

超音波抽出による廃棄物の迅速溶出試験法の検討

【リサイクルチーム】

門木 秀幸、有田 雅一

要旨

一般廃棄物焼却灰を対象として超音波抽出による溶出試験の迅速化について検討した。Pb 及び Cr について、10 分間の振とう溶出試験と超音波抽出による溶出試験及び公定法で、その結果を比較した。この結果、Pb については、環告 13 号法との溶出濃度の相関が大きく改善され、廃棄物のスクリーニング試験として有望であると考えられた。一方、Cr については 10 分間溶出試験の方が環告 13 号法との相関が良好であった。元素によって溶出特性が異なり、廃棄物の種類によっても異なることが想定される。廃棄物の溶出特性を把握して、超音波抽出の有効性を確認することが重要と考えられた。

1 はじめに

産業廃棄物の溶出試験は「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」（以下「環告 13 号法」）として規定⁽¹⁾されている。試験方法は、有姿又は粒度調整した試料に固液比 (L/S) で 10 倍の水を与え、6 時間振とうした後、遠心分離を行い、孔径 1 μ m メンブランフィルターでろ過して、ろ液中の有害物質の溶出濃度を測定する。また、溶出試験は、廃棄物のリサイクルを行う上で、原料となる廃棄物やリサイクル製品等の安全性の判定のための試験方法等としても重要である。

しかし、公定法では試験結果を得るのに 2 日以上時間を要する。このため廃棄物の受入検査やリサイクル原料としての品質管理を目的とした現場検査を行うには、迅速溶出試験法の確立が重要となる。迅速な溶出試験の確立により有害物質による環境負荷の適正な管理を一層徹底させることが期待される。

迅速溶出試験法は公定法よりも短時間であること、操作が容易であることが必要と考えられる。また、公定法との一定の相関が求められる。これまで、一般廃棄物焼却灰を対象として、迅速溶出試験法として高速振とう、手振とう、超音波処理（超音波洗浄機）、加温処理による方法を検討⁽²⁾したが、公定法と比較して低値となり、十分な相関が得られなかった。本研究では、超音波処理装置（ホモジナイザー）を利用した超音波抽出法について検討を行った。

2 実験方法

2.1 試料

一般廃棄物焼却施設より採取した焼却灰 12 種類について、目開き 4.75mm を用いてふるい分けした試料

(<5mm) を作成した。また、焼却灰 12 種類について風乾した後、目開き 2mm のふるいを用いてふるい分けした試料 (<2mm) を作成した。

2.2 環告 13 号法による溶出試験

試料 50g を 1L PPCO 製容器に取り、水 500mL を加え、振とう回数を 200rpm とし、振とう時間は 6 時間として溶出操作を行った。振とう後は、3000G、20 分間遠心分離を行い、上清を 1 μ m メンブランフィルターでろ過して検液を作成した。

2.3 10 分間溶出試験

環告 13 号法による溶出試験を、溶出時間を 10 分間、遠心分離の条件を 3000G、5 分間として溶出操作を行った。

2.4 超音波抽出による溶出試験

試料 15g を 500mL PPCO 製容器に取り、水 150mL を加え、超音波処理装置 (Sonics & Materials, Inc.、VC130、周波数 20kHz) を浸した。10 分間超音波を照

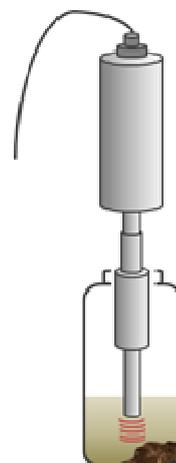


図 1 超音波処理装置による溶出試験

射して溶出操作を行った。その後、3000G、5 分間遠

心分離を行った。上清を 1 μ m メンブランフィルターでろ過して検液を作成した。

2.5 検液の分析方法

検液中の pH、EC、Pb、T-Cr を測定した。Pb、T-Cr は ICP 質量分析装置により定量した。

3 結果

3.1 Pb の溶出試験結果

採取した一般廃棄物焼却灰 (12 試料:No. 1~No. 12) を、環告 13 号法に準拠して目開き 4.75mm でふるい分けを行った試料 (≤ 5 mm) と、風乾して目開き 2mm のふるいでふるい分けを行った試料 (≤ 2 mm) の 2 種類を調整し、合計 24 試料について試験を行った。

図 2 に環告 13 号法と 10 分間溶出試験及び超音波抽出法の Pb の溶出濃度の比較結果を示す。

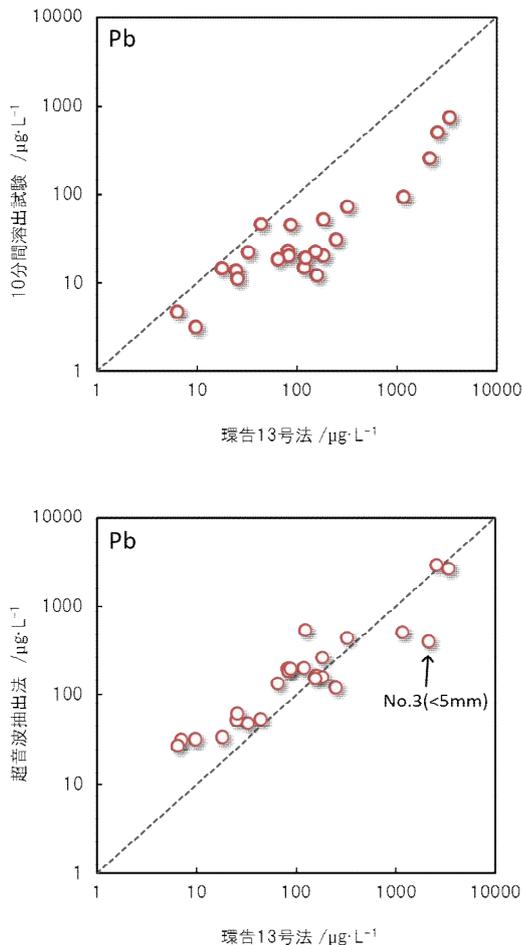


図 2 環告 13 号法と 10 分間溶出試験及び超音波抽出法の Pb 溶出濃度の比較

：試料 No. 1~No. 12、ただし No. 3 (<5mm) の 10 分間溶出試験は欠測

環告 13 号法の結果は、 ≤ 5 mm の試料では 10~2500 μ g/L、 ≤ 2 mm の試料では 6~3300 μ g/L であった。

10 分間溶出試験の結果は、 ≤ 5 mm の試料 (焼却灰試料 No. 3 の ≤ 5 mm は欠測) で 3~510 μ g/L、 ≤ 2 mm の試料では 5~750 μ g/L であった。10 分間溶出試験の結果は、環告 13 号法と比較して低値 (10 分間溶出試験による溶出濃度/環告 13 号法による溶出濃度の比: 0.08~1.1) となった。

超音波抽出法による試験結果は、 ≤ 5 mm の試料では 32~2900 μ g/L、 ≤ 2 mm の試料では 27~2700 μ g/L であった。超音波抽出法による溶出濃度/環告 13 号法による溶出濃度の比は 0.19~4.6 であった。24 試料のうち 21 試料が環告 13 号法と同等またはより高い値となり、10 分間溶出試験と比較して環告 13 号法との相関が大きく改善された。この結果から、焼却灰の迅速溶出試験法として超音波抽出法が有望であると考えられた。しかし、特に 1 試料 (No. 3) については、環告 13 号法に対して超音波抽出法の結果が低値 (約 1/5) となった。No. 3 の溶出濃度は高く (2100 μ g/L)、超音波抽出法では抽出が不十分になったと考えられるが、この試料よりも溶出濃度が高い 2 試料については良好な相関が得られており、詳細な原因は不明である。迅速溶出試験による結果が、溶出基準値 (300 μ g/L) 付近あるいは超過する試料については、環告 13 号法により溶出試験を行い確認することが重要と考えられる。

3.2 Cr の溶出試験結果

図 3 に環告 13 号法と 10 分間溶出試験及び超音波抽出法の T-Cr の溶出濃度の比較結果を示す。

10 分間溶出試験の結果は、 ≤ 5 mm の試料 (No. 3 は欠測) では 5~270 μ g/L、 ≤ 2 mm の試料では 74~450 μ g/L であった。環告 13 号法と比較すると、10 分間溶出試験の溶出濃度は良好な相関 (10 分間溶出試験による溶出濃度/環告 13 号法による溶出濃度の比: 0.43~2.3) が得られた。

一方、超音波抽出法による試験結果は、 ≤ 5 mm の試料で 8~180 μ g/L、 ≤ 2 mm の試料では 30~830 μ g/L であった。10 分間溶出試験と比較して超音波抽出の方が、溶出濃度が低値となる試料が多く (10 分間溶出試験による溶出濃度/環告 13 号法による溶出濃度の比: 0.22~2.4) になった。これは、Cr は速やかに溶出した後、再不溶化して溶出濃度が減少するためであり、分散力の強い超音波抽出では逆に溶出濃度が低くなったためと考えられた。

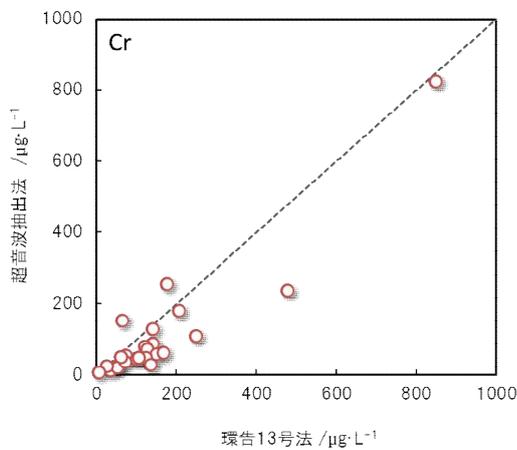
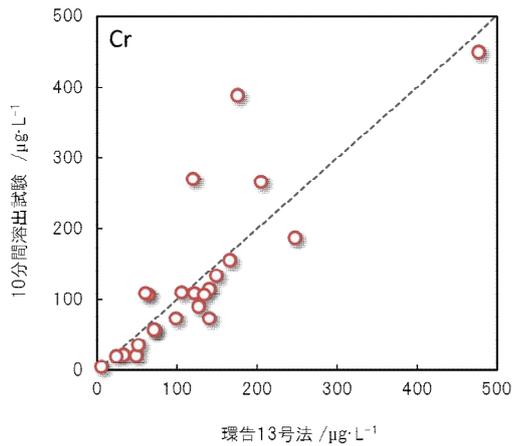


図3 環告13号法と10分間溶出試験及び超音波抽出法の溶出濃度の比較：試料No. 1～No. 12

4 まとめ

一般廃棄物焼却灰を対象として超音波抽出による迅速溶出試験法の有効性について検討した。この結果、Pbについては10分間の溶出試験と比較して超音波抽出による方法は、環告13号法との溶出濃度の相関が大きく改善された。超音波抽出はPbのスクリーニング試験として有用であると考えられた。

一方、T-Crについては、超音波抽出による方法よりも10分間の溶出試験の方が環告13号法との相関が良好であった。このように項目によって溶出特性が異なり、廃棄物の種類によっても異なることが想定される。そこで、他の廃棄物に超音波抽出等の迅速試験法を適用する場合は、その廃棄物の溶出特性を把握して、有効性を確認することが重要と考えられる。

5 参考文献

- (1) 酒井伸一、水谷聡、高月紘：溶出試験の基本的考え方、廃棄物学会誌、Vol. 7、No. 5、pp. 383-393 (1996)
- (2) 門木秀幸、有田雅一：廃棄物の現場検査のための迅速溶出試験の検討、第57回鳥取県公衆衛生学会プログラム及び発表集 pp. 138-140

A study of quick leaching test of municipal solid waste incineration by using ultrasonic extraction

Mongi HIDEYUKI, Masakazu ARITA

Abstract

In this study, quick leaching test of municipal solid waste incineration was examined by using ultrasonic extraction. The results of 10min ultrasonic extraction test and 10min leaching test were compared with JLT13. For Pb concentration, the correlation between ultrasonic extraction and JLT13 was better than that of 10min leaching test. But for Cr concentration, the correlation between 10min leaching test and JLT13 was better than that of ultrasonic extraction test. It is important to note that the leaching characteristics differ among the atomic and the kinds of waste.