

# B-48 使用済み電気電子機器の破碎・選別処理実態 および物質フロー推計

○豊後 敦士<sup>1\*</sup>・清水 彬行<sup>1</sup>・樋口 隆哉<sup>1</sup>・関根 雅彦<sup>1</sup>・今井 剛<sup>1</sup>  
山本 浩一<sup>1</sup>・神野 有生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山口大学大学院理工学研究科（〒755-8611山口県宇部市常盤台2丁目16-1）

\* E-mail: s048vn@yamaguchi-u.ac.jp

## 1. 研究背景および目的

現在、一般家庭から排出される使用済み電気電子機器(WEEE)のうち、家電リサイクル法が適用される4品目と資源有効利用促進法が適用されるパソコン以外については、各自治体で不燃ごみ等として処理されている。WEEEは部品等に有害な重金属や希少金属が使用されている物があるため、不燃ごみ等として処理された場合はその処理物中に有害物質や金属資源が放置されていることになる。このため、有害物質を適正に管理しつつ金属資源（特にレアメタル）の有効利用を図るという観点で、環境省・経済産業省から提出された使用済み小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律案<sup>1)</sup>が8月3日に国会で可決されている。このような新しい制度にどう取り組んでいくかを検討する際、WEEEの排出実態および処理工程における各種物質の挙動の現状を把握することが必要であると考えられる。そこで本研究では、人口約17万人の地方都市A市の不燃・粗大ごみ処理施設に搬入されたWEEEの排出実態を把握するとともに、処理されたWEEEの破碎選別物について組成分析と金属含有量測定を行い、物質フローの推計を行うことを目的とする。

## 2. 不燃・粗大ごみ処理施設

A市の不燃・粗大ごみ処理施設は不燃・粗大ごみの資源回収、焼却および埋立をするためにこれらの破碎選別を行う施設で、処理能力は44.45t/5hである。施設の処理フローを図-1に示す。搬入された不燃・粗大ごみは破碎機にかけられる前にコードやモーター等の有価物及び破碎不適物を取り除かれ、これらは金属回収業者に売却される。そしてコンベヤで運ばれ、回転式破碎機によって破碎され、各選別機にかけられる。磁選機で鉄を回収し、円筒状の回転式ふるい(トロンメル選別機)を使用した不燃物・可燃物選別機で粒径により可燃物と不燃物の選別が行われ、ふるい下は不燃区分となる。その後、渦電流を利用したアルミ選別機と風力を利用したプラスチック選別機にかけられる。以上の処理工程により搬入された不燃・粗大ごみは鉄区分、アルミ区分、プラスチック区分、不燃区分、可燃区分に分けられ、各区分貯蔵ホップに溜められる。鉄区分、アルミ区分、可燃区分中金属は金属回収業者によって資源回収、プラスチック区分、可燃区分は焼却施設で焼却、不燃区分は最終処分場に埋立処分される。

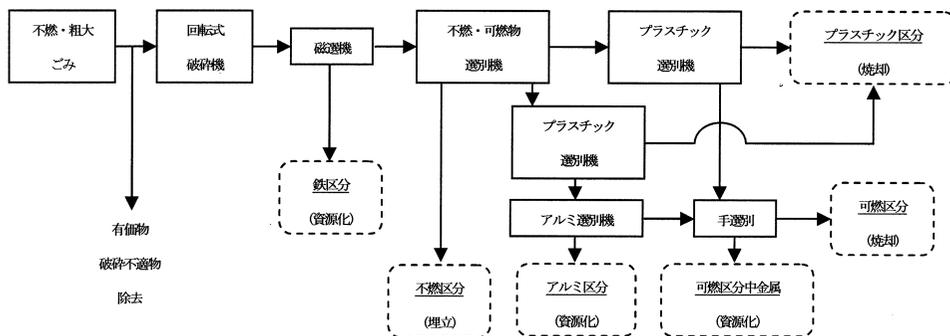


図-1 A市の不燃・粗大ごみ処理施設の処理フロー

### 3. 処理施設での現地調査

#### (1) 調査方法

現地調査は平成22年には12月1日に、平成23年には2月1日、6月1日、8月1日、10月3日に行った。施設の職員の方に不燃・粗大ごみのうちWEEEを破碎される前に取り出してもらい、種類と重量を調査した。その後、取り出したWEEEのみを破碎選別機に投入し、各区分（鉄、アルミ、プラスチック、可燃、不燃、可燃区分中金属）に排出された破碎物の重量を測定し、一部をサンプルとして持ち帰った。

#### (2) 結果

計5回の現地調査で搬入されたWEEEの総台数は664台、総重量は1297.17kgであった。内訳を重量別割合のグラフにして図-2に示す。オーディオ、石油ストーブ、電子レンジ等の中型の物が多くの割合を占め、法律案での推奨品目（資源性と分別のしやすさから特にリサイクルすべき高品位のもの）である携帯電話、デジタルカメラ、ゲーム機などは少量だった。

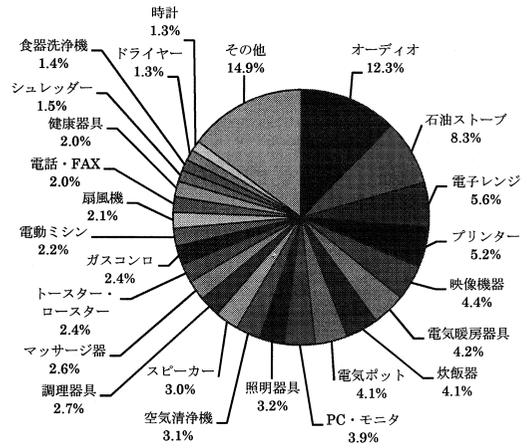


図-2 搬入された WEEE の重量別割合 (総重量 1297.17kg)

### 4. 破碎物の組成分析

#### (1) 分析方法

現地調査で排出された各区分の破碎物の一部をサンプルとして持ち帰り、乾燥させて2mmのふるいにかけて、通過したものをダストとし、通過しなかったものは目視手選別により素材ごとに分類した。その後それぞれの重量を測定し、素材別の重量割合を求めた。

#### (2) 結果

組成分析の結果を図-3に示す。各区分の重量別割合は鉄区分：40.9%、アルミ区分：1.8%、プラスチック区分：0.4%、可燃区分：21.4%、不燃区分：28.6%、可燃区分中金属：7.0%であった。各区分に不適切な素材（埋立される不燃区分に硬質プラスチック、焼却される可燃区分に電気電子部品など）が2割～3割ほど排出されていた場合があり、これにより最終処分場の残余容量の圧迫や金属回収率の低下などの影響が考えられる<sup>2)</sup>。

また、これらの素材の各区分への分配率を図-4に示す。素材別の排出量割合では、鉄（38.2%）、硬質プラスチック（16.2%）、ダスト（14.9%）、電気電子部品（11.5%）が多かった。鉄はほぼ鉄区分に排出されおり、アルミはアルミ区分中の割合は多くないが、可燃区分中金属のものを含むと約7割が回収されている。硬質プラスチックは可燃区分と不燃区分に、ダストは不燃区分にほぼすべてが排出される。

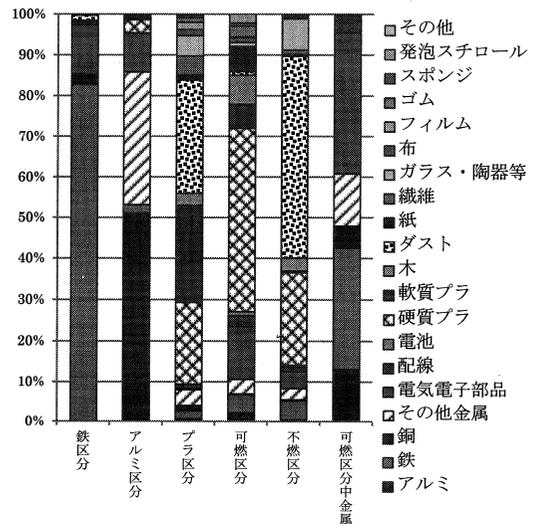


図-3 各区分の素材別割合

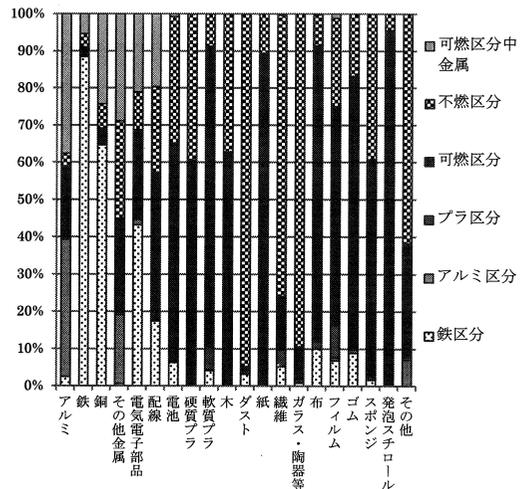


図-4 素材別の各区分への分配率

## 5. 素材の金属分析

### (1) 分析方法

破碎選別後の排出量が多い硬質プラスチックについて金属分析を行った。洗浄した不燃区分の硬質プラスチック（平成23年6月の現地調査のもの）を粉碎機で粉碎し、粉碎した試料1g（3サンプル）を硫酸および硝酸で分解し、王水で溶解した。その後溶液をろ過し、ろ液についてICP発光分光分析装置を用いて金属含有量を測定した。また、粉碎機の刃が摩耗して粉碎した試料中に刃の成分が混ざり、結果に影響を与えることが考えられた。よって、粉碎前後で刃の重量測定を行い、刃の金属元素の組成から粉碎した試料に含まれると考えられる金属量の平均を計算し、ICPで測定した値から粉碎機の刃による影響を差し引いたものを分析結果とした。

### (2) 結果

金属分析の結果を表-1および図-5に示す。CdとCoは検出されなかった。その他の重金属であるCr、Mn、Ni、Pbについてはプラスチックに色をつける際の顔料に使用された物と考えられ、最終処分場にpHの変化があった場合はこれらの重金属が溶出する可能性がある<sup>3)</sup>。

表-1 硬質プラスチックの金属分析結果 (mg/g)

元素	試料1	試料2	試料3
Cd	<0.001	<0.001	<0.001
Co	<0.001	<0.001	<0.001
Cr	0.087	0.081	0.081
Cu	0.76	1.2	1.2
Mn	0.034	0.033	0.033
Ni	0.066	0.066	0.066
Pb	0.012	0.016	0.016
Fe	1.2	1.1	1.1

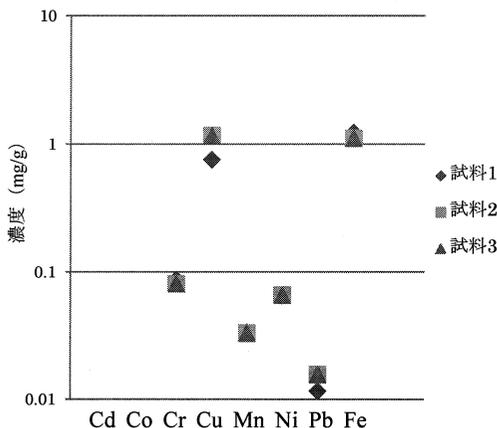


図-5 硬質プラスチックの金属分析結果

## 6. まとめ

A市の不燃・粗大ごみ処理施設に搬入された使用済み電気・電子機器の排出実態を把握するとともに、破碎・選別処理された製品について組成分析と金属含有量の分析を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 5回の調査で施設に搬入されたWEEEは重量別割合ではオーディオ、石油ストーブ、電子レンジ等が多く、リサイクル推奨品目は少量だった。
- 2) 各区分に不適切な素材が排出される場合があり、最終処分場の残余容量の圧迫、金属回収率の低下等の影響が考えられる。
- 3) 排出される素材は鉄、硬質プラスチック、ダストが多く、硬質プラスチックは可燃区分と不燃区分に、ダストは不燃区分にはほぼすべてが排出される。
- 4) 硬質プラスチックの金属含有量を分析した結果、CdとCoは検出されなかった。Cr、Mn、Ni、Pbは顔料に使用された物と考えられ、最終処分場のpH変化によって溶出する可能性がある。

今後は硬質プラスチックに次いで排出量が多く、金属含有量が問題と考えられるダストおよび電気電子部品の基板についての金属分析を行う予定である。

### 参考文献

- 1) 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会, 小型電気電子機器リサイクル制度及び使用済み製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会 (第10回) 資料, 2012.
- 2) 小口正弘, 肴倉宏史, 寺園淳, 滝上英孝: 使用済み電気・電子製品の破碎選別における資源性・有害性金属の分配挙動とフロー解析, 第21回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp.169-170, 2010.
- 3) 酒井伸一, 水谷聡, 高月紘: 溶出試験の基本的考え方, 廃棄物学会誌, Vol.7, No.5, pp.383-393, 1996.