

II-434

都市ごみ焼却飛灰中の重金属類の溶出挙動に関する研究

国立公衆衛生院 (学生会員) ○ 早田 洋
 " (") 上田 晃輔
 " (正会員) 田中 勝

1. 緒論

これまで、都市ごみ焼却飛灰からの有害重金属の溶出に関しては振とう実験(通常は公定法)カラム実験および、埋立実験が多く行われてきている。

本実験では、バッチ振とう実験において溶出する重金属類および総イオン量と振とう時間、溶媒のpH、空气中酸素等との関係を明らかにした。

2. 実験

(1) 試料

実験に用いた3種の都市ごみ焼却飛灰(表-1参照)は、塩化水素除去対策として湿式洗浄方式を用いている焼却工場より採取しており、石灰は混入されていない。これら3種類の飛灰の60メッシュ通過分を実験試料として用いた。

(2) バッチ振とう実験

容量1000mLの分液ろうとに、試料(湿重)と溶媒(脱イオン水)を(重量体積比1:10の割合で)入れて、振とうを行った。振とう終了後ただちに遠心分離処理を行い、遠心上清を孔径0.22μmメンブレンフィルターでろ過し、ろ液を検液とした。

(3) アルゴンを雰囲気とするバッチ振とう実験

重金属(Cd、Pb)の溶出濃度変化でpH以外の要因として空气中の酸素による酸化物生成を考え、アルゴン雰囲気で行ったバッチ振とう実験を行い、無酸素雰囲気と空気雰囲気について元素類の溶出挙動について比較・考察を行った。実験方法は、バッチ振とう実験に準じた。試料はFA-2、溶媒は十分に脱気した脱イオン水を用いた。

3. 結果

図1~2に振とう時間の違いによる各金属の飛灰1gあたりの溶出量を示す。

バッチ振とう実験における、カドミウムの溶出を見ると、飛灰FA-1において振とう時間の経過と共にカドミウムの溶出濃度は大幅に減少し、360分振とうで約5μgであった。その他の飛灰では振とう時間の経過と共にわずかに溶出濃度が減少しているものの、振とう時間の違いによる明らかな溶出濃度の低下は認められなかった。

鉛の溶出は飛灰FA-2において振とう時間の経過に伴って5分間振とうの360μgから360分振とうの100μgへと大きく低下した。FA-1およびFA-3においても振とう時間の経過とともに低下が見られた。

重金属の可溶性・不溶性はpH、酸化還元電位、共存イオン等々に影響されると言われている。バッチ振とう実験および溶媒に緩衝溶液(Clark-Lubsの緩衝液、ほう酸+塩化カリウム-水酸化ナトリウム)

表1 飛灰試料の組成(μg/g)

試料	水分(%)	Cd	Pb
FA-1	0.82	183	5470
FA-2	0.67	311	9830
FA-3	0.67	213	3680

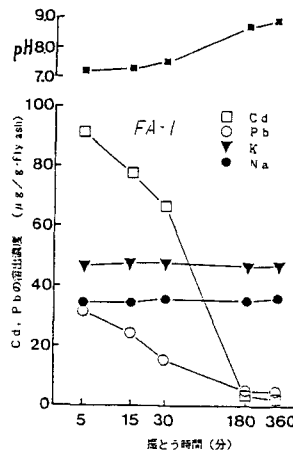


図1 振とう時間の違いによる各金属の飛灰1gあたりの溶出量

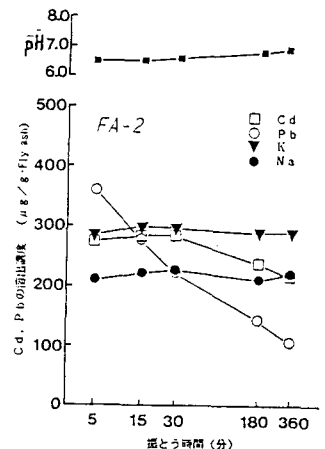


図2 振とう時間の違いによる各金属の飛灰1gあたりの溶出量

を用いた場合のpH変化と重金属の溶出を図3と図4に示した。カドミウムと鉛はpHの上昇と共に溶媒中の残存濃度が減少していることがわかる。しかし、カドミウムや鉛を水酸化物と仮定し溶解度積により各pHにおける溶出濃度を算出すると、計算値と実験値との間にはかなりの違いが見られた。例えばカドミウムイオンと水酸イオンとの溶解度積は $K_{sp} = 3.9 \times 10^{-15}$ (化学便覧)であり、pHとカドミウムの溶解度の関係は次の式で表される。

$$[Cd^{++}] = 3.9 \times 10^{-(23-2pH)}$$

pH9ではカドミウムの溶解度は 4.3 mg/L で、pH7では $4.3 \times 10^4 \text{ mg/L}$ である。また、今回のバッチ振とう実験でのpH変化は振とう時間とともに上昇する傾向にあるが、すべての飛灰について言えるものではなく飛灰FA-2ではpHの上昇が顕著に認められないにもかかわらず飛灰1g当りの鉛の溶出量は低下している。ゆえにOH⁻以外の陰イオンSO₄²⁻等に重金属類の溶出は規制されると考えられる。

アルゴンを雰囲気とするバッチ振とう実験については、雰囲気ガスが空気でもアルゴンでも溶出総陽イオン量、溶出総陰イオン量等に関しては、ほとんど差異はなく、鉛の溶出に関してのみ、振とう時間の経過に伴い、アルゴン雰囲気は、空気雰囲気よりもわずかに大きな溶出量低下が認められた。

4. 考察

今回の実験では溶出操作の初期に溶出量が大きく、振とう時間の経過とともに溶出量が低下することが確認でき、有害物質の検定においては振とう時間5分間が妥当であると考えられる。

無酸素状態では溶出した金属元素は、空気雰囲気と比べて陽イオンの形よりも、金属態をとりやすいものと考えられるが、雰囲気の違いによる溶出の差異はほとんどなく、雰囲気の違いには大きな影響を与えないと考えられる。また溶出総陽イオン量が 0.456 meq/L (5分)から 0.384 meq/L (24時間)へと低下している事などからも不溶化現象はイオン交換に由来するものではないと考えられ、イオン交換以外の吸着現象および、重金属イオンとの溶解度積の小さいCl⁻、SO₄²⁻等の陰イオンの挙動を知る必要があると考えられる。

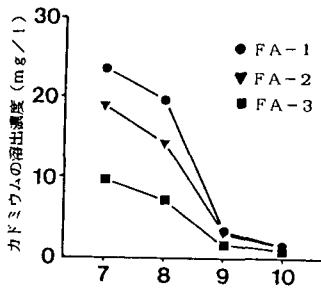


図3 pHとカドミウムの溶出濃度との関係

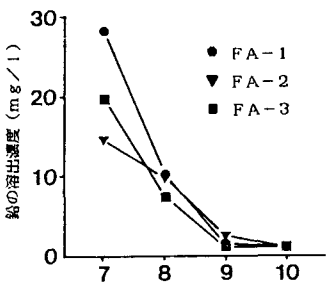


図4 pHと鉛の溶出濃度との関係

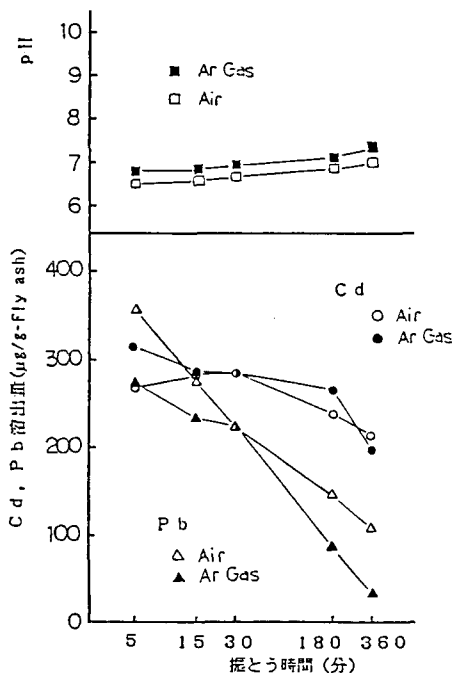


図5 雰囲気の違いによるCd、Pbイオン溶出量とpH変動

おわりに

なお、本研究は昭和60年度国立機関公害防止等試験研究費で行った「廃棄物の処理処分に伴う水銀等の環境影響に関する研究」の一部である。また、この研究には中央大学理工学部岡田和明君(現東京電力(株))の協力に負うところが多い。誌上を借りて感謝する。