

焼却灰の溶出・含有量試験結果について

小林 浩 小林規矩夫 有泉和紀

Determination of Harmful Substances in Incineration Waste

Hiroshi KOBAYASHI, Kikuo KOBAYASHI and Kazunori ARIIZUMI

一般家庭などから排出されるごみは一般廃棄物として市町村の施設で焼却処分されることが多く、処分場から排出される煙や残った灰処理の環境に与える影響が問題となっている。焼却後の灰はリサイクル資源として活用される¹⁾こともあるが、多くは管理型処分場などに埋め立て処分されている。

しかし埋め立て処分された焼却灰は、雨水や地下水に接触し、灰中に含まれている成分の溶出による環境汚染が懸念される。

この環境汚染の可能性を評価する方法の一つとして溶出試験を実施し、規制された項目について評価する方法がある。

本県では1982年より重金属を中心として焼却灰の溶出試験を実施してきた。また、溶出試験とは別に焼却灰中に含まれる成分量を分析する含有量試験も実施し、これらの分析結果も合わせて報告してきた²⁾。今回はこのうち1988年から1995年の8年間に実施した調査結果をまとめたので報告する。

試験方法

1 試料の採取及び溶出・含有量試験溶液の調整

試料は保健所の担当職員が採取した。公的焼却場17施設のうち、毎年8~9施設を抽出して合計68試料について試験を行なった。

溶出試験は環境庁告示の「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法³⁾」(以下「告示」と略す)に準じた。すなわち、焼却灰と精製水(pH範囲5.8~6.3)を重量体積比10%の割合で混合し6時間振とう、孔径1 μ mのGFPを用いてろ過し、ろ液を試験溶液とした。分析項目は、pH、Cd、Pb、Cr(VI)、Cr(全)(以下「T-Cr」と略す)、Cu、Zn、Mn、Fe、As、CN、Hg、PCBの13項目である。

含有量試験も同様に告示に準じて行なった。分析項目は、溶出試験項目のpHとCr(VI)を除いた11項目と水分含量と強熱減量を加えた計13項目について実施した。

金属成分の分解には硫酸、硝酸及び過塩素酸を用い、その後濃縮して硝酸溶液とし分析に供した。ただし、Asについては硝酸を十分に除去した後、塩酸酸性として試験に用いた。また、CNは蒸留法により、PCBは溶媒抽出し試験溶液とした。

2 分析方法

各項目の試験方法は、pHはガラス電極法、水分量・強熱減量は重量法、Cd、Pb、T-Cr、Cu、Zn、Mn、Feはフレーム又はフレームレス原子吸光光度法、Hgは還元原子吸光光度法、Cr(VI)及びCNは比色法、Asは比色法又は水素化物発生原子吸光光度法、PCBはGC(ECD)法により分析を行った。

原子吸光法や比色法の測定波長、GC分析条件等はJIS⁴⁾、上水試験法⁵⁾、衛生試験法注解⁶⁾などにに基づき設定した。

結果および考察

1 溶出試験について

溶出試験結果の概要を表1に示した。pHは中性またはアルカリ性を示していた。最も低い値は7.3であり、最も高いpHは13.0と高かった。また平均では10.2と強いアルカリ性を示した。

重金属で溶出された成分はCd、Pb、Cr(VI)、T-Cr、Cu、Zn、Mn、Feの7元素8成分であり、As、Hg、CN、PCBはすべて検出下限値未満であった。

溶出のみられた成分のうち、産業廃棄物の判定基準⁷⁾(以下「基準値」と略す)として値が設定されている項

表1 溶出試験結果の概要 (n=68)

	pH	Cr(VI)	Cd	Pb	T-Cr	Cu	Zn	Mn	Fe	As	CN	Hg	PCB
最大値	13.0	0.98	0.06	0.7	4.2	7.0	3.1	0.5	1.4	<0.01	<0.1	<0.0005	<0.001
最小値	7.3	<0.02	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	<0.0005	<0.001
平均値	10.2	0.31	0.028	0.23	1.01	1.02	0.33	0.24	0.39	-	-	-	-
検出率 %		29.4	11.8	33.8	36.8	67.6	20.6	10.3	25.0	0	0	0	0
基準値 ⁷⁾		1.5	0.3	0.3						0.3	1.0	0.005	0.003

単位：mg/l (pHを除く) またpHの平均値は幾何平均による。

目はPb, Cd及びCr(VI)の3つである。

Pbは23試料(33.8%)から検出され、最大値は0.7mg/lであり、検出された試料の平均値は0.23mg/lであった。Pbは金属として、また種々の化合物として用途が広く、各種機械器具、プラスチック、化学薬品、顔料、塗料、染料などに用いられ、あるいは不純物として含まれている⁸⁾。基準値は0.3mg/l以下と定められており、この基準を超過した試料は6試料(8.8%)あり、最大値は0.7mg/lと基準値の2倍を超えていた。今後とも監視の必要な項目と考えられる。

Cdは8試料(11.8%)から最大値0.06mg/l、検出された試料の平均値は0.028mg/lであった。基準値は0.3mg/lであり、最大値、平均値ともに基準値を下まわっていた。

一方Cr(VI)は20試料(29.4%)で検出され、最大値は0.98mg/lあり、検出試料の平均値は0.31mg/lであった。基準値は1.5mg/lであり基準値以内であった。Crの用途は広く、ステンレス鋼やニクロム線などの合金材料や耐火剤として、また電池やクロムメッキに用いられている⁹⁾。

ごみの焼却の際生じる飛灰の溶出液について、藻類への毒性を試験した金子ら⁹⁾の報告によれば、単独の金属での毒性発現より複数の金属が存在することによる毒性の増加が指摘されている。こうした複合汚染の観点からも焼却灰の適正な管理の必要性が再認識させられる。

2 含有量試験について

各項目の含有量の最大値、最小値、平均値を表2に、ヒストグラムを図1に示した。また水分含量及び強熱減量を除く各成分の平均値からみた含有率を図2に示した。

表2 含有試験結果の概要 (n=68)

	水分含量%	強熱減量%	Cd	Pb	T-Cr	Cu	Zn	Mn	Fe	As	CN	Hg	PCB
最大値	64.2	42.1	140	4,000	3,700	21,000	22,000	2,800	87,200	33.2	6.0	2.1	<0.05
最小値	0.4	0.3	0.8	30	38	240	550	240	3,500	0.4	<0.1	<0.01	<0.05
平均値	14.9	10.9	20.5	878	216	2,780	4,190	803	26,200	4.37	1.41	0.18	-

単位：mg/kg・dry (水分含量及び強熱減量を除く)

重金属類のうち、Hgを除く成分はすべての試料から検出され、Hgは56試料(82.4%)から検出された。また、CNは67試料(98.5%)から検出されたが、PCBはいずれの試料とも検出下限値未満であった。

これら重金属の内、Feの含有率は高く1kg中3.5gから87.2gも含有していた。測定した金属の総重量に対する個々の金属の割合を求めると、Fe>>Zn>Cuの順序に小さくなり、Zn, Cuの含有率はFeの約6分の1から10分の1と少なかった。平均値からみたこれら3元素の合計は測定された金属全体の94%にも達していた。

またこれら13項目の行列相関を試みたが各々の項目間に相関はみられなかった。

上記以外のCd, Pb, T-Cr, As, Hgについてみると、これら成分中含有率の比較的高い成分はPbである。Pbの最大値はmg/kg・dry換算値として4,000、平均値は878であった。この理由としては先の溶出試験で触れたようにPbが多用途に使用されているためと推定される。また、Cdでは最大値140、最低値は0.8であった。CdもPb同様塩化ビニルなどのプラスチック製品に添加されている。

またAsはmg/kg・dry換算値として最大値33.2、最小値0.4、平均値4.37であり、Hgは最大値2.1、平均値0.18(n=56)であった。

Asは半導体などに、またHgは体温計や電池、蛍光灯などの使用がありこれら物質の混入が考えられる。

一方焼却灰とは別に焼却時に発生する飛灰中にHg, As, Cd, Pbなどの飛散しやすい重金属の含有率の高いことが報告されており⁹⁾、今後は飛灰についても監視する必要があると思われる。

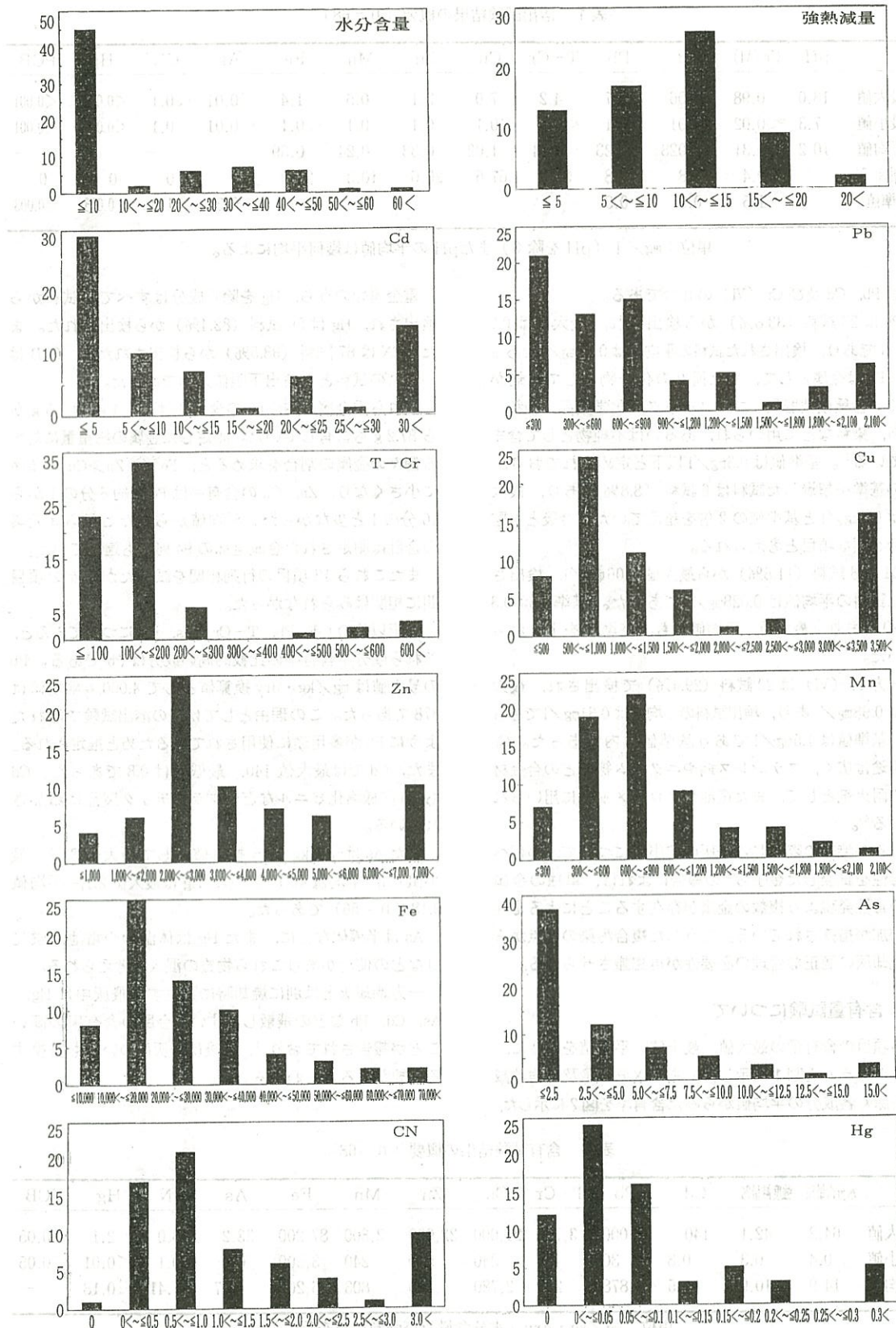


図1 ヒストグラム

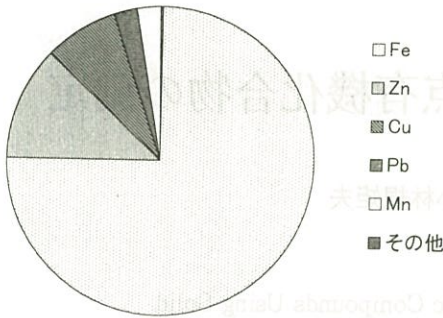


図2 平均値からみた重金属類の含有割合

ま と め

1. 溶出液の pH はいずれも中性又はアルカリ性であり平均値が 10.2 と高かった。
2. 溶出液には Cd, Pb, Cr (VI), T-Cr, Cu, Zn, Mn, Fe の 7 元素 8 成分の溶出がみられたが, As, Hg, CN, PCB は検出されなかった。
3. 廃棄物に含まれる有害物質の判定基準値に照らすと, Pb についてのみ判定基準を超える試料がみられた。

4. 焼却灰中の測定された含有金属では Fe が最も多く, Fe, Zn, Cu の 3 元素で最低 84%, 最大 99% を占めていた。
5. PCB はいずれの焼却灰からも検出されなかった。

文 献

- 1) 高橋史郎ら：エネルギー・資源 16, 371~376 (1995)
- 2) 山梨衛公研年報：32~39 (1987~1995)
- 3) 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 (1973)
- 4) 工場排水試験方法：日本工業規格 (JIS-K0102)
- 5) 厚生省生活衛生局水道環境部監修：上水試験方法 (1993 年版) 日本水道協会
- 6) 日本薬学会編：衛生試験法注解, 金原出版 (1990)
- 7) 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令：総理府令 5 号 (1974)
- 8) 金子栄廣, 山口稔：山梨大学工学部研究報告 46, 84~89 (1995)
- 9) 安田憲二：医療廃棄物研究 8 (1), 16~20 (1995)