

塩化揮発による焼却灰からの希少金属の分離

【リサイクルチーム】

門木 秀幸、有田 雅一、小林 拓史、成岡 朋弘

要旨

一般廃棄物のストーカー式焼却施設から排出される落じん灰には、Cu、Zn、Pb等の有用な金属を含有する。本研究では、塩化揮発により落じん灰からの有用金属の分離について実験的な検討を行った。塩化剤として $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を落じん灰に添加した。焼成温度は 1100°C 、焼成時間は2時間、空気雰囲気中で熱処理した。この結果、塩化剤の添加量の増加と共に、Cu、Zn、Pb、Auの揮発率は増加し、落じん灰に対して塩化剤を 4mmol-Cl/g 以上添加した時、いずれの金属も90%以上の揮発率が得られた。Mn、Niの揮発率は低く、Fe、Crについてはほとんど揮発しなかった。以上の結果より、塩化揮発により落じん灰から有用金属の揮発分離が可能であることは示された。

1 はじめに

一般廃棄物の焼却量は平成25年度実績⁽¹⁾で約3515万t/年、焼却残渣の埋立量は約333万t/年とされている。鳥取県においては、156千トンが焼却処理され、14千トンの焼却残渣が埋立処分されている。焼却残渣の資源化を進めることができれば、一般廃棄物の再資源化率の向上、最終処分場の延命化に大きく寄与することとなる。

灰溶融処理は焼却残渣等の減容化及びスラグ、メタル分離による金属回収が可能であり、焼却灰の無害化及び資源化技術として普及が図られてきた。しかし近年は、地球温暖化対策として CO_2 排出量削減の必要性や維持管理経費が高いこと等の問題が指摘されている。今後、灰溶融処理以外の資源化方法として、セメント原料化等の土木材料としての利用が進められることが考えられる。しかし、土木材料としての焼却灰の利用では、溶融処理においてメタルとして回収されていた金属資源の再資源化は困難となる。

一方、山本ら⁽²⁾は、一般廃棄物ストーカー式焼却炉から排出される落じん灰について性状を調査し、落じん灰はCu、Zn、Pb等の金属の含有量が高く、貴金属であるAu等も含まれることを報告している。金属濃度が高い落じん灰を焼却灰と分離排出し、落じん灰中の金属を分離回収することができれば、焼却残渣に含まれる金属資源の有効利用を図るとともに、焼却灰中の重金属濃度を低減させ、再資源化に伴う環境影響の低減に寄与することが期待される。

そこで本研究では、一般廃棄物焼却施設から排出される落じん灰に含まれる金属の分離濃縮を目的として、塩化揮発法による落じん灰に含まれる有用金

属の揮発分離について実験的な検討を行った。

2 実験方法

2.1 落じん灰

一般廃棄物焼却施設から排出された落じん灰を採取した。目開き $500\mu\text{m}$ の篩いでふるい分けを行った。篩い下の試料をさらに乳鉢と超遠心粉砕機により $<80\mu\text{m}$ まで粉砕して試料を作成した。

試料中の金属含有量の分析は、アルカリ溶融により分析した。まず、粉砕した試料をアルカリ溶融した後、王水で加熱分解した。分解した溶液中について、FeはICP発光分光分析法により、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn、Pb、Auは、ICP質量分析装置により定量して含有量を求めた。

2.2 塩化揮発試験

粉砕した落じん灰0.6g及び塩化剤(Cl源)として $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を所定の量を計量し、乳鉢により混合した。混同した試料を予め重量を計測したアルミナ製るつぼに移し入れた。ここで、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の添加量は、落じん灰1gあたりに対するClの添加量として $0.5\sim 6\text{mmol-Cl/g}$ の範囲で試験を行った。

1100°C に予め昇温した管状式電気炉に直接入れ、2時間、空気雰囲気下で熱処理した。高温の炉内より室温に取り出して急冷した。熱処理後のるつぼの重量を計測した。

るつぼ中の残渣の分析方法は、まず、るつぼに融剤を添加し、アルカリ溶融した後、ビーカーで王水により加熱分解した。分解液中のFeはICP発光分光分析法により、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn、Pb、AuはICP質量分析法によりを分析して、残留する金属量から各金属の揮発率を算出した。

3 実験方法

3.1 落じん灰の分析結果

表 1 に本研究で使用した落じん灰中の金属含有量を示す。

表 1 落じん灰中の金属含有量

	含有量 / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
Fe	74000
Cr	410
Mn	2700
Ni	290
Cu	10000
Zn	16000
Pb	8200
Au	9.2

落じん灰中には有用金属として、Mn、Ni、Cu、Zn、Pb が含有され、Au も $9.2\text{mg}/\text{kg}$ 含まれていた。

重金属である Pb は $8200\text{mg}/\text{kg}$ 含まれており、この落じん灰を例えば土木材料等の環境中で再利用するには、Pb の分離除去による無害化が必要と考えられた。

3.2 塩化揮発試験結果

図 1 に塩化剤 ($\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を添加し 1100°C 、2 時間熱処理した時の各金属の揮発率の結果を示す。

塩化剤として $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を添加して熱処理を行った結果、Cu、Zn、Pb、Au については、塩化剤の添加量の増加と共に揮発率が上昇した。Cu、Zn は落じん灰の重量に対する塩化剤としての Cl の添加量が $2\text{mmol}\cdot\text{Cl}/\text{g}$ で 80%以上、 $4\text{mmol}\cdot\text{Cl}/\text{g}$ で 90%以上の揮発率が得られた。また、Pb、Au については、より低い塩化剤の添加量においても 80%以上の揮発率が得られた。

一方、Ni、Mn については Cl の添加量が $4\text{mmol}\cdot\text{Cl}/\text{g}$ 以上において揮発率の上昇が確認された。しかし、Ni については塩化剤の添加量が $6\text{mmol}\cdot\text{Cl}/\text{g}$ で揮発率は約 50%程度と低い値となった。また、Mn についても 29%と低い値となった。Fe、Cr は、ほとんど揮発されなかった。

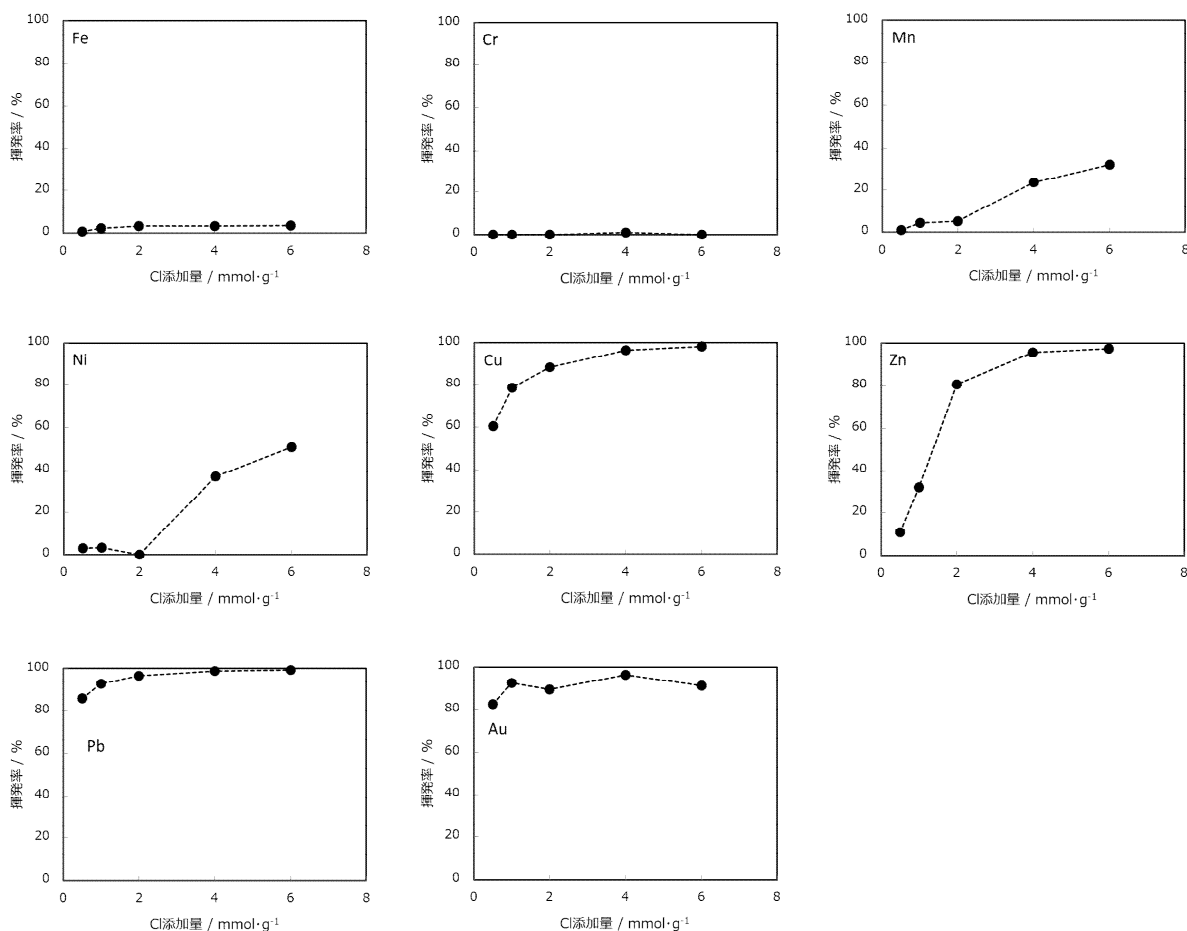


図 1 塩化剤の添加量と各金属の揮発率、熱処理条件、温度： 1100°C 、処理時間：2 時間、Cl 源： $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

以上の結果から Cl の添加条件によって、落じん灰から Cu、Zn、Pb、Au が高い揮発率で分離が可能であることが示された。

4 まとめ

一般廃棄物焼却施設から排出される落じん灰について、塩化揮発により Cu、Zn、Pb、Au は高い揮発率で分離が可能であることが確認された。Fe、Cr はほとんど揮発しなかった。また、Ni、Mn については、塩化剤の添加量が同じ条件では、揮発率は比較的低い結果となった。以上から落じん灰中の Cu、Zn、Pb、Au を他の金属と分離することが可能であることが確認された。

Pb は有害な重金属であり Pb の除去は、落じん灰を土木資材等として利用する上でも重要と考えられる。

一般廃棄物のストーカー式焼却施設において落じん灰を分離して排出し、塩化揮発による金属回収を行うことで、従来の熔融処理に替わる焼却灰中の金属資源リサイクル技術としての活用が期待される。

5 参考文献

- (1) 環境省：一般廃棄物処理事業実態調査結果(平成 25 年度)、http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html
- (2) 山本浩、横山隆、大下和徹、高岡昌輝、武田信生：一般廃棄物焼却プロセスにおける有価金属の落じん灰への移行挙動の解明、廃棄物学会論文誌、Vol. 18、No. 5、pp. 314-324 (2007)

Separation of valuable metals from riddling ash by using chlorinating volatilization method

Mongi HIDEYUKI, Masakazu ARITA, Hiroshi KOBAYASHI, Tomohiro NARUOKA

Abstract

The riddling ash from stoker-type incineration contains useful metals such as Cu, Zn, Pb. In this study, the volatile separation of useful metals from riddling ash was examined. The $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was added to riddling ash as chlorinating agent. The heating temperature was 1100°C , heating time was 2 hours and the atmosphere was air. The volatilization rates of Cu, Zn, Pb, Au were more than 90% at the addition of the chlorinating agent more than 4mmol-Cl/g . The volatilization rates of Mn, Ni were low, and the Fe, Cr were few volatilized. These results show that the volatile separation of useful metals from riddling ash was possible by using chlorinating volatilization method.