

廃石膏ボードリサイクルに向けた再生石膏粉の不純物調査

20T7-019 五明 奈実

指導教員：宮脇 健太郎

1. はじめに

廃石膏ボードの年間排出量は 2039 年には 300 万トンを超える見込みであり、処分場の逼迫や費用高騰、不法投棄の増加が深刻な課題となっている。石膏ボード生産量と排出量が同等になる未来に備え、廃石膏ボードをボード to ボード (BtB) としてリサイクルすることが必要不可欠である。しかし、BtB のリサイクルには高い品質要求が伴い、特に解体系廃石膏ボード由来の再生石膏粉の品質向上が急務である。適切な品質管理と技術革新により、持続可能な循環型社会を実現する必要がある。

2. 目的

昨年度までの研究では、破碎処理後の廃石膏粉について粒径分布や化合水量などの基礎的性状調査を行っている。BtB リサイクルにおいて求められる品質基準の一つである化合水量が不純物であるセルロースと関係している可能性が考えられたが、廃石膏粉にはセルロース以外にも不純物が含まれている。本研究ではセルロース以外の不純物にも着目し、それらをデジタルマイクロスコープ、SEM-EDX を用いて形状・種類・組成などを調査し不純物を推定することを目的とした。

3. 実験方法

3.1 実験試料

廃石膏粉 (TU 社、A 社、B 社、C 社、D 社、E 社、F 社、G 社、H 社、I 社)

廃石膏粉は昨年度の卒業研究で使用した加熱前・後の粒径別(4000 μm , 2000 μm , 850 μm , 425 μm , 250 μm , 125 μm , 75 μm)になっているものを用いた。また今回は同研究を行って

いる勝城と分担をし、TU 社、A 社、B 社、C 社、D 社の試料を五明、E 社、F 社、G 社、H 社、I 社の試料を勝城の担当とした。

3.2 デジタルマイクロスコープでの観察

試料台($\phi 15 \times 10\text{mm}$)にカーボンテープを貼り、その上に試料を乗せ固定しデジタルマイクロスコープ(KEYENCE/VHX-7000)で観察した。

4000 μm , 2000 μm はある程度目視で形状などを確認できるため 1 つのサンプルを、他の粒径は各 3 つのサンプルを作り、不純物と考えられるものを中心に写真を撮影した。

3.3 走査電子顕微鏡(SEM)での観察・EDX 分析

3.2 で観察したものから多くみられる不純物などを含んだサンプルを選び、カーボン蒸着をした後に SEM で観察・EDX 分析を行った。

サンプルの粒径が小さいと SEM に取り付けた際に、3.2 の観察を基に EDX 分析を行いたい対象物を探すのが困難なため、250 μm ~4000 μm のサンプルから選んだ。

4. 結果及び考察

どの試料にも石膏粉以外の様々な物質が見られた。A 社(加熱前)粒径 425 μm —サンプル 1 における結果の一部を以下に示す。

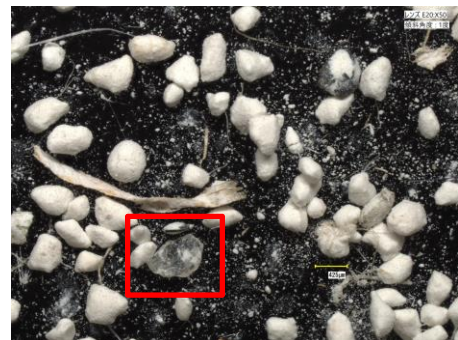


写真 1 : デジタルマイクロスコープ

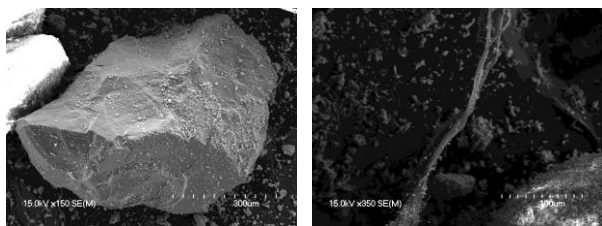


写真 2： 走査電子顕微鏡(SEM)

写真 1 はサンプルをデジタルマイクロスコップで撮影したもので、赤枠内の石膏粉ではない透明な塊を SEM で撮影したものが写真 2 (左) である。同サンプル内で多数見られる曲折した繊維状のものが写真 2 (右) で、それらを EDX 分析した結果は以下のようになった。

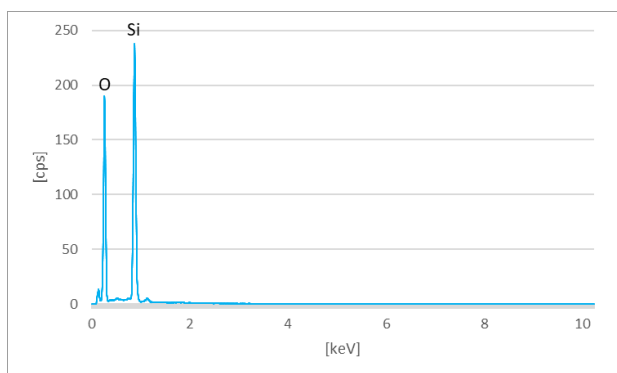


図 1：EDX 分析(塊)

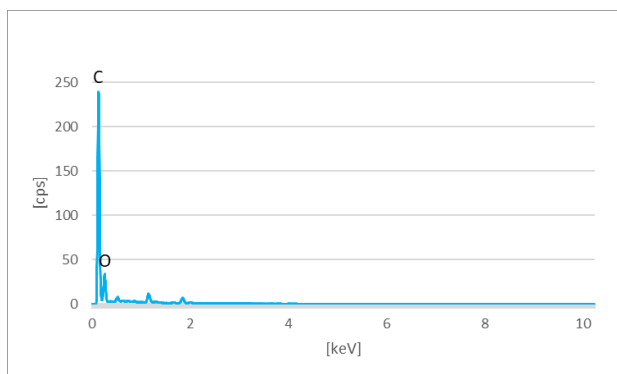


図 2：EDX 分析(繊維)

図 1(塊)では、ピークが O, Si で主に見られ、この形状から砂の粒だと考えられる。また図 2(繊維)は、C, O でのピークが見られ、その形状と加熱後のサンプルからは観察できなかったことを踏まえると、処理時に残った壁紙(セルロース)の繊維だと推定される。

このように各種のサンプルを観察し多く見られた不純物の特徴と推定される物質を以下の表

にまとめた。

不純物の特徴	ピークがみられる元素	推定される物質
曲折した繊維/加熱後はない	C, O	セルロース/壁紙
細く直線型/透明	O, Si	防音・防火のためのガラス繊維
小さい粒(球体)/透明	O, Si, Ca	上記ガラス繊維の末端
歪な塊/透明感がある	O, Si	砂など
石のような塊	O, Si, S, Ca, Mg, Al	砂利・砂
層状の薄い塊/黄土色	O, Si, Al, Mg, C	不明

表 1：推定される不純物

5. まとめ

デジタルマイクロスコップや SEM を用いて、廃石膏粉には複数種類の不純物が含まれていることが分かった。その中には、資材としての機能・性能向上のために製造時に混ぜられているものや、解体などを考えると混ざることやむを得ないものも多かった。BtB 実現のためには、そういった不純物が実際にどの過程で混ざり、それを改善していくためにどのような対応をとらなければならないのかを検討する必要がある。

6. 参考文献

- (1) 再生石膏粉の有効利用ガイドライン 国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
(2025 年 1 月 15 日 閲覧)
https://www-cycle.nies.go.jp/report/recycled_gypsum_powder_guidelines.pdf
- (2) 一般社団法人 石膏ボード工業会 HP
(2025 年 1 月 15 日 閲覧)
<https://www.gypsumboard-a.or.jp/>