

福岡大学 正会員 柳瀬龍二 花嶋正孝
松藤康司 長野孝治

1. はじめに

焼却処理中心の廃棄物処理体系が整備されるにつれ、最終処分を要する焼却残渣も増加している。一方、焼却灰の埋立特性は、現在のところ不明な点が多く、とくに重金属等の汚染物質の埋立における挙動の解明と対策については取り組みの遅れた分野でもある。

焼却残渣の埋立に際しては、汚染物質の溶出能を事前に把握する必要があるが、今回、各種焼却灰中の重金属の埋立特性について調査を行ない、若干の知見を得たので、過去の調査結果と合わせて検討を行ない、ここに報告する。

2. 実験方法

実験装置として、図-1に示すような大型及び小型模型槽を用い、埋立廃棄物及び充填条件等は表-1の通りである。

3. 充填廃棄物の物理化学特性

表-1に焼却灰の物理組成を、表-2に焼却灰とEP灰の化学組成を示す。物理組成における不燃分とは5mmのふるい上の不燃分で、クリンカーや金属が主体である。また、ふるい上の成分中の未燃分は、細断してふるい下の成分と共に600℃、3時間の条件で強熱し、強熱減量として測定した。表中の強熱減量値は、ふるい上の不燃分を考慮した場合の焼却灰に対する値に換算したものであり、不燃分を除去した灰に対する強熱減量はそれぞれの実験槽において4.1、4.6、3.2%（く内）となった。

化学成分（表-2）は SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO が多く、これはセメントの組成に類似している。尚、焼却灰の比重は平均して2.88であった。

また、粒径加積曲線をもとに、日本統一土質分類法で分類すると（図-2）、4760 μm の加積残留率が64~72%で50%以上を示すことから、レキ（G）に相当し、「粒度分布の良いレキ（GW）」に分類された。

4. 重金属の流出パターンの検討

小型模型槽（屋外、屋内）及び長期に亘って行なっている大型模型槽（屋内）の実験結果について考察を行なった。

表-3に示すように、全体的にみると各槽とも降水条件、実験の大きさ、実験槽等が異なるにもかかわらず、重金属の浸出量は含有量の 10^{-1} ~ 10^{-2} %とわけて少なかった。また、この期間中に流出した重金属の中でもCu、

図-1 焼却灰の大型及び小型実験槽（単位：cm）

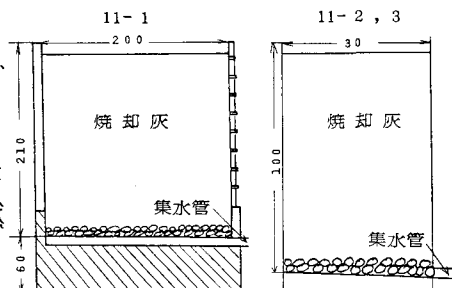


表-1 焼却灰の物理組成及び充填量

項目	槽	11-1	11-2	11-3
組	可燃分 (%)	0.2	0.4	<0.1
	不燃分 (%)	42.6	46.3	21.7
成	灰分 (%)	57.2	53.3	78.3
	熱均減量 (%)	2.3 (4.1)	2.5 (4.6)	2.5 (3.2)
散	充填量 (Kg)	12,540	60	32
	見掛け比重 (t/m ³)	1.65	1.34	1.50
散水条件 (日平均)		5mm	屋外	5mm

11-2,3は40mm以下を充填

表-2 焼却灰とEP灰の化学組成 (%)

試料	成分							
	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	
焼却灰	34.5	19.9	9.9	5.0	1.4	17.7	2.4	
EP灰	17.9	2.3	9.6	11.2	8.3	14.6	3.9	
セメント	22.0	3.0	5.5	—	—	64.8	1.4	

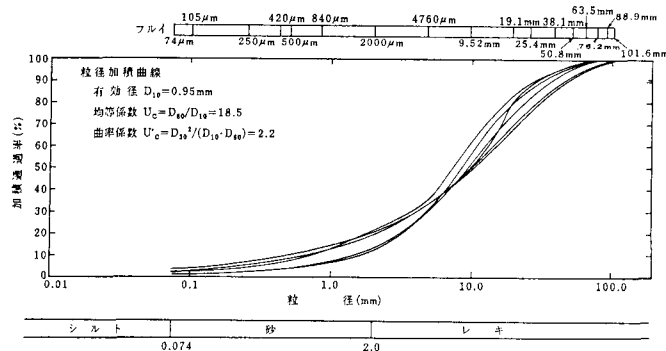


図-2 焼却灰の加積通過率

Cd、Hg、Pb、Znに比べてやや流出しやすい傾向がみられた(図-3)。

表-3 浸出液中の重金属流出量

項目	11-1			11-2			11-3		
	含有量 (10 ³ mg)	流出量 (mg)	流出率 (%)	含有量 (10 ³ mg)	流出量 (mg)	流出率 (%)	含有量 (10 ³ mg)	流出量 (mg)	流出率 (%)
Hg	28.9	6.85	0.02	0.133	0.16	0.12	0.022	0.012	0.05
Cd	884	1167	0.13	4.07	16.4	0.40	0.789	0.468	0.06
Cu	12800	126000	0.99	39.0	97.2	0.16	243	343	0.14
Pb	57300	6070	0.01	264	69.9	0.03	46.5	9.4	0.02
Zn	140000	25900	0.02	647	38.4	0.01	193	11.5	0.01

流出量: 11-1...32ヶ月, 11-2...18ヶ月, 11-3...7ヶ月

次に1ヶ月当たりの重金属流出量の経時変化をみると、埋立槽の大きさや降水条件によっても若干変化するが、浸出液のpHと流出パターンに間に相関がみられる。とくに、重金属溶出率に及ぼすpHの影響でもわかるように(図-4)、金属種によって溶出しやすいpH域がそれぞれあり、浸出液のpHが重金属の流出にも影響していると考えられる。

一方、各重金属の流出とClの流出量の相関をみると(図-5、6)、各金属とも正の相関がみられ、浸出液中のCl濃度が高いと、重金属流出量も高くなる傾向が認められた。とくにこの傾向は、Hg、Cd、Pb、Cuに強く、Znでは弱かった。

また、浸出液のpHが高い場合、埋立後1年程度経過した頃にスケールが生成される。このスケール中の重金属は、表-4に示すように高濃度であり、1度槽内で溶解したのち流出する過程で、生成する炭酸塩と共に不溶性になり、スケール中に含有されることが考えられる。

このスケールは、微粒子の状態ではなくSSとして流出したり、またスケールとして沈殿してもキレートと生成したり、埋立地中に生成する有機酸があれば再び溶解することもあると予想される。

5. まとめ

焼却灰埋立における重金属の挙動について検討を行なったが、当面の汚染防止対策として、

- (1) 浸出液のClイオン、pHを指標としてモニタリングし、
 - (2) 埋立初期のSS由来の流出を防ぎ、
 - (3) 沈殿したスケールは除去することが重要である。
- 尚、(1)~(3)に対応できる埋立工法は現在検討中である。

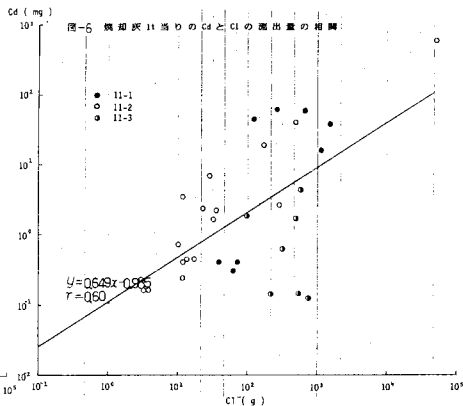
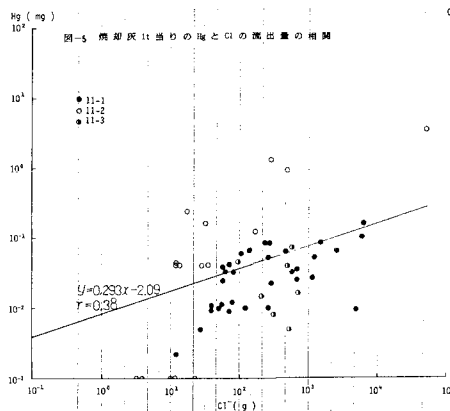
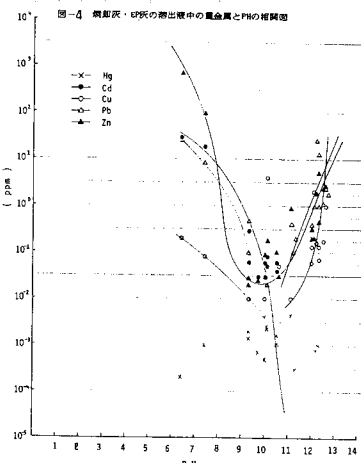
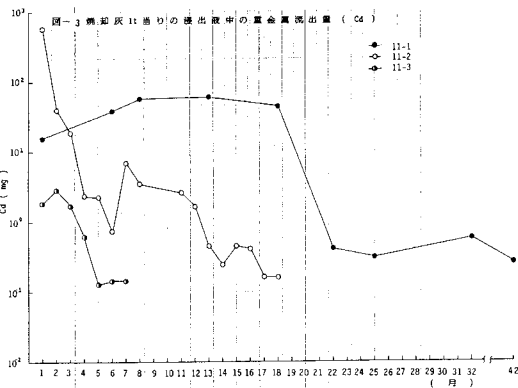


表-4 スケール中の重金属 (11-1)

重金属	1回目	2回目
Hg (μg/g)	0.116	0.217
As (μg/g)	0.132	—
Cd (μg/g)	20.2	23.8
Cu (μg/g)	619	763
Pb (μg/g)	1500	2650
Zn (μg/g)	20.5	40.0
Cr (μg/g)	20.3	2.10
Fe (μg/g)	1420	3610
Mn (μg/g)	2050	158
Na (μg/g)	236	2450
Ca (μg/g)	368000	240000
K (μg/g)	172	1070

〈謝辞〉 本研究は、環境庁委託「廃棄物の処理処分に伴う微量有害物質の挙動に関する研究」の一部である。