

小型家電の回収に伴う一般廃棄物焼却残渣中の金属含有率の変化

【リサイクルチーム】

成岡 朋弘、門木 秀幸

要旨

鳥取県中部圏域では、2013年11月から小型家電の回収が開始され、回収量は、2017年3月現在まで順調に増加してきている。小型家電の回収にともなう焼却残渣中の金属成分の変化をモニタリングした結果、銅、亜鉛及び鉛について、焼却灰及び落じん灰中の含有率が低下していることが確認された。この傾向は、落じん灰において明瞭であった。一方で、焼却灰及び集じん灰については小型家電以外の廃棄物に由来する金属の影響があることが示唆された。

1 はじめに

鳥取県中部圏域は、倉吉市及び東伯郡の三朝町、湯梨浜町、琴浦町、北栄町からなる地域で、地域の人口はおよそ106,000人である。当地域における一般廃棄物の処理は、鳥取中部ふるさと広域連合による広域処理が行われていて、収集された廃棄物は、ほうきリサイクルセンターに運搬され、処理されている。当地域における平成27年度の一般廃棄物の総排出量は40,945トン、直接焼却量は28,429トン、埋立処分された焼却残渣量は1,783トンであった。

当所では鳥取県内の一般廃棄物のリサイクル率の向上を目指して、ほうきリサイクルセンターから排出される焼却残渣のリサイクルについて検討を行ってきており、これまでに、焼却残渣の性状調査及びリサイクル方法の検討¹⁾、無害化処理手法の検討²⁾、³⁾等を行った。焼却残渣の性状調査については、その一環として、2013年10月より焼却残渣のモニタリング⁴⁾を継続して行っている。その中で、2013年11月から開始された小型家電の回収に伴って焼却残渣中の金属含有率が低下している傾向がみられたので、その結果について報告する。

2 研究方法

鳥取県中部ふるさと広域連合のほうきリサイクルセンターの焼却施設において、灰押出機から排出される「焼却灰」、ストーカ式焼却炉底面の燃焼火格子の下に落下する「落じん灰」、及び、排ガス冷却工程及びろ過式集じん器からダスト固化装置へ排出される「集じん灰」を、2013年10月から毎月の焼却炉の運転が安定している際にそれぞれ採取した。一般的なストーカ式焼却炉においては、落じん灰は、燃焼火格子の下に落下した後、灰コンベヤによって灰

押出機へ送られ、焼却炉内から排出されてくる焼却灰とともに消火・冷却の処理が行われるが、当施設においては、施設の改修によって、落じん灰は、灰押出機には送られずに分離して回収されている。また、排ガスの冷却を行う燃焼用空気予熱器及び排ガス減温塔において発生する飛灰は、一般的には、灰押出機へ送られて焼却灰とともに処理されているが、当施設においては、当該の飛灰は、ダスト固化装置へ送られるように改修され、ろ過式集じん器において捕集された集じん灰とともに処理されている。

採取した試料は、風乾をした後、焼却灰及び集じん灰は目開き2mmの篩で、また、落じん灰は目開き4.75mmの篩でそれぞれ篩い分けを行った。篩い下の試料は、王水で加熱分解し、分解液中の銅、亜鉛及び鉛についてICP発光分光分析装置（セイコーインスツルメンツ社、SPS3500）により定量分析を行い、試料中の金属の含有率を算出した。

また、小型家電の回収量に関するデータは、鳥取県中部ふるさと広域連合より提供を受けた。

3 結果及び考察

3.1 小型家電の回収

鳥取県中部圏域における毎月の小型家電の回収量の推移を図1に示す。鳥取県中部圏域では、2013年6月から小型家電のテスト回収を行った後、2013年11月から小型家電のボックス回収及びピックアップ回収が開始された。それ以前の直接持込等による小型家電の回収量は1トン/月未満であったが、回収が開始された2013年11月には回収量はおよそ8トン/月まで急増した。その後、2014年7月からはステーション回収が開始され、小型家電の回収が本格化した2015年4月には回収量はおよそ15トン/月に達した。小型家電の回収量は全体的には漸増傾向にあった。

たが、2016年11月には、2016年10月21日に発生した鳥取県中部地震の影響もあっておよそ23トン/月の小型家電が回収され、2017年3月には回収量はおよそ17トン/月であった。

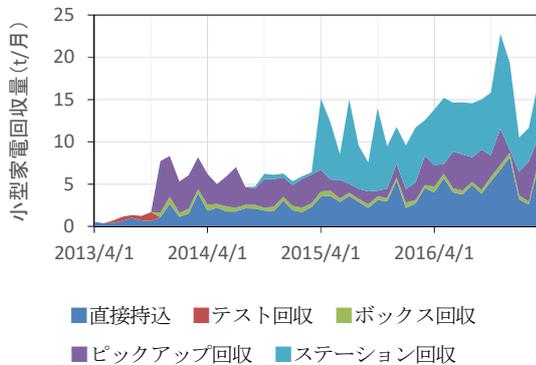


図1 小型家電回収量の推移

小型家電の排出量については、経済産業省が行った推計⁵⁾によると、平成27年度には全国でおよそ65万トンの小型家電が排出されたとされ、一人あたりでは年間におよそ5.1kgの小型家電を排出していたことになる。この推計値に基づいて算出した鳥取県中部圏域における小型家電の推計排出量に対する回収率の推移及び12か月の移動平均を図2に示す。

小型家電の回収率は、ボックス回収及びピックアップ回収の開始により16.8%、ステーション回収の開始により32.8%までそれぞれ段階的に漸増し、2017年3月時点の回収率は37.0%であった。

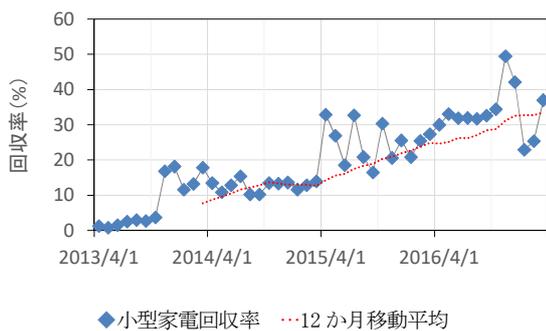


図2 小型家電の回収率の推移

3.2 焼却残渣中の金属含有率の変化

当地域においては、小型家電の回収が開始される以前は、小型家電は不燃物として回収され、ほうきリサイクルセンターにおいて破碎・選別により鉄及びアルミニウムを回収した後、電子基板を含む可燃性残渣は焼却炉において焼却処理されていた。しかし、小型家電の回収の開始後は、ほうきリサイクル

センターにおいては、小型家電の破碎・選別は行わず、回収した小型家電は有姿のままリサイクル業者に引き渡されるため、焼却残渣に寄与する小型家電由来の金属の減少が期待される。

図3に焼却灰中の銅及び亜鉛含有率の変化、図4に焼却灰中の鉛含有率の変化をそれぞれ示す。焼却灰中の銅及び亜鉛含有率については、小型家電回収の開始以前の2013年10月にはおよそ5,000mg/kgであったが、2017年3月までにおよそ2,000mg/kgまで低下していた。鉛含有率は、2013年10月にはおよそ800mg/kgであったが、2017年3月までにはばらつきはあったが、低下している傾向がみられた。



図3 焼却灰中の銅及び亜鉛含有率の変化

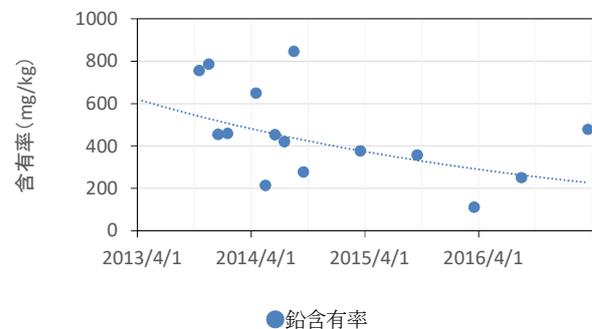


図4 焼却灰中の鉛含有率の変化

図5に落じん灰中の銅及び亜鉛含有率の変化、図6に落じん灰中の鉛含有率の変化をそれぞれ示す。落じん灰中の金属の含有率は、焼却灰と比較して、1オーダーから2オーダー高い値を示した。銅及び亜鉛含有率については、小型家電回収の開始以前の2013年10月にはおよそ120,000mg/kgであったが、2017年3月までにおよそ25,000mg/kgまで低下していた。鉛含有率については、2013年10月にはおよそ15,000mg/kgであったが、2017年3月までにおよそ2,500mg/kgまで低下していて、焼却灰と同様に小型家電の回収にともなって、金属の含有率が低下している傾向がみられた。

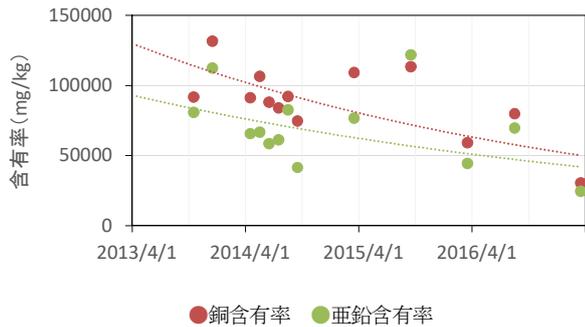


図5 落じん灰中の銅及び亜鉛含有率の変化

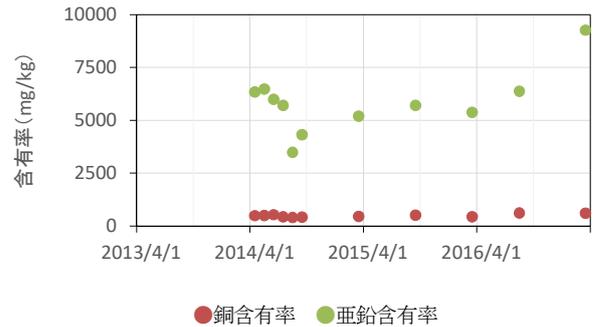


図7 集じん灰中の銅及び亜鉛含有率の変化

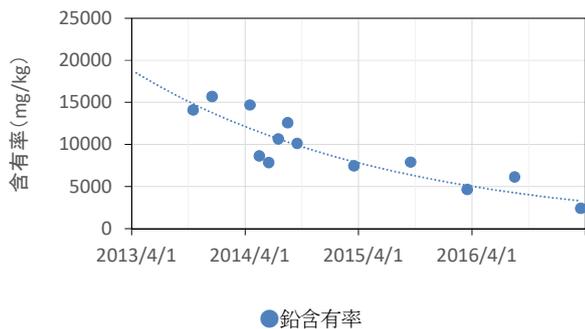


図6 落じん灰中の鉛含有率の変化

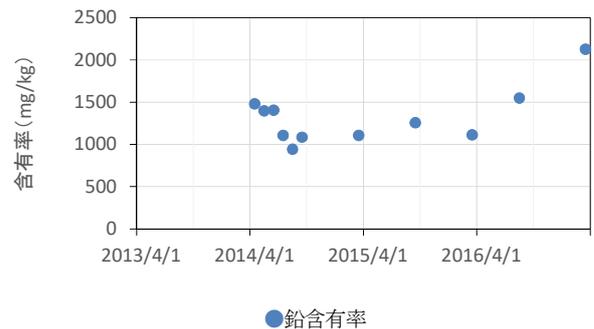


図8 集じん灰中の鉛含有率の変化

図7に集じん灰中の銅及び亜鉛含有率の変化、図8に集じん灰中の鉛含有率の変化をそれぞれ示す。集じん灰中の銅及び亜鉛含有率については、小型家電回収の開始以前の2013年10月には、銅含有率がおよそ500mg/kg、亜鉛含有率がおよそ6,400mg/kgであった。銅含有率については、その後、400mg/kgから600mg/kg程度の値を示した。亜鉛含有率については、2014年8月までに3,500mg/kg程度まで低下したが、その後は、5,000mg/kgから6,000mg/kg程度の値を示し、2017年3月には、およそ9,300mg/kgまで上昇した。鉛含有率については、亜鉛含有率の変化と同様の傾向がみられ、小型家電回収の開始以前の2013年10月には1,500mg/kgであり、2014年8月までに940mg/kg程度まで低下したが、その後は、1,000mg/kgから1,500mg/kg程度の値を示し、2017年3月には、およそ2,000mg/kgまで上昇した。

焼却灰及び落じん灰については、銅、亜鉛及び鉛の含有率が低下している傾向がみられたが、集じん灰については、そのような傾向はみられなかった。このことから、集じん灰に含まれるそれらの金属の起源が、焼却灰及び落じん灰とは異なっていることが示唆された。

金属の含有率が低下している傾向がみられた焼却灰及び落じん灰について、図9及び図10に小型家電回収量に対する焼却灰及び落じん灰中の鉛含有量の変化をそれぞれ示す。落じん灰中の鉛含有率については、小型家電回収量の増加に伴って低下している傾向が明瞭にみられた。一方、焼却灰中の鉛含有率については、小型家電回収量の増加に伴って低下している傾向がみられたが、ばらつきが大きかった。

これらの結果は、小型家電の回収量の増加にともなって、焼却灰及び落じん灰に対する小型家電由来の鉛の寄与が、減少してきているためであると推測され、焼却残渣に含まれる鉛含有率の低減に、小型家電の回収が影響を及ぼしていることが示唆された。一方で、焼却灰中の鉛含有率については、ばらつきが大きく、また、集じん灰中の鉛含有率の推移については、小型家電の回収とは相関がみられなかったことから、焼却灰及び集じん灰については、小型家電以外の廃棄物からの鉛の由来が示唆される。本研究と同じくほうきリサイクルセンターにおいて調査を行った肴倉ら⁶⁾によると、焼却されている可燃物に含まれる鉛について、ビニール・樹脂類に含まれる鉛の含有率が高いことが示されている。これらの廃棄物を焼却から除外することで、焼却残渣の品質の更なる改良が期待される。

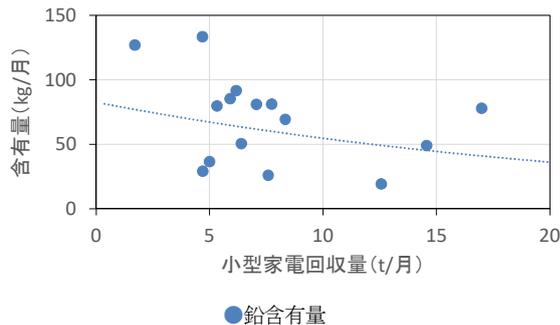


図9 小型家電回収量に対する焼却灰中の鉛含有量の変化

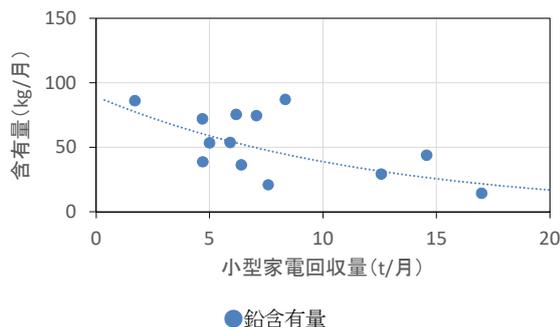


図10 小型家電回収量に対する落じん灰中の鉛含有量の変化

図11に焼却灰及び落じん灰中の鉛含有量を、小型家電回収の開始前、ボックス回収及びピックアップ回収の開始後、ステーション回収の開始後に分けて月毎の平均値を示す。小型家電回収の開始前の鉛含有量は、焼却灰は134kg/月、落じん灰は91kg/月であった。鉛含有量は、小型家電の回収によって低下し、ボックス回収及びピックアップ回収の開始後は、焼却灰中の鉛含有量は74kg/月、落じん灰中の鉛含有量は60kg/月、ステーション回収開始後は、焼却灰中の鉛含有量は36kg/月、落じん灰中の鉛含有量は34kg/月であった。なお、小型家電の回収量の月毎の平均値は、小型家電回収の開始前は1.0t/月、ボックス回収及びピックアップ回収の開始後は6.2t/月、ステーション回収の開始後は13.3t/月であった。

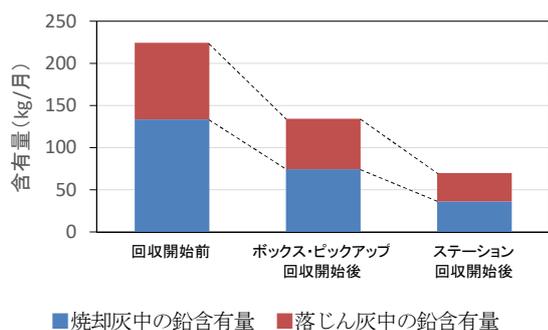


図11 焼却灰及び落じん灰中の鉛含有量の変化

4 おわりに

小型家電の回収に伴って焼却残渣中の金属含有率が低下している傾向がモニタリングされた。この結果は、焼却灰をリサイクルするうえでは、鉛含有率が障害となるため、好ましい結果である。一方で、落じん灰中には依然として銅、亜鉛等の金属が高い含有率で含まれていることから金属としてのリサイクルも期待される。今後も焼却残渣中の金属成分の推移を注視し、焼却残渣の有効なリサイクル手段を見出したい。

5 謝辞

試料採取及びデータ収集にあたっては、鳥取中部ふるさと広域連合にご協力をいただいた。記して感謝いたします。

本研究は、環境省環境研究総合推進費課題番号3K143007（研究課題名：有用・有害金属挙動に着目した都市ごみ焼却残渣の循環資源化トータルスキームの構築、研究代表者：肴倉宏史、年度：平成26年度～平成28年度）の一環として行った。

6 参考文献

- 1) 成岡朋弘・門木秀幸：鳥取県衛生環境研究所報，53，10-14（2012）
- 2) 成岡朋弘・門木秀幸：鳥取県衛生環境研究所報，54，10-14（2013）
- 3) 成岡朋弘・門木秀幸：鳥取県衛生環境研究所報，55，9-13（2014）
- 4) 成岡朋弘・門木秀幸：鳥取県衛生環境研究所報，55，46-47（2015）
- 5) 経済産業省：産業構造審議会 産業技術環境分科会 廃棄物・リサイクル小委員会 小型家電リサイクルワーキンググループ（第2回）配布資料，http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sanogyougijutsu/haiki_recycle/kogata_kaden/002_haifu.html（2016）
- 6) 肴倉宏史・成岡朋弘：第28回廃棄物資源循環学会研究発表会 講演原稿2017，275-276（2017）

Change of metal contents of MSWI residue with the collection of the small household appliance

Tomohiro NARUOKA, Hideyuki MONGI

Abstract

The collection of the small household appliance began in November, 2013 in the central part area of Tottori prefecture, and the quantity of collection continues increasing to now in March, 2017. As a result of monitoring of the change of metal contents of MSWI residue with the collection of the small household appliance, content of copper, zinc and lead included in grate sifting deposition ash and bottom ash continued decreasing. This tendency was significantly clear in grate sifting deposition ash. On the other hand, it was suggested that lead included in bottom ash and fly ash had influence from waste different from the small household appliance.