

エージングによる一般廃棄物焼却灰の無害化

【リサイクルチーム】

成岡 朋弘、門木 秀幸

要旨

一般廃棄物焼却灰の土木資材等としてのリサイクルにあたって有用な前処理方法と考えられるエージングの効果を実験室内においてカラム試験によって検証した。試験に供した焼却灰は、リサイクル事業者の受け入れ基準となる「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」（環境庁告示13号）による溶出試験において、鉛の溶出量が基準を超過していたが、エージングによって、溶出量を基準値未満に抑制できた。この結果からエージングが焼却灰のリサイクルにおける無害化処理方法として有効であることが示された。

1 はじめに

鳥取県では環境政策として「とっとり環境イニシアティブプラン」（平成23～26年度実行計画）を掲げ、その一環として一般廃棄物のリサイクル率30%の達成を目指している。鳥取県のリサイクル率は、平成18年度までは全国平均を下回っていたが、平成19年度からは全国平均を上回るようになった。平成21年度からは、紙類のリサイクル、肥料化、スラグの利用が進んだため、リサイクル率は急増し、平成23年度は26.3%であった¹⁾（図1）。

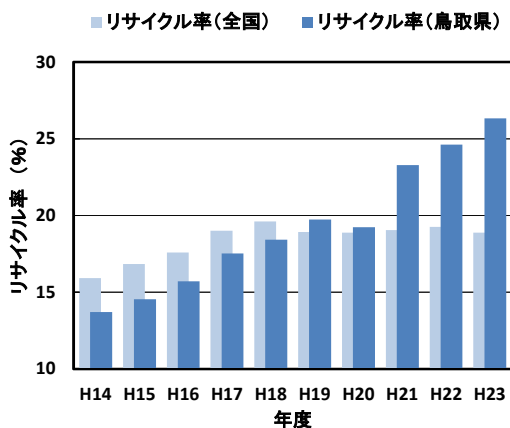


図1 リサイクル率の推移

鳥取県ではリサイクル率30%の目標を達成するため、現在までにリサイクルが進んでいなかった、紙おむつ、木質バイオマス、下水汚泥及び一般廃棄物の焼却灰のリサイクルの推進に着手している。焼却灰については、米子市及び鳥取県西部広域行政管理組合は灰

溶融施設を有しているため、溶融されスラグとしてリサイクルされているが、東部地域及び中部地域では埋立処分されている。平成23年度には県内で13,153トンの焼却灰が埋立処分されたが、仮に、この全量がリサイクルされたとすると、リサイクル率は32.3%となり、目標をクリアすることになる。

焼却灰を土木資材等に直接的にリサイクルするためには、鉛等の有害物質の溶出を抑える必要があるが、通常は、キレート剤等の薬剤を用いるためコストがかかっている。一方で、薬剤を使わない方法として、エージングの効果が報告されている^{2,3)}。エージングは、焼却灰を湿潤状態で大気に晒すことで、焼却灰に含まれる重金属類と大気中の二酸化炭素が反応し、炭酸金属になることで不溶化するプロセスを利用した手法である。

本研究では、鳥取県内の一般廃棄物の焼却灰に対するエージングの効果を検証するため、中部ふるさと広域連合のほうきリサイクルセンターから排出される焼却灰を対象として、エージングによる重金属類の溶出抑制効果を検証した。

2 方法

一般廃棄物焼却灰の試料をほうきリサイクルセンターにおいて採取した。試料を採取した場所は、処理工程内の灰押出機であるが、ここに排出される焼却灰は、焼却炉内、火格子下灰コンベヤ、燃焼用空気予熱器及び減温塔で発生する焼却灰が混合したものである。採

取した焼却灰は、実験室で風乾したのち、2mm のふるいで分級し、ふるい下の試料を供試料とした。

試料は、直径 50mm、高さ 300mm のアクリル製のカラム 5 本に、それぞれ 600g を高さ 25cm に充填した。充填密度は 1.2cm³ である。カラム上部から蒸留水を週 L/S=1 (600mL) の割合で通水した。

カラム下部から排出される浸出水は L/S=1 の散水毎に採取し、重金属類を分析した。また、5 本のカラムは、L/S=1、2、5、10、20 経過時に順次解体し、充填試料の溶出試験を行った。

溶出試験は、産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法に基づいた溶出試験 (環境庁告示 13 号) (以下、13 号溶出試験と記す)、土壤環境基準に基づいた溶出試験 (環境庁告示第 46 号) (以下、46 号溶出試験と記す)、土壤汚染対策法に基づいた含有量試験 (環境省告示第 19 号) (以下、19 号溶出試験と記す) をそれぞれ行い、重金属類を分析した。

3 結果及び考察

浸出水、13 号溶出試験及び 46 号溶出試験の分析結果について、鉛、六価クロム及びホウ素の結果を、図 2、図 3、図 4 に示す。

浸出水中の鉛濃度は、L/S=1 では初期のフラッシングにより 2.3mg/L と高く、L/S=2 から L/S=9 までは 1.0 から 1.3mg/L で推移し、L/S=10 から L/S=15 にかけて 0.2mg/L まで急激に低下した。その後は、L/S=20 まで 0.1 mg/L から 0.2 mg/L で一定となった (図 2-1)。13 号溶出試験の結果については、エージング前の鉛溶出量は 1.8mg/L であったが、L/S=1 以降は急激に低下した (図 2-2)。46 号溶出試験の結果についても同様の傾向であり、エージング前の鉛溶出量は 2.4mg/L であったが、L/S=1 以降は急激に低下した (図 2-3)。鉛の基準値は、13 号溶出試験では 0.3mg/L、46 号溶出試験では 0.01mg/L であるが、それぞれ、L/S=1 以降、L/S=10 以降で基準を下回った。

浸出水中の六価クロム濃度は、L/S=1 では 0.23mg/L であったが、L/S=2 から L/S=15 までは 0.01 から 0.02mg/L を推移した。L/S=16 以降は値が上昇し、L/S=20 では 0.06mg/L となった (図 3-1)。13 号溶出試験の結果については、エージング前の六価クロム溶出量は 0.05mg/L であったが、L/S=1 以降は 0.08 から 0.15mg/L に上昇した (図 3-2)。46 号試験の結果につ

いても同様の傾向であり、エージング前の六価クロム溶出量は 0.06mg/L であったが、L/S=20 までに 0.15mg/L まで上昇した (図 3-3)。六価クロムの基準値は、13 号溶出試験では 1.5mg/L、46 号溶出試験では 0.05mg/L であるが、13 号溶出試験では基準を満たしていたものの、46 号試験については基準を満たさなかった。

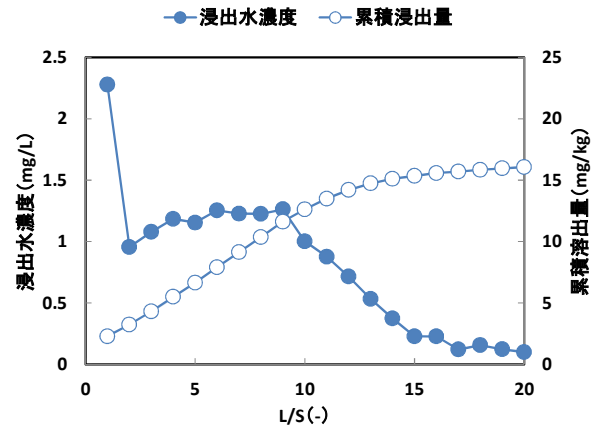


図 2-1 浸出水濃度及び累積溶出量 (鉛)

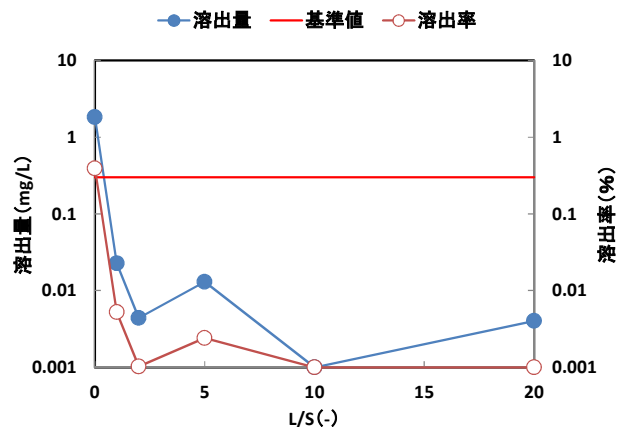


図 2-2 13 号溶出試験溶出量及び溶出率 (鉛)

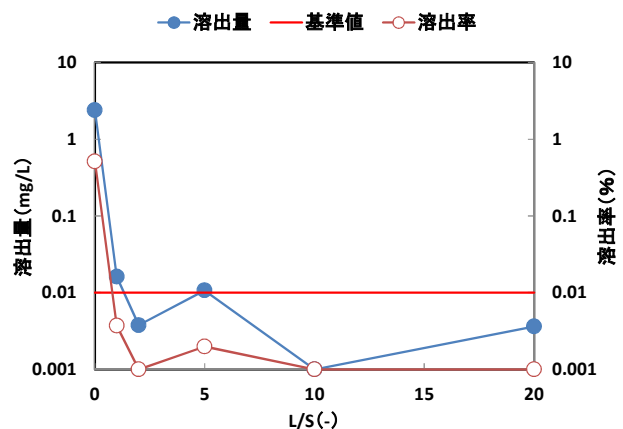


図 2-3 46 号溶出試験結果及び溶出率 (鉛)

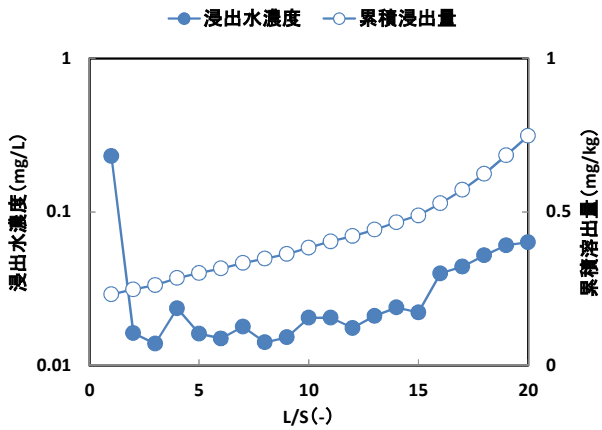


図 3-1 浸出水濃度及び累積溶出量 (六価クロム)

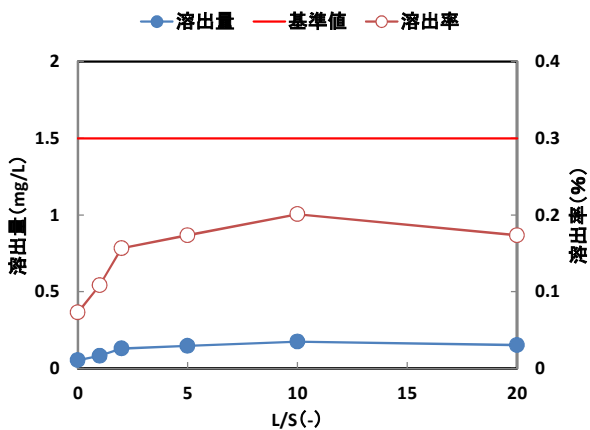


図 3-2 13号溶出試験溶出量及び溶出率(六価クロム)

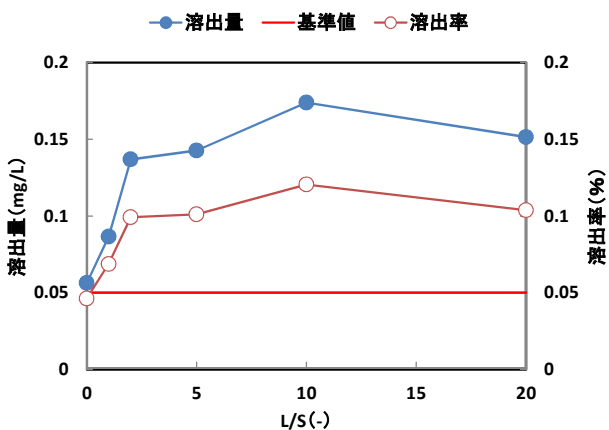


図 3-3 46号溶出試験溶出量及び溶出率(六価クロム)

浸出水中のホウ素濃度は、L/S=1 では 17.5mg/L であったが、L/S=2 で 4.9mg/L まで低下し、その後、徐々に低下して L/S=20 では 1.5mg/L となった (図 4-1)。13号溶出試験の結果については、エージング前のホウ素溶出量は 2.1mg/L であったが、L/S=1 以降は 1.5 から 0.8 に減少した (図 4-2)。46号溶出試験の結果につ

いても同様の傾向であり、エージング前のホウ素溶出量は 2.1mg/L であったが、L/S=20 までに 0.8mg/L まで低下した (図 4-3)。ホウ素の基準値は、13号試験では対象外、46号試験では 1.0mg/L であるが、46号試験については L/S=10 まで超過していたが、L/S=20 で基準未満となった。

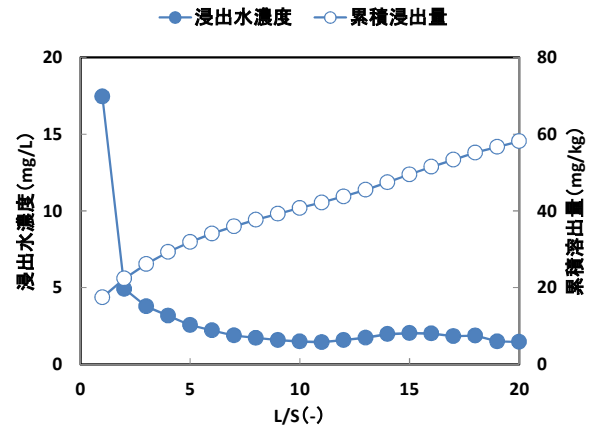


図 4-1 浸出水濃度及び累積溶出量 (ホウ素)

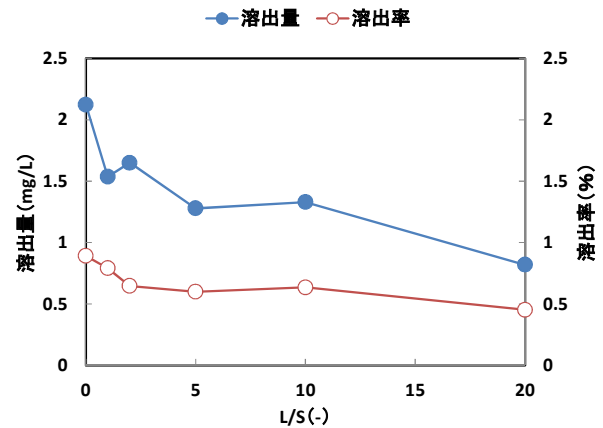


図 4-2 13号溶出試験溶出量及び溶出率 (ホウ素)

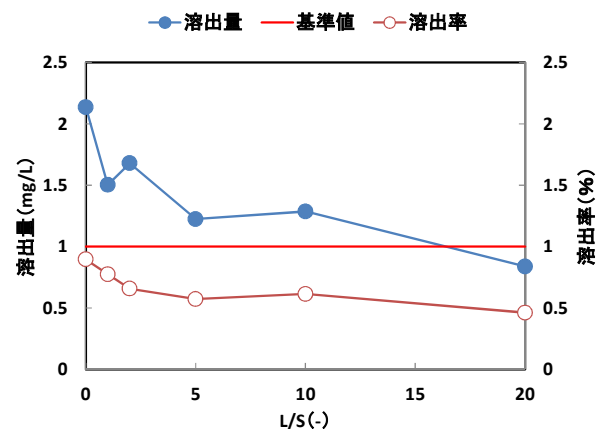


図 4-3 46号溶出試験溶出量及び溶出率 (ホウ素)

以上の結果から、ほうきりサイクルセンターの焼却灰は、エージングによって、13号溶出試験によって規定される産業廃棄物の埋立基準をクリアできることが明らかとなった。産業廃棄物の埋立基準はリサイクル事業者が焼却灰等の受け入れの基準としている指標であり、焼却灰のリサイクルが可能であることが示された。

ただし、更なる安全性を担保するために46号溶出試験で規定される土壤環境基準による溶出基準、19号溶出試験で規定される土壤汚染対策法による含有量基準を鑑みると、エージング処理を行なったとしても、六価クロムの溶出量が土壤環境基準で超過し、鉛の含有量が土壤汚染対策法による基準で超過することが示唆された(表1)。

表1 エージング試験結果

	産業廃棄物埋立基準			土壤環境基準			土壤汚染対策法		
	13号溶出試験			46号溶出試験			19号溶出試験		
	処理前 (mg/L)	処理後 (mg/L)	基準値 (mg/L)	処理前 (mg/L)	処理後 (mg/L)	基準値 (mg/L)	処理前 (mg/kg)	処理後 (mg/kg)	基準値 (mg/kg)
Pb	1.8	<0.001	0.3	2.4	<0.001	0.01	470	440	150
Cr(VI)	0.05	0.17	1.5	0.06	0.17	0.05	1.6	3.2	250
B	2.1	0.82	-	2.1	0.84	1.0	240	180	4000

六価クロムについては、エージングを行うことで溶出量が増加していた。これは、焼却灰中に存在する三価クロムが、電位が酸化側に移行することで酸化して六価クロムに形態を変化するプロセスや、また、焼却灰中に存在している酸化カルシウムを触媒として六価クロムに変化するプロセス⁴⁾に起因していると考えられる。エージングにおける三価クロムの酸化の抑制が今後の課題である。また、鉛については、焼却灰中の含有量を低減させる必要がある。ほうきクリーンセンターでは現状で、焼却炉内で発生する焼却灰と、火格子下灰コンベヤ、燃焼用空気予熱器及び減温塔で発生する焼却灰を混合して排出しているが、鉛含有量が高くなる工程の焼却灰を除外することで改善を図れる可能性がある。

4 おわりに

本研究により、鳥取県内の焼却灰のリサイクルにおいて、エージングによる無害化処理が有効であることが示された。今後、今回浮き彫りとなった問題点を解決するとともに、更に大規模スケールによる焼却灰のエージングの実証試験を行う予定である。

引用文献

- 1) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果、平成25年4月26日公表
- 2) 本幡照文、島岡隆行、崎田省吾：焼却灰の炭酸化に伴う鉛不溶化現象の解明、廃棄物学会研究発表会講演論文集、Vol.15th、No. Pt. 2、Page. 1057-1059 (2004)
- 3) 篠崎かおり、恩田啓一、白子定治：エージングによる焼却灰の改質について、東京都清掃研究所研究報告、No.27、Page.97-100 (1998)
- 4) K. Pillay, H. von Blottniz, J. Petersen : Ageing of chromium(III)-bearing slag and its relation to the atmospheric oxidation of solid chromium(III)-oxide in the presence of calcium oxide, Chemosphere, 52, 1771-1779 (2003)

Detoxification Treatment of Municipal Solid Waste Incineration Bottom Ash by Ageing

【Recycling Research Team】

Tomohiro NARUOKA and Hideyuki MONGI

Abstract

Effect of ageing treatment on detoxification of municipal solid waste incineration bottom ash was evaluated by column test. Elution amount of lead of bottom ash that was used for the test had exceeded the standard of acceptability criterion for the recycling companies, but its elution amount was suppressed to less than the standard by aging treatment. From these results, it is clarified that aging treatment is effective as a detoxification method in the recycling of bottom ash.