

〔報告〕

# 不燃ごみに排出される小型電子機器等中の希少金属含有量

山崎 実 辰市 祐久 茂木 敏\* 山崎 幸一\*\* 入江 貴弘\*\*\*

荒井 康裕\*\*\*\* 井上 宏\*\*\*\*\* (\*現・東京都環境局廃棄物対策部

\*\*東京都多摩環境事務所 \*\*\*東京都環境局廃棄物対策部

\*\*\*\*首都大学東京大学院 \*\*\*\*\*東京二十三区清掃一部事務組合)

## 1 はじめに

希少金属等を含む電気電子機器は、家電リサイクル法や資源有効利用促進法によるパソコン・小型二次電池など一部はリサイクルされているものの、これまではそのほとんどが不燃ごみとして埋立処分されてきた。

東京都においては、平成23～27年度を計画年度とした東京都廃棄物処理計画<sup>1)</sup>において、これらを都市鉱山として位置付け、区市町村や事業者と連携し金属資源の回収システムの構築に取り組んでいる。

国においても、本年8月に「使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律<sup>2)</sup>」が可決され、平成26年度を目途に使用済小型電子機器等の回収が始まる見込みとなっている。なお、この法律はいわゆる「促進型」であり、都道府県は実施主体である市町村に技術的支援を行うこととされている。

当研究所においては、平成21年及び平成23年度の2回、不燃ごみ中の電子機器等のごみ質組成を調査することにより、都内において実際に排出される小型電子機器等の排出量等の推定を行うとともに、それらに含まれる希少金属等の含有状況を推定したのでその結果を報告する。

## 2 調査方法

小型電子機器等の推計手法には統計解析や消費者調査など様々な方法があるが、本研究では、実際に排出されている不燃ごみを直接把握することを目的として、ごみ質組成分析を実施した。調査は、東京都内の不燃ごみ処理施設2か所(施設a、b)において、それぞれ年4回、2日/回、搬入車両3台/日を、調査時期による変動等も考慮して平成21年8月～平成22年2月の期間で行った。

また、複数年度での比較を行うために平成24年1月～平成24年2月の期間で、不燃ごみ処理施設2か所(施設a、c)において、それぞれ年3回、1日/回、搬入車両4台/日で行った。

各搬入車両からは不燃ごみを約200kg採取し、その車両のごみを代表するものであるかを確認した後、これを四分法により縮分し対象試料とした。試料量は原則として約50kgとし、ごみ組成分類及び区分の30項目と定め組成分析を行った。図1のように分類した後、計量はkg単位とし、小数点以下2桁までを計測した。



図1 ごみ質組成分析事例

試料は、重量を測定した後、分析用試料とした。分析試料の破碎にはウィレー式粉碎機(池田理化社製)、粉碎には高速振動試料粉碎機(シー・エム・ティー社製)等を用い、微粉末試料をハンドプレスで圧縮し、平滑な表面を持つ試料ディスクとした。

簡易定量分析に用いたEDXはSEA1200VX(エス・アイ・アイナノテクノロジー社製)、標準物質(BCR Reference material No. 176)により補正を加えたファンダメンタルパラメータ法(FP法)を用いた<sup>3)4)5)</sup>。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<sup>6)</sup>のうちEDXで分析が不可能なりチウム、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、対象試料の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。また、樹脂含有率は強熱減量から求めた。

## 3 調査結果及び考察

### (1) 東京都内の不燃ごみ中の小型電子機器等含有状況

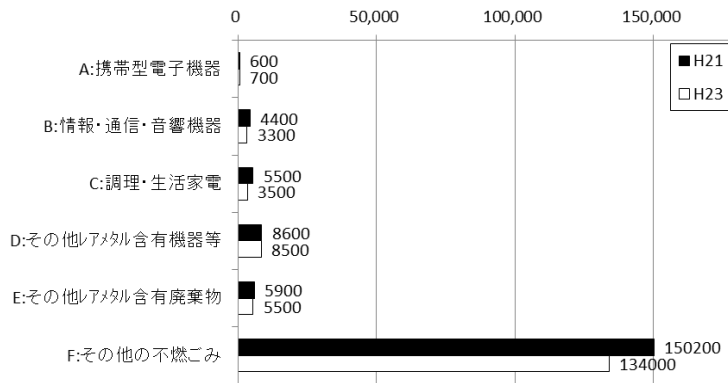
ごみ質組成分析結果を表1に示す。ごみ質組成分類の30項目を、左欄に掲げるA:携帯型電子機器、B:情報・通信・音響機器(携帯型を除く)、C:調理・生活家電、D:その他のレアメタル含有機器等、E:その他のレアメタル含有廃棄物、Fその他の不燃ごみ、の6区分に大別し、解析を行った。

なお、小型電子機器等としては、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た。

各組成比は調査対象試料全体の合計重量で各区分の重量組成を除いて算出した。

表 1 東京都内不燃ごみ中の小型電子機器等ごみ質組成

区分	ごみ質組成分類項目	H21 組成比(%)	H23 組成比(%)
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	0.4	0.5
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	2.5	2.1
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	3.1	2.2
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	4.9	5.5
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	3.3	3.5
F: その他の不燃ごみ	29:プラスチックごみ・可燃ごみ, 30:その他の不燃ごみ	85.7	86.2
合計		100.0	100.0



注) 100トン未満を四捨五入しているため、端数は合わないことがある。

図 2 東京都内における不燃ごみ中の小型電子機器等排出量試算結果 (ton/year)

これらの結果を基に、平成 21、23 年度の東京都内の不燃ごみ排出量<sup>7)</sup>から、概ねの各年度における小型電子機器等の排出量を試算した。この結果を図 2 に示した。

機能性材料としてのレアメタルの含有量が比較的多いと予測される区分 A 及び区分 B の不燃ごみ中の排出量及び組成比は、それぞれ調査年度により約 600~700 トン/年 (約 0.4~0.5%) 及び約 3300~4400 トン/年 (約 2.1~2.5%) であった。区分 A ではポータブル音楽プレーヤー、ポータブルラジオ、携帯電話が多く見られた。構造材としてのレアメタルが多いと予測される区分 C の排出量は約 3500~5500 トン/年 (約 2.2~3.1%) であった。区分 A~区分 D のごみ排出量の合計は約 16000~19100 トン/年 (約 10.3~10.9%) であり、これにステンレス素材を主体とした製品である区分 E を加えた小型電子機器等全体の年間排出量は約 2 万 2 千~2 万 5 千トン/年 (約 13.8~14.2%) であった。

(2) 小型電子機器等の中の機器別希少金属等の含有量

算出された各元素の含有率と平成 23 年度の東京都内の不燃ごみ排出量速報値<sup>7)</sup>から、各区分における希少金属

等の含有量を試算した結果を図 3~7 に、各区分を合計した結果を図 8 に示す。なお、0.1 トン/年以下の微量の金属重量のデータについては測定上の誤差を生じている可能性が高いと考える。

区分 A (図 3) の携帯型電子機器は、最も希少金属等の種類が多く見受けられたが、銅以外の希少金属等の含有量は少なく、1.0 トン/年以下のものが多かった。銅以外の希少金属等の含有量に着目すると、区分 C (図 5) の調理・生活家電の含有量が比較的多かった。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量は少なかった。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はステンレスごみが一定程度含まれており、これらのクロム、ニッケル等の含有量は多かった。

また、図 8 の区分 A~区分 E までを合計した元素別含有量をみると、クロム約 1200 トン/年、銅約 700 トン/年、ニッケル約 500 トン/年、マンガン約 150 トン/年とクロムが非常に多く、構造材以外のレアメタルに着目すると、チタン約 130 トン/年が多く含まれていた。

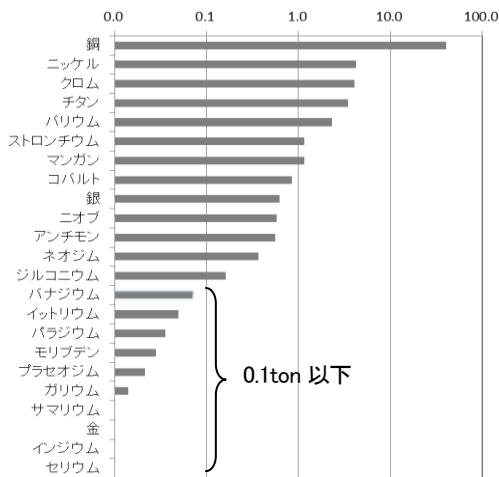


図3 携帯型電子機器含有量(区分A) (ton/year)

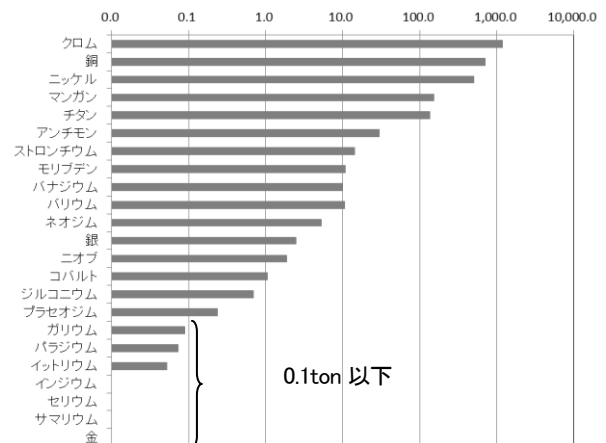


図8 区分A～区分Eの合計(ton/year)

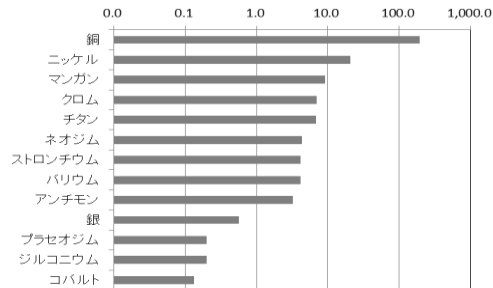


図4 情報・通信・音響機器(区分B) (ton/year)

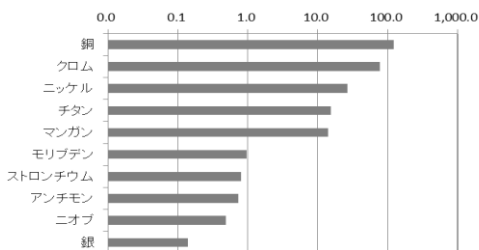


図5 調理・生活家電(区分C) (ton/year)

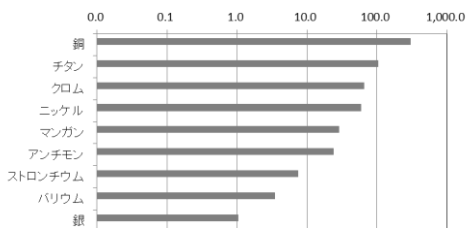


図6 その他のレアメタルの含有機器等(区分D) (ton/year)

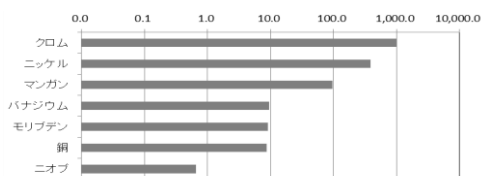


図7 その他のレアメタルの含有廃棄物(区分E) (ton/year)

#### 4 まとめ

平成21年及び平成23年度の2回不燃ごみのごみ質組成を調査し、東京都内において不燃ごみとして捨てられ、その多くが埋め立てられている小型電子機器等の実態が一定程度明らかとなり、都内の不燃ごみ中に含有される電気電子機器は、対象とする機器にもよるが、約2万2千～2万5千トン/年程度、希少金属等の含有率が比較的高い携帯型の電子機器は約600～700トン/年程度と推定された。また、小型電子機器等に含有される希少金属等の資源循環をより効率的に行うために、EDXを用いて小型電子機器等の機器別希少金属等の排出量を試算した結果、小型電子機器等にはクロム約1200トン/年、銅約700トン/年、ニッケル約500トン/年、マンガン約150トン/年、チタン約130トン/年など、一定程度の希少金属等が含有されることが分かった。

#### 謝辞

調査の実施に際して御協力頂いた東京二十三区清掃一部事務組合並びに清掃施設の皆様に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 東京都：東京都廃棄物処理計画, 平成23年6月
- 2) 環境省：使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律, 平成24年3月
- 3) 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, pp.29-32 (2008)
- 4) 茂木敏, 山崎幸一：蛍光X線分析を用いた小型電子機器等の簡易定量分析, 東京都環境科学研究所年報2010, pp.100-102 (2010)
- 5) 茂木敏, 山崎幸一, 荒井康裕, 小泉明：蛍光X線分析を用いた小型電子機器等の簡易定量分析(2), 東京都環境科学研究所年報2011, pp.82-85 (2011)
- 6) 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
- 7) 東京都環境局：事業概要 平成24年版