

回収効率と経済性向上を目指す

資源リサイクル

循環型社会の実現に向け、容器包装、家電、自動車など個別製品のリサイクル法の整備が進められてきた。2013年に小型家電リサイクル法が施行されたが、効率の高い小型家電の回収やリサイクルシステムを構築するため、新たな仕組みが検討された。今回はさまざまな製品や資源における、リサイクルの取組みについて紹介する。



製鉄所内のリサイクルに利用されるシャフト炉(左)と鉄スクラップ(右)

循環型社会形成に向けた法整備

経済の成長や人口増加に伴い、全世界の廃棄物の発生量は増大している。一例として、「世界の廃棄物発生量の推計と将来予測2011改訂版」(2011年、廃棄物工学研究所)によると、2050年には、世界の廃棄物発生量は2010年の2倍以上に達するとの見通しが発表されている。

日本では高度経済成長以降、廃棄物対策について、廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)の改正などにより対策が講じられてきた。それにもかかわらず、廃棄物の発生量が依然として膨大であること、廃棄物最終処分場の確保が困難であること、不法投棄が増大していること、などの問題は深刻化するばかりであった。

この問題の根本的な解決を目指し、「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の経済社会から脱却し、環境への負荷が少ない「循環型社会」の形成を目指すという方針が打ち出された。そしてこのための基本的な枠組みを定めた法律として、2000年

に循環型社会形成推進基本法(以下、循環基本法)が制定された(図1)。

循環基本法の中では、「廃棄物を排出するものがその適正処理に関する責任を負うべきである」という排出者責任や、「生産者が製品の生産・使用段階だけでなく、廃棄・リサイクル段階まで一定の責任を負うべきである」という拡大生産者責任という、これまでになかった理念が盛り込まれ、その後の廃棄物・リサイクル対策の基本的な理念となっている。

小型家電から有用金属を効率よく回収する

循環基本法に基づいてさまざまな施策の推進を図るため、2003年に循環型社会形成推進基本計画(第一次)が策定され、2008年に第二次計画、2013年に第三次計画が策定されている。このうち第三次計画では、これまでに盛り込まれた廃棄物の「量」に着目した施策に加え、循環の「質」に着目したことが大きな特徴である。具体的には、

- 1 リサイクルに比べ取組が遅れているリデュース・リユースの取組強化
 - 2 有用金属の回収
 - 3 安心・安全の取組強化
 - 4 3R*国際協力の推進
- 等が新たな政策の柱となっている。

このなかでも、レアメタルなどの有用金属の回収、資源確保は難しい課題であり、その解決策が各方面で模索されている。

私たちの身近にある携帯電話やパソコンなどの小型電気電子機器には多くの有用金属が含まれている。じつは、これまで世界中で採掘されてすでに地上にある資源量(地上資源)と、今後採掘が予想される地下の埋蔵量(地下資源)を比較すると、金や銀では、地上にある資源量の方が多くなっているといわれている(図2)。地下資源の価格は、年々高騰する傾向にある。しかし、これまで回収やリサイクルはほとんど行われてこなかった。その最大の理由は「経済的に見合わない」ということである。

経済的に見合うためには、効率の良いリサイクルをすることが必要である。回収される使用済み小型家電製品中に回収したい資源物質が多く含まれていれば回収効率は上がるが、含まれる量が多い金属には鉄、アルミニウム、銅などがあり、その他はごくわずかな量しか含まれていない。そのため、これまで、使用済み小型家電製品は、不燃ごみや粗大ごみとして収集され、埋め立てられていた。

そのほかにも、供給国の偏在による供給不安リスク、最終処分場の逼迫、廃棄物に含まれる鉛やヒ素などの有害物質の管理、などの問題が顕在化し、議論されてきた。

このような背景から、2013年に小型家電リサイクル法が施行された。小型家電に指定されるのは、携帯電話、パソコン、デジタルカメラ、電子レンジ、電気掃除機、炊飯器など、28品目である。これらの中から、自治体が回収品目を選定して回収するが、回収方法は自治体が決めることになっている。自治体では、回収の後、国の認定事業者へ引き渡す。認定事業者は中間処理と金属回収を行う。

「参加型」の小型家電リサイクル法

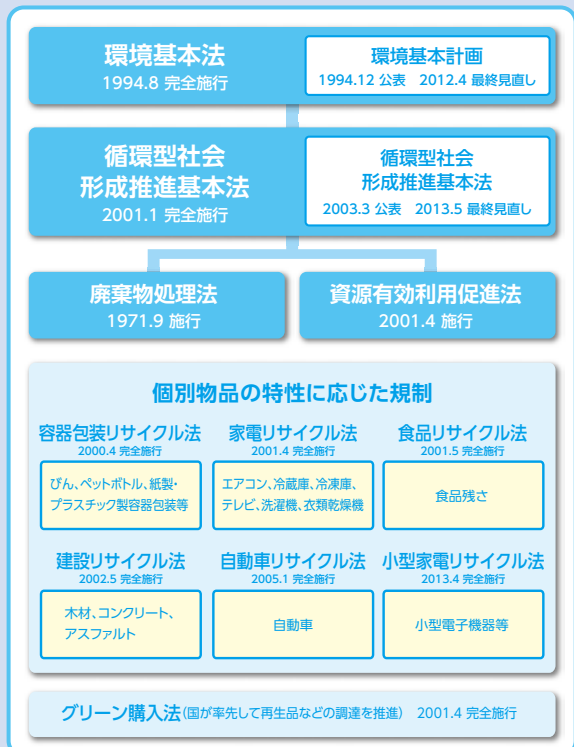
小型家電リサイクル法の仕組みは、すでに2001年に施行された家電リサイクル法と少し異なった点がある。

家電リサイクル法では、家電4品目(テレビ、エアコン、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機・乾燥機)をリサイクルの対象とし、製造者にリサイクル義務が課せられ、消費者に費用負担が求められ

日本のリサイクル法制の歴史

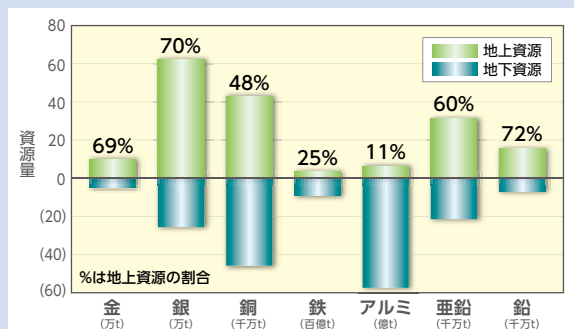
1993年、環境の保全を目的とする環境基本法が制定された。この基本理念にのっとり、とくに物質循環の確保等による循環型社会の形成のための施策を推進しようとするのが循環基本法である。その他に、容器包装、家電など個別物品の特性に応じたリサイクル法が制定されてきた。

循環型社会づくりを支える法体系(図1)



(環境省「第3次循環型社会形成推進基本計画」パンフレットを基に作成)

主な金属の地上資源と地下資源の推定量(図2)



すでに世界全体で採掘した資源量(地上資源)と、今後採掘が想定される鉱山の埋蔵量(地下資源)を比較すると、金や銀は地上資源の方が多くなっている。

(物質・材料研究機構資料を基に作成)

ている。一方、小型家電リサイクル法では、回収対象品目や、制度への参加を決めるのは、自治体に任せられている。このことから、家電リサイクル法は「義務型」、小型家電リサイクル法は「参加型」あるいは「促進型」の制度といわれることがある。

*3R: リデュース(Reduce)、リユース(Reuse)、リサイクル(Recycle)の総称。

リサイクルの取り組み①

消費者の心をつかんだ回収システム ―日本環境設計(株)―

これまでのリサイクルビジネスの多くは、大量かつ集中的に発生するスクラップや廃棄物を扱う、という形で動いていたが、回収の効率が低く、採算性が低いという問題があった。独自の視点から、衣料品を対象として効率の良いリサイクルビジネスを展開する企業の例を紹介する。

日本環境設計(株)(東京都千代田区)では、衣料品やタオルなどの繊維をリサイクルする事業を行っている。まず酵素を用いて綿からぶどう糖を抽出し、これを酵母で発酵させてバイオエタノールを作り出す。これはボイラー燃料として利用できる。さらにこの技術とは別に、使用済み携帯電話からプラスチックを熱分解して再生油を取り出す技術も開発した。

注目されるのは、原料となる衣料品を回収する方法である。

同社では、資源が循環するためには、だれにでもわかりやすく参加しやすい仕組みが必要との考えから、消費者の生活動線上に使用済み製品の回収拠点を置いた、いわゆる「環境動線」を設けることにより、生活の中に資源循環を組み込むための仕組みづくりに取り組んだ。

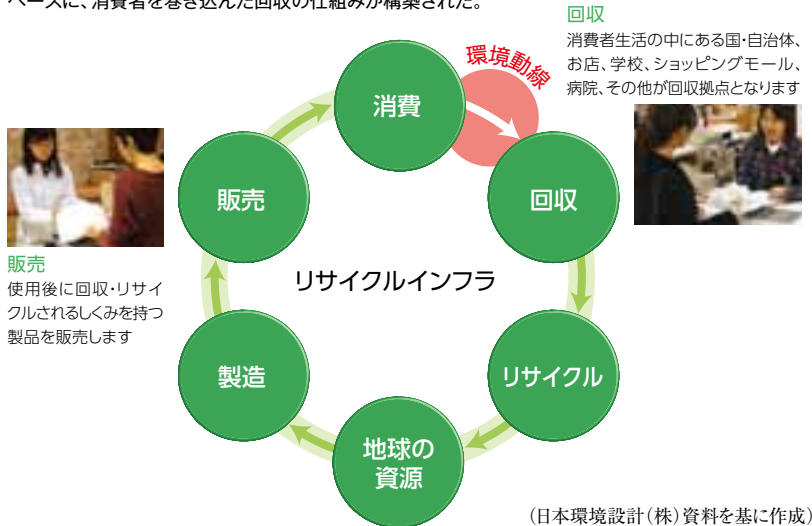
そこで、衣料品の小売店に回収拠点を設置してもらうとともに、ショッピングモールなどの地域とネットワークを通じて、幅広く回収への

協力を呼び掛けた。こうして、2010年にスタートしたのが「FUKU-FUKU プロジェクト」で、衣料、繊維製品をリサイクルしたい消費者と、環境活動を進めたい企業とを結んだ。衣料品回収のイベント化は、予想外の集客効果も生み出している。

2012年には、環境省と連携して実施しているプラスチック製品の回収実証実験である「PLA-PLUS プロジェクト」も開始し、消費者参加型のリサイクルビジネスはさらに広がりを見せている。

■日本環境設計の考える資源循環コンセプト

消費者の生活動線上に環境活動があるという「環境動線」の考え方をベースに、消費者を巻き込んだ回収の仕組みが構築された。



(取材協力: 日本環境設計(株))

また、小型家電リサイクル法には、国内にある資源のリサイクルの促進を図るという意味合いもある。使用済みの小型家電の一部は海外に輸出されることがあるが、海外で不適正な処分が行われ環境汚染の原因となるおそれがある。そこで資源ができるだけ国内で循環することができるような制度とすることにより、海外での環境汚染を防止するとともに、国内での有用資源の確保や、リサイクル産業の育成につなげることができるのではないか、と期待されている。

小型家電リサイクル法の施行後1年となる2014年4月に、環境省が小型家電リサイクル法に基づく使用済み小型電子機器等のリサイクルへの取り組み状況や課題を把握するため、全国の市町村に実態調査を行った。

それによれば「使用済み小型電子機器等の回収・処理の

取り組み」について「実施中」と回答した市町村は、前回調査(2013年4月)で19.6 %だったのに対し、今回は43.3 %と増加した。またその時点で「未定だが、どちらかという実施方針」と回答した市町村を含めると1,373市町村(全体の78.9 %)が参加の意向を示している。この結果は、新しい制度が浸透し、市町村による積極的な制度参加の取り組みが広がっているものと考えられる。

走り始めた小型家電リサイクル法だが、当初掲げられたような成果が上がるには時間がかかるかもしれない。しかし、自治体や市民の環境意識の高まりとともに次第に社会に浸透し、それが有用金属の回収効率の向上にもつながることを期待したい。

●文 杉山香里

リサイクルの取り組み②

シャフト炉を活用した鉄リサイクル —JFEスチール(株) 東日本製鉄所(京浜地区)

CO₂発生量の少ないシャフト炉

日本国内で一年間に排出される鉄スクラップは約4,900万 t(2010年)。そのうち4割は製鉄所や加工工場などで排出されるスクラップが占めている。製鉄所の中で、日常的に排出される鉄スクラップのリサイクルの例を紹介する。

神奈川県川崎市にあるJFEスチール(株) 東日本製鉄所(京浜地区) 扇島エリアでは、2008年8月からシャフト炉を稼働している。ここでいうシャフト炉とは、鉄スクラップを溶解する溶解炉である。外観は円筒形をしており、直径3.4 m、高さ23 mと国内最大級で、溶解能力は年間約50万 tである。

この製鉄所では現在、高炉一基が操業しており、大量の銑鉄を生産している。高炉は、一度操業を始めると長期間にわたり連続運転する。これに対しシャフト炉は、生産能力は小さいが、必要に応じて操業したり停止したりしやすい特徴がある。そこで現在、高炉とシャフト炉の両方で銑鉄を生産し、需要に合わせて高炉とシャフト炉の生産量を調整している。

シャフト炉では、原料の鉄スクラップと燃料のコークスを投入し、銑鉄を生産する。しかし、ここで使われるコークスは、高炉で使われるような還元材としての役割ではなく、あくまでも鉄スクラップを溶解するためだけの燃料である。そのため、コークスの使用量は、高炉に比べ少なく抑えることができる。そこでCO₂排出は高炉に比べ少なく、2分の1程度に抑えられる。

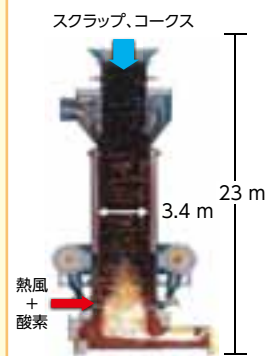
省エネルギーと資源リサイクルを両立

現在、シャフト炉で使われる鉄スクラップは、その多くが製鉄所内または自社やグループ会社から集められたスクラップである。また、発生場所によりスクラップの形状や含まれる成分が異なるため、品目ごとに置場をそれぞれ分別して管理している。

これらのスクラップは品目ごとに所定の割合で、コークスとともに同じバケットに入れられ、シャフト炉の上部から投入される。シャフト炉内部では、下部から600℃の熱風が炉内に



■シャフト炉の構造



シャフト炉の外観(上)と出鉄口付近(下)

吹き込まれ、コークスを燃やして出た熱によりスクラップを溶解する。できた溶鉄は溶鉄鍋に受け、次の製鋼工程に運ばれる。

シャフト炉の操業時には、排出するガスを回収し発電用ガスとして再利用しており、省エネルギーを図っている。また、ガス回収のための酸素濃度センサーや操業監視、環境監視のためのセンサーが取り付けられ、安全性や環境性能の向上が図られている。ここには長年の高炉操業で培われたノウハウが活かされている。

昔から鉄鋼業では、使用済みの鉄を溶かして資源を有効活用することが当たりまえに行われてきた。これに加え、CO₂排出量を抑え、さまざまなノウハウを活かして効率のよい操業を行うシャフト炉は、今後も多くのスクラップのリサイクルに活用されていくことだろう。



シャフト炉の材料ヤードには、プレスや切削後の端材など、工場発生スクラップが品目ごとに管理されている。鋼板のプレス端材(左)、切断くず(右)など多くのスクラップがリサイクルを待つ。

(取材協力: JFEスチール(株))