

## 第3章

# 発生抑制および再資源化

### 3. 発生抑制及び再資源化

#### 3.1 現状

##### 1) 不十分な行政の法執行

ルーマニアでは、環境管理の枠組みが整えられている段階で、まだ工場の排水、排煙、廃棄物管理への行政の規制、監視が十分ではない。ルーマニアの工場では、いわゆるエンドパイプ的な公害防止設備は十分に設置されていない。排水又排煙中は相当量の有害物質を含んでおり、有害廃棄物と認識されていない相当量の有害廃棄物が排水、排煙とともに、排出されていると推定される。(ミッシング有害廃棄物)。法規制が強化され、エンドパイプ公害防止設備が十分に設置されれば、上記ミッシング有害廃棄物が捕捉され、有害廃棄物としてカウントされることになる。更に、有害廃棄物の収集、輸送、リサイクル、処理、処分などの基準が現時点では存在しないし、設備も不足している。この様な条件下で、有害廃棄物排出事業所では、有害廃棄物の適正管理、リサイクル、処理、処分に関する認識が不十分である。

##### 2) 低い有害廃棄物3Rのレベル

一部の廃棄物は、工場内である程度リサイクルされているが、一般的な有害廃棄物の処理方法は、工場内で保管、埋め立てされるか、非有害廃棄物と一緒にオフサイトで埋め立て処分されるかである。また非有害資源ごみ収集、リサイクル業者が引き取り、不法に処分、投棄されている可能性がある。工場内での保管、埋め立ての前処理として、汚泥の脱水など初歩的な廃棄物の減量化は行われているが、工場内の非有害廃棄物と有害廃棄物の分別すら不十分であり、全体的に HW の 3 R は低い段階に留まっているといえる。

(有害廃棄物の分別は 3 R の第一歩である。) OECD の報告書“Progress in achieving basic capacity level for cleaner production in CEEC/NIS”<sup>1</sup>, によれば、ルーマニアは他の中欧、東欧の国に比べて、クリーンプロダクションに関する基本的な能力レベルは劣っている。

##### 3) 有害廃棄物リサイクル業者の不足

工業資源省リサイクル委員会 (National Commission for Material Recycling, Ministry of Industry and Resource) に登録されているリサイクル業者は、現在 414 社ある。非有害資源ごみのオフサイトのリサイクルは、社会主義の時代には国の統制を受け、活発に行われていた。革命後は、多少の後退があったが、社会主義時代の遺産を受け継ぎ、活発に行われていると推察される。一方、NCMR に登録された有害廃棄物の Recycle 業者は、廃油の再生、非鉄金属の 2 次精錬、廃鉛バッテリーから鉛のリサイクル業者であり、いわゆるリサイクルが容易な有価金属を比較的多く含んでいる有害廃棄物に限られている。

<sup>1</sup> 「Progress in achieving basic capacity level for cleaner production in CEEC/NIS」<sup>1</sup>  
OECD/OCDE 1998 CEEC; Central and Eastern European Countries,  
NIS; New Independent States」

表 3.1.1 リサイクル業者の数

(複数のカテゴリー可)

| Category                                    |                    | No. | Remark |
|---|--------------------|-----|--------|
| Collection and sorting of recyclable wastes | Iron scrap         | 258 |        |
|   | Non-ferrous scrap  | 131 |        |
|   | Paper & cardboards | 82  |        |
|   | Glass              | 29  |        |
|   | Plastic            | 63  |        |
|   | Rubber             | 35  |        |
|   | Textile            | 35  |        |
| Waste oil regenerator                       |                    | 3   |        |
| Secondary smelter of non-ferrous metals     |                    | 87  |        |
| Acid lead batteries                         |                    | 3   |        |
| Total                                       |                    | 414 |        |

出展：リサイクル委員会（NCMR） 工業資源省

#### 4) オフサイトでの再資源化への障害

オフサイトでの再資源化への障害は下の様に纏められる。

- 適正管理の法的フレームワークは確立される途中段階にある。法律は存在するが、実際の規則、基準などは策定される途中である。
- PPP原則は実行されていない。廃棄物排出事業者は環境問題より経済問題を優先している。
- ある種の有害廃棄物排出事業者は有害廃棄物である廃油を廃棄物ではなく、製品と考えて、高い価格での販売を期待している。
- 環境に優しい廃棄物の処理、処分はほとんど行われていない。（管理されていない最終処分又は焼却、他の製品、廃棄物に混合し、外部へ販売するなど。）有害廃棄物発生量などの報告システムは不透明現状では発生が報告され、収集されている廃棄物の量が少なく、セメント産業にとっては廃棄物処理・リサイクルのための投資のインセンティブがない。廃棄物の収集、輸送、前処理を専門とする業者が不足している。

言い換えれば、有害廃棄物管理が不十分であり、適正管理体制が確立していない。潜在的な処理・リサイクル業者は適正に処理・リサイクルされるべき有害廃棄物の量に関する情報がなく、コストなどを正しく見込めない。適正管理体制の確立が必要である。

## 3.2 有害廃棄物管理の階層及びその利益

### 3.2.1 有害廃棄物管理の階層

廃棄物管理の基本原則は3Rを優先し、最終残渣は無害化し環境に戻すことであると広く認識されている。また、3Rの中でも廃棄物になる前の原料、製品の段階から廃棄物の発生を抑制することを最優先する考えが一般的になっている。廃棄物管理における、上記の流れを受けて、OECDでは、Reduce, Reuseをより細かく Strict Avoidance, Reduction at Source, Product Re-use 分け、この3種類の活動を Waste Prevention と名づけている。図3.2.1にOECDのWaste Preventionの概念、3Rとの関係、優先順位を表す。

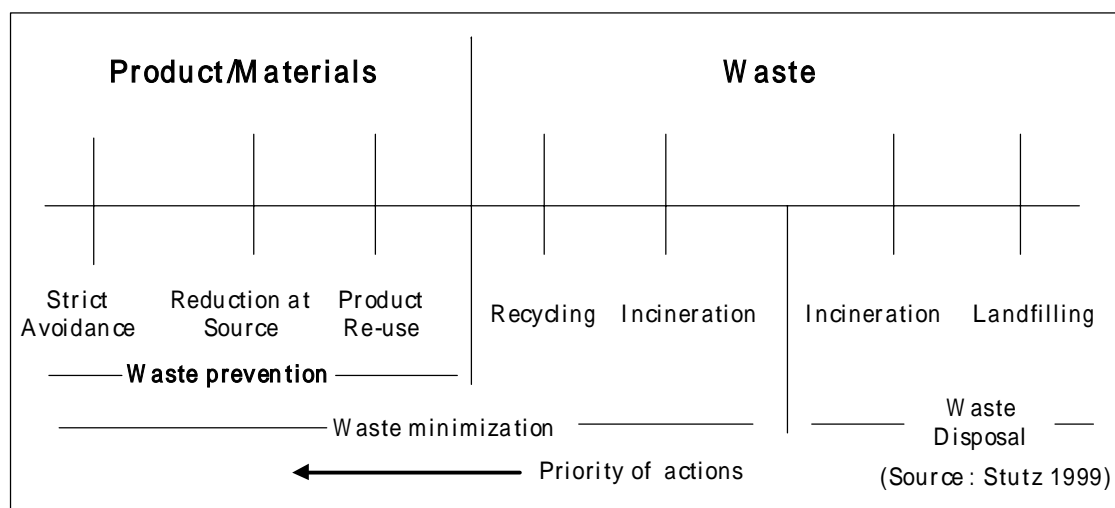
Strict Avoidance は有害物質の実際の削減又は生産、消費、輸送の段階で材料及びエネルギーの削減により完全な廃棄物の発生抑制を図る。

Reduction at source は、有毒、有害な物質の使用量の最小化又は 材料、エネルギー消費量の最小化を図る。

Product re-use は製品のオリジナルの目的又は代替目的で製品を再利用する。

ルーマニアは2010年EU加盟を目指しているが、EU廃棄物枠組指令(96/350/EC)第3条には、優先順位として以下の様に設定されている。

1. 発生抑制
2. 再使用、再資源化又はサーマルリサイクル
3. 処理、処分



出典：JICA 調査団

図 3.2.1 廃棄物の発生抑制

### 3.2.2 有害廃棄物発生抑制のベネフィット

有害廃棄物の発生抑制は、当該企業にとっては、単に廃棄物管理コストの削減に留まらず、省資源、省エネルギーの効果があり、生産コストの削減に繋がる。特に中小企業の環境保全対策にとっては、有力な戦略であることが認識されている。原材料、設備、プロセスの改善、変更には、投資なしでできる部分もあるし、投資金額を低く抑えられることも可能である。社会にとっては、有害廃棄物の排出量が減量することにより、収集、保管、処理、処分に必要な材料、エネルギー、設備が減少し、最終的に環境への有害物質負荷の減少に繋がる Win-Win（コストと有害ポテンシャルの削減）アプローチである。

### 3.3 目的

有害廃棄物の発生抑制及び再資源化の一般的な目的は以下の様に考えられる。

- 健康と環境へのインパクトの最小化
- 原材料の利用率の向上により、生産性の向上
- 上記活動の結果、生産コストの削減
- 天然資源の保護

### 3.4 戦略

#### 3.4.1 基本的なアプローチ

有害廃棄物排出事業所にとって、有害廃棄物発生抑制、再資源化にインセンティブが必要である。このようなインセンティブをどのように与えるかについての基本的アプローチを以下に示す。

- 高い有害廃棄物処分コスト
  - 有害廃棄物の処分に高いコストを支払っている排出事業者には有害廃棄物の発生量抑制のインセンティブとなる。戦略：適正処理の法執行は廃棄物の抑制及び再資源化の促進に重要である。
- 不法リサイクルマーケットの縮小
  - ルーマニアでは、廃油が不法に販売され、再利用されるマーケットが存在している。これは、ルーマニアの環境、健康に悪影響を与えている。
  - この様なマーケットの存在は、廃油排出業者にセメントキルンでの適正処分又はサーマルリサイクルへのコストの支払いへのデスインセンティブとなる。戦略：廃油の不法リサイクルを抑えるための法の執行及び意識向上が重要である。

- 環境行政機関による法規制執行の遵守
  - ルーマニアでは数年の内に EU の総合公害防止指令（IPPC directives）が施行される。ルーマニアの企業は環境許可を得るために総合公害防止指令を遵守しなければならない。

戦略：環境監査局の監視、監査が重要である。
- 生産性向上及び生産コスト削減の可能
  - 廃棄物の抑制及び再資源化は生産性向上及び生産コスト削減に寄与する。
  - 工場は上記に関する意識の向上が必要である。

戦略：排出事業者の意識向上が重要である。
- 工場従業員及び住民の安全、健康のレベル向上が可能
  - 廃棄物の抑制及び再資源化は工場従業員及び住民の安全、健康のレベル向上に寄与する。
  - 工場は上記に関する意識の向上が必要である。

戦略：排出事業者の意識向上が重要である。
- より良いコーポレートイメージ
  - IPPC 遵守証明書や ISO 14001 認証により、コーポレートイメージは良くなる。
  - コーポレートイメージが良くなることは、ビジネスの拡大に助けとなる

戦略：良い事例の創出（IPPC 遵守によりコーポレートイメージの改善、ビジネスチャンスの拡大の成功例）とその普及が重要。

### 3.4.2 3つの優先産業セクターでの廃棄物抑制及び再資源化の方策

有害廃棄物の発生抑制及び最小化戦略は、環境、産業、資源の価格、商業、教育など多くの方針を統合する必要がある。この様な方針を進めるには、下表に示すいくつかの方策がある。

表 3.4.1 有害廃棄物の発生抑制及び最小化の行政施策

| Instrument category   | Example   |
|---|---|
| Regulatory instrument that mandate specific behavior                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specified and negotiated compliance</li> <li>• Negotiated agreement</li> <li>• Reporting requirement (such as PRTR)</li> <li>• Auditable Environmental Management System (EMS) (such as ISO 14000)</li> <li>• Public voluntary program</li> <li>• Industry Codes of Practice (such as Responsible Care)</li> </ul> |
| Market-based instrument that act as incentive for particular activities | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxes, charges and fees</li> <li>• Liability rules</li> <li>• Subsidies</li> </ul>   |

| Instrument category  | Example  |
|--|--|
| Information-based instrument that seek to change behavior through the provision of information | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion of high-profile demonstration project such as cost-saving by waste minimization</li> <li>• Encouraging educational institute for preventive management</li> <li>• Public disclosure of environmental performance</li> <li>• Eco-labeling schemes</li> <li>• Training of waste minimization</li> </ul> |

出典：JICA 調査団

効率的な有害廃棄物発生抑制及び最小化戦略は、これら手段を適正にミックスすることにより達成できる。有害廃棄物発生量調査の項で述べたごとく、ルーマニアにおける優先産業セクターは非鉄金属製錬産業、化学産業、電気メッキ、表面処理プロセスを持つ産業である。次項はこれら産業セクターの簡単なレビューである。

### 1) 非鉄金属製錬産業

かつて、非鉄金属製錬産業は最も公害の酷い産業と見なされていた。また、まだ大量の廃棄物を発生している。歴史的に非鉄金属製錬所はバイアマーレ周辺などに立地する国内の鉱山から産出する精鉱を処理していた。しかし、国内鉱山が閉山したり、製錬に不向きな処理コストの高い鉱石の比率が増加してきたため、最近では輸入精鉱やリサイクル原料へとシフトしつつある。廃棄物の発生抑制及び最小化の観点からは、この現象は原料がよりクリーンな原料へと転換することを意味する。技術的観点からは、非鉄金属製錬産業は重金属を含んだ有害廃棄物の最も包括的なリサイクル、処理設備である。この観点からすると、非鉄金属製錬産業から資源リサイクル産業への転換を推進することは適切な戦略である。

### 2) 化学産業

化学産業はルーマニアで最も盛んな産業の一つである。そして、典型的な装置産業である。しかし、一般的に海外のコンペティターに比べて多くの設備は老朽化し、プロセスは古い。化学産業の有害廃棄物発生抑制及び最小化は、設備、プロセスの近代化の中で達成され、単純な操業レベルの改善では、多くは達成できないと考えられる。他方、設備の近代化には多額の投資が必要である。化学産業の多くの工場がまだ国営企業であり、この様な近代化投資は、国が化学産業をどの様に考え、再建していくかの方針に依存している。単純な法的アプローチでは、適切な方法ではない。レスポンシブル・ケア活動の様な産業セクターの自主的な活動と設備近代化の資金調達に関する産業振興方針のミックスが適切な戦略であろう。

### 3) 電気メッキ、表面処理プロセスを持つ産業

電気メッキ、表面処理プロセスは種々な製造、組立産業ではよく使われるプロセスである。この種のプロセス・産業は、ルーマニアでは今後投資が多くなるに連れて、増えてゆくと考えられる。化学産業と違って、有害廃棄物発生抑制及び最小化

には大きな投資が必要ない。更に、これら有害廃棄物発生抑制及び最小化方策は、工場のコスト削減に繋がる WIN-WIN 型解決法である。適正な法規制及び水使用など資源価格の適正化の方針がこの WIN-WIN 型投資の機会を増やすであろう。マーケットベース及び情報ベースの方策の適切なミックスがこの産業セクターの有害廃棄物発生抑制及び最小化を推進するはずである。

次表に優先 3 産業セクターに対する適切な有害廃棄物発生抑制及び最小化戦略を纏める。

表 3.4.2 3つの産業セクターにおける有害廃棄物発生抑制及び最小化戦略

|  | Regulatory  | Market-based   | Information-based  |
|--|---|--|--|
| General for waste prevention and minimization  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strengthening of enforcement by EPI</li> <li>• Strengthening of hazardous chemical management and restriction</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establishment of CP fund</li> <li>• Provision for CP consulting services</li> <li>• Utilizing exiting facilities in terms of HW management</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation of CP information network</li> <li>• Implementation of demonstration project</li> <li>• CP information seminar, workshop</li> <li>• Strengthening of national CP center</li> <li>• CP training</li> </ul> |
| Priority to Non-ferrous smelting industry      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restrict improper recycling of waste battery</li> <li>• Enforcement of dust emission from furnace facility</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase economic feasibility of heavy metal recycling by charges/fee and subsidies provision</li> </ul>  |  |
| Priority to Chemical industry                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promote self-regulated Industry Code practice such as "Responsible Care"</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provision of modernization fund</li> </ul>  |  |
| Priority to Electroplating & surface treatment | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strengthening of waste water monitoring and regulation</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequate resource pricing policy for water consumption</li> </ul>   |  |

出典：JICA 調査団

### 3.4.3 オンサイト

#### 1) クリナープロダクション技術の普及

有害廃棄物のオンサイトで発生抑制及び最小化を進めてゆく具体的な方策として、排出事業者でのクリーナープロダクション技術の普及が重要であることは、言うまでもない。ただ、多くの国（特に発展途上国）で必ずしも成功している訳ではない。CP Technology の普及には、行政の規制、CP 振興策の提供に加えて、有害廃棄物発生事業所の環境管理意識の向上が欠かせない。表 3.4.3 に行政の取るべきクリーナープロダクション技術推進方策を纏める。



表 3.4.3 クリナープロダクション促進策

| Bottleneck              | Measures for encouragement  |
|-------------------------|---|
| Information, Technology | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulation of CP information network among government organizations, industries, universities and research institutes.</li> <li>• Implementation of demonstration projects</li> <li>• Provision of CP information (Seminar, workshop, exhibition etc)</li> <li>• Establishment of organization in charge of CP promotion</li> <li>• Establishment of national/regional CP centre</li> </ul> |
| Consulting Education    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provision of CP training</li> <li>• Fostering and licensing of CP consultant</li> </ul>  |
| Fund                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establishment of CP fund (Provision of special loan for introduction of CP process, equipment, facility and improvement to CP process, equipment, facility)</li> <li>• Provision of subsidy or grant for CP consulting service</li> </ul>  |

出典: 連携促進事業(クリーナープロダクション)報告書、2001 年 JICA

Cleaner Production に関する調査、振興策の策定はそれ自体が一つの大きなプロジェクトの規模であり、今回の MP 調査の範囲には入りきらない。CT 振興策の中から、今回の MP 調査に関連した次の二つの A/P を提案する。

特定の産業セクターでは、原材料、設備、プロセス、技術が同一か似通っているため、工場ベースより産業セクターベースの CP 振興策の策定及びその実施が有効なケースが多い。特にルーマニアの場合、金属メッキ工程や金属表面処理工程を持つ工場からのスラッジなど有害廃棄物が量的に多く、問題であるため、金属メッキ工程や金属表面処理産業の廃棄物発生抑制推進プラン（アクションプラン E1）を提案する。このアクションプランは No2 パイロットプロジェクトの成果、結果を利用することが可能である。また、アクションプラン K1 では、有害廃棄物管理を改善する投資への資金調達メカニズムの創設を提案する。

## 2) 有害廃棄物監査の導入

オンサイトでの有害廃棄物適正管理を進めるためには、環境監査制度が必要であり、有害廃棄物監査の導入が有効である。表 3.4.4 に有害廃棄物監査のチェックリストの例を示す。環境・水保全省はそのガイドラインを整備する必要がある。

表 3.4.4 有害廃棄物監査のチェックリスト

|              |         |   |   |
|--------------|---------|---|---|
| Objective    |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• To grasp present situation of HW generation, type and amount of HW</li> <li>• To grasp present situation of treatment and disposal of HW</li> <li>• To grasp present situation of HW prevention and recycling</li> </ul> |   |
| Scope        |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• All the HWs generated from factory concerned</li> <li>• From all the production processes to final disposal</li> </ul>   |   |
| Check points | General | • Management system   | Usual, Unusual, Emergency                   |
|              |         | • Segregation   | Types, Place                                |
|              |         | • Annual treatment and disposal cost  | On-site & Off-site                          |
|              |         | • Treatment and disposal flow   | On-site & Off-site                          |
|              |         | • Management contractors  | Amount & type                               |
|              | HW type | • Annual generation amount  | Amount, Situation of prevention & recycling |
|              |         | • Legal and regulation  | Situation of legal compliance               |
|              |         | • Treatment & recycling   | Treatment, dispose and recycling method     |
|              |         | • Cost  | Treatment, dispose and recycling cost       |
|              |         | • Pollution prevention equipment  | Operation & Maintenance                     |
|              |         | • Monitoring equipment  | Operation & Maintenance                     |

出典：田中ほか、1999 年

### 3) レスポンシブル・ケア活動の普及

先述のごとく、化学産業では単なる法規規制は適当な方策ではない。業界、工場側の自主的な活動 “ レスポンシブル・ケア活動 ” を提案する。(アクションプラン E3 参照。)

## 3.4.4 オフサイト

### 1) 既存セメントキルンの利用による有害廃棄物の処分・リサイクルの推進

表 3.4.5 は有害廃棄物発生量調査結果の内、一般的にセメントキルンでの処理・リサイクルが可能と考えられる有害廃棄物の種類と量である。その量は年間約 79 万トン、国内有害廃棄物発生量の 2/3 を占める (A,B を合計した量)。特に、廃油類に分類される廃棄物は 58 万トンにも達し、有害廃棄物の約 49%に相当する。

ルーマニアでは 4 社のセメントクリンカー及びセメント製品製造会社があり、プラントの数は 9 である。既に 4 社とも民営化され(欧米セメントメジャーの傘下)クリンカー製造能力は年間 11 百万トンである。2000 年クリンカー製造実績は約 6 百万トン、プラントの稼働率は約 50%強である。図 3.1.1 はルーマニアのセメントプラント、石油製油所、非鉄金属製錬所の位置を示す。9 箇所のセメントプラントはルーマニア国内広く分布していることが分かる。ルーマニアのセメント産業でもスラッジ類の原料代替、廃タイヤ、廃油類の燃料代替廃棄物などリサイクル、処理に進出していきたい意向をもっており、2002 年 10 月には CIROM<sup>2</sup>及びルーマニアのセメント会社 4 社が主催し、セメント産業の廃棄物リサイクル、処理に関するセミナーが開催された。

<sup>2</sup> CIROM; Cement Industry and Other Mineral Products for Constructions Owner's Association

表 3.4.5 セメントキルンで処理・リサイクル可能な有害廃棄物

| Waste Type      | Waste Name                                       | Quantity (ton/year 2002) |   |
|-----------------|--|--------------------------|---|
| Acid            | Acid   | 40                       |   |
| Asbestos        | Asbestos   | 25,463                   |   |
| Chemical        | Sludge containing chemicals                      | 22,467                   |   |
|                 | Waste water containing chemicals                 | 18,471                   |   |
| Cyanidic Waste  | Cyanide containg heavy metals other than Cyanide | 47                       |   |
|                 | Cyanide  | 9                        |   |
| Explosive       | Explosive  | 40                       |   |
| Halogens        | halogen wastewater                               | 4                        |   |
|                 | Halogenated sludge                               | 2,591                    | B |
|                 | Sludge (Halogenated sludge)                      | 4,385                    | B |
|                 | Sludge containing halogenated solvents           | 64                       | B |
| Cr6+            | Cyanide-free liquid waste containing chromium    | 18,363                   |   |
| Infectious      | Infectious                                       | 16,750                   |   |
| Lead            | Lead battery                                     | 12,777                   |   |
| Metal           | Al dross   | 6,239                    |   |
|                 | Al dust  | 30,400                   |   |
|                 | Boiler dust                                      | 52                       |   |
|                 | Copper dust                                      | 304                      |   |
|                 | Copper slag                                      | 164,766                  | A |
|                 | Lead   | 13                       |   |
|                 | Lead dross                                       | 14,573                   |   |
|                 | Lead dust  | 9,375                    |   |
|                 | Lead slag  | 107,045                  | A |
|                 | Metal sludge                                     | 13,160                   |   |
|                 | Other non-ferrous dross                          | 13                       |   |
|                 | Sludge (Metal sludge)                            | 834                      |   |
|                 | Zn dross   | 3,729                    |   |
|                 | Zn dust  | 308                      |   |
|                 | Zn slag  | 2,517                    | A |
|                 | Sum  | 353,328                  |   |
| Oil             | Acid tar   | 1,797                    | B |
|                 | Emulsion   | 44,903                   | B |
|                 | Machine oil                                      | 256                      | A |
|                 | Oil  | 30,421                   | A |
|                 | Oil (Engine or gear oil)                         | 453,507                  | A |
|                 | Oil (Engine or gear oil) chlorinated             | 16                       | B |
|                 | Oil (Hydraulic oil)                              | 6,085                    | A |
|                 | Oil (Hydraulic oil) chlorinated                  | 1                        | B |
|                 | Oil medium                                       | 1,295                    |   |
|                 | Oil sludge                                       | 27                       | A |
|                 | Oily water                                       | 140                      |   |
|                 | Still bottoms                                    | 7,417                    | B |
|                 | Tank bottom sludge                               | 26,341                   | A |
|                 | Tar  | 10,564                   |   |
| Organic         | Organic solvents                                 | 1,693                    | A |
|                 | Paint without halogen solvent                    | 32                       | B |
| Other inorganic | Casting sand                                     | 19,932                   | B |
|                 | Catalyst   | 39                       |   |
|                 | Filter clays (waste activated clay)              | 502                      | A |
|                 | Photo fix  | 10                       |   |
|                 | Scale  | 32                       |   |
| Other organic   | Machine emulsion                                 | 331                      |   |
|                 | Organic chemicals                                | 2                        |   |
|                 | Pesticide packageing                             | 25                       |   |
| PCB             | Transformer containing PCB                       | 513                      |   |
| Sludge          | Sludge   | 105,576                  | B |
| WWT             | Sludge (Waste water treatement)                  | 18,523                   | B |
| Total           |  | 11,288,078               |   |

A;Applicable,B;Possible

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 3.4.1 セメントプラント、石油製油所、非鉄製錬所の分布

現状では、有害廃棄物のリサイクル業者の数及びリサイクルできる廃棄物の種類が非常に限られている。また、有害廃棄物管理の法規制が強化され、適正な処理・処分施設が整備されるのは容易ではない。その様な状況下では、数多くの廃棄物が処理・リサイクル可能であり、廃棄物がほとんど発生しないセメント産業の活用を優先とすべきである。

Volume 1 の Annex1.2 に示した様に、日本のセメント産業ではセメント製品 1 トン当たり約 300kg の廃棄物を利用している。更に、現在セメント産業ではこの利用率を 2010 年には、400kg に引き上げようと努力している。この数字を使うとルーマニアのセメント産業は有害廃棄物を含む年間 3 百万トンの廃棄物を処理・リサイクルできることになる。ルーマニアでは 2 つのセメント製品製造会社(Holcim and Lafarge Romcim) がパイロットスケールで廃棄物の利用を開始している。しかし、ビジネス規模はまだ小さい。廃油を手始めとして、セメントキルンでの廃棄物利用を促進するために、アクションプラン G1 を提案する。このアクションプランの目的は、廃油の管理に関して、排出事業者や住民の意識の向上が目的である。

## 2) 既存非鉄金属精錬所を利用した含重金属廃棄物のリサイクルの促進

先述のごとく、ルーマニアでは、非鉄金属製錬産業は大きな有害廃棄物排出業者である。他方、同国には ISP プロセスや塩化揮発 (KOWA プロセス) など非鉄金属の山元還元・リサイクルに適したプロセスを持つ製錬所がある。これら非鉄金属製錬所は重金属含有廃棄物の潜在的なリサイクラーと見なされよう。不十分な公害防止設備しか持たず、リサイクル委員会からも許可されていない非合法リサイクル業者の規制強化と同時に、これら非鉄金属製錬所をリサイクルビジネスへ参画させることが必要である。

表 3.4.6 非鉄金属を主とする精錬所の状況

|                 | SOMTRA   | ROMPLUMB  | PHOENIX   | UVCP   |
|-----------------|--|---|---|--|
| Location        | Copsa Mica   | Baia Mare   | Baia Mare   | Turunu Megrere   |
| County          | Sibiu  | Maramures   | Maramures   | Teleorman  |
| Ownership       | Private  | Government  | Private   | Government   |
| Operation       | Pb・Zn<br>ISP process   | Pb<br>Blast Furnace   | Cu<br>Outokump<br>Flushing Furnace  | Pyrite treatment<br>(Chloride vaporization<br>process),<br>( Producing raw material<br>for steel industry)<br>Recovery of Cu,Au,Ag<br>etc. |
| Raw<br>material | Pb & Zn<br>Concentrate.;135<br>thousand ton/year<br>Internal Wastes;44<br>thousand ton/year<br>Zn Scrap;11<br>ton/year | Pb concentrate; 28<br>thousand ton/year<br>Internal Wastes<br>External Wastes;2<br>~ 2.5 thousand<br>ton/year<br>Ratio: Conc.:<br>Internal Waste:<br>External Wastes=<br>60%: 2 ~ 6%: 10 ~<br>15% | Blister Cu from<br>another Cu<br>smelter<br>( Ampellum<br>smelter)<br>Recyclable Cu<br>scraps | Pyrite ash;160 thousand<br>ton/year  |

|                    | SOMTRA   | ROMPLUMB  | PHOENIX   | UVCP  |
|--------------------|--|---|---|---|
| Product            | Capacity<br>Refined Pb; 38<br>thousand ton/year<br>Refined Zn; 57<br>thousand ton/year | Capacity<br>Pb bullion; 20<br>thousand ton/year | Capacity<br>Electrolysis Cu;<br>40 thousand<br>ton/year | Iron oxide pellet; 130<br>thousand ton/year<br>Cement Cu; 50<br>ton/month<br>Au & Ag Gypsum; 50 ~ 60<br>ton/month |
| Internal<br>Wastes | Blue powder<br>Zn-Pb Dross<br>Dust<br>Pb Slime<br>Cu matte<br>Cu-Pb Dross<br>Slag      | Dross<br>Dust<br>Slag                           | N/A   | N/A   |

出典: JICA 調査団

### (1) 製錬所の内部有害廃棄物の発生抑制及び設備改善

有害廃棄物発生量調査結果では、廃鉛バッテリー及び含重金属廃棄物の量は年間約 366 千トンである。この内、銅、鉛、亜鉛スラグは 274 千トン、残りの約 92 千トンがスラッジ、ドロス、ダスト等である。スラグに関しては、次の方策を提言する。

- セメント産業での原料代替利用の促進（スラグ中の有価金属量の低下及び細粒化）
- 物理化学的安定性及び高比重の特質を利用し、建設資材への利用促進

非鉄金属製錬所にとっては、設備の改善、近代化及び内部廃棄物の発生抑制を図りながら、リサイクル工場としての基盤の強化が必要である。表 3.4.7 に No1 パイロットプロジェクトで行った各製錬所の有害廃棄物管理、廃棄物最小化の提言を纏める。

表 3.4.7 非鉄金属製錬所の有害廃棄物管理、廃棄物最小化の提言

|                    | Issues   | Recommendation   | Cost<br>(Million US\$) | Remarks   |
|--------------------|--|--|------------------------|---|
| S.C. ROMPLUMB S.A. | Slag management & utilization                                    | Slag management<br>Check the elution in compliance with EU standards<br>Slag utilization<br>Raw material for steel and cement<br>Substitute material for sand blasting<br>Construction material<br>Filling of caisson            | —                      | Amount of generation in 2001; Approximately 30,000 ton<br><br>Slag is inert glass substance. There are several utilization applications shown in left column. However social barrier and cost competitiveness exists for utilization. If official organization cooperates with non-ferrous metal smelters for technology development and so on, it can be step forward. |
| RBG PHOENIX S.A.   | Wastewater treatment<br>sludge storage                           | Check the elution in compliance with EU standards<br>Improvement of storage facility<br>Reduction of sludge generation in case of re-start of the smelting process<br>Introduction of heavy metals fixing by roasting the sludge | —                      | It is not generated yet. (Historical wastes), Storage quantity; Approximately 4,000<br>Roof, wall and pit of storage pond<br>1st stage neutralization pH; 3 (1st stage; Gypsum, 2nd stage; Sludge)<br>Roasting condition; >900 °C, >10 min  |
| S.C. SOMETRA S.A.  | Reduction of Zn-Pb dross   | Improvement of ISF operation<br>Check below items<br>Cokes strength<br>Charging height of ISF<br>Proper size of sinter lump  | —                      | Amount of generation in 2001; 12,200 ton  |
|                    | Reduction of blue powder   | Proper rotor immersion depth<br>Flow gas modification  | 0.4                    | Amount of generation in 2001; 11,343 ton  |
|                    | Reduction of Pb-Cu dross   | Shortening the de-copperization time<br>Elemental sulphur copperization<br>Treatment of speiss   | 0.1                    | Amount of generation in 2000; 6,100 ton   |
|                    | Improvement of powder product handling                           | Mixing of dry and wet powder<br>Moisture content adjustment improvement  | 1.5                    |   |
|                    | Slag management & utilization                                    | See S.C. ROMPLUMB S.A.   | —                      |   |
|                    | SO <sub>2</sub> emission improvement (Sulphuric acid production) | Construction of sulphuric acid plant   | 32                     | Rough estimation of initial cost; 32 Mill. US\$<br>Modification of sintering machine; 1.5<br>Dry electric precipitator; 3.5<br>Sulphuric acid plant; 24<br>Cooling facility; 1<br>Waste acid treatment; 2   |

出典: JICA 調査団

## (2) 製錬所の外部有害廃棄物のリサイクル

### a. 廃鉛バッテリー

ルーマニアにおける廃鉛バッテリーのリサイクルの問題点を挙げる。

- 硫酸電解液の不法投棄  
廃鉛バッテリー中の硫酸電解液は収集の過程で不法に投棄され、廃鉛バッテリーは REMAT や他のリサイクル業者には空の状態（硫酸電解液がない状態）で集められている。硫酸電解液の不法投棄による水質及び土壌汚染が懸念される。
- 不法な鉛 2 次リサイクル業者の存在
- 2 次鉛製錬業者及び鉛バッテリー製造業者の不十分な公害防止設備

対策は、不法リサイクル業者の規制の強化及び収集、輸送システムの設立に重点を置く必要がある。現在、ルーマニアでリサイクルしている鉛は鉛含有量 99%以上の精製鉛ではなく、鉛 - アンチモン合金である。この鉛 - アンチモン合金は、鉛バッテリーの電極に使えるだけである。もし鉛 1 次精錬所が廃鉛バッテリーのリサイクルに参画すれば、より価格が高い精製鉛が製造可能である。MF バッテリー（ノーメンテナンスバッテリー）が普及してくると、精製鉛の製造が必要となってくる。鉛 1 次精錬所のビジネスへの参画が必要である。鉛 1 次精錬所では、排水処理設備を持っていることから、これを利用できれば、新たな中和設備の投資なしで、硫酸電解液の中和が可能である。

### b. 他の含有重金属有害廃棄物

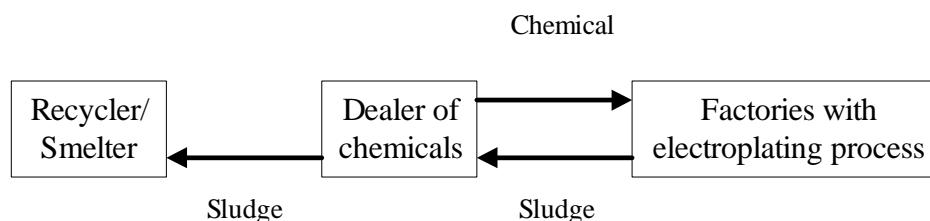
もし、収集運搬システムが存在すれば、比較的高い品位の廃棄物は通常の商業ルートでのリサイクルが可能である。問題は有価金属の含有量が低い廃棄物である。下記は、電気メッキスラッジの様な金属品位の低い廃棄物リサイクルの障壁である。

- 水分が高い      スラッジの乾燥が必要      高コスト
- 各工場からの発生量は少ない。      スラッジの収集運搬には多大の労力が必要である。
- 工場毎、ロット毎の金属含有量が変動する。  
リサイクラー及び製錬所での定常操業が難しい。  
成分の分析、混合、均一化が必要
- 天然資源枯渇への意識が不足

環境保全の観点からは、このような品位の低い廃棄物のリサイクルは重要である。このため、収集運搬システムを作ること及び発生業者、収集業者、リサイクラー、非鉄製錬所の協力が必要である。次図は、逆収集運搬システムの概略図である。電気メッキ工程を持つ工場は、メッキ薬品が必要であるが、メッキ薬品を届ける時に、逆流通法で、スラッジを引き取り、ある程度溜まったらリサイクラー又は非鉄製錬所へ運搬する。REMAT をこのシステ



ムに組み入れることも可能である。スラッジ、ダストなど低金属含有量廃棄物のリサイクルに非鉄金属製錬所の役割は重要である。



出典: JICA 調査団

図 3.4.2 電気メッキスラッジの逆流通システム

### (3) 今後の課題

#### a. 低含有量廃棄物リサイクル

低含有量廃棄物の中のあるものは、非鉄金属精錬所で原料、副原料、製錬所内部廃棄物や外部の廃棄物と混合することにより、技術的にはリサイクル可能である。しかし、リサイクルの推進には、次の項目の検討が必要である。

- 逆流通システム
- 排出業者の意識向上
- 非鉄製錬所の廃棄物リサイクルへのインセンティブ
- 中間業者、ブレンダー、収集業者の育成
- 中間保管方法

#### b. 潜在的にリサイクル可能な含非鉄金属廃棄物

次表は日本の電気炉煙灰の分析例である。電気炉は、鉄スクラップのリサイクルでは普通に使われる炉である。鉄スクラップは多くの場合、溶融亜鉛メッキ、電気亜鉛メッキを行われているので、鉄スクラップリサイクルで使用される電気炉煙灰は20%以上の亜鉛を含んでいる。この電気炉煙灰は組成が複雑でないこと、発生量が比較的多いことなどの理由により、2次亜鉛（特に酸化亜鉛）の重要な資源となっている。前述のごとく、現状、ルーマニアではこの煙灰は公害防止施設などで捕捉されず、煙灰発生施設周辺に飛散していると想像される。今後、法執行が強化されるにつれ、廃棄物として認識されると考えられる。これら潜在的にリサイクル可能な含重金属廃棄物の量などの調査が望ましい。

表 3.4.8 日本の電気炉煙灰の分析例

| Element | Content (%) | Element | Content (%) |
|---------|-------------|---------|-------------|
| Zn      | 22.5        | Fe      | 32.0        |
| C       | 3.6         | Cr      | 0.36        |
| Cu      | 0.2         | Pb      | 2.2         |
| Ca      | 2.6         | Cl      | 3.1         |
| Cd      | 0.02        | F       | 0.25        |
| Si      | 1.6         | O       | 24.9        |

出典: JICA 調査団

### c. 非鉄金属産業の持続発展性

一次原料（精鉱）なしでは、非鉄金属精錬所は操業を続けることはできない。このことは、外部廃棄物のリサイクルもできないことになる。既存非鉄金属精錬設備を利用して、含重金属廃棄物のリサイクルを進めるには、非鉄金属精錬所の持続発展性が重要になってくる。この意味で、ルーマニアの非鉄金属産業の振興、再活性もまた必要になってくる。

### 3) リサイクル設備整備促進

廃油、廃アルカリ、廃酸及び有機溶剤は、他の国では、通常オフサイトでリサイクルが行われている廃棄物である。ルーマニアの産業構造が重工業・化学産業から機械・電気製造、組立産業に変化すれば、これらの廃棄物が将来増えてゆくものと思われる。ルーマニア政府はこれら有害廃棄物のリサイクルを促進し、設備を整備する方策を策定する必要がある。

## 参考文献

M. Tanaka et al., 1999, Outline of Waste Management, Japan Environmental Measurement and Chemical Analysis Association

国際協力事業団、2001 年、連携促進事業（クリーンプロダクション）報告書