

# 一般廃棄物焼却灰の Pb, Cd, Cr<sup>6+</sup> の溶出特性について

宇都宮大学大学院工学研究科  
宇都宮大学大学院工学研究科

学生会員 宮澤俊介  
正会員 今泉繁良

## 1. はじめに

一般廃棄物は、体積の減量化及び腐敗による悪臭の発生を防ぐために焼却という中間処理を経て最終処分場へ埋め立てられる。近年、最終処分場の建設は、一般廃棄物焼却灰に含有している重金属等への不安から建設が非常に困難な状況になっているため、最終処分場の残余容量が残り少なくなっている。そこで、一般廃棄物焼却灰中の重金属を除去し、環境負荷の大きなものと小さなものとに分け、負荷の小さい焼却灰を、建設資材や一般土壌への再利用可能な土質材料とし、負荷の大きい焼却灰のみを最終処分場へ投棄すれば、最終処分場の延命が計られることとなる。

本研究では、洗浄分級処理によって焼却灰中の重金属を除去する方法の確立を目指し、pH を変化させた溶液や温水などを用いて洗浄分級を行い、洗浄分級後の焼却灰中の Pb・Cd・Cr<sup>6+</sup> の含有量と溶出量を測定し、洗浄効果を検討する。さらに、一般廃棄物焼却灰の特性である自硬性が重金属溶出量に与える影響についても検討を行う。

## 2. 試験方法

### 2.1 洗浄分級方法と実験ケース

焼却施設の炉底灰（ボトムアッシュ）を分析試料とした。20mmふるいでふるい分けを行った後、不燃ごみ等を取り除き、ふるい通過試料を分析試料とした。

ガラス製容器に洗浄溶液と試料を 10:1（液固比 10）の割合で投入し、攪拌機で 10 分間攪拌洗浄をした。その試料を 0.850mmふるい上に流し、ふるい残留分を「0.850mm 残留試料（以下残留試料）」とした。そして、0.850mmふるい通過試料と洗浄液をろ過し、「0.850mm 通過試料（以下通過試料）」とろ紙を通過した「洗浄液」に分けた。

洗浄分級方法のケースを表-1 に示す。ここで「アルカリ溶液」とは NaOH を蒸留水に数滴滴下し約 pH10 に、「酸性溶液」とは H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を蒸留水に数滴滴下約 pH3

に調整したものである。また、洗浄溶液の温度を 20 と 60 の 2 通りで行った。洗浄終了後に、試料の Pb・Cd・Cr<sup>6+</sup> の含有量試験、溶出量試験（環境庁告示第 46 号法）を行った。

表-1 洗浄実験ケース

Case	洗浄溶液	pH	水温
1	水道水	7	20
2	アルカリ溶液	10	20
3	酸性溶液	3	20
4	水道水	7	60
5	アルカリ溶液	10	60

### 2.2. 自硬性の試験方法

直径約 5cm、高さ約 10cm のサミットモールドに質量 1.175kg、落下高さ 15.04cm のランマーを用いて、搬入直後の焼却灰を、締め固め総数 3 層、1 層当たりの締め固め回数 25 回で締め固めた。締め固め後のモールド（合計 20 本）を実験室内に静置しておき、搬入日から 2 ヶ月間は 10 日間隔で、その後は 20 日間隔で、1 本づつ供試体を粉砕し、溶出量試験を行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 洗浄分級試験結果

洗浄をしないで分級のみを行った焼却灰の重金属含有量を表-2 に示す。一般的に粒径の小さい粒子に有害物質が多く含まれていると言われているが、分級に係なく同程度の重金属含有量が測定されていることから、必ずしも粒径の小さい粒子に重金属が多く含有しているとはいえなかった。

次に、洗浄効果を確認するために、洗浄分級後の重金属含有量の洗浄前の重金属含有量に対する比率を計算した。計算結果を重金属の種類ごとに Pb を図-1、Cd を図-2、Cr<sup>6+</sup> を図-3 に示す。図-1, 2, 3 から、洗浄処理を行うことで、Cd の含有量を減少させることがで

表-2 分級後の重金属含有量

	0.850mmふるい通過試料	0.850mmふるい残留試料
Pb(mg/kg)	334.0	292.0
Cd(mg/kg)	76.3	80.6
Cr <sup>6+</sup> (mg/kg)	18.6	13.6

キーワード：一般廃棄物焼却灰、重金属含有量、重金属溶出量、洗浄試験、自硬性

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科 Tel/Fax, 028-689-6218

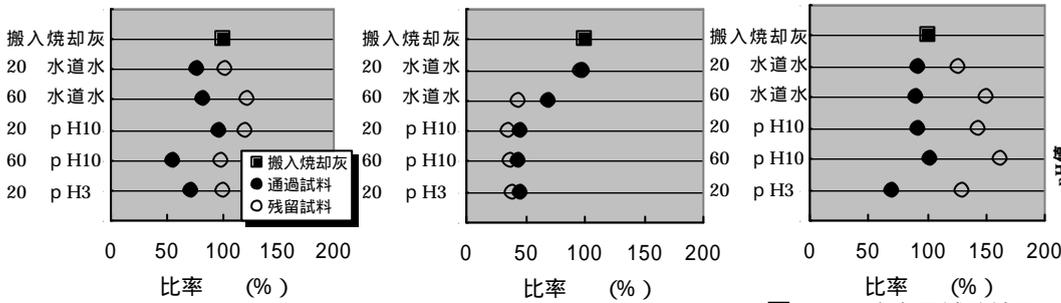


図-1 Pb含有量試験結果

図-2 Cd含有量試験結果

図-3 Cr<sup>6+</sup>含有量試験結果

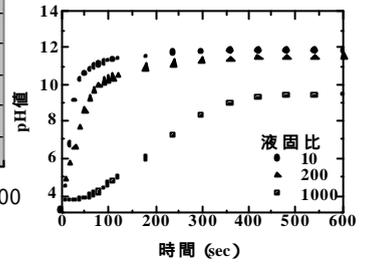


図-4 洗浄中のpHの変化

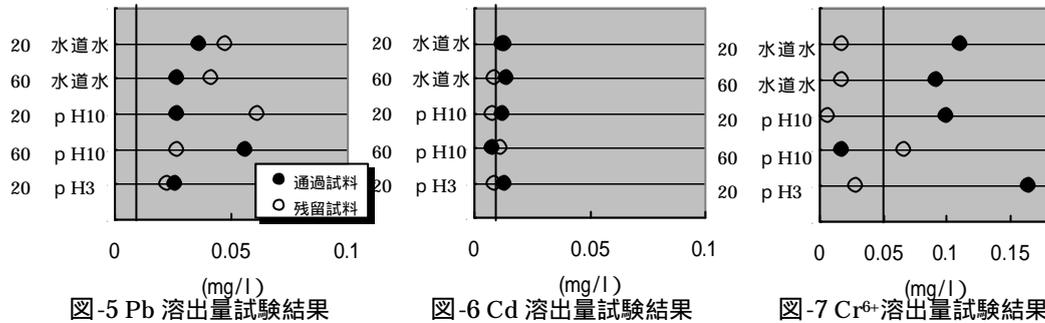


図-5 Pb溶出量試験結果

図-6 Cd溶出量試験結果

図-7 Cr<sup>6+</sup>溶出量試験結果

きた。しかし、Cr<sup>6+</sup>では洗浄溶液のpHや温度を変化させても、洗浄効果に顕著な差は見られなかった。ここで、PbやCdに対してアルカリ溶液と酸性溶液の測定結果が似たような値をとっている点については、焼却灰中に多く含まれているアルカリ土類化合物のCaOによって溶液がアルカリ化するためと考えられる。そこで、酸性溶液で洗浄中のpHの時間的変化を測定し、その結果を図-4に示した。図-4より酸性状態下での洗浄はほとんど行われていない。特にPbはアルカリ溶液中での吸着現象が確認されている<sup>1)</sup>ため、洗浄溶液のアルカリ化を抑えることが必要である。

図-5、図-6、図-7は、洗浄分級を行った重金属溶出量試験結果を重金属ごとに示したものである。Cr<sup>6+</sup>に関しては、残留試料からはほとんど溶出してこない傾向にあり、Cdの溶出量は土壤環境基準値まで低減させることができている。しかし、図よりPbは土壤環境基準値を満たすことはできていない。そこで、残留試料のPbの洗浄効果を上げていくことで、焼却灰の再利用化が可能になると考える。

### 3.2 自硬性効果

図-8に経過日数と溶出液のpH値を、図-9に経過日数と溶出量試験結果の関係を示す。Pbの溶出量は安定した値が得られていないものの、時間の経過とともに溶出量は減少する傾向にあるといえる。また、Cdについては、時間の経過に関係なく常に一定の溶出量となった。Cr<sup>6+</sup>は、静置後50日までは溶出量が増加していくが、その後は溶出量が減少している。これらの減少

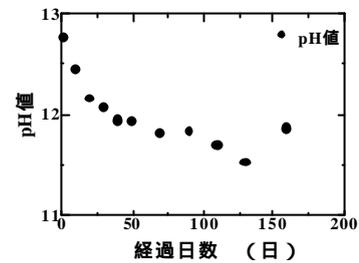


図-8 経過日数と溶出液のpH値

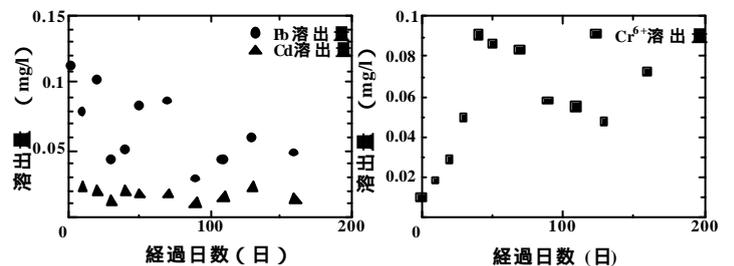


図-9 経過日数と溶出量試験結果

は、焼却灰に含有しているカルシウム等が硬化することに起因しており、重金属の種類によっては、年月とともに溶出量が抑えられる傾向にあると考える。しかし、3種類の重金属とも、締固め後160日を経過しても土壤環境基準値を満たす状態にはなっていない。

### 4. 結論

- ・洗浄分級処理はCdに対して効果があった。
- ・粒径の小さい焼却灰が有害重金属を多く含有しているとはいえない。
- ・焼却灰の自硬性によって、Pbの溶出量は減少する傾向がみられたが、Cd・Cr<sup>6+</sup>にはそのような傾向はみられなかった。

参考文献 1) 福江正治・加藤義久・小松田精吉訳：地盤と地下水汚染の原理。pp152～155