

VII-58

キレート処理飛灰中の重金属キレート化合物の定量

秋田工業高等専門学校 学生会員 山崎 透
同 正会員 肴倉 宏史
同 正会員 羽田 守夫

1. はじめに

人々の生活から発生するごみの約 75%は焼却処理されており、熔融処理される事例も増加している。これらの処理によって「焼却飛灰」や「熔融飛灰」と呼ばれる副生成物が生成されるが、飛灰中には Pb、Zn、および Cd といった低沸点有害重金属が濃縮される。埋立処分に際しては、これらの重金属溶出を抑制するための処理が必要であり、現在はキレート処理が主流となっている。キレート処理は、キレート剤中のジチオカルバミン酸基と飛灰中の重金属の結合により、重金属キレート化合物を生成させる処理である。この処理を行い、環境庁告示 13 号溶出試験（以下、「溶出試験」と言う）に合格したものが埋立されるが、処理後の灰から重金属が再溶出した事例もあり、長期安定性について十分な検討が必要である。

重金属キレート化合物は水に難溶で、有機溶媒に可溶という性質を持っている。そこで本研究ではこの性質を利用し、重金属キレート化合物を酢酸 n ブチル中に抽出することによる、キレート処理飛灰中の重金属キレート化合物生成量の定量方法を検討した。

2. 実験方法

(1) キレート処理飛灰試料の作成と溶出試験

焼却飛灰と熔融飛灰の各 1 試料を用意し、ジエチルジチオカルバミド酸ナトリウム 3 水和物試薬（DDTC）を焼却飛灰用に 2%（乾燥飛灰重量比）、熔融飛灰用に 25%取り、蒸留水をそれぞれ 8 mL、12 mL 加えて溶解させた。この溶液をそれぞれの灰 10 g に 4.2 mL、8.5 mL を加えて十分練り混ぜ団粒状とし、24 時間養生することでキレート処理飛灰を作製した。各灰の重金属含有量分析（王水抽出）と、未処理またはキレート処理した灰の溶出試験を行った。

(2) 重金属キレート化合物抽出方法の検討

DDTC 試薬を用いる方法は、水溶液中の重金属抽出法として確立されている²⁾。これを飛灰に適用するため、次の 3 つの方法を検討した。

A「水+ブチル法」：処理飛灰 1 g に水 50 mL 加え、酢酸 n ブチル 20 mL を加えて振とうし分離する。

B「pH 調整水+ブチル法」：A の方法のうち、水を加えた後に、アンモニアで pH 9 に調整する。

C「ブチル直接法」：飛灰 1 g に酢酸 n ブチル 20 mL のみを加えて 3 分間超音波振とう後、ろ過する。

各々、抽出後の残渣は王水抽出を行い、金属量を測定した。

(3) 重金属キレート化合物繰り返し抽出回数の検討

C「ブチル直接法」の最適な繰り返し抽出回数検討のフローチャートを図 1 に示す。キレート処理を行った焼却飛灰それぞれ 1.4 g、0.37 g に酢酸ブチルを 10 mL 加え、3 分間超音波振とうし、ろ過した。これを 5 回繰り返し、最終的な残渣は王水抽出を行い、全ての抽出液中の金属量を測定した。

3. 実験結果

(1) 金属含有量と溶出試験結果

表 1 は各灰の重金属含有量（王水抽出）と、未処理またはキレート処理した灰の溶出試験結果である。Pb の溶出量は未

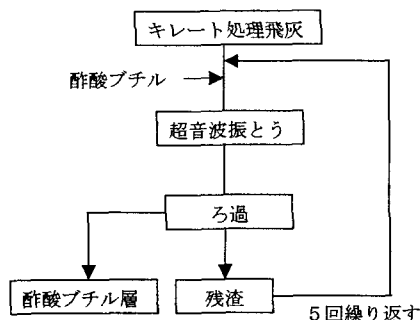


図 1 抽出回数検討のフローチャート

処理の場合、焼却飛灰では 34.2 mg/L、溶融飛灰では 391 mg/L であるが、キレート処理によりそれぞれ 0.083 mg/L と 0.150 mg/L まですべて抑制することができ、埋立判定基準値を満たした。

(2) 重金属キレート化合物の抽出方法の検討

図 2 は溶融飛灰について重金属ごとに、ブチル層への抽出量と灰中の残存量を示して

いる。抽出量が最も高いのは、Cu と Pb では方法 B、Zn では方法 C という結果となった。ここで、これら 3 つの重金属とキレート剤との結合力の順序³⁾は Cu>Pb>Zn の順序であることが知られている³⁾。このことから、方法 C に対して方法 B において Zn の抽出量が減少し、Cu と Pb の抽出量が増加した理由として、抽出操作の間に Zn に結合していたキレート剤が Cu や Pb と再結合した可能性が考えられる。よって、キレート処理後の灰により近い状態を示したと思われる方法 C を採用することとした。

(3) 重金属キレート化合物繰り返し抽出回数の検討

図 3 は焼却飛灰の Pb 溶出量、図 4 は溶融飛灰の Pb 溶出量の結果である。焼却飛灰、溶融飛灰ともに 3 試料ずつ抽出を行い、図には平均±標準偏差を示した。総抽出量とは、5 回繰り返しブチル抽出と、最終的な残渣からの王水抽出量の総和である。焼却飛灰、溶融飛灰ともに 1 回目の抽出量のばらつきは大きいですが、回数を重ねるとばらつきは小さくなった。焼却飛灰は次第に抽出量が少なくなり、総抽出量漸近しているが、灰が溶媒中で次第に分散する現象が見られたことや、効率面から考えて、繰り返し抽出は 4~5 回程度が望ましいと思われる。溶融飛灰は抽出回数が 2~3 回にかけて抽出量が少なくなり、これ以降はほとんど抽出されなかった。

4. まとめ

キレート処理飛灰中の重金属キレート化合物生成量を「ブチル直接法」により測定することで、重金属キレート化合物の化学的安定性を直接的に評価できる可能性を示した。さらに、実際の清掃工場で使用されている市販キレート剤への適用について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 例えば、倉倉ら、第 53 回土木学会年次学術講演会概要集 IIV, pp.96-97(1998)
- 2) 建設省河川局監修、河川水質試験方法(案)試験方法編、技法堂出版、pp.639(1997)
- 3) 長瀬雄三：基礎分析化学通論、廣川書店、p.292(1996)

表 1 各灰の金属含有量と環境庁告示 13 号溶出試験結果

	焼却飛灰			溶融飛灰			溶出試験埋立判定基準値 (mg/L)
	含有量 (mg/kg)	溶出試験結果 (mg/L)	キレート処理 (mg/L)	含有量 (mg/kg)	溶出試験結果 (mg/L)	キレート処理 (mg/L)	
Cu	540	0.40	0.013	14600	84.5	0.027	—
Pb	1800	34.2	0.083	9300	391	0.15	0.3
Zn	8100	4.41	0.85	18000	6.48	2.92	—
Cd	71	0.005	0.001	102	0.043	0.002	0.3

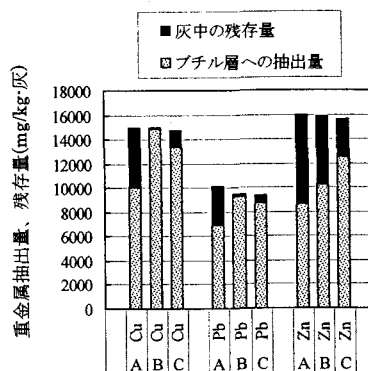


図 2 溶融飛灰の重金属抽出方法の検討

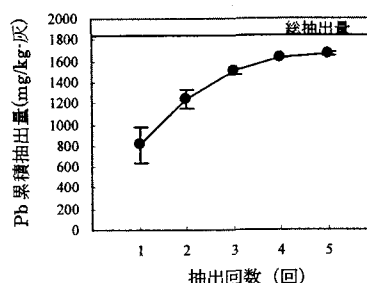


図 3 焼却飛灰の Pb 累積抽出量

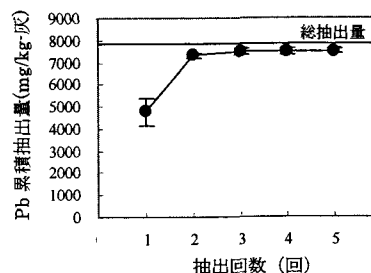


図 4 溶融飛灰の Pb 累積抽出量