HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	都市ごみ資源化施設における重金属フローの推定および溶出性の評価
Author(s)	鄭, 昌煥; 松藤, 敏彦; 田中, 信壽
Description	第12回衛生工学シンポジウム（平成16年11月4日（木）-5日（金） 北海道大学クラーク会館） . 一般セッション . 5 廃棄物処理とリサイクル . P5-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 161-164
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1255
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-6_p161-164.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

５－６　都市ごみ資源化施設における重金属フローの推定および溶出性の評価

○鄭　昌煥、松藤敏彦、田中信壽（北海道大学）

１．はじめに

環境負荷が小さく資源の循環が出来る廃棄物処理システムを作るためには、廃棄物処理全体の管理が必要である。筆者らは環境負荷のひとつとして金属に注目し、都市ごみの主要な処理施設である熱処理施設（焼却処理[1)]、灰溶融処理・ガス化溶融処理[2)]）、粗大ごみ処理施設[3)]、家電リサイクル施設[4)]等の調査を行ってきた。本研究では昨年[5)]に続いて資源化施設の調査を行い、金属収支・環境への放出可能性（環境リスク）を明らかにした。

２．調査対象資源化施設の概要

表１に調査対象施設の概要を示す。昨年の対象資源化施設に資源選別 K、炭化、バイオガス化施設を加えて調査を行った。資源選別施設は容器包装のうち一括して収集されたガラスびん、スチール缶、PET ボトルの選別を、油化施設は PET ボトル以外のプラスチック容器包装を対象としている。炭化施設は可燃ごみのほかに不燃・粗大ごみ(11%)を同時に処理している。表中の搬入物、搬出物量は、2001 年と 2003 年の実績値の平均値である。資源選別 K、炭化、バイオガス化施設は 2003 年の実績値である。

３．試料採取・分析方法

搬出物の分析試料は、昨年と同様、各施設に１日３回の採取を依頼した。ＲＤＦ化施設、堆肥化施設については製品も採取した。資源選別施設とバイオガス化施設の試料採取は筆者らが行った。試料はまず組成分類を行い、組成ごとに粉砕し、3 つのサブサンプルの金属量を測定して平均をとった。バイオガス化施設の脱水残渣と不適物は乾燥したのち粉砕し、分析を行った。含有量はマイクロウェーブ分解を行い(試料 0.5g、硝酸 3ml、塩酸 9ml)、原子吸光光度計(HITACHI Z-8200)で分析した。溶出量は環境告示 13 号法に従って行い、ICP(SHIMADZU ICPS-7500)で測定した。

表１．調査対象資源化施設の概要

[湿ベース]

	施　設	搬入物	搬出物 [kg/t-搬入物]		含水率
物質回収資源化	資源選別-N	容器包装 (びん,缶,PET)	回収資源物	601	未測定
			可燃残渣	102	未測定
			不燃残渣	246	0.01
	資源選別-K	容器包装 (びん,缶,PET)	回収資源物	567	未測定
			可燃残渣	61	未測定
			不燃残渣	317	0.02
変換型資源化資源化	RDF化	可燃ごみ (厨芥除く)	RDF	731	0.01
			残渣	22	0.15
	炭化	可燃ごみ (厨芥含む, 不燃・粗大ごみ:11%)	チャー	144	0.00
	油化	プラスチック (PET以外の容器包装)	残渣	326	0.00
	堆肥化-I	生ごみ(家:事=2.7:1) おがくず	堆肥	287	0.33
			残渣	4	0.08
	堆肥化-M	生ごみ(家:事=9.3:0.7) 樹皮	堆肥	244	0.35
			残渣	40	0.23
	バイオガス化-H	生ごみ(家:事=7:3)	バイオガス	113,677 [L/t]	
			ビニル袋	44	0.21
			不適物	85	0.74
			脱水残渣	66	0.74
			膜液	1,556 [L/t]	
			脱水液	260 [L/t]	
	バイオガス化-T	生ごみ(家:事=1:3)	バイオガス	117,304 [L/t]	
			不適物(上)	180	0.74
			不適物(下)	30	0.53
			脱水残渣	33	0.88
			脱水液	1,607 [L/t]	

４．分析結果

４．１．選別残渣の組成

表２．資源化施設の残渣組成(乾ベース)

組成	資源選別N	資源選別K	RDF	堆肥化I
プラスチック	1.4	2.3	15.4	18.6
紙類	0.2	0.3	9.6	-
ゴム	-	-	8.2	0.4
木	-	-	4.1	2.2
鉄	0.2	0.1	18.3	23.6
非鉄金属	1.2	0.4	3.5	10.8
その他	96.9	96.9	40.8	44.4

残渣の組成を表２に示す。資源選別施設 N と RDF 施設は昨年との平均値である。残渣組成中「その他」とした未分類の割合が高いが、堆肥化 I 施設は骨・食器類等が、資源選別施設の不燃残渣はガラス等の不燃物が多く認められた。堆肥化 M の残渣は大部分が木、油化残渣は固化したカーボン残渣である。また、炭化残渣は熱分解カーボン残渣(チャー)、資源選別施設の可燃残渣はビニール袋類であり、いずれも表には示さなかった。

４．２．残渣・製品中金属含有量

各試料中の金属含有量分析結果の一部を表３に示す。比較のため粗大ごみ、不燃ごみも併せて示す。資源選別施設の可燃残渣は本稿執筆段階ではまだ分析を行っていない。昨年に続いて２回目のサンプリングが行った資源化施設の試料は、誤差の目安として標準偏差を計算した。変動係数は 3%~100%であり、大きな違いはないといえる。資源化施設のうち RDF 残渣と炭化施設の熱分解残渣(チャー)中有害重金属である Pb, Zn, Cd 含有量が著しく高い。Cr は製品である RDF、堆肥も含めてほとんどの残渣、製品に含まれており、特に油化残渣と不燃ごみ中の含有量が高かった。堆肥中 Zn の含有量は 65－90mg/kg で他の金属含有量より高いが堆肥の品質基準(Zn 1800mg/kg 以下)と比較すると非常に低い。粗大ごみと不燃ごみ中にはさまざまな金属類が高い濃度で含まれている。

表３．残渣、製品中の金属含有量

施設試料		n	含有量 [mg/kg±SD]					
			As	Cd	Cr	Pb	Se	Zn
資源選別-N	不燃残渣	2	4.6±4.6	-	100±25	62±45	1.8±0.5	29±28
資源選別-K	不燃残渣	1	-	-	62	-	1.0	-
RDF化	RDF	2	-	-	60±4	26±9	1.2±1.2	190±41
	残渣	2	1.4±1.2	0.6±0.6	175±73	69±29	1.5±1.3	1,242±417
炭化	チャー	1	4.51	44	162	6,014	2.8	14,322
油化	残渣	2	-	-	649±636	17.4±0.6	0.6±0.6	77±23
堆肥化-I	堆肥	2	-	-	8±7	-	-	87±2
	残渣	2	-	-	63±3	26±26	1.1±1.1	98±30
堆肥化-M	堆肥	2	-	-	26±6	-	1.2±1.2	69±4
	残渣	2	-	-	25±24	-	0.8±0.8	38±9
バイオガス化-H	不適物	1	-	-	-	-	-	60
	脱水残渣	1	-	-	10	-	2.96	214
	* 膜液	1	0.08	-	-	-	0.02	-
	*脱水液	1	0.04	-	-	-	0.04	1
バイオガス化-T	不適物(上)	1	-	-	-	-	1.80	30
	不適物(下)	1	-	-	22	12	3.31	47
	脱水残渣	1	-	-	27	16	2.10	300
	*脱水液	1	0.06	-	-	-	0.01	1
粗大ごみ#	可燃残渣	1	1.23	7.1	15	141	0.48	358
	不燃残渣	1	26.6	3.5	72	2,163	0.73	2,167
不燃ごみ#	可燃残渣	1	0.02	22	1,081	102	8.69	1,090
	不燃残渣	1	17.18	13	381	2,110	2.31	2,591

-：不検出、n:データ数、SD:Standard deviation(標準偏差)、#:参考文献 3), 5)

４．３．搬出物中金属量および分配

資源化施設の搬出物中選別残渣は焼却又は埋立処分されており、製品はリサイクル（残留）されている。環境負荷が小さく安全な処理のためには残渣又は製品にどのぐらいの金属が分配されるのかを知ることが重要である。そこで、表１、表３より製品、残渣に含まれる金属量を搬入物あたりとして図１に示す。計算結果は、搬入ごみの種類ごとにまとめた。資源化施設の搬出物中

金属量は搬入物すなわち処理ごみによって大きな差があることが分かった。炭化熱分解残渣(チャー)中の金属量が高いが、可燃ごみ以外に不燃・粗大ごみを含むことが原因と考えられる。不燃ごみ、粗大ごみ中には金属含有量が著しく高く含まれ、破砕後振動ふるいによって分けられた残渣のうち、ふるい下である不燃残渣に Pb, Zn の 70－95%が分配されていた。RDF は Cr の含有量が高いが、PET ボトル以外の容器包装プラスチックの油化残渣中含有量が高いことから、可燃ごみ中のプラスチックに由来すると思われる。物質回収資源化施設である容器包装資源選別施設の不燃残渣は大部分割れたガラス類であり、Cr 含有量が高かった。

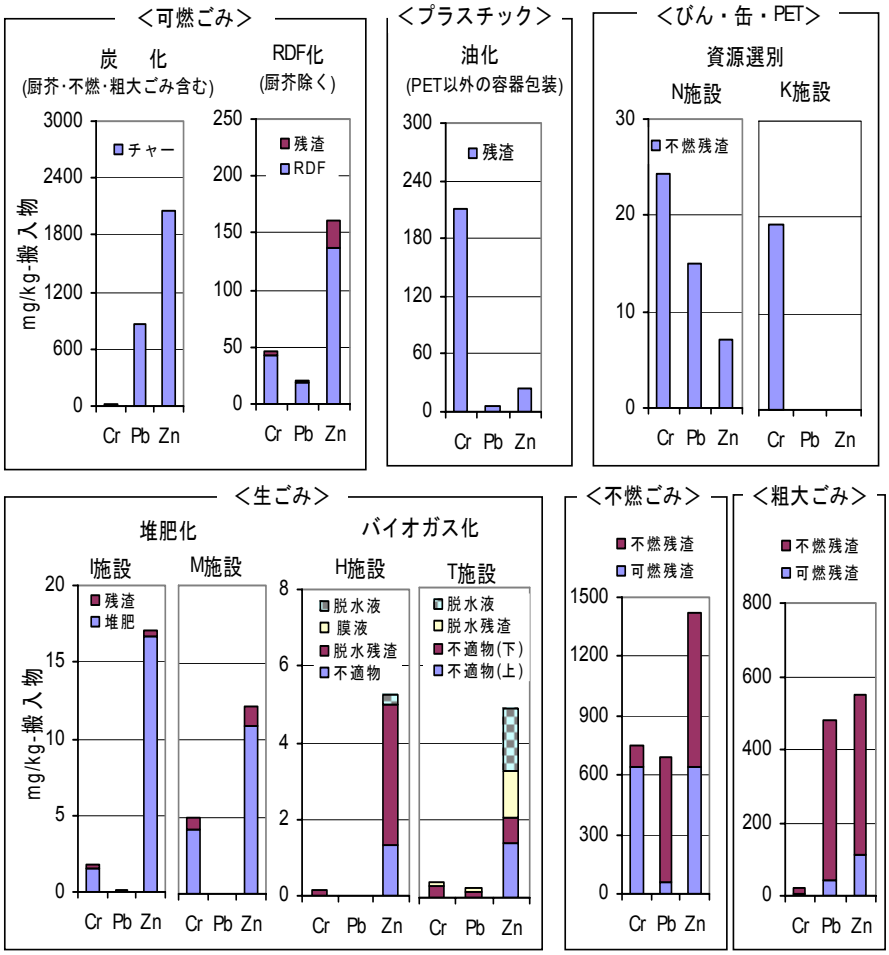

図１．残渣、製品中の金属量および分配

（ただし、未分析の可燃残渣、回収資源物を加えないと全量にはならない。）堆肥化とバイオガス化施設は生ごみを原料としているが、堆肥化残渣がバイオガス化残渣より約 4 倍高い。RDF 化施設では表３に示したように残渣中の含有量が高かったが、絶対量で見ると大部分の金属が製品(RDF)に、また、堆肥化施設では Cr, Zn の 91%以上が堆肥に分配されている。バイオガス化施設では脱水残渣と脱水液中に金属が多く含まれている。

４．４．残渣･製品中の金属溶出量

各施設の残渣、製品中金属の環境への放出量を測るため環境告示 13 号の溶出実験に従って測定を行った。その結果を残渣･製品の処理別(焼却、埋立、残留)に分けて図２に示す。図２中(　)の数字は溶出率(溶出量/含有量)であり、点線は環境告示 13 号による埋立基準値である。埋立処分する残渣のうち RDF 残渣中 Pb は基準値(0.3mg/L)を超えている。As は溶出率が 14.3%と高いが基準を満たしている。炭化施設の熱分解残渣中金属は溶出率が低いが、Pb, Cd は基準値を超えている。Zn は大部分の資源化選別残渣から溶出されている。粗大ごみ、不燃ごみ中の金属含有量は高いがほとんど溶出しなかった。

５．おわりに

本研究で得られた主要な結論は、以下である。

1） ２回の分析で、分析値の差は小さく、サンプリングおよび分析が適正に行われていたことを確認できた。

2） 残渣の中では、RDF 選別残渣の Pb, Zn, Cd 濃度が高い。ごみ別に見ると、炭化が著しく高いが、不燃･粗大ごみが含まれていたためと思われる。RDF、油化がそれに続いている。

3） RDF 中 Cr 含有量が高い。これは PET 以外の容器包装プラスチックを原料とする油化残渣中 Cr 金属量が非常に高いことから、可燃ごみ中のプラスチックに由来すると考えられる。

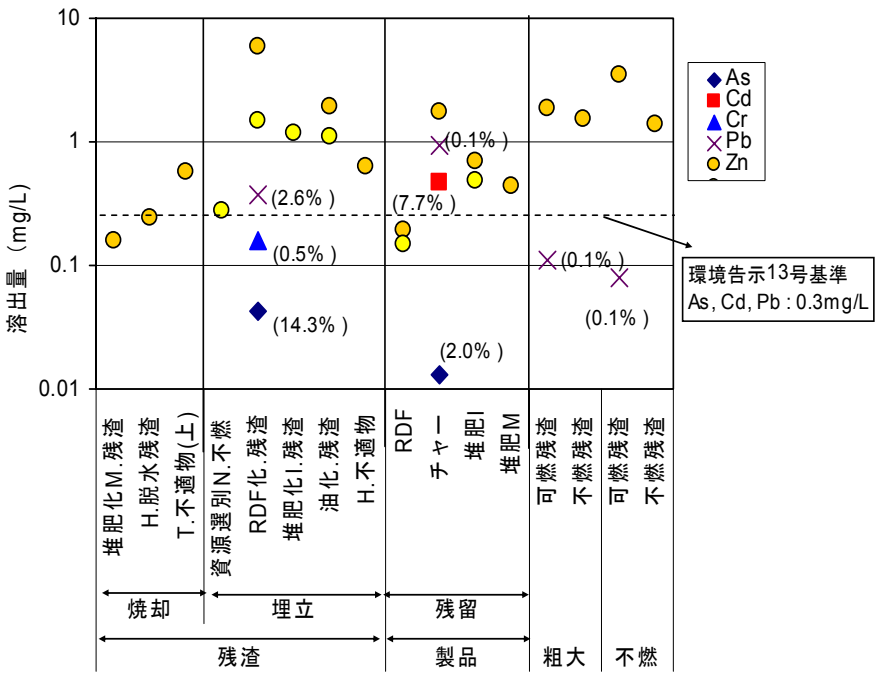

図２．残渣、製品中の金属溶出量.（ ）: 溶出率

4） RDF、堆肥化施設では、大部分の金属が製品側に移行（残留）している。バイオガス化施設では脱水残渣・脱水液に分配されていた。

5） 溶出実験で RDF 残渣中の Pb, 炭化残渣中の Cd, Pb は埋立環境基準を超えており、処理する際に注意が必要である。

参考文献

1) C.H.Jung, T.Matsuto, N.Tanaka, T.Okada, Metal distribution in incineration residues of municipal solid waste(MSW) in Japan, Waste Management, 24, 381-391, 2004

2) C.H.Jung, T.Okada, T.Matsuto, N.Tanaka, Metal flow in thermal treatment system of municipal solid waste(MSW) in Japan, エコデザイン 2002, 228-231, 2002

3) 松藤敏彦、鄭昌煥、筑紫康男、田中信壽、粗大ごみ破砕処理施設における物質収支･金属収支の推定、土木学会論文集、No.755、85－94、2004

4) T.Matsuto, C.H.Jung, N.Tanaka, Material and heavy metal balance in recycling facility for home electrical appliance, Waste Management, 24, 425-436, 2004

5) 松藤敏彦、鄭昌煥、田中信壽、都市ごみ処理における金属フロー推定、第 14 回廃棄物学会研究発表会、68-70、2003