

廃棄物からの貴金属回収

Precious Metal Recovery from Waste



谷田克義*
Katsuyoshi Tanida
博士（工学）



藤原 大**
Hiroshi Fujiwara
博士（工学）



藤田 淳***
Jun Fujita
技術士（衛生工学部門）

ごみの熱処理残渣からの貴金属回収において、ストーカ炉では落じん灰に高濃度に貴金属が濃縮されていることが知られているが、当社の主力設備である流動床炉においても貴金属が濃縮されている熱処理残渣があると考えられた。調査の結果、流動床炉の底に残存する砂（炉底砂）に高濃度に貴金属が濃縮されており、その金濃度は数十～数千 mg/kg と非常に高濃度であることが分かった。炉底砂は貴金属、特に金の資源価値が高いことから精錬事業者へ販売し、金の回収を行うスキームを構築した。

When it comes to recovering precious metals from waste incineration residue, it is well known that, riddling ash in a stoker type incinerator is rich in precious metals, so we tried to find residues that contained high concentrations of precious metals in a fluidized bed type furnace, which is our core product. As a result of investigations, we found that bottom sand that remains on the bottom of a fluidized bed furnace contains high concentrations of precious metals such as gold, which can range from several dozen to several thousand mg/kg. Because of the high resource value of precious metals and especially gold, a scheme for recovering gold that involves selling bottom sand to smelters has been established.

Key Words :

流	動	床	Fluidized bed
炉	底	砂	Bottom sand
熱	処	理	残渣
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、熱処理残渣からの有価金属の回収や熱処理残渣の土木資材としての有効利用に関して、盛んに検討が行われている。ストーカ炉においては、燃え殻は機械的に押し出されて炉下から排出されるが、

その過程で火格子の隙間から落下した熱処理残渣である落じん灰中に有価金属が高濃度で含まれていることが報告されている¹⁾。一方、流動床炉においても有価金属が濃縮されている残渣があると考えられる。流動床式ガス化炉と流動焼却炉の2つの形式の

*技術開発センター 技術開発部

**技術開発センター 新技術インキュベーション部（ロンドン駐在）

***環境エンジニアリング事業本部 環境プラント技術本部 技術企画部 開発室

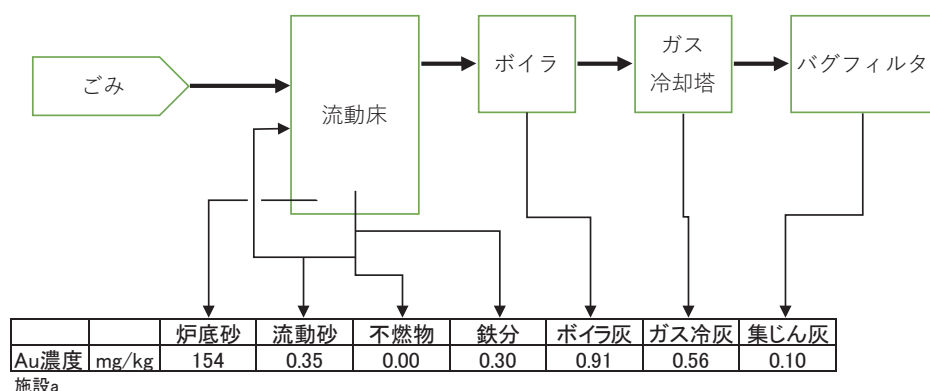


図1 流動焼却炉の残渣における金濃度の分布

焼却炉において様々な熱処理残渣の貴金属を分析したところ、流動床炉の炉底に堆積している砂（炉底砂と呼ぶ）に高濃度に有価金属が濃縮されていることを見出した。

図1に流動焼却炉（施設a）の各残渣の金濃度を示す。排ガス側のボイラ灰、ガス冷灰、集じん灰では徐々に金濃度が低下しており、比重の重い金が排ガスの上流側で高い濃度で検出されていることが分かる。しかしながら炉底砂以外の残渣に含まれる金の濃度は1 mg/kg未満であり、有価物として回収できる濃度ではなかった。一方、炉底砂の金濃度は154 mg/kgと突出して高いことが分かる。本稿では、炉底砂の貴金属濃度について紹介するとともに、炉底砂の取り扱いについても紹介する。

1. 炉底砂について

炉底砂とは上述の通り、流動床炉の炉底に堆積した砂である。当社の流動床炉の炉底部分は空気分散板が設置されており、空気が出る穴より下にある砂は流動しないため、ここに比重の大きい貴金属が濃縮したと考えられる。

炉底砂の回収方法は、以下の通りである。図2に示すように、流動床炉の砂は、炉停止時に炉底の抜出管を通じて炉外に排出されるが、その際に炉底部

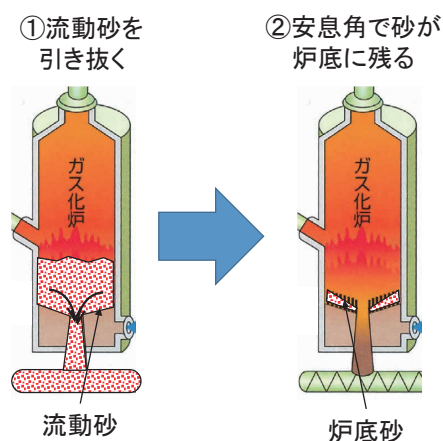


図2 炉底砂について

の砂は安息角が炉床の角度よりも大きいため、炉底に残る。これを回収することで炉底砂を得ることができる。

2. 炉底砂における有価金属の濃度

表1に炉底砂の貴金属の分析結果を示す。分析は、流動床炉を備える流動床式ガス化炉と流動焼却炉について行った。各施設では、通常のごみの他に、他所灰や掘り起こしごみ、リサイクル残渣が焼却されている。

表1から分かるように、炉底砂には数十～数千

表1 炉底砂の貴金属分析結果

施設	Au	Ag	Cu	炉形式	備考
	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
施設A	1 330～6 300	1 650～9 120	77 400～142 000	流動床式ガス化炉	他所灰
施設B	64	139	36 100		リサイクル残渣
施設C	23～3 320	28～2 040	33 200～90 900		リサイクル残渣
施設D	14～1 030	125～1 200	24 400～65 000		リサイクル残渣
施設E	79～148	176～239	48 500～55 300		リサイクル残渣
施設F	5～615	16～1 050	9 300～58 600		掘り起こしごみ、リサイクル残渣
施設a	64～154	350～515	15 300～31 800	流動焼却炉	
施設b	8～70	50～190	37 600～58 600		リサイクル残渣
施設c	62	64	157 000		リサイクル残渣

mg/kg の金、銀が含まれていた。この値は落じん灰の値²⁾の数倍～数十倍であり、濃縮することなく精錬を行い金を回収できる濃度である。また銅も数千～十数万 mg/kg 含まれていた。特に他所灰を受け入れている施設 A において貴金属の濃度が高かった。多くの施設において、リサイクル残渣を受け入れているが、貴金属の濃度にはバラツキがあり、リサイクル残渣の受け入れと貴金属濃度には明確な関係性は確認できなかった。また同じ施設でも測定時期や系列などによって貴金属濃度が大きくばらつく結果となった。

3. 炉底砂の性状

図 3 に施設 A と施設 G の炉底砂と貯留槽に貯留されていた循環砂の比重を示す。炉底砂の比重は循環砂の比重よりも大きいことが分かった。また炉底砂は貴金属の濃度が高い施設 A（施設 G の金濃度

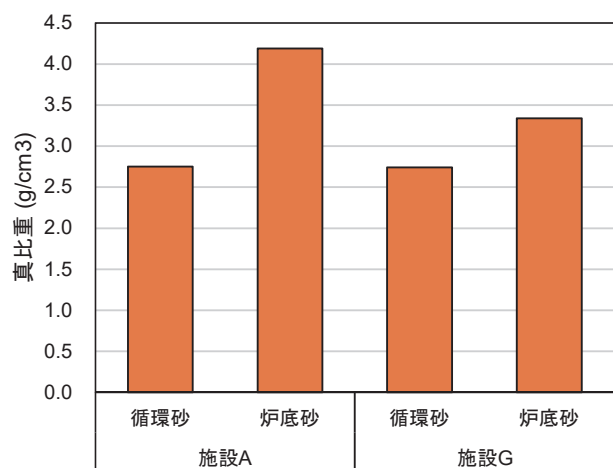


図3 砂の比重

は施設 A の約半分)の方が真比重が高かったが、循環砂は比重に施設による差が見られなかった。これは炉底砂に含まれる貴金属の濃度に差があるのに対して、循環砂の貴金属濃度がほとんど同じであることに起因すると考えられる。

4. 炉底砂中の貴金属の存在形態

図 4 に炉底砂断面の SEM (走査電子顕微鏡) 画像および金の EPMA (電子線プローブマイクロアナライザ) 画像を示す。本画像から、約 1 mm の砂を構成する粒子の内部に直径約 20 μ m の粒子として金が存在していることが確認された。金は安定な物質であり、他の物質と反応せず、金そのままの状態での炉底砂中に含まれている例が確認された。

5. 炉底砂の取り扱い

現在、炉底砂に一定以上の金が含まれる数施設については、炉底砂を日本鉱産(株)に売却、三井金属鉱業(株)にて精錬し貴金属を回収している。今後も継続して炉底砂の貴金属含有量を調査し、引き続き貴金属回収の拡大を進める予定である。

むすび

流動床炉の炉底に堆積している炉底砂に着目して貴金属が濃縮されていることを確認した。またその炉底砂を回収し精錬工場にて山元還元するルートを確立できた。今後も、廃棄物に含まれる都市鉱山からの貴金属回収を拡大し、資源循環に貢献していきたい。

【参考文献】

- 1) 山本ら：廃棄物学会論文誌, 18 (5) (2007) p314-324
- 2) 村河ら：第41回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, II - 2 - 47 (2020) p145-147

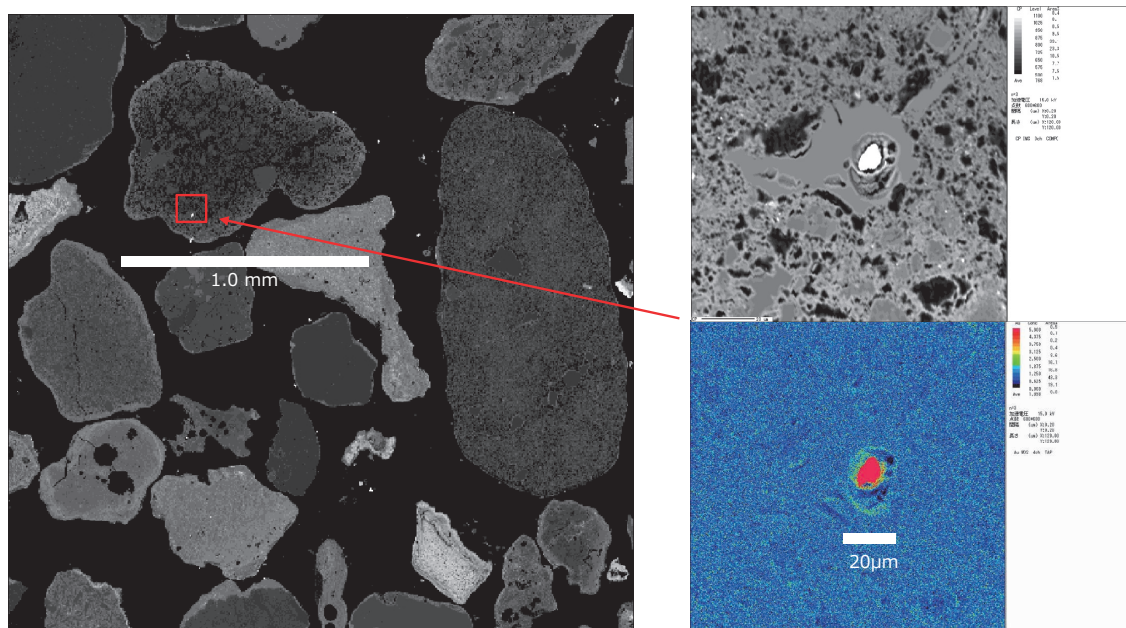


図4 金の存在形態