

# 金属はどうやって リサイクルされるか

日本国内では年間2,840tの鉄スクラップが市中から回収されリサイクルされている(2014年度)。市中スクラップの鉄は非鉄金属、レアメタル、プラスチックなど多くの材料と共存しているため、純度の高いスクラップを効率よく得るためには、さまざまなノウハウが生かされている。今回は、東京都心にある産業廃棄物のリサイクル工場を訪ね、実際にどのようにリサイクルが進められているかを探ってみる。

首都圏の産業廃棄物が大量に集まる(株)リーテム東京工場。

## 首都圏の中央にあるリサイクル拠点

東京都大田区城南島。東京都心から南に約12 km、羽田空港から程近くに、東京都が全国から公募した建設廃棄物、家電廃棄物、食品廃棄物などのリサイクル処理施設が集まっている「東京スーパーエコタウン」と呼ばれる地域がある。この一角にあるのが(株)リーテムの東京工場であり、電気・電子機器

### 〈取材先紹介〉株式会社リーテム

1909(明治42)年、茨城県水戸市で再資源化事業を開始。1993(平成5)年、特殊破碎選別ラインを導入し金属プラスチック複合材のリサイクル技術を確立。2005(平成17)年、東京スーパーエコタウン(東京都大田区)に東京工場を建設し、大量処理能力を持つ東京工場と水戸工場の連携により廃棄物資源化のゼロエミッションを達成している。

長年の経験を生かした廃棄物再資源化事業と、コンサルティングを展開し、最近では小型家電リサイクルやレアメタル抽出分離技術にも取り組む。

などの金属系廃棄物の処理を行っている。この工場の特徴について、東京工場副部長の山崎敏一氏にお話をうかがった。「ここは首都圏のまん中にあり、毎日大量の廃棄物が集まります。これを高速に処理できることが、この工場の大きな特徴です。」

首都圏の中央にあって、大量の処理能力を持つ工場への期待は高く、1日864 tの処理能力を有する。また高品位な資源を得るために、同社の東京工場と水戸工場の特徴を生かした処理フローを確立している。具体的には、東京工場で先に鉄などの選別処理が行なわれ、残りの非鉄金属混合物は水戸工場が高品位処理が行われる、というフローである。これにより、搬入された廃棄物はすべて再利用され、ゼロエミッションを達成している。すでに小型家電リサイクル法の認定事業者(3ページコラム参照)に認定されており、毎年多くの見学者がここを訪れるという。

## 資源価値を高める手選別

それでは次に、廃棄物が実際にどのように処理されていくのか、順を追って見てみよう。

## リサイクル処理フロー (株)リーテム東京工場

## 受入



廃棄物の受け入れ。首都圏の工場や量販店、リース会社、自治体などからさまざまな廃棄物が搬入される。

## 手解体・手選別



最初は人の手で解体、選別が行われる。電線、蛍光管、電池、危険物などが選別される。



機械類の解体は、手作業でビスを1つずつはずしていくものもある。



電線



廃棄物を運んできたトラックは、工場の入り口で計量台の上に一旦停車する。入場時と退場時にトラックごと計量し、搬入した廃棄物の重量がわかる仕組みだ。

計量が終わると、トラックから廃棄物が降ろされる。この工場に搬入される廃棄物の多くは使用済み電気・電子機器などで、大型製品では自動販売機や銀行などのATM、複写機などがある。それ以外では、事務机やキャビネットなども多い。これらは、企業の事務所から持ち込まれたものや、メーカーで回収された廃製品のほか、自治体や量販店、リース会社などから使用済みの製品がまとめて排出されたものなどである。

降ろされた廃棄物は、最初に手解体および手選別が行われる。例えば機械類の場合は、電動ドリルなどの工具を使用し、破碎に適したものと、それ以外に選別される。そして破碎工程

以外のものは、同じ部品（配線コードやバッテリーなど）ごと、同じ材質ごとにまとめられ、専門のリサイクル会社に出荷される。この時点で選別される物は、冷媒のフロン、紙、プラスチック、蛍光管、電池、ワイヤーハーネス、CRTガラスなどである。細かく手選別されることにより、その後のスクラップに含まれる不純物の量を最小限に抑えることができ、資源価値を高めることが可能となる。

## 品質と効率を左右するオペレータの腕

手選別したスクラップはヤードに集められる。さまざまな種類のスクラップを重機ですくい上げ、破碎機の投入口に入れられる。しかし、単純に投入されているわけではない。

## 小型家電リサイクル法と認定事業者

使用済みの小型家電を回収、リサイクルするために制定されたのが小型家電リサイクル法(2013年4月施行)である。この法律では、排出者である一般家庭、回収者である自治体、さらに中間処理会社や金属製錬会社などの関係者が協力して廃棄物減量化と資源循環利用の推進を図ることを目指している。この法律において重要な

役割を担うのが、廃棄物の選別、資源化を行う認定事業者である。認定事業者は、有用金属の抽出が可能なりサイクル技術を有することや、高度な情報セキュリティ体制、広域の自治体との長期の取引が可能な財務的な裏付け、労働安全体制、周辺環境との調和、国内循環取引体制の完備など、さまざまな条件を満たしたリサイクル企業に対し国が認定する。2015年8月現在、全国で47事業者が認定されている。



## 破碎



破碎機オペレータ室からスクラップを見て、鉄、非鉄、プラスチックなどの材質がバランス良くなるように判断しながら指示し、重機運転者が破碎機に投入していく。



スクラップヤード。よく見ると自動販売機、業務用冷蔵庫、電子基板というように、さまざまな種類のスクラップが置かれている。全体の約5割(重量比)を鉄が占める。

## 集塵



集塵機では、スクラップ中のダストが回収される。ダストはガス化溶融炉にてサーマルリサイクルされる。

「スクラップの種類を見きわめてバランス良く投入することが、オペレータの腕の見せどころです。」と山崎氏は言う。この「バランス」がスクラップの質を確保するために重要な点である。集められたスクラップのほぼ5割を占めるのは鉄だが、残りの5割には種々の材質が混じっている。例えば、事務所のデスクなら木片が混じり、電子基板にはプラスチックや貴金属などが含まれる。

オペレータは、安定したスクラップ価値を維持することを考えて作業する。もし電子基板のスクラップが連続して投入されると、処理後の混合物には金などの含有量が増えて高価になる。金が混じったスクラップは、非鉄精錬所に売却されるが、安定した高値で引き取ってもらうためには、安定した含有量を維持することが必要である。

「バランスの良い投入」は破碎処理の効率を高めるのにも役立つ。プラスチックを多く含むスクラップは比重が小さく、破碎処理の効率が低下しやすくなる。これを防ぐには、比重の大きい鉄を適量混ぜると効果がある。また、鉄の含有量が多いスクラップを連続投入すると、破碎機に大きな負荷がかかる。ここでもまた「バランス良く」行うことが必要である。

スクラップ投入のため、破碎機のオペレータはヤード上方に

ある操作室から今あるスクラップの状態を把握し、次に投入すべきスクラップを選びながら重機運転者に指示を出す。

破碎処理されたスクラップは、風力選別が施される。この工程で集められたダストは回収され、ガス化溶融炉にてサーマルリサイクルされる。

### 瞬時に鉄を選別するピッキング

次に、スクラップは磁力選別機にかけられ、鉄スクラップのみが取り除かれる。また、その鉄スクラップ中の異物を除去するのに重要なのが、ピッキングと呼ばれる手選別である。ピッキングでは、作業者がベルトコンベア上のスクラップを手に取り、鉄とそれ以外とを選別する。鉄以外のものとしては布や銅線などがあるが、これらは回収され再度破碎される。

この後、回転ふるいや振動ふるいにより非鉄金属混合物が選別され、一部は非鉄製錬所に売却され、また一部は水戸工場に運ばれてさらに選別される。水戸工場では、これらがさらに細かく破碎され、鉄、ステンレス鋼、アルミニウム、金銀銅滓などの素材別に選別され、売却される。

## 磁力選別・ピッキング



磁力選別により、鉄スクラップが選別・回収される。



鉄スクラップ



ピッキングでは、鉄に絡みついた布や銅線を手作業で取り除く。この作業を経て得られる品位の高い鉄スクラップは、電炉メーカーや高炉メーカーに引き取られる。

電炉メーカー  
高炉メーカー

高品位選別  
〈水戸工場〉



鉄



金銀銅



アルミニウム



ステンレス鋼

## 高品位化への取り組みは続く

大量の廃棄物処理を行う東京工場でも、最近の廃棄物処理量はやや減っている。その理由として、資源価値のある物は廃棄前に回収されてしまうことや、工場の海外移転により国内の発生量が減ってしまうことが考えられるという。「高い価格で引き取ってもらうためには、資源の品位を上げないとならない。とくにスクラップ中に多く混在するプラスチックをいかに選別するかが当面の課題です。また今後取り組まなくてはならないのが、自治体の不燃ごみの資源化です。現在、自治体の不燃ごみの多くは埋め立てられています。これを分別回収して資源を回収できれば、埋め立て量を減らす効果も期待できます。」(山崎氏)

長年にわたる回収のノウハウや高度な選別技術。さらに、社会とのかかわりの中でいかに円滑にリサイクルを進めるか。リサイクルの現場には、今日も多くの課題に取り組む人々がいる。

●文 杉山 香里

## 回転ふるい・振動ふるい



残ったスクラップ(非鉄金属混合物)はふるいにかける。



「選別では機械と手作業を組み合わせることにより、付加価値を上げています」東京工場の山崎敏一氏。



ふるい取られたスクラップは、次の高品位選別へ送られる。

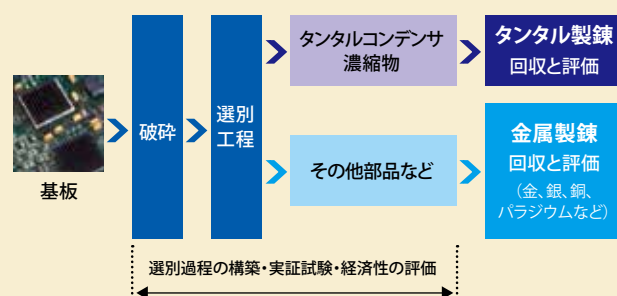
## ■ タンタルコンデンサの回収技術開発

タンタルコンデンサは小型で高性能化のため電子基板に多く使用されているが、使用後の回収方法が確立されておらず埋め立て処理されていた。国は、タンタルをリサイクル検討優先鉱種(5鉱種<sup>\*1</sup>)の1つに指定し、リサイクル技術の確立を目指した。そこでNEDO助成事業(2011年3月～2012年3月)として「電子基板等からのタンタル回収の実用化に向けた研究開発」事業<sup>\*2</sup>が実施された。この事業では、電子部品類の破碎選別工程などリサイクル工場のノウハウと、複管式気流選別機などの新しい技術を組み合わせ、タンタルコンデンサ濃縮物を回収する。これにより濃縮物中のタンタルコンデンサ含有率は90%以上を達成し、タンタル製錬会社での受け入れが可能との評価が得られている。



タンタルコンデンサはわずか3～7mm程度と小さい。

## ■ タンタルコンデンサ回収の流れ



\*1 5鉱種: タングステン、コバルト、タンタル、ネオジム、ジスプロシウム

\*2 (株)リーテム、産業技術総合研究所、早稲田大学などの共同開発