

インパクトミルによる都市ごみ焼却主灰の元素分配挙動

飯野成憲*・辰市祐久・肴倉宏史**

*(現) 国立環境研究所、**国立環境研究所

【要約】 インパクトミルを使用し、都市ごみ焼却主灰の破碎による元素の分配挙動を評価した。Cu や Al では回転速度を増加させるとメタル粒子として 2.0-4.0mm の比較的大きな粒径に分配されることがわかった。一方で、破碎処理では後段の処理で実施する可能性がある渦電流選別や比重選別を困難とする<0.5 mm の粒子割合を増加させる欠点がある。回収あるいは除去したい元素に応じた物理選別全体の設計が必要である。

【目的】

都市ごみ焼却主灰（以下、「主灰」という）からの有価／有害金属の回収は、金属回収後残渣の有害金属含有量を低減させ、セメント原料化、土木資材としての利用を促進させるとともに、炭酸ガスによる炭酸化処理と組み合わせることで有害金属の溶出を抑える効果も期待できる。物理選別技術には渦電流選別や比重選別等があるが、より基本的な技術として破碎が挙げられる。主灰は、一般的に単独あるいは合金等の金属のみからなるメタル粒子とCa、Al、Siといった鉱物からなるミネラル粒子から成る。破碎によりメタル粒子とミネラル粒子を分離する「単体分離（図1）」を促進することで金属回収効率の向上が期待できる。本研究では、主灰の破碎による金属回収技術の一つとして、インパクトミル（図2）に着目し元素の分配挙動を評価した。

【方法】

国内清掃工場から主灰を採取し、含水率を約10%にして炭酸ガスを吹き込み、磁力選別で鉄くず等を除去した後、篩振盪器により粒度分布を確認した。粒度分布に合わせて試料を再度混合、縮分し、試料約250 gを約200 g/分の速度でインパクトミルに投入し、破碎した。インパクトミルの出口側にはスクリーンがあり、口径を変更できる構造となっている。破碎前後の粒度分布の変化は、スクリーン口径と破碎速度の両方の影響を受けると考えられることから、表1に示す実験条件で破碎実験を実施した。過破碎となることが懸念されたが、試験的に回転速度2,000 rpmのみスクリーン口径0.7 mmで破碎実験を実施した。スクリーン口径の選択においては、物理選別の可能な0.5 mm以上の重量割合が大きくなる条件とした。篩振盪器により破碎実験後の試料粒度分布の測定と分級を行い、分析のために各分画試料を高速振動粉砕機で5分間微粉砕した。ハンドヘルド型蛍光X線分析装置(XRF)を使用して粉碎後試料を3回測定した平均値を元素含有量とし、重量割合とともに元素分配率を計算した。

【結果の概要】

(1) 破碎前後の粒度分布と重量割合 図3に破碎前後の粒度分布と重量割合を示す。凡例は粒径、横軸はスクリーン口径と回転速度である。スクリーン口径が6.0 mmの場合が最も0.5 mm通過粒径の割合が少ないことから、物理選別が可能な範囲が広いことになる。スクリーン口径が6.0 mmの場合に単体分離が効果的に進んでいるか否かについては汎用機器での確認は困難であるが、いずれの回転速度においても口径6.0 mmのスクリーンを使用し、以下に示す元素分配率を評価した。

(2) 破碎前後の元素分配率 図4は回転速度の違いによる破碎前後の各粒径への元素分配率を示したものである。比較のため、図3より抜粋した破碎前後の重量割合も併せて示す。Ca、Si、Fe、Cl、Al、Zn、Pbでは回転速度の増加に伴い重量割合の変化と同様に小粒径の分配率が増加した。一方で、Cuについては破碎前に比べ物理選別が不可能な<0.5 mmの分配率が増加しているものの、回転速度を増加しても各粒径への分配率の変化は小さい。したがって、Cuについては単体分離を促進させつつ後段に実施する可能性がある渦電流選別あるいはエアテーブル選別で分離できる粒径範囲を維持することが可能と考えられた。なお、Al、Cuの2.0-4.0 mmに着目すると、回転速度を増加しても分配率が大きく変化していない。これは、破碎強度を上げてメタル粒子として残留したためと考えられる。Pbについては、2000rpmではやや<0.5mmへの分配率が小さくなっているが、元素含有量のばらつきの影響によるものと考えられた。

【まとめと課題】

インパクトミルによる破碎選別実験を実施したところ、Cu や Al では回転速度を増加させるとメタル粒子として 2.0-4.0mm の比較的大きな粒径に分配されることがわかった。一方で、破碎処理では後段の処理で実施する可能性がある渦電流選別や比重選別を困難とする<0.5 mm の粒子割合を増加させる欠点がある。回収あるいは除去したい元素に応じた物理選別全体の設計が重要である。

謝辞 本研究の一部は環境省の環境研究総合推進費(JPMEERF 20183004)の支援により実施された。



図1 単体分離のイメージ



図2 インパクトミル

表1 破碎実験の条件

回転速度 (rpm)	1000, 2000, 3000
スクリーン口径 (mm)	0.7 (2000 rpm のみ), 2.0, 3.0, 6.0

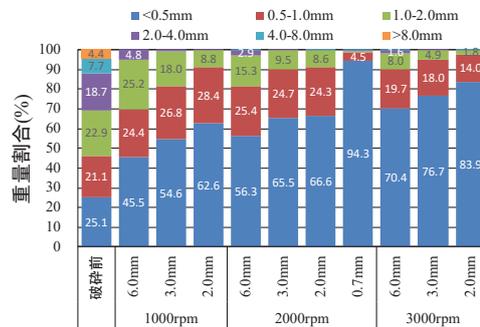


図3 破碎前後の粒度分布と重量割合

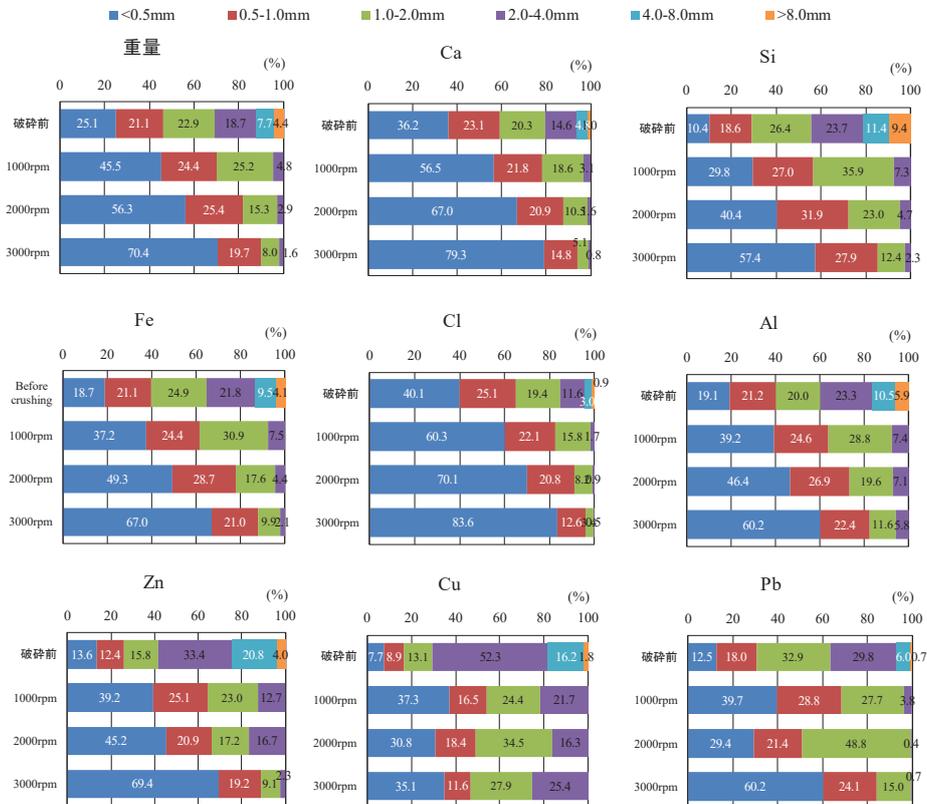


図4 回転速度の違いによる破碎前後の各粒径への元素分配率