

# カナダ政府及び非鉄金属業界のリサイクルへの取り組み状況

ヴァンクーヴァー海外調査員 日高俊信報告

## 1. はじめに

1995年、カナダ連邦政府は、環境保護と持続的発展(Sustainable Development)の効果的な促進を目指して、「Auditor General Act」を改正し、連邦政府の各大臣に対し、持続的発展のための戦略策定要請を行った。

これを踏まえ、カナダ天然資源省(NRCan)はその他の省庁と連携しつつ、持続的発展戦略の一環としてのリサイクル政策に取り組んでいる。

以下、リサイクル促進に向けたカナダ政府の取り組み状況、リサイクル産業界の概要及びカナダ鉱山会社のリサイクルビジネスの概要について紹介する。

また、カナダ天然資源省鉱物・金属政策局(Mineral and Metal Policy Branch)上級スペシャリストのマイケル・グラハム氏がリサイクルセミナー(2001年4月、於:モントリオール)で発表した、循環型金属リサイクルの事例を参考資料として、添付する。

(\*)「Auditor General Act」は、カナダの会計検査院に関する法律であるが、この中で、環境及び持続的発展への取り組み状況のモニタリングと報告義務が会計検査院長に課せられている。

## 2. カナダ連邦政府の取り組み状況

### (1) 危険な廃棄物とリサイクル可能な廃棄物の区別

連邦政府は現在、リサイクル推進施策として、最終処分の対象となる危険性廃棄物と、回収対象となるリサイクル可能廃棄物との区別化を図るため、廃棄物とリサイクル可能原料を別個に定義すべく規則の原案を作成中である。

また、国際的活動として、バーゼル条約作業グループやOECDの廃棄物管理政策作業グループに参加しており、特に、バーゼル条約作業プログラムにおいては、リサイクル可能材料のリストアップやリサイクル可能材料の環境に安全な管理システムの確立の作業を行っている。

### (2) データベースの構築

天然資源省は、リサイクル業界と協議の上で、リサイクル対象物を、次の12の分野に区分している。

金属、 鉱物、 ペイント、 塗料、 インク、 紙、 液体、 化学製品、 ガス、 ガラス、 ファイバークラス、 プラスチック、 ゴム、 タイヤ、 油、 石油化学製品、 有機物、 織物、

この中で、金属に関しては、カナダの金属リサイクル産業向けに、登録会社の基本情報を提供するためのデータベースを構築しており、現在、約 3,000 のリサイクル関係会社(回収業、処理業、販売業、リサイクル業等)や個人が、データベースに登録されている。

データベースでは、会社名、住所、担当者名、電話番号、FAX 番号、E-mail、取り扱い製品名等が記載されている。

データベースは、同省のリサイクルホームページで公開しており、Web サイトは以下のとおりである。

[www.recycle.nrcan.gc.ca/recyclingdb.asp](http://www.recycle.nrcan.gc.ca/recyclingdb.asp)

(\*)データベースでは、「金属」は次のように細分されている。

アルミニウム、アルミ缶、自動車部品、バッテリー、バイメタル缶、黄銅、青銅、カドミウム、接触コンバーター、銅、絶縁電線・ケーブル、鉄、鉛・鉛合金、マグネシウム、ニッケル、貴金属、ラジエータ、レールスクラップ、ステンレス鋼、スチール、スチール缶、錫、チタニウム、トラック部品、亜鉛、大型家庭用電気具

(注)「鉱物」は、アスファルト、ボイラー灰、ボトムアッシュ、レンガ、カルシウム、カーボン/グラファイト/シリコン、粘土/磁器/セラミック、コンクリート、フライアッシュ、石膏/ドライ壁、石灰、石、タール等に区分されているが、データベース化はされていない。

なお、天然資源省、カナダ統計局及びその他連邦政府省庁は、カナダ国内のリサイクル可能な材料に関する年次統計調査の実施の可能性を検討するための作業グループを編成したが、本データベースは、この年次統計調査の出発点としても位置付けられている。

### (3) 研究開発の推進

天然資源省は、傘下の鉱物・エネルギー技術研究所(CANMET)と連携して、寿命切れ製品を大量にリサイクルするための技術開発を共同で行うよう、民間企業や他省庁に呼びかけている。

また、鉱業、精錬業及び石油業の主要機関であるカナダ鉱業学会(CIM;Canadian Institute of Mining and Metallurgy)が、天然資源省の研究者や政策専門家が産業界とともに活動するフォーラムとして機能しており、研究開発(R&D)を通して、リサイクルの推進を図っている。

## 3. カナダリサイクル産業協会の概要

カナダのリサイクル産業は、カナダリサイクル産業協会(Canadian Association of Recycling Industries : CARI)によって、代表される。

CARI は、連邦政府の指導の下、戦争物資の調達を目的として、カナダのスクラップ業者によって

1942年に設立された団体であるが、現在では、リサイクル関係企業の利益代表団体として、連邦政府への提言、啓蒙活動及び会員サービスとしての情報提供活動、教育・訓練活動、広報活動等を展開している。

CARIの会員は、リサイクル原料(廃棄物)の発生業者、処理業者、回収業者、再生業者、技術開発企業等によって構成されており、約3,000のリサイクル関係企業等が会員になっている。

CARIは活動(active)メンバーと非活動(non-active)メンバーによって構成されており、活動メンバーは、リサイクル原料の生産、購入、販売、処理等に係わる企業等であり、非活動メンバーは、リサイクル事業には直接的に従事しない政府機関や団体等である。非活動メンバーには投票権は付与されていない。

#### 4. カナダ鉱山会社のリサイクル事業

カナダの鉱山会社のうち、リサイクルをビジネスとして確立しているのは、Inco社(本社：トロント)とNoranda社(本社：トロント)である。

なお、両社ほどではないが、Cominco社(本社：ヴァンクーヴァー)も一部、リサイクルを行っている。

##### (1) Inco社のリサイクル事業

Inco社は、International Metals Reclamation Company(Inmetco)を1978年に設立し(本社：米国ペンシルバニア州エルウッド市)、金属関係廃棄物のリサイクル事業を行っている。

事業概要等は、以下のとおり。

Inmetco社の事業内容

##### a) ステンレス鋼工場の廃棄物のリサイクル

Inmetco社は、1978年にステンレス鋼製造工程からの廃棄物(ミルスケール、切り屑、アーク炉ダスト)のリサイクルに着手。これらの廃棄物は、同社が受け入れる廃棄物の大半を占めている。

##### b) 電池のリサイクル

Inmetco社は、米国EPAからカドミウムのBDAT(Best Demonstrated Available Technology)であるとの評価を受けている高温金属回収(HTMR)設備により、ニッケル-カドミウム電池等からカドミウムを回収している。

当該プラントから回収されるカドミウムは、ニッケル-カドミウム製造の原料に使用される。また、ニッケル及び鉄はステンレス鋼を製造するために使用される再溶解合金の原料になる。

Inmetco社が受け入れている電池は、鉄道、公益事業、軍隊、電話会社で使用される大規模な産業用電池からトランシーバー、携帯用電気道具、電気器具、医療機器、非常用点灯システムに使用される小規模ニッケル-カドミウム電池まで、多岐にわたっている。

c)電気メッキ及び表面仕上げ産業からの廃棄物のリサイクル

電気メッキ産業及び表面仕上げ産業からも広範な種類の廃棄物を受け入れている。主要な取り扱い廃棄物は、記載のとおり。

d)直接還元鉄(DRI)の生産

従来、廃棄物として扱われてきた炭素鋼を回転式炉床炉で直接還元して、鉄を生産する Direct Reduced Iron(DRI)技術を開発。

DRI は、スチール製造過程で生じる廃棄物から還元鉄及び有価金属の回収に活用されている。

Inmetco 社の主要製品

・カドミウム(商品名：Cadmet)

カドミウム回収プラントにより、ニッケル - カドミウム電池から、純度 99.95%のカドミウムを回収。回収されたカドミウムは、ニッケル - カドミウム電池の原料に利用される。

・再溶融合金(Remelt Alloy)

廃棄物から回収されたニッケル、クロム、鉄、モリブデンを利用して、ステンレス鋼の生産に使用される再溶融合金を生産する。再溶融合金は、主に Ni-Cr-Fe 又は Ni-Fe-Mo の形で含有される。

・スラグ

電気炉において副産物として産出されるスラグ(Ca、Al、Si、Mg を含有)は、道路の路盤や建設工事に使用される。

受け入れている廃棄物

ステンレス業界からの廃棄物、電気メッキ産業及び表面仕上げ産業からの廃棄物、及び使用済み電池等、多種多様な廃棄物を受け入れている。

主な廃棄物は、以下のとおり。

- ・ニッケル、クロム及びモリブデンを含有するスラッジやケーキ
- ・ニッケル及びクロム含有廃液
- ・ニッケル、クロム及びモリブデンを含有するダストや研磨粉
- ・ニッケル及びクロム含有触媒
- ・ECM(電気化学的研磨)及び EDM(放電加工)ケーキ
- ・ニッケル - カドミウム電池
- ・鉄 - ニッケル電池
- ・ニッケル金属水素化物バッテリー
- ・クロム - マグネサイト耐火煉瓦

- ・ドロマイト耐火煉瓦
- ・カーボン耐火物
- ・廃マグネシウム粉及び機械加工くず
- ・バグハウスバッグ
- ・メッキ操業からのフィルター
- ・その他

受け入れ可能な金属含有量の目安

ニッケル、クロム、鉄、モリブデン及びカドミウムを含有する廃棄物はケース・バイ・ケースで判断の上、受け入れられるが、含有量の目安としては、概ね以下のとおり。

	廃液(mg/l)	固形廃棄物 (%：ドライベース)
ニッケル	100 以上	1.3 以上
クロム	10 以上	5.0 以上
銅	1,800 以下	2.0 以下
リン	860 以下	0.05 以下
錫	400 以下	0.03 以下

その他

Inmetco 社は定期的にセミナーを開催しており、希望者は E-mail で常時、受付中。

(sales@inmetco.com)

セミナーは 9 : 30 から開始、事業内容等の説明の後、研究室や設備を見学。

ランチ(Inmetco 社がサービス)後にディスカッションを行った後、14 : 30 頃に、セミナー終了。

## (2) Noranda 社のリサイクル事業

Noranda 社は、外部からの廃棄物の受け入れによるリサイクル事業とアスベスト鉱山の廃さいからマグネシウムを回収するリサイクル事業を行っている。

Noranda 社の CCR 精錬所(ケベック州)で生産される銅及び金の 20%、銀の 15%、白金族の約 80%が廃棄物からのリサイクル原料から生産されている。

廃棄物の受け入れによるリサイクル事業

次の 2 種類のリサイクル事業を実施している。

### a) 電子機器のハードウェアのリサイクル

- ・Noranda 社は、1984 年に米国の Micro Metallics Corporation(カリフォルニア州サンホセ)を

買収。1996年にはコンピュータ機器のリサイクル会社である Hewlett-Packard(HP)社(本社：カリフォルニア州 Palo Alto)と Micro Metallics 社が、電子機器分野(パソコン、プリンター、スキャナー、サーバー等)のハードウェアの回収とリサイクルの推進を目的に戦略同盟を結成。その後 1997年には、両社がカリフォルニア州ローズビルに金属分離プラントを建設して、世界最大規模の電子機器ハードウェアのリサイクル事業を実施中。(処理量：年間 3,000万ポンド。労働者：200名)

- ・なお、リサイクルビジネス拡大のため、米国テネシー州ナッシュビルにも新たにハードウェア関連のリサイクル設備を設置して(200万USドル)、HP社と Micro Metallics 社が共同で事業運営を行う計画であり、2001年7月までには操業開始の予定。

#### b)鉛蓄電池等その他廃棄物からのリサイクル

以下の既設精錬所で廃棄物を受け入れ、リサイクルを行っている。

- ・ ブランズウィック精錬所(カナダ・ニューブランズウィック州)
- ・ CCR 精錬所(カナダ・ケベック州)
- ・ Gaspé 精錬所(カナダ・ケベック州)
- ・ Horne 精錬所(カナダ・ケベック州)

特に、ブランズウィック精錬所のバッテリー・リサイクル・プラント(処理能力：年間 18,000t)では、1999年には 11,500t の使用済みバッテリーを受け入れている。

また、これら精錬所が受け入れているリサイクル原料は、以下のとおりである。

#### 【銅・貴金属関連】

自動車スクラップ、ボールミル残さい、触媒、銅線、回路板、コンピューターモニター、家電品、銅メッキ鋼、硫酸銅、精鉱粉、スラグ、焼却炉灰、インゴット、ラジエーター、ドロス、スキミング、通信設備、その他

#### 【鉛関係】

鉛蓄電池、鉛ドロス、鉛スキミング、鉛含有灰、CRT ガラス、鉛 - 銀クラスト、珪藻土、バッテリープラント・スクラップ、サンドブラスト・グリット、フィルターケーキ、鉱石分析試験廃棄物、鉛スクラップ、貴金属関連インゴット、アンチモニー精鉱、錫 - 鉛ドロス、その他

#### 【シリカベース関係】

シリカ関連の残さい及び触媒、陰極線管、破碎ガラス、鋳物砂

#### 精錬廃さいからマグネシウムを回収

自動車重量の軽減化を図るためのダイカastingへのマグネシウム合金の需要増等を背景に、Noranda 社は、100年以上も前に廃棄処分されたケベック州 Danville のアスベスト鉱山の蛇紋石の選鉱廃さい(マグネシウム含有率：24%)からマグネシウムを回収するため、近接地に精錬プラント

(呼称：Magnolia)を建設し、2000年9月から生産を開始している。

現在、精錬プラントの24の電解槽のうち11が稼動中。同プラントは当初、建設費730百万ドルで、2001年にフル生産(年産：63,000t)の予定であったが、建設費は25%増の920百万ドルに増加し、フル生産体制も2002年まで延長された。

なお、最初のマグネシウムの輸出は、2000年12月に日本及びヨーロッパへ船積みされている。フル生産体制になった場合は、世界の供給量(40万t)の15%を占める見込み。

(注)マグネシウムの回収法

選鉱廃さいの蛇紋石を酸浸出し、ろ過液(塩化マグネシウム液)を精製、乾燥して、粒状の塩化マグネシウムを生成。

これを電気分解することにより、金属マグネシウムを生産。

### (3) Cominco 社のリサイクル

Cominco 社のトレイル精錬所では、年間、約200万個(約15,000t)の鉛蓄電池をリサイクルしており、同精錬所から産出される鉛の15%はリサイクル原料によるものである。

なお、会社としてはリサイクルをビジネスとして確立している状況にはなく、ここ数年来、コンピューター、通信設備、貴金属関連スクラップ及びその他の金属廃棄物の引き取り要請がなされてきているが、これらの処理設備を有していないため、適当な価格で引き取ったり、場合によっては、処分費用相当を徴収して引き取ることもある模様。

### 【参考】

循環型金属リサイクルの事例(天然資源省鉱物・金属政策局、上級環境スペシャリスト、マイケル・グラハム氏の論文から抜粋、翻訳)

生態学的な効率を高く維持すると同時に、社会のニーズに見合った財とサービスを提供するためには、企業は2つのシンプルな問いを自らに課す必要がある。一つは、製品やサービスをどのように再設計すれば、ライフサイクルにおいて多元的に、しかも大きく改善できるのか。もう一つは、自らに最大限の価値をもたらすには、そのうちどのデザインを採用すべきかということである。Dowヨーロッパのクロード・ファスラーによると、生態効率を改善するには、6つの可能性があるという。

- 1) 密集を低減する。
- 2) 人体及び環境への潜在的な危険性を低減する。
- 3) エネルギーの集中度を緩和する。
- 4) 廃棄物の再利用と復元率を高める。
- 5) 資源の保全を促進し、再生可能な原料の使用を進める。
- 6) 寿命を延ばし機能の幅を広げる。

製造工程におけるエネルギーの回収、工業用水の完全循環、製品ユニットもしくは原材料の再資源化および再利用など、リサイクルはこれら 6 つの可能性のほとんどで、カギとなる役割を担っている。

金属、鉱物などの原料は、永遠にリサイクル可能な物理特性、化学特性、構造特性を有しており、企業が製造工程や原料の精製過程で資源を回収やリサイクルしている例は多数あるが、そのうちの一例を以下に紹介する。

#### 電気アーク炉(EAF)ダストのリサイクリング

ホースヘッド・リソース・デベロップメント(HRD)社は 1986 年、ホースヘッド・インダストリーズ社(本社：ニューヨーク)の子会社として発足。HRD 社は 2 段階式高熱処理技術により、小型製鉄所から発生する危険性廃棄物の電気アーク炉(EAF)ダストを原料として鉄、亜鉛のリサイクルを行っている。HRD 社はまた、EAF ダストを現場で再資源化する小型のユニットを使う、焰色反応炉工程(Flame Reactor Process)と呼ばれる二次的な再資源化技術も所有している。

小型製鉄所では鉄くずを再資源化しており、その生産量は北米で生産される鉄鋼全体の 43%を占めている。小型製鉄所が引き取る鉄くずの主成分は亜鉛メッキ鋼であり、車体や電化製品から出たものである。鉄くずをリサイクルする際に、EAF ダストは鉄鋼生産量 1t あたり 20~50 ポンド(約 9~23 kg)の割合で発生する。EAF ダストはカナダ及び米国政府が危険性廃棄物として指定しており、再資源化されないとしたら、安全対策を施した危険性廃棄物埋立地で処理されるしかない。しかし、EAF ダストは最高で亜鉛 25%、鉄 45%、スラグ構成化合物 25%を含む。この貴重な原料である EAF ダストが、小型製鉄所と HRD 社のリサイクル業をまさに理想のカップルとして結び付けている。

HRD 社は独自の 2 段階式回転炉工程と、特許を取得している焰色反応炉工程を併用している。第 1 段階は Waelzing として知られているもので、粗製亜鉛酸化物を生産する。この亜鉛酸化物は煅焼と呼ばれる第 2 段階でさらに精製される。Waelzing ではまた、鉄をふんだんに含んだ金属材料が発生し、セメント生産においては鉄資源として、またアスファルト業では骨材として、また、EAF による鉄鋼生産の鉄原料として再利用することができる。この鉄は、「Quick Iron」と呼ばれ、小型製鉄所にとっては、コスト効率の高い代替原料となっている。粗製亜鉛酸化物は、煅焼工程を経て煅焼亜鉛を形成し、その後亜鉛精錬所に送られる。煅焼亜鉛は最高で 65%の亜鉛を含み、粒状に生産される。

粒状の煅焼亜鉛はその後、ホースヘッド・インダストリーズ社の子会社であるジンクコーポレーション・オブ・アメリカ(ZCA)社に送られ、有用な亜鉛製品へと精錬される。ZCA は HRD 社からの供給以外にも、亜鉛メッキ業者からのスクラップ、スキム、ドロスといった副産物を活用している。乾式冶金亜鉛工場である ZCA は、これらの材料を亜鉛金属、酸化物、粉末などに加工してさまざまな産業に供給し、亜鉛は日常使われる消費財の一部に姿を変える。例えば、酸化亜鉛の微粒子は、

薬品や化粧品に使われている。

### 消費者向けニッケル - カドミウム電池のリサイクル

充電式電池リサイクル協会(Rechargeable Battery Recycling Corporation : RBRC)のプログラムは、米国では 1995 年、カナダでは 1998 年から開始された。両国とも、ニッケル - カドミウム(Ni-Cd)電池のリサイクル促進のためには、規則の変更が必要であったが、リサイクルの導入後、1,500 万ポンド(約 680 万kg)分の Ni-Cd 電池が埋立地行きを免れている。

RBRC は非営利の公益法人であり、以下に取り組んでいる。

- ・ 充電式電池リサイクルプログラムの実行、管理、コンサルティング。
- ・ Ni-Cd 電池メーカー、販売業者及び回収業者に対し、リサイクルに関する問題の解決策を提供する。
- ・ 充電式電池の回収、輸送、リサイクルが環境に安全であることを確認する。
- ・ 非常に効果的なマーケティングと広報プログラムを通じて充電式電池のユーザーを教育し、Ni-Cd 電池のリサイクルの利点の啓蒙を図る。

RBRC は家庭用と業務用に使用される電池を対象に、2 種類の主要なプログラムを提供している。プログラム参加者はライセンス料を支払い、これをリサイクル促進のための市民教育、マーケティング、その他のプログラム拡大のためのイニシアチブなどに充当している。参加企業はライセンス数にして 290 社(充電式電池業界の 90%)を数えており、プログラムに参加しているメーカーや流通業者は政府機関認定の証として、電池のパッケージにプログラムのマークを印刷している。

マークはシール部分に 800 ナンバー(無料電話番号)が記されており、ユーザーに最寄りの回収所を案内している。回収制度は、小売、企業、公共機関、地域レベルで設立されている。

本プログラムの成功のためには、消費者の参加が不可欠であり、そのため、RBRC はその資金の多くをマーケティングとプロモーション活動に注いでいる。

1999 年には、ホームハードウェア、シアーズ、オーチャードサプライのような全国展開をしている小売業者の参加数が 26 にまで増加した。北米の店頭およびコミュニティ回収所は 29,000 か所に上り(住民 10,240 人に 1 か所の割合)、市民教育がどれほど行き渡っているかは、RBRC ホームページのヒット数が 1 か月当たり 2,000 件に上り、2 億 5,000 万を数える印刷物が発行されていることに表れている。消費者ホットラインの利用は月平均で 3,400 件。1999 年の目標(回収量)は 380 万ポンド(約 170 万kg)、2000 年には 440 万ポンド(約 200 万kg)まで引き上げるのが目標である。

### コピー機のリサイクル

オランダのランクゼロックス社は 1987 年、コピー機のリサイクル施設を設置した。このプログ

ラムは現在、ゼロックス社の製品スチュワードシップ(管理)哲学の一部として世界中に広がっている。機器の再製造と部品の再利用がゼロックス社の「廃棄物ゼロ製品(Waste-Free Product)」の目標達成に向けた戦略の基盤となっている。これは解体の簡便性、高耐久性、再利用と再資源化といった概念を製品デザインに盛り込むことで実現されている。

これによってゼロックスは製品や部品の寿命時の可能性を最大限に活用できるようになり、今日では製品の90%は再製造が可能である。本プログラムのおかげで、1998年は1億4,500万ポンド(約6,600万kg)が埋立地行きを免れた。またゼロックス社にとっては年間数億ドルもの利益につながっている。

このプログラムが直面してきた壁の一つが、リサイクル部品を使用した製品は新品を使ったものに劣るという消費者の誤解である。ゼロックス社はこの誤った認識を、再利用の部品の品質と信頼性について消費者を教育し、さらに環境に対する利点を説くことで克服した。

リサイクル部品の使用の有無に関わらず、全ての製品が性能、品質、信頼性において同一の要件を満たしていなくてはならない。リサイクル部品を使用したゼロックス社の製品は新品と同様の製造ラインに載せられ、厳しい最終検査も同様に受ける。ゼロックス社の全製品は、新品か再製造品かの如何を問わず、完全品質保証が付いている。

ゼロックス社のパートナー、富士ゼロックス社もまた、再利用と再資源化の価値を認めており、再利用・リサイクルプログラムとして優れた引取り/再利用リサイクル向け設計制度を確立している。1998年には部品の再利用率20%を達成し、27の新製品モデルにリサイクル部品を使用。同社の目標は2000年末までに再利用率50%、リサイクル部品を使った製品56モデルを達成することである。

ランクゼロックス社は、品質面と環境面におけるリーダーシップは不可分であるとの見地から、持続可能性の課題に取り組んでいる。在ヨーロッパの工場のうちいくつかは、製品のライフサイクル管理および廃棄物ゼロオフィスプログラムに基づき、ISO 14001環境管理システム認証を受けている。