



Title	埋立地における処理飛灰の安定性について
Author(s)	宮脇, 健太郎; 島岡, 隆行; 花嶋, 正孝; 篠原, 武; 西垣, 正秀
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 87-90
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/7710">http://hdl.handle.net/2115/7710</a>
Type	bulletin (article)
Note	第5回衛生工学シンポジウム（平成9年11月6日（木）-7日（金）北海道大学学術交流会館）.2 評価・モデル .2-7
File Information	5-2-7_p87-90.pdf



[Instructions for use](#)

2-7

埋立地における処理飛灰の安定性について

福岡大学工学部 ○宮脇健太郎 島岡隆行 花嶋正孝  
(株)タクマ 篠原 武 西垣正秀

1. はじめに

現在、日本における都市ごみの中間処理は焼却が主流となっている。清掃工場における焼却に伴い、有害重金属等が濃縮され高濃度で含有する飛灰が発生する。飛灰は、その有害性から廃棄物処理法で特別管理一般廃棄物に指定されており、定められた4つの方法（溶融固化、セメント固化、薬剤処理、酸その他の溶媒による安定化）のいずれかによる処理が義務づけられている。それぞれの処理に関して多くの知見が存在するが、処理飛灰が実際に埋め立てられた最終処分場からの浸出水流出特性については検討が不十分である。

本研究においては、各種飛灰処理物における、有害重金属固定作用の長期安定性を把握することを目的として、埋立模型槽に飛灰処理物を充填し自然降雨下での暴露実験を行っている。現在約1年までの浸出水性状の変化を調査し、若干の知見が得られたので報告する。

2. 試料及び実験方法

2.1 試料 充填物の原灰としては、都市ごみ焼却炉から排出された飛灰を混合・攪拌して均質にした後、各種の中間処理法による飛灰の処理を行い、埋立模型槽に充填した。

表1に充填物の一覧を示す。No.1～10には、飛灰を水及び薬剤と混練処理したものを充填した。No.1,2は水のみ、No.3～7は有機系重金属固定剤（キレート）、No.8～10は無機系重金属固定剤による混練を行った。ただし、No.7,10はpH調整を行った後、重金属固定剤との混練を行った。また、No.2,6,9は実際の埋め立て状態を模擬して、焼却灰と飛灰処理物を3:1の重量割合で混合充填したものである。No.11～13は、表面溶融炉スラグであり、焼却灰単独溶融、焼却灰と飛灰の混合溶融、さらに不燃物を含めた3種混合溶融を行ったものである。No.14,15はプラズマ溶融炉スラグであり、焼却灰単独溶融、焼却灰と飛灰の混合溶融を行ったものである。No.16は焼却灰単独の充填である。No.19はプラズマ溶融により発生した溶融飛灰を有機系重金属固定剤とセメントを併用して混練処理したものである。

表1 充填物一覧

No.	充填物	充填高さ	充填量
		m	kg
1	調湿飛灰(水のみで混練)	4	257.4
2	"、焼却灰混合	4	341.4
3	有機系薬剤処理飛灰	2	138.1
4	"	4	277.2
5	"	8	540.8
6	"、焼却灰混合	4	351.3
7	"、pH調整併用	4	280.1
8	無機系薬剤処理飛灰	4	311.3
9	"、焼却灰混合	4	350.9
10	"、pH調整併用	4	213.6
11	表面溶融スラグ	4	383.2
12	"	4	395.2
13	"	4	388.9
14	プラズマ溶融スラグ	4	384.9
15	"	4	362.7
16	焼却灰単体	4	346.2
19	有機系薬剤処理溶融飛灰	4	284.4

2.2 実験装置 埋立模型槽の写真を図1に構造を図2に示す。内径300mmのライシメータであり、上端を開放して自然降雨を受け入

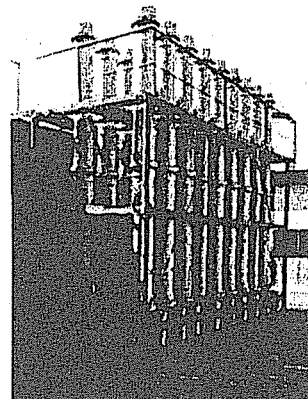


図1 模型槽全体

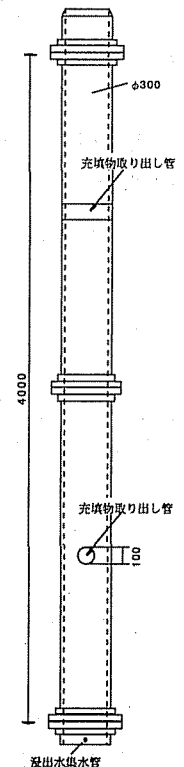


図2 埋立模型層

れ、底部には集水管を設けて浸出水を採水している。各槽とも下部からの空気侵入が容易な準好気性構造である。この構造は実際の埋立地で一般的に用いられているものである。埋立模型槽には経時的な充填物の性状変化を見るために、高さ方向に2m間隔で充填物の取り出し管を設けてある。

2.3 分析 充填物については、充填前の含有量、溶出量（環告13号溶出試験、アベイラビリティテスト）を分析した。浸出水については、1～3週間間隔で採水してコンポジットサンプルとし、1,4,9,12,14ヶ月目に分析を行なった。

分析項目はpH, Cl, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, T-Cr, Cr(III), Hg, R-Hg, As, Se, Sb, TOC, T-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, T-P, ORPである。なお、浸出水のpH及び比重については、各採水時に測定をおこなった。また、12ヶ月目には、充填物取り出し管から充填物を取り出し、環告13号溶出試験、アベイラビリティテストを行っている。

### 3. 結果及び考察

3.1 浸出水の流出特性 各種の処理物を充填した埋立模型槽の保水性、透水性が異なり、浸出水量に大きな差が生じた。表2に12ヶ月目までの降雨量に対する浸出水量の割合（浸出率）を、図3、4に各槽の累加浸出水量の経時変化を示す。

薬剤処理飛灰（No.3～10）は、どれも低い浸出率を示しており、薬剤処理飛灰の保水性の高さを示している。なお、No.3, 4, 5（図4参照）については、充填高さが2, 4, 8mと異なるため、高さの順で累加浸出水量の差が生じていることが分かる。溶融スラグ（No.11～15）は5種ともに80%程度の浸出率であり、降雨の大部分が浸出水として流出している。焼却灰単独充填（No.16）もスラグに比べて浸出水量は減るものの、スラグと同様に透水性が良いといえる。また、No.7は充填後12ヶ月を過ぎても浸出水が全く流出しなかった。No.10は14ヶ月を過ぎてようやく2L程度浸出水が得られた。No.7, 10はpH調整を併用したものであるが、原灰のアルカリ度が非常に高く、多量のpH調整剤を添加したために処理物は粘土状であった。そのため模型槽内に滞水し、浸出水の流出が遅れていると考えられる。

これらのことから、実際の埋立地に飛灰処理物を単独で埋め立てる場合、飛灰の処理方法によっては埋立層内の透水性が悪くなったり、滞水が発生する可能性がある。逆にスラグのように透水性の高い処理物を埋立地に搬入した場合、降雨に対して流出挙動が大きく変化するため浸出水処理等にも問題が生じる可能性もある。

3.2 浸出水のpH 各槽の浸出水のpHの経時変化を図5、6に示す。

初期の浸出水では、pHが11を越えるものもあったが、130日目には、浸出水が得られ

No.	浸出率(%)
1	3.8
2	32.3
3	29.8
4	14.5
5	4.3
6	35.0
7	0.0
8	12.3
9	43.8
10	0.0
11	82.7
12	84.8
13	90.6
14	86.4
15	89.3
16	65.5
19	32.4

経過日数 352日

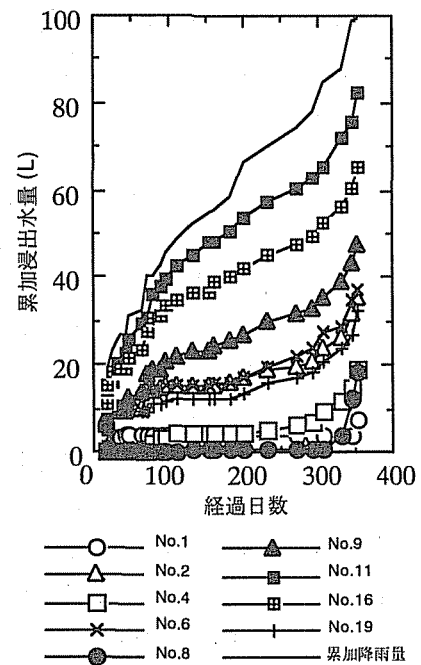


図3 累加浸出水量

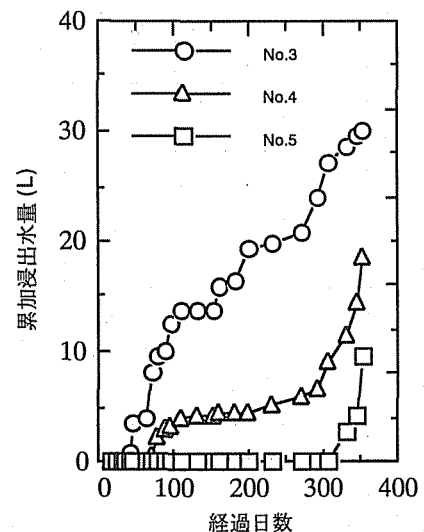


図4 累加浸出水量(No.3,4,5)

た全ての槽においてpHが7～9程度となっている。pH低下の原因として、アルカリ物質の洗い出しと、大気中のCO<sub>2</sub>による中和作用が考えられる。

ただし、pHが時々変動したのものもあるが、これは降雨量によって水の移動状態が異なり、飛灰処理物との接触状況が変わるためと考えられる。また、降雨量が多い場合雨水が、槽内壁面をつたって流れている可能性も否定できない。これらのことから、実際の埋立地において溶出試験で高アルカリ性を示す処理飛灰を埋

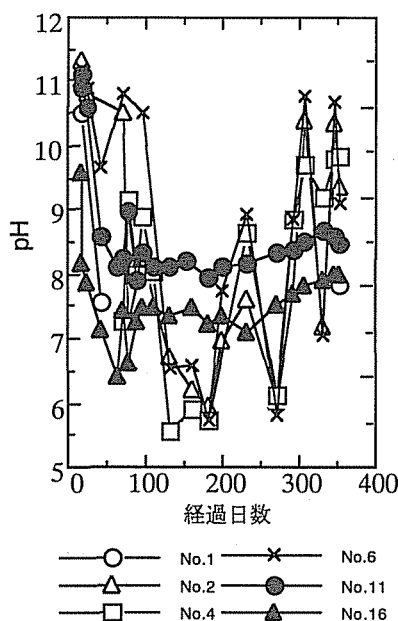


図5 浸出水 pH 変化 (No.1,2,4,6,11,16)

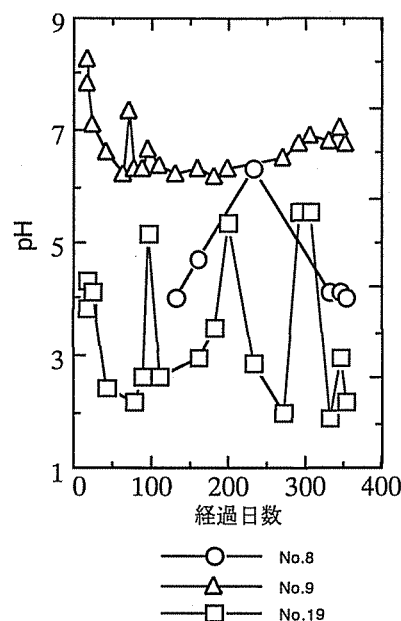


図6 浸出水 pH 変化 (No.8,9,19)

めた場合でも、浸出水 pH は初期に高くなるが短期間で pH 低下が起こる可能性があるといえる。図6には初期から低い pH を示した No.8, 9, 19 を示した。No.8 は、処理薬剤が酸性であるため pH が低くなったと考えられる。No.9 は、No.8 と焼却灰を混合したものであり、pH はやや高くなるが7以下を示した。また、No.19 の熔融飛灰については原灰が酸性を示していたためと考えられる。

**3.3 浸出水の重金属、無機塩類** 浸出水の分析結果を表3示す。調湿飛灰（水のみによる混練物、No.1）と、調湿飛灰・焼却灰混合（No.2）は、1ヶ月目の浸出水中 Pb 濃度が各々 3300, 1100mg/L を示し、中間処理の行われていない焼却飛灰からは極めて高濃度の Pb が溶出してくることが分かる。その他の飛灰処理物も No.1, 2 に比較すると濃度は低いものの、排水基準を超える濃度で Pb が溶出している。ただし、濃度だけでは、実際の環境負荷を考えることはできない。たとえば、極少量の高濃度浸出水と、大量の排水基準程度の濃度の浸出水とでは、必ずしも前者が負荷が大きいとは断定できない。そこで、充填飛灰処理物重量に対する浸出水量の比と、含有量に対する流出量（溶出量）の比との関係を検討した。

図7に Pb, Ca, Cl の含有量に対する溶出量の割合 (w/wi) と充填重量に対する浸出水量の割合 (L/S) の関係を示す。まず、有害重金属として Pb についてみると、No.1, 2 は初期の固液比の低い時期から溶出率が高く、増加の割合も大きいことから、充填初期から現在まで Pb が高濃度で溶出し続けたことを示している。その他の薬剤処理飛灰は溶出率が低く、増加割合

表3 浸出水分析結果

No.	Pb(mg/L)			Cd(mg/L)			Cl(g/L)		
	1ヶ月目	4ヶ月目	9ヶ月目	1ヶ月目	4ヶ月目	9ヶ月目	1ヶ月目	4ヶ月目	9ヶ月目
1	3300	280	-	5.4	4.9	-	290	310	-
2	1100	320	330	0.50	0.20	3.1	190	180	200
3	21	7.7	44	<0.005	<0.005	<0.005	260	290	270
4	-	8.0	110	-	0.014	2.7	-	250	270
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	28	41	210	0.017	0.13	0.75	190	180	170
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	430	-	-	10	-	-	410	-
9	6.8	8.1	51	2.0	5.6	23	140	170	160
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.31	0.21	0.14
12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.42	0.22	0.12
13	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.17	0.046	0.024
14	<0.05	<0.05	<0.05	0.014	<0.005	<0.005	0.60	0.073	0.009
15	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.36	0.042	0.017
16	0.20	0.19	<0.05	0.015	0.022	0.008	8.8	1.1	1.3
19	19	85	120	2.6	8.3	19	200	220	230

も小さいことからPbの溶出をある程度抑制できていることが分かる。また、グラフには示していないが、熔融スラグ5種 (No.11～15) は、薬剤処理飛灰に比べて含有量も少なく浸出水中には検出できず (表3参照)、含有するPbはガラス化した構造中に安定的に固定されていることと考えられる。次に無機塩類としてCa, Clについては、溶出率が直線的になっており、溶出が続いていることが分かる。表4に4, 9, 12, 14ヶ月目の浸出水の比重を示す。薬剤処理飛灰を充填した槽の浸出水は、比重が約1.3という高比重の水溶液となっており、無機塩類濃度は飽和に近い状態である。Ca, Clの溶出率 (図7参照) から考えると今後当分の間は無機塩類が高濃度に溶出 (高比重浸出水の流出) すると予想される。現在まで比重は大きくは変化していないが、焼却灰混合槽 (No.2, 6, 9) において、徐々に減少する傾向が見られる。これに対して、熔融スラグ (No.11～15) の浸出水は雨水同等である。

#### 4. まとめ

実験開始から約1年までの浸出水特性について検討し、得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 充填物の種類によって、浸出率の変化に差が見られた。この原因としては、保水性や透水性が大きく異なることが考えられた。また、14ヶ月を越えても浸出水がまったく流出しない模型槽があった。
- 2) 高アルカリ性の飛灰処理物を充填した場合でも、比較的短期間に浸出水pHの低下が見られた。この原因としては、降雨による洗い出しとCO<sub>2</sub>の吸収が考えられた。
- 3) 薬剤処理飛灰及び熔融スラグは、調湿飛灰 (水のみで混練) に比較してPbの溶出率が低く重金属溶出が抑制されている。
- 4) 薬剤処理飛灰及び調湿飛灰を充填した模型槽の浸出水は、高い無機塩類濃度となり、高比重 (約1.3) を示した。このことから飛灰を集中的に埋立した場合、非常に高い無機塩類濃度の浸出水が発生する可能性が示唆された。

表4 浸出水の比重

経過時間	4ヶ月	9ヶ月	12ヶ月	14ヶ月
	131日	271日	352日	417日
No.1	-	-	1.322	1.353
No.2	1.230	1.240	1.189	1.113
No.3	1.330	1.314	1.291	1.209
No.4	1.305	1.320	1.350	1.342
No.5	-	-	1.350	1.346
No.6	1.210	1.206	1.172	1.112
No.8	1.440	-	1.476	1.436
No.9	1.190	1.190	1.161	1.101
No.11	1.000	1.002	1.000	1.000
No.12	1.000	1.002	0.998	1.000
No.13	1.000	1.002	0.998	1.000
No.14	1.000	1.001	0.998	1.000
No.15	1.000	1.001	0.998	1.001
No.16	1.020	1.014	1.011	1.010
No.19	1.270	1.269	1.264	1.247

