

## 産学連携に基づいた廃棄物リサイクルのための乾式比重分離技術の開発

○押谷 潤 (岡山大学大学院自然科学研究科)

## 1. はじめに

資源に乏しい我が国では、資源有効利用の観点から廃棄物のリサイクルが推進されている。我々は、その一旦を担うべく廃棄物の素材分離に向けた乾式比重分離技術をこれまでに開発し、平成20年3月に実用化を果たした。ここでは、技術開発の背景と技術内容を述べると共に、実用化に至るまでの永田エンジニアリング㈱と平林金属㈱との連携について紹介する。

## 2. 技術開発の背景と技術内容

廃棄物をリサイクルするためには、各素材に分離する必要がある。主な分離技術として、重液と呼ばれる水中でのものの浮き沈みを利用した湿式比重分離技術が古くから存在する。しかし、同技術は、廃液処理や乾燥工程が必要、分離装置からの水漏れによる作業環境の劣悪化、重液の比重調整が高コストなどの問題を抱えているため、特に廃棄物処理企業の間で代替技術である乾式での分離技術を求める声が多かった。そこで我々は、固気流動層を用いた乾式比重分離技術を廃棄物の素材分離に適用できないかと考え、技術開発に至った。

固気流動層とは、粉の下から空気を送り込むと底から気泡が上がっていき、それにつられて粉が踊った状態（流動化した状態）のことを言う。粉の種類として、例えば、公園や海辺で見かける砂などが挙げられ、大きさは数百マイクロンが適している。後に述べる実用機では海辺の砂が実際に使われている。固気流動層は液体に似た性質（密度や粘度）を持ち、その中にもものを入れると固気流動層の見掛け密度より小さな密度のものは浮き、大きな密度のものは沈むために（図1）、廃棄物の素材分離技術として利用可能ではないかと考えた。様々な廃棄物を分離するためには、固気流動層の見掛け密度を制御する必要がある。そこで、密度の異なる2種類の粉を混ぜて用い、その混合割合を変えることで見掛け密度の制御を可能にした。また、じっとしている水とは異なり、固気流動層内では粉が激しく動いているため、その動きが安定したものの浮き沈みを妨げたりする。そこで、粉の下から送り込む空気の速さや粉の高さなどに注意し、なるべく粉の動きを穏やかにする工夫をした。そして、自動車や家電製品などを破碎したものを対象に固気流動層内での浮き沈みを調べ、廃棄物処理企業のニーズを満たす基礎試験結果を得るに至った。これらの基礎試験を行う一方で、固気流動層内から浮き沈みしたものをどのように取り出すかといった応用試験も行い、図2に示すような分離装置を開発して、分離に適した取り出し方やそれらの動かし方などを見出した。



図1 固気流動層内でのものの浮き沈み



図2 浮き沈みしたものを取り出すことが可能な分離装置

## 3. 実用化に至るまでの産学連携

本技術が実用化に至るまでの最初のポイントは、永田エンジニアリングとの出会いである。大学に身を置く筆者にとって、固気流動層内でのものの浮き沈みといったノウハウ的な研究はできても、装置開発に関しては、仮にアイデアは出せてもそれらを実現することは勿論のこと不可能である。永田エンジニアリングとの連携の始まりは10年以上前にさかのぼる。ノウハウの装置化を検討していた際に、湿式比重分離装置開発の実績がある同社と出会った。上記の乾式比重分離技術の競合技術とも言える湿式比重分離技術が専門で、独自装置の開発と販売の実績を持つ同社は、いわば敵（競合技術）を知っているという点で、単に装置化を専門とする企業よりも連携相手として相応しいと感じた。以後、表1に示す役割分担の下、

連携を進めた。大きく分けて、筆者らの岡山大学が基礎的なノウハウ部分を、永田エンジニアリングが応用的な装置開発を担ってきた。廃棄物リサイクルにおける産業事情及び市場の調査を各自で進めてきたことが特徴であり、それぞれの立場に見合った企業からの問い合わせがこれまでに多数あったのも事実である。また、永田エンジニアリングは、ユーザー視点における乾式比重分離技術導入の環境影響及び経済性の評価、販路開拓及び顧客への技術提案とサポートといったビジネス上では当然のことであるが筆者には非常に困難な役割も果たしている。なお、図2に示した装置は全て同社が設計・製造したものである。

表1 岡山大学と永田エンジニアリングの役割分担

●岡山大学の役割	●永田エンジニアリングの役割
<ul style="list-style-type: none"> <li>・乾式比重分離の基本原理の確立</li> <li>・廃棄物分離への適用に向けた基礎、応用実験による検討</li> <li>・基礎試験による廃棄物分離への技術適用性の検討</li> <li>・廃棄物分離に適した分離装置機構の提案</li> <li>・廃棄物リサイクルにおける産業事情及び市場の調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物分離に適した分離装置機構の基本設計及び開発</li> <li>・廃棄物分離を対象とした実証機の設計及び製作</li> <li>・実証試験による廃棄物分離への技術適用性の検討</li> <li>・商業機の設計、製作、及び試運転調整</li> <li>・廃棄物リサイクルにおける産業事情及び市場の調査</li> <li>・ユーザー視点における乾式比重分離技術導入の環境影響及び経済性の評価</li> <li>・販路開拓及び顧客への技術提案とサポート</li> </ul>

2つ目のポイントは、平林金属との出会いである。同社は我々の技術に早くから注目し、廃プラスチックの分離への適用に興味を持った。同技術が新聞に掲載され、記事を見た同社の方がその日のうちに筆者のところに駆け込んできたことを今でも覚えている。ここから、岡山大学・永田エンジニアリング・平林金属の連携がスタートし、図3の左に示す連続分離装置が平林金属において平成20年3月に廃プラスチック分離の実用機として稼働を始めた。また、翌年には、同じく平林金属において同図真中の装置が廃非鉄金属の分離用として実用化され、右の装置は北海道の廃棄物処理企業に導入されたものである。平林金属の役割は、分離前工程としての廃棄物処理に工夫を凝らすなど、より高効率な分離を実現するために欠かせない部分の検討であった。また、同社に装置見学のため訪問する数多くの企業があり、広報的な役割も果たしている。



図3 実用化された乾式比重分離装置

#### 4. おわりに

以上のように、連携企業との一連の技術開発を通じて実用化に至ったわけだが、これまでを振り返り、産学連携で最も重要なことは、信頼でき、しかも気の合う人々との出会いだと感じる。互いの弱点を補い合うという点で信頼できるパートナーでなければ仕事は進まず、1つの大きな目的に向かって進むという点でお互いの価値観を認め合う間柄でないと連携を維持するのは難しい。では、なぜ筆者が良き連携企業に出会えたかということ、単に運命とも感じる一方で、世に役立ちたいという強い気持ちを持って、地道に研究を続けてきたことに対するご褒美だとも感じる。今後は、本技術の海外展開を視野に入れ、連携企業と共に更に歩いていきたいと思っている。

#### 【謝辞】

本研究の基礎試験は科学研究費補助金（若手研究(B)15760614、若手研究(A)17686067）、応用試験はNEDO 産業技術研究助成事業（04A19506d、08E52501d）の助成を受けて遂行された。