

一般廃棄物溶融施設において発生する溶融飛灰からの金属の抽出

【リサイクルチーム】

居藏岳志, 門木秀幸

要旨

一般廃棄物溶融施設において発生する溶融飛灰には、Zn, Pb, Cu などが粗鉱と同程度の濃度が含まれている。これらの金属の有効利用は、枯渇性資源の確保と循環型社会の構築の観点から重要である。本研究では、溶融飛灰中の重金属含有量の変動を調査するとともに、アルカリ抽出法の基礎的な特性を調査した。

溶融飛灰中の重金属含有量は比較的安定しており、主要な重金属の含有量は Zn:42g/kg, Pb:9.0g/kg, Cu:2.6g/kg であった。3mol/L NaOH で抽出した場合、80%以上の Zn, Pb, Cu が抽出されたが、0.1mol/L NaOH で抽出した場合、Zn 及び Cu については低い抽出率となった。この結果より、溶融飛灰から Pb のみを選択的に分離できる可能性が示唆された。

1 はじめに

一般廃棄物及び焼却灰の溶融処理は、廃棄物を減容化し、安定・無害化するとともに、製造されたスラグは土木資材等として再利用することができる。鳥取県内では、一般廃棄物溶融処理施設として2施設が稼働している。溶融処理では、廃棄物に含まれる Zn, Pb 等の比較的低沸点の金属が揮発し、飛灰中に濃縮される。これらの金属の有効利用は、枯渇性資源の確保と循環型社会の構築の観点から重要である。このため、近年、溶融飛灰の山元還元が進められているが、山元還元が可能な精錬事業所は全国的に数が限られているため、運搬費用を含む処理費用等の問題から、溶融飛灰にキレート剤等の薬剤による重金属類の不溶化処理を行い、埋立て処分を行っている溶融施設がある¹⁾。溶融飛灰の山元還元をより進めるためには、溶融飛灰の精錬原料としての資源価値を高めるための金属の濃縮処理が重要となる。

溶融飛灰からの金属濃縮法としては、湿式法と乾式法がある。乾式法としては、塩化揮発法が上げられる。この方法は溶融飛灰に塩化剤を添加し加熱することで沸点の低い金属塩化物を生成させ、溶融飛灰から揮発分離させる方法であり、溶融飛灰から Zn 等を 100%近く分離できることが報告^{2,3)}されている。しかし、乾式法は、排ガス処理等の付帯設備が必要となること、エネルギーの消費量が大きい等の課題がある。湿式法としては、水洗処理、化学抽出法がある。水洗処理は、溶融飛灰を水で洗浄し、水溶性の Na, K, Cl を除き、

濃縮する方法であるが、Al, Si 等の難水溶性の成分が多量に含まれる場合、濃縮に限界がある⁴⁾。

本研究では、溶融飛灰からの金属回収を目的として、比較的簡易なアルカリ抽出法による、溶融飛灰からの Zn, Pb, Cu の抽出特性についての基礎的な検討を行った。

2 方法

1) 試料採取

一般廃棄物焼却灰及び下水道脱水汚泥を対象として溶融処理を行っている溶融施設から試料を採取した。飛灰の品質変動については、2009年12月から2010年7月まで毎月1~2回採取し分析を行った。

2) 溶融飛灰中の Zn, Pb, Cu の含有量分析

100mL ビーカーに試料 1g を量り取り、塩酸 10mL, 硝酸 5mL を加えホットプレート上で加熱した。液量が減少したら乾固しないよう硝酸 5mL を加え、完全に分解した。分解液を 100mL メスフラスコに移し、超純水を加え 100mL に定容したものを試験液とした。試験液中の Zn, Pb, Cu を ICP 発光分光分析装置で測定した。

3) アルカリ抽出法による Zn, Pb, Cu の抽出

試料及び NaOH 水溶液を 100mL コニカルビーカーに入れ、ホットスターラーで攪拌しながら加熱した。その後、ガラスろ紙(孔径 1 μ m, GS-25)で吸引ろ過を行った。ろ液に硝酸を添加し pH を 1 以下にして、ICP

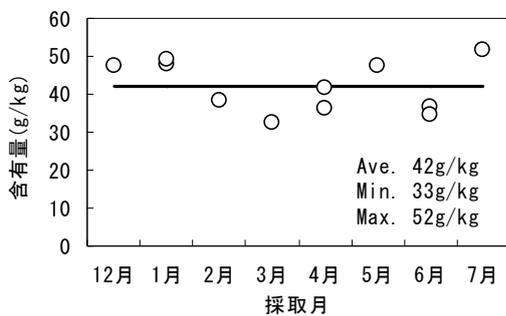
発光分光分析装置で Zn, Pb, Cu を定量した。

3 結果

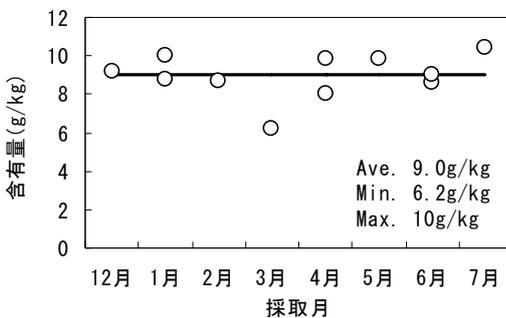
1) 溶融飛灰中の Zn, Pb, Cu の含有量分析

図 1 に、溶融飛灰の採取月と試料中の Zn, Pb, Cu の含有量の変動について示す。各金属の含有率の平均値は Zn 42g/kg (±10g/kg), Pb 9.0g/kg (±3.8g/kg), Cu 2.6g/kg (±0.4g/kg) であった。いずれの金属も月毎の変動は比較的少なく、Zn, Pb, Cu とともに安定して含有することが確認された。

(1)Zn



(2)Pb



(3)Cu

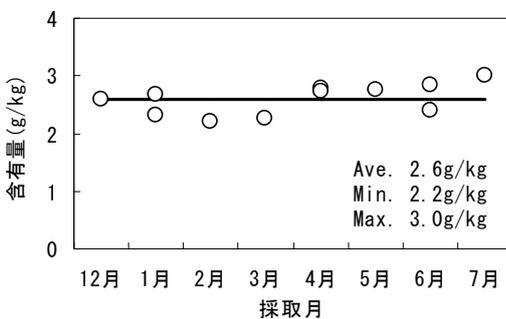


図 1 溶融飛灰中の Zn, Pb, Cu の含有量

2) アルカリ抽出特性

① 固液比の影響

図 2 に NaOH 濃度 3mol/L, 抽出温度 90°C, 抽出時間 2 時間の条件下のアルカリ抽出試験における Zn, Pb, Cu の抽出率に対する固液比の影響について示す。ここで固液比の定義は式 1 のとおりとした。

$$R=L/S \quad (\text{式 1})$$

R: 固液比, L: NaOH 水溶液の容量 (mL)

S: 溶融飛灰の重量 (g)

Zn, Pb については固液比が 50 で抽出率が約 80% となり、固液比が 500 で抽出率がほぼ 100% となった。一方、Cu については固液比 100 以上で抽出率がほぼ一定となり、抽出率が約 60% となった。金属回収の効率を考えると、固液比 50~100 程度の抽出条件が適していると考えられる。

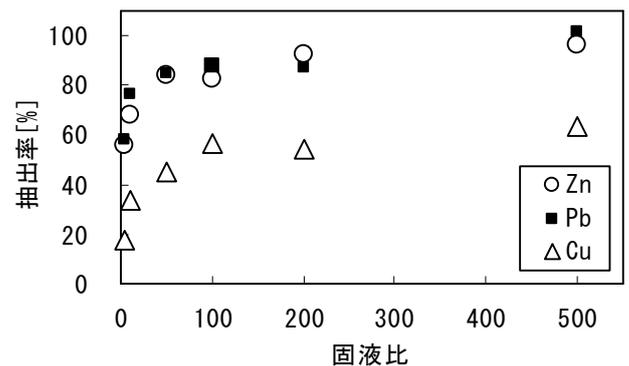


図 2 Zn, Pb, Cu の抽出率に対する固液比の影響

② 抽出時間の影響

図 3 に NaOH 濃度 3mol/L, 抽出温度 90°C, 固液比 100 の条件下のアルカリ抽出試験における Zn, Pb, Cu の抽出率に対する抽出時間の影響について示す。Zn については抽出時間 4 時間以上で抽出率がほぼ一定となり、抽出率が約 89% となった。Pb については抽出時間 2 時間以上で抽出率がほぼ一定となり、抽出率が約 85% となった。一方、Cu については抽出時間が 8 時間以内では抽出時間の増加とともに抽出率が上昇し続け、抽出時間 8 時間で抽出率が約 80% となった。Cu は反応速度が遅く、抽出に時間を要することが確認され、効率的な Cu の抽出法の検討が必要であると考えられた。

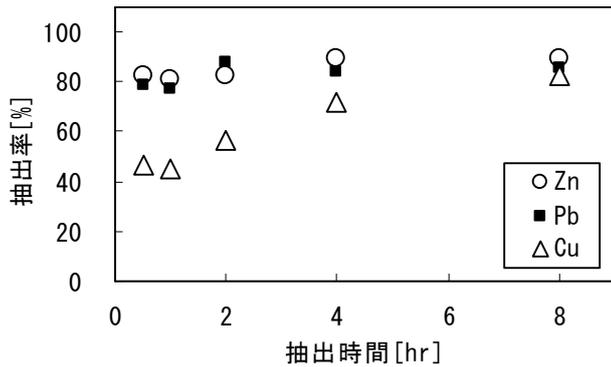


図3 Zn, Pb, Cuの抽出率に対する抽出時間の影響

③ NaOH 濃度及び抽出温度の影響

図4に抽出時間2時間, 固液比100, 抽出温度28°Cまたは90°Cの条件下のアルカリ抽出試験におけるNaOH濃度の影響について示す。抽出温度28°Cの場合, ZnについてはNaOH濃度が0.1mol/Lでは抽出率が1.7%と低く, NaOH濃度が1mol/L以上で抽出率がほぼ一定となり, 抽出率が約75%となった。PbについてはNaOH濃度に係わらず抽出率が約75%となった。CuについてはNaOH濃度が0.1mol/Lでは抽出率が4.2%と低く, NaOH濃度が2mol/L以上で抽出率がほぼ一定となり, 抽出率が約60%となった。以上の結果から, 0.1mol/L程度の低濃度NaOHでPbを選択的に抽出した後, 3mol/L程度の高濃度NaOHで抽出することで, PbとZn, Cuを分離抽出できることが示唆された。

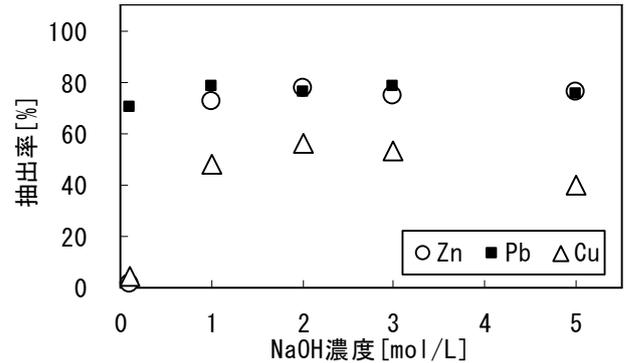
抽出温度90°Cの場合, 抽出温度28°Cの場合の結果と比較して抽出率は大きく向上しなかった。

4 まとめ

本研究では, アルカリ抽出法について熔融飛灰からの金属の分離回収について基礎的な検討を行った。この結果得られた知見は次のとおりである。

- (1) 熔融飛灰中の亜鉛, 鉛, 銅の品質変動について調査した結果, Zn 42g/kg (± 10 g/kg), Pb 9.0g/kg (± 3.8 g/kg), Cu 2.6g/kg (± 0.4 g/kg)であった。
- (2) アルカリ抽出試験において, 固液比, 抽出時間, NaOH濃度及び抽出温度に関する抽出条件の検討を行った。この結果, 熔融飛灰からZn, Pb, Cuを80%以上分離することができたが, Cuの抽出時間の短縮が課題として残った。またNaOH濃度を調整することにより, Pbのみを選択的に分離できることが示唆された。

(1)抽出温度 28°C



(2)抽出温度 90°C

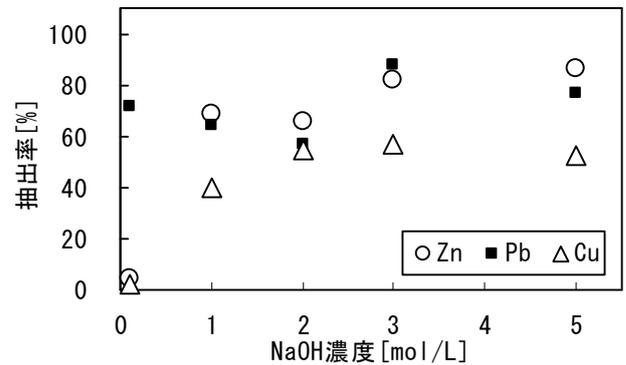


図4 Zn, Pb, Cuの抽出率に対するNaOH濃度の影響

5 参考文献

- 1) 肴倉宏史, 大迫政浩, 鄭昌煥, 小野田弘士, 永田勝也: 熔融飛灰・熔融メタルの処理・処分と資源化の現状に関する調査, 都市清掃, Vol.62, No.288, Page191-197 (2009)
- 2) 中山勝也, 高田満, 酒井啓介, 河地貴浩, 田島善直, 水野賀夫, 渡辺藤雄, 松田仁樹: 熔融飛灰中重金属の塩化揮発に及ぼす未燃炭素の影響, 廃棄物学会論文誌, Vol.17, No.6, Page428-436 (2006)
- 3) 酒井啓介, 河地貴浩, 西井智広, 窪田光宏, 松田仁樹, 中山勝也: 減圧加熱による熔融飛灰からの多成分重金属塩化物の揮発特性, 廃棄物学会論文誌, Vol.18, No.6, Page454-462 (2007)
- 4) 岡田敬志, 松藤敏彦, 東條安匡: Ca, Si含有量に基づく熔融飛灰からのPb, Zn回収方法選択に関する研究. 廃棄物学会論文誌, Vol.18, No.1, Page8-19 (2007)

Extraction of Metals from Fly Ash generated from Melting Furnace of Municipal Solid Waste

Takeshi IGURA, Hideyuki MONGI

Abstract

In this study, the variation of heavy metals concentration in fly ash generated from MSW ash-melting plant was examined and basic properties of alkaline extraction treatment were clarified.

The concentration of Zn, Pb and Cu in fly ash was relatively stable and the concentration of main heavy metals were Zn:42g/kg, Pb:9.0g/kg, Cu:2.6g/kg. More than 80% of Zn, Pb and Cu was extracted from fly ash when extracted by 3mol/L NaOH. But the extraction ratio of Zn and Cu was low when extracted by 0.1 mol/L NaOH. This result suggests the possibility that Pb can be removed selectively from fly ash.