ± 1.0	62.5 ± 2.6	90.8 ± 0.3	48.2 ± 0.3
5回目	79.4 ± 0.3	—	87.0 ± 0.3	55.4 ± 1.1	90.8 ± 0.1	46.4 ± 0.0

表2. 乾燥汚泥の強熱減量(有機物量) [%] ($n \geq 3$, 平均値±標準誤差)

調査回数	汚泥①	汚泥②	汚泥②上層	汚泥②下層	汚泥③	汚泥④
1回目	39.3 ± 3.7	12.6 ± 0.6	—	—	84.6 ± 0.8	22.9 ± 0.3
2回目	40.0 ± 0.7	9.9 ± 1.0	—	—	80.0 ± 0.3	21.8 ± 0.3
3回目	54.2 ± 0.0	14.4 ± 2.5	—	—	87.3 ± 0.3	20.3 ± 0.0
4回目	30.3 ± 0.4	—	15.0 ± 0.3	6.0 ± 0.1	77.4 ± 0.9	18.8 ± 0.1
5回目	35.6 ± 1.7	—	20.3 ± 0.4	4.7 ± 0.1	79.5 ± 0.3	20.6 ± 0.0

表3. 湿式分級法によるガラスの回収率 [%], 強熱減量 [%] および粒径 ($n \geq 2$, 平均値±標準誤差)

調査回数	汚泥①	汚泥②	汚泥②上層	汚泥②下層	汚泥③	汚泥④
1回目	32.6 ± 2.8 0.5 ± 0.1 (2-4.75 mm)	10.1 ± 0.9 0.1 ± 0.0 (1-2mm)	—	—	回収なし	回収なし
2回目	30.0 ± 2.8 0.7 ± 0.3 (2-4.75 mm)	11.2 ± 1.9 0.8 ± 0.4 (212 μm 未満)	—	—	0.8 ± 0.2 nd (nd)	回収なし
3回目	1.2 ± 0.5 nd (nd)	3.3 ± 0.7 0.2 ± 0.0 (500 μm 未満)	—	—	0.4 ± 0.1 nd (nd)	回収なし
4回目	23.4 ± 1.3 0.2 ± 0.0 (1-2 mm)	—	2.8 ± 0.6 nd (nd)	21.2 ± 3.6 0.3 ± 0.0 (212 μm 未満)	0.3 ± 0.3 nd (nd)	回収なし
5回目	16.9 ± 1.3 0.4 ± 0.0 (1-2 mm)	—	1.7 ± 0.3 nd (nd)	40.4 ± 1.0 0.2 ± 0.0 (***)	0.2 ± 0.2 nd (nd)	回収なし

太字は強熱減量, ()内は粒径(最頻値)を示す。ndはサンプル量の不足ため測定不可であった。—は測定せず。

***: 212-500 μm と 500 μm under がほぼ同じ割合でそれぞれ約39%ずつであった。

強熱で減量しない部分は無機物でありそれはガラス粒に由来するものと考え、汚泥①, ②および④からは汚泥③と比べて多くのガラスが回収できると考えられた。

3.2 ガラス回収とその課題 湿式分級法によって汚泥から回収したガラスの回収率, 強熱減量および粒径(最頻値)を表3に示す。3.1にてガラスの回収が期待された汚泥④についてはガラス質の沈殿物が得られなかった。汚泥④は脱水時(図1参照)に添加する凝集剤によって分離が困難になっているものと考えられた。また, 汚泥②上層および③のガラス回収率は低かった。一方, 汚泥①からは約1.2~32.6%のガラスが回収でき, その粒径はmmオーダーであった。汚泥②下層からは約21~40%のガラスが回収でき, その粒径はμmオーダーであった。粒径と有機物量から, 回収したガラスを土壌改良剤などへリサイクルし, その量だけ排出汚泥を減量できると考えられた。

以上のように汚泥①および②下層からガラスを回収することができたが, 回収しきれないガラスがあることも明らかになった。例えば汚泥②下層を分級後, その上澄みを観察するとガラス粒の残存が見られた。ラベルを由来とする繊維状の有機物とガラス粒が複雑に絡まって分離不良

を起こしていると考えられた。また, ガラス回収率の低い汚泥②上層および③はガラス回収による減量がほとんどできないため, これらの汚泥については, 有機物をターゲットとした別の処理方法が必要と考えられた。

4. まとめ

ガラスカレット汚泥の減量を目的として, 汚泥の性状調査と汚泥からのガラス回収を試みた。その結果, 湿式分級法によって汚泥からガラスを一部回収することができた。回収ガラスをリサイクルすることで, 排出汚泥を減量できると考えられた。一方で, 今回実施した湿式分級法ではガラス回収率が低いこと, さらに汚泥中の有機物を減量することはできないといった課題が見いだされた。このような有機物に関する課題に対応した処理方法を考案し, この後もカレット汚泥処理技術の開発を進めていく。

(平成27年7月15日受付, 平成27年8月12日再受付)

文 献

- (1) 藤本直行: 「ガラス容器再資源化の動向」, 包装技術, Vol.51, No.9, pp.741-746 (2013)