

〔報告〕

蛍光X線分析を用いた小型電子機器等の簡易定量分析

茂木 敏 山崎 幸一

1. はじめに

東京都内において不燃ごみとして廃棄される小型電子機器には、多くの希少金属が含まれており、その多くが埋め立てられている。¹⁾

こうした天然資源の持続的な利用や有害物質の管理などの目的で、希少金属の分析方法について、いくつかの報告がされているが²⁾、実際の不燃ごみ等を分析した事例は少ない。また、分析方法については、現在のところ公定法がなく、目的に応じた分析方法の確立が求められている。

分析の目的としては、金など高価な金属の取引、有害物質の管理、製錬施設などのリサイクル先の選定等が考えられるが、自治体等が資源循環施策の計画・実施を行う上では、リサイクル先の選定等に必要な精度で、より安価な分析方法が求められる。

エネルギー分散型蛍光X線分析(以下 EDX という。)は、分析装置としては比較的安価であり、対象試料の作成や取り扱いが簡易なことから、欧州において2005～2006年に実施されたWEEE指令及びRoHS指令等への対応で用いられ、近年、普及が進んできている。また、土壌中の全ひ素や全鉛の定量方法として、JIS にも追加されてきている³⁾⁴⁾。

このため、本調査では EDX を使い、東京都内で不燃ごみとして廃棄された小型電子機器に含まれる希少金属等の分析を試みたので、その結果について報告する。

2. 調査方法

分析対象とする小型電子機器等は、携帯型電子機器のほか、将来的な資源循環可能性を考慮し、設置型の音響機器や調理家電なども含め、やや幅広く対象として、不燃ごみ中から採取した表1のA～Eの5区分、28項目から合計100検体とした。

EDX は SEA1200VX(エス・アイ・アイナテクノロジー社製)を用い、簡易定量分析手法としてファンダメンタルパラメータ法(FP 法)を用いた⁵⁾⁶⁾。試料の破碎及び粉碎には、それぞれ、ウイレー式粉碎機(池田理化社製)、高速振動試

料粉碎機(シー・エム・ティー社製)等を用い、得られた微粉末試料をハンドプレスにより15t/cm²の圧力を加え、表面の平滑な試料ディスクを作成しEDX 分析用試料とした。

破碎が難しい金属部品等については、別途個別に分析を行い、樹脂等の金属以外の成分については、強熱減量(600℃、2時間)により算出した。

対象元素(以下、「希少金属等」という。)としては、レアメタル47元素⁷⁾のうちEDX で分析が不可能なリチウム、ベリリウム、ホウ素を除いた44元素、及び資源循環コストに影響力の強い金、銀、銅を加えた47元素とし、各区分ごとに対象試料重量当たりの各元素の重量比として各元素の含有率を算出した。

表1 分析対象小型電子機器等

区分	対象試料	n
A: 携帯型電子機器	01:デジタルカメラ, 02:ビデオカメラ, 03:ポータブル音楽プレーヤー, 04:ポータブルテレビ, 05:ポータブルDVDプレーヤー, 06:ポータブルラジオ, 07:電子手帳・PDA・電子辞書, 08:ボイスレコーダー, 09:携帯電話, 10:電卓	37
B: 情報・通信・音響機器 (携帯型を除く)	11:ゲーム機, 12:電話機(携帯電話以外のもの), 13:カーナビ, 14:ワープロ, 15:プリンター, 16:スピーカー, 17:ラジカセ, 18:HDD, 19:ファクシミリ	24
C: 調理・生活家電	20:電気ポット, 21:電気炊飯器, 22:電気掃除機, 23:電気式シェーバー	7
D: その他のレアメタル含有機器等	24:リモコン, 25:電子機器付属品(アダプタ等), 26:回路基板, 27:その他のレアメタル含有機器等	22
E: その他のレアメタル含有廃棄物	28:ステンレス素材を主体とした製品	10

3. 調査結果及び考察

各区分毎の分析結果(平均値)を図1～5に示す。

区分A～区分Dまでの電子機器では、区分A(図1)の携帯型電子機器が、最も希少金属等の種類が多く見

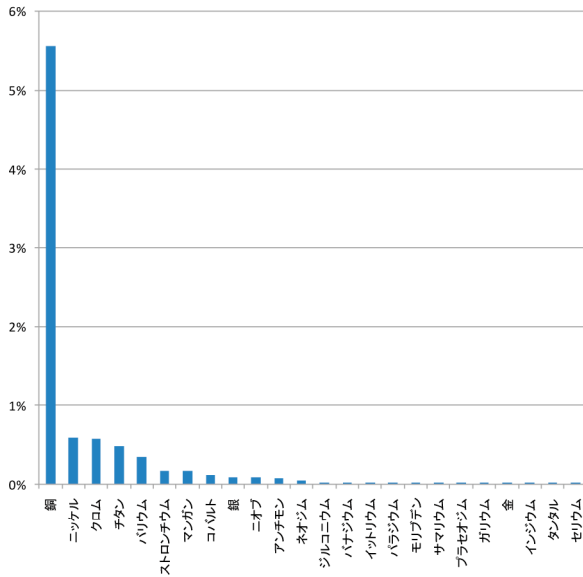


図1 携帯型電子機器

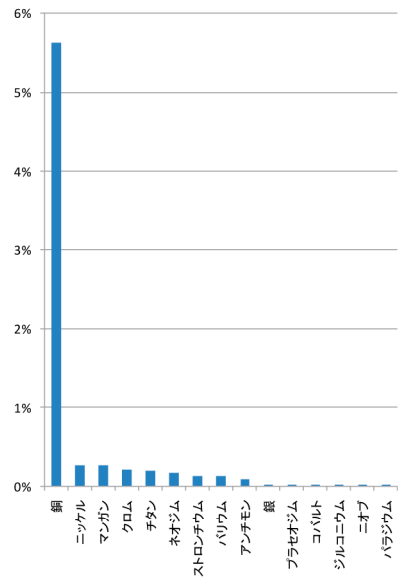


図2 情報・通信・音響機器

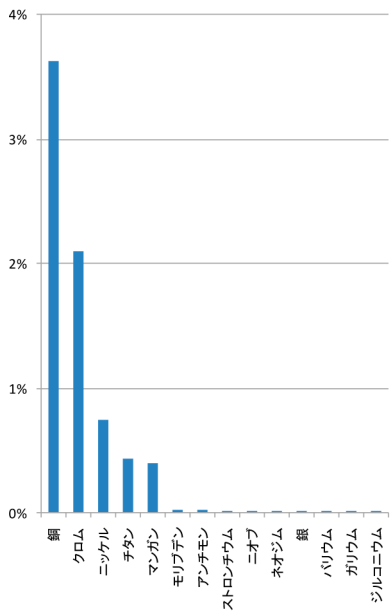


図3 調理・生活家電

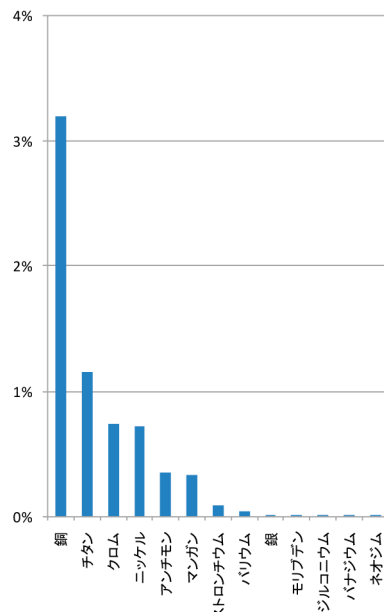


図4 その他のレアメタル含有機器等

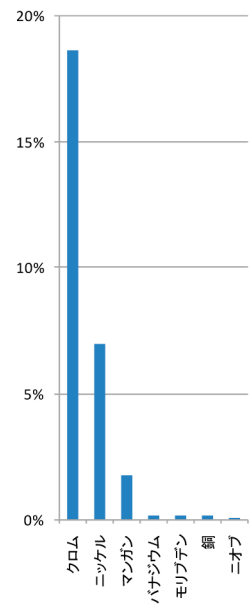


図5 その他のレアメタル含有廃棄物

受けられたが、銅以外の希少金属等の含有率は低く、0.1%オーダー以下であった。

銅以外の希少金属等の含有量のみに着目すると、区分C(図3)の調理・生活家電の含有率が比較的高い値であった。ただし、ステンレス等の構造材由来の元素が多く、その他のレアメタルの含有率は低く0.1%オーダー以下であった。

また、構造材由来のレアメタルに着目した場合には、

区分Eのその他のレアメタル含有廃棄物としてステンレスごみも一定程度が不燃ごみ中に含まれており、これらのクロム、ニッケル等の含有率は高く、数%オーダーで含まれていた。

その他、構造材以外のレアメタルに着目すると、チタン、アンチモン、バリウムが区分A～区分Dまでの電子機器の多くに含まれていた。

4. おわりに

本報告では不燃ごみとして埋め立てられている小型電子機器等の希少金属等の排出実態について EDX による簡易定量分析により一定程度明らかにした。

廃棄物処理システムにおける資源循環への取り組みを進めていくためには、廃棄される製品中の資源量を簡易かつ正確に見積もっていく必要があるため、今後とも分析技術等を含めたマテリアルフローの把握手法に関する研究を進めていく。

最後に、調査試料の提供に御協力頂いた不燃ごみ処理施設の担当の方々に、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 独立行政法人物質・材料研究機構：わが国の都市鉱山は世界有数の資源国に匹敵（プレスリリース），平成 20 年 1 月
- 2) 東北経済産業局：使用済みデジタル家電からの貴金属、レアメタルリサイクルネットワーク構築可能性調査, 平成 19 年 3 月
- 3) 財団法人日本規格協会：土砂類中の全ひ素及び全鉛の定量－エネルギー分散型蛍光 X 線分析法(日本工業規格 JIS K 0470), 平成 20 年 3 月
- 4) 丸茂克美, 氏家 亨, 小野木有佳：小型エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (EDXRF) を用いた汚染土地の現場迅速分析事例, X 線分析の進歩 38, pp235-247, 2007
- 5) 海老原昇, 依田彦太郎：蛍光 X 線分析法の灰溶融スラグ主成分分析への適用, 千葉県環境研究センター, 2001 年 2 月
- 6) 清水雅子, 本田富義, 大島潤一：蛍光 X 線分析法による廃棄物および再生品等の分析と再生品等の環境安全性確保への取り組み, 愛知県環境調査センター所報 36, 29-32(2008)
- 7) 環境省・経済産業省：平成 20 年度使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会とりまとめ, 平成 21 年 3 月