

廃棄物からの貴金属回収の効率化

Improving the Efficiency of Precious Metal Recovery from Waste

立見友幸*・藤田 淳** (技術士(衛生工学部門))・石井 豊***・栗須祥寛****・森茂真菜****
藺田雅志**** (技術士(衛生工学部門))

Tomoyuki Tachimi・Jun Fujita・Yutaka Ishii・Yoshihiro Kurisu・Mana Morishige・Masashi Sonoda

当社の主力設備のひとつである流動床式ごみ焼却炉において、流動床炉の底に残存する砂（炉底砂）に貴金属が濃縮し、その金濃度は数百～数千 mg/kg と非常に高濃度であることを前回紹介した¹⁾。今回は、貴金属を再利用する資源循環および施設の収入増加に貢献するため、貴金属が炉底砂中で濃縮するメカニズムや廃棄物に含まれる貴金属の由来を調査し、貴金属濃度の高い炉底砂を回収する方法を見出した。

In our previous report, we explained that precious metals are found in the bed sand remaining at the bottom of the fluidized bed furnace, and that the gold concentration in the bed sand is very high, ranging from hundreds to thousands of mg/kg. In this report, we present our findings on a mechanism to accumulate precious metals in the bed sand, the origin of the precious metals contained in the waste, and the efficient method of recovering the bed sand, in order to achieve resource recycling and improve the facility's profitability.

Key Words :

流	動	床	Fluidized bed
炉	底	砂	Bed sand
熱	処	理	Thermal treatment residues
貴	金	属	Precious metal
回		収	Recovery
精		錬	Smelting

【セールスポイント】

- ・流動床でごみを焼却することで、貴金属を濃縮することが可能である。
- ・貴金属が濃縮された炉底砂は販売でき、貴金属を回収することが可能である。

ま え が き

近年、金や銀、白金等の貴金属の需要増加に伴い貴金属価格が高騰しており、貴金属を効率的に回収し再利用する資源循環の需要が高まっている。また、当事業に関連する廃棄物処理分野でも、廃棄物からの貴金属回収ニーズが顕在化している。

当社製品である流動床式ごみ焼却炉のうち、空気分散板方式を採用の炉においては、炉を立下後に空気分散板の空気ノズルよりも下方の不動層に残った砂（炉底の分散板上に残存して堆積している砂。以下、「炉底砂」という）の中に、投入ごみ由来の金や銀が一定濃度で含まれることが分かっている。当社が納入した流動床炉を有するごみ処理施設のうち、炉底砂中の金濃度が数十～数千 mg/kg のレベルで検出されている施設では、精錬事業者による炉底砂の有価引取を開始しており、各施設の収入増に貢献している。

一方、上記施設のうち、一部では貴金属濃度が引取基準未満となり炉底砂を引取できなくなることがあるなど、上記以外の施設では常に貴金属濃度が低

*環境エンジニアリング事業本部 環境プラント事業部 プラント技術部 機能開発室 **技術開発センター 技術開発部
技術開発センター 技術開発部 資源循環技術室 *技術開発センター 基盤技術室
*****環境エンジニアリング事業本部 環境プラント事業部 アフターサービス部

いため有価物としての引取自体ができない状況にある。これらは、貴金属が砂層中で濃縮・分布するメカニズムを十分把握できていないこと、砂層に含まれる貴金属がどのような廃棄物に由来するのか不明であることに起因すると考えられる。

本開発では、目的である貴金属の資源循環および施設の収入増加に貢献するため、貴金属が炉底砂中で濃縮するメカニズムや廃棄物に含まれる貴金属の由来の明確化、効率的な炉底砂回収方法の確立に取り組んだ。

1. 貴金属が濃縮するメカニズムの調査

1) 流動層中の貴金属分布の把握

ベンチ実験装置を用いて、流動層内における貴金属の挙動を調査した。図1に流動層内の金の濃度分布を示す。RUN1（処理時間：4 h）では金の偏在は見られず、分析検出下限値である1 mg/kg付近で均一に分布していた。一方、RUN2（処理時間：24 h）では、上層で不検出だった金が、下層では約3 mg/kg検出されており、金濃度は炉底に近づくにつれ高くなる傾向が確認された。図2に示すように長時間の

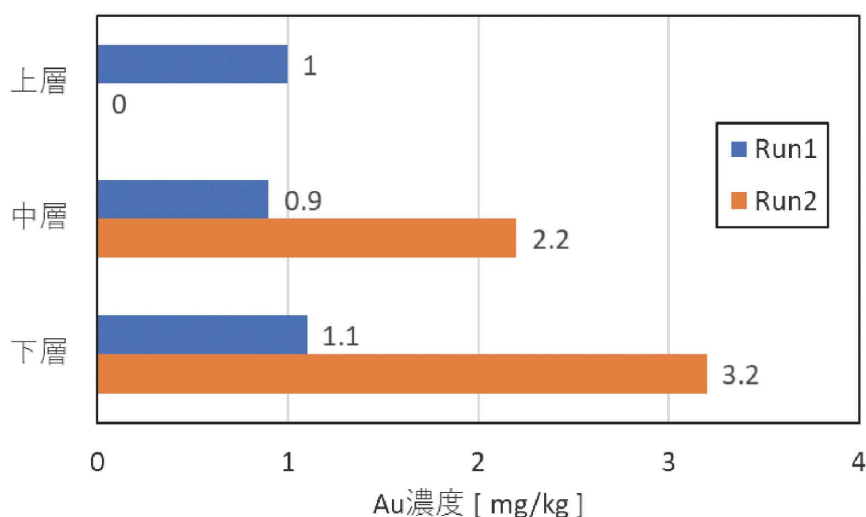


図1 ベンチ実験後の流動砂中 Au 濃度

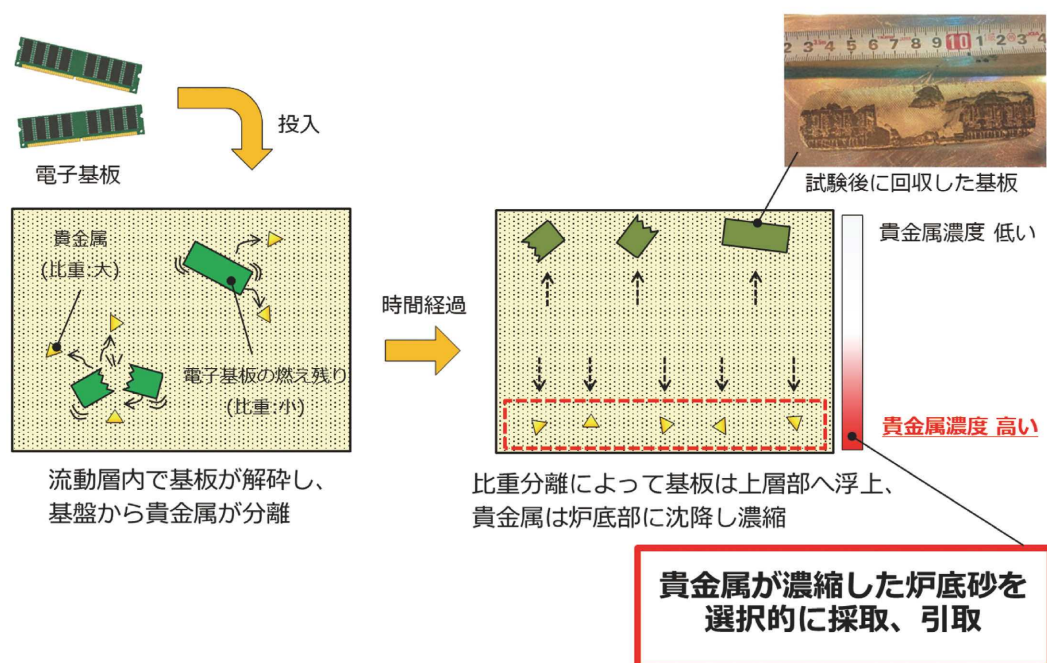


図2 電子基板中の貴金属が流動砂中で濃縮する想定メカニズム

流動によって被処理物の破碎が進行し、金が下層に沈降し濃縮することが実験的に示唆された。

2) 実炉の炉底砂における貴金属分布の把握

実機において、図3に示す6箇所の炉底砂を採取し、金の濃度分析を調査した。図4に施設A、施設Bにおける流動層の金の濃度分布を示す。施設Aにおいては、金濃度はごみ投入口付近が最も高くなった。一方、施設Bにおいては、施設Aのような金の偏在は見られなかった。

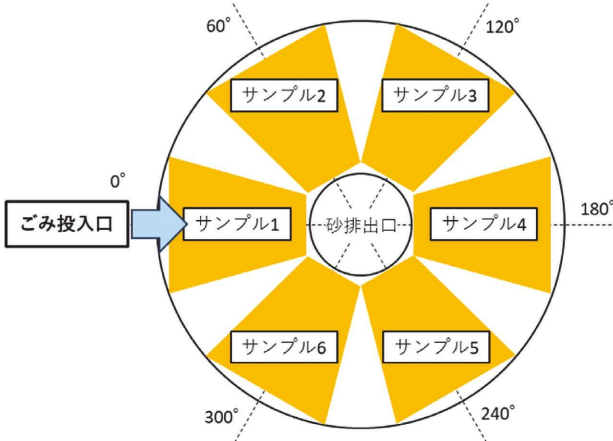


図3 炉底砂の採取場所 - 平面図
(サンプル1～6の計6箇所)

また、施設Aではごみ投入口付近の炉底砂の上層部分に厚さ数十mm程度の亜鉛の塊と、釘やねじ等の細長い金属部品の堆積が確認されたが、施設Bではそれらを確認できなかった。このことから、施設Aでは投入された金属部品中のはんだ等の亜鉛が熔融され炉底部に沈下・滞留し、滞留した熔融亜鉛によって金属部品が捕縛され、堆積したと推察する。さらには貴金属も金属部品と同様にごみ投入口付近の炉底砂に捕縛されたことで、金の濃度分布に差異が生じたと考える。

3) 引取対象拡大の可能性検討

現在の引取対象であるAu、Ag以外の貴金属として、近年市場価格が高騰しているPd、Ptについても引取対象となり得るか検討した。表1に施設Bの炉底砂の貴金属の分析結果を示す。引取業者へヒアリングを行い、Pd、Ptについても数十mg/kgオーダーにおいても引取対象となることを確認した。

2. 効率的な流動砂からの貴金属回収方法

施設Aにおいてごみ投入口付近の炉底砂の金濃度が高かったことから、高濃度の炉底砂を選択的に回収することで、余分な運搬費や精製費等が抑えられ、買取額が上昇することが期待される。回収する範囲を①炉底砂全体（従来の方法）、②ごみ投入口

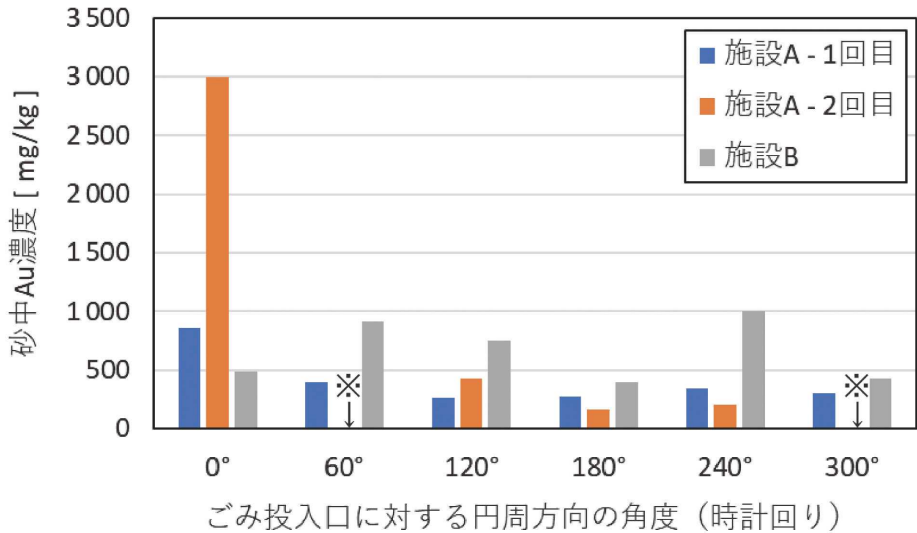


図4 炉底砂中のAu濃度の比較 (施設A-2回目の“※印”は分析せず)

表1 施設Bにて炉底砂中に含まれる各成分の分析結果

成分 [単位]	Au [mg/kg]	Ag [mg/kg]	Pd [mg/kg]	Pt [mg/kg]	Cu [%]
分析値	310	612	25	92	2.9

付近のみ、③ごみ投入口を中心に半周分とした場合においてFSを実施した結果、③半周分を回収した場合において従来よりも効率的に貴金属を回収できることが示唆され、従来よりも3倍程度買取額が上昇すると試算された。

3. 貴金属回収に有効なごみ条件の判定方法

文献調査^{2,3)}より、焼却炉に投入される小型家電の量が多いほど炉底砂中に貴金属が高濃度で存在する可能性が高いと考え、それらがごみ焼却炉へ投入される度合いを「小型家電投入ポイント」として施設毎に数値化し、炉底砂中の貴金属濃度との相関を調査した。小型家電投入ポイントは、小型家電リサイクル法に該当する90品目（PC類除く）が自治体のごみの仕分けルールにおいてそれぞれが何ごみに分類され、さらに、施設内で金属ごみとしてどの程度選別されているかを考慮して算出したものであり、例えば、小型家電90品目のほとんどが燃えるごみとして分類され、そのまま炉に投入される施設においてはポイントが高くなり、小型家電の分別回収や手選別によってそれらが炉に投入されにくい施設においてはポイントが低くなるように計算式を設計

した。

図5に調査結果を示す。小型家電投入ポイントと流動砂中Au濃度に一定の相関があることから、小型家電投入ポイントの試算により炉底砂中Au濃度がある程度予測可能であることが示唆された。

む す び

流動床炉内で貴金属が濃縮するメカニズムを調査し、炉底砂からの貴金属回収方法を効率化した。また、Pd、Ptも引取対象となることを確認したことから、施設の収入の向上が見込まれる。今後も貴金属回収技術をブラッシュアップさせ、資源循環に貢献していきたい。

[参考文献]

- 1) 谷田ほか：廃棄物からの貴金属回収，神鋼環境ソリューション技報，Vol.18 No.1（2021）
- 2) 村上進亮ほか：焼却残渣に含まれる金属資源の由来，廃棄物資源循環学会誌，Vol.29 No.5（2018）
- 3) 川口光夫ほか：廃電気電子製品（ノートPC，プリンター，TV）の基板中の金属量調査，第20回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集，pp.175-176（2009）

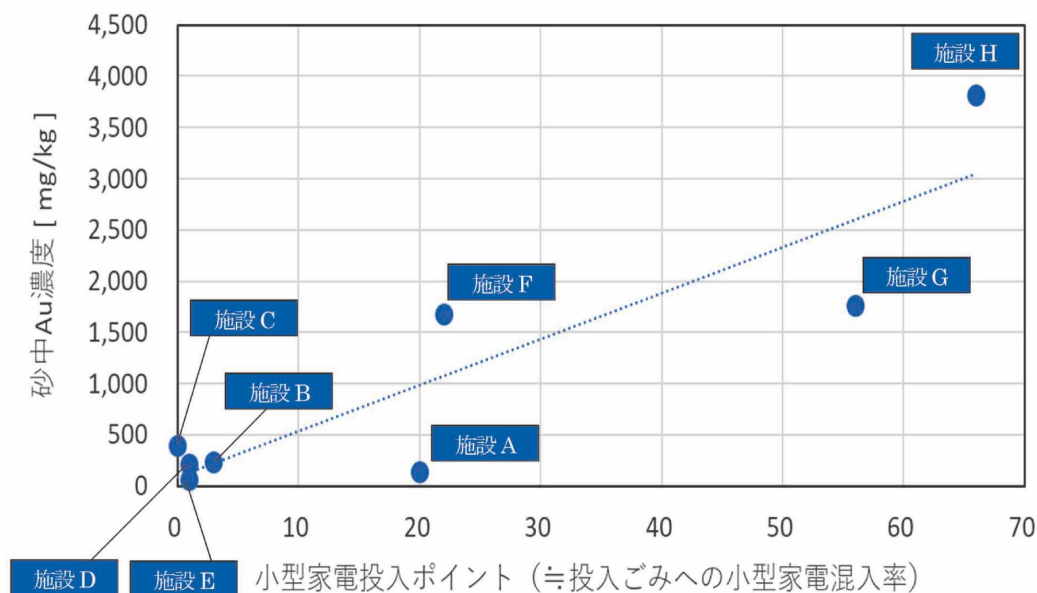


図5 小型家電混入率と砂中Au濃度の相関