

焼却灰埋立てにおける微量有害物質の流出特性 その2

福岡大学 ○永井恵子 花嶋正孝 柳瀬龍二
国際航業衛 西村義之

1. はじめに

近年、可燃性廃棄物の大半は焼却処理され、それに伴ない発生する焼却灰は年々増加の一途をたどっている。また、焼却条件も改良され、さらに大気汚染防止技術の開発によって、結果的には微量の有害物質が焼却灰中に残存する方向にある。こうした中で、焼却灰の埋立てにおいて重金属問題等従来みられなかった現象が発生し、その対応策が求められている。そこで焼却灰の小型埋立実験槽を用いて、焼却灰の埋立特性と重金属の流出特性及び発生するスケールの形成メカニズムと性状に関する調査を行なっている。今回は、埋立層内における重金属の滲過・吸着効果、流出特性及びスケール中の重金属について検討し、さらに実験開始から約3年経過後、実験槽を解体し重金属の収支について検討を行なった。

2. 実験方法

使用した2基の実験槽の概略図及び充填量を図-1に示す。埋立構造は準好気性埋立とし、とくにNo. 3槽は重金属の滲過・吸着効果を期待して底部に真砂土を敷設した。表-1に充填した焼却灰と真砂土の組成と重金属含有量を示す。これらの埋立実験槽は、室内に設置し、散水条件を平均日降雨量5mmとして週2回に分けて散水を行なった。また、実験槽の解体時には、充填焼却灰及び真砂土をサンプリングし、さらに槽内に発生したスケールを採取して各々の重金属含有量を求めた。

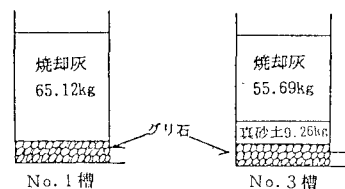


図-1 実験槽の概略と充填量

組成			表-1 充填物の組成と含有重金属量		
項目	焼却灰 (%)	真砂土 (%)	試料	焼却灰	真砂土
含水率	14.0	13.5	重金属		
不燃分	6.2	—	Hg (μg/g)	0.349	0.041
粗鉄分	15.5	—	Cd (μ)	12.7	0
未燃分	<0.1	—	Cu (μ)	3910	0.900
灰分	78.2	—	Pb (μ)	748	5.75
熱約減量	2.5(3.2)	2.2	Zn (μ)	3100	0

3. 結果及び考察

(1) 浸出液による重金属の流出について

両槽の浸出液への重金属の流出量の経時変化を図-2, 3に示す。図-2より、Cu, Pb, Znについて見ると埋立て開始から約半年間は、No. 1槽の方がNo. 3槽より流出量が多く、その差はCu290mg, Pb6.5mg, Zn10mgであるが、その後は両槽共にほぼ同程度の流出量で差が見られなかった。一方、HgとCdについては、埋立て当初から両槽共流出量が小さく、その差は殆ど見られなかった。このことから、真砂土層の効果については、Cu, Pb, Znでは埋立初期に限っては重金属の流出抑制の効果は認められるが、HgとCdについては、その効果はみられない。次に、重金属の流出形態をみるため、No. 1槽について浸出液の滲過前後(メンブランフィルター1.2μm)の重金属濃度を分析した結果を図-4に示す。図より、埋立初期にはSS由来の重金属(Cu, Pb, Zn)が約6割を占めているが、それ以降は滲過前後に差がなく、溶解性で流出している事がわかった。従って、真砂土層には埋立初期に限ってSS由来の重金属に対する、滲過や吸着の機能がある程度あり、重金属を高濃度含有する埋立初期の浸出液の処理に対しては、負荷軽減が可能であると考えられる。しかしながら時間の経過と共に重金属の流出が溶解性に移行する傾向にあり、埋立という長期的視点で考えると、真砂土層による重金属の流出抑制効果はあまり得られないものと考えられる。また、実験槽の解体結果より、本実験期間中に浸出液による重金属の流出率は、No. 1槽では0.01~0.21%, No. 3槽で0.01~0.29%と非常に低い事が明らかになった。

(2) スケールについて

埋立実験の経過に伴って、両槽共約8~10ヶ月後からスケールが発生した。表

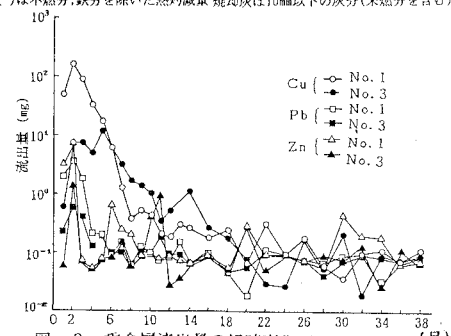


図-2 重金属流出量の経時変化 (Cu, Pb, Zn) (月)

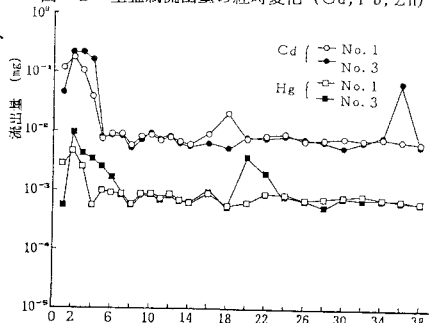


図-3 重金属流出量の経時変化 (Hg, Cd) (月)

ー2に、実験期間中浸出液の集水管から採集したスケールと、解体時に採集した槽内に発生したスケール中の重金属含有量を示す。集水管に発生したスケール量はNo. 1槽が合計約90gであるのに対し、No. 3槽は約14gと少ないが、含有する重金属の濃度は、両槽共に同程度である。また、Cu, Pb, Znでは600~2000 ppmと高濃度含有するケースも見られ、浸出液中の重金属濃度と比較すると非常に高くスケール中に重金属が吸着・濃縮されている事がわかる。しかしながら、実験期間中におけるスケールの発生量及び重金属含有量を見ると槽全体の重金属含有量に対し微量であると言える。このためスケールが重金属を高濃度含有していても、その発生量が小さいため槽全体の重金属含有量に及ぼす影響も小さいものと考えられる。また今回行った実験槽の解体の際に、No. 1槽は埋立層底部のぐり石に付着するかたちで、No. 3では真砂土層と焼却灰との接点に白いスケールが発生していた。これらの分析結果から、No. 3槽内に発生したスケールの方が集水管に発生したスケールに比べ、その発生量は多いものの重金属濃度は低い値である。このことから、真砂土中のスケールに重金属が濃縮する事は比較的小ない事が予想される。

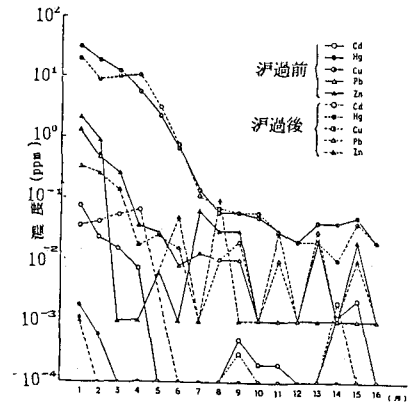


図-4 浸出液中のSS由来の重金属量 (No. 1槽)

(3) 解体による重金属の収支

実験槽の解体の結果より、No. 3槽の真砂土の充填時と解体時の重金属濃度を表-3に示した。表より、真砂土中に重金属がある程度捕集されている事が認められた。また、実験槽内での重金属の動きを調べるため、実験槽の解体時に埋立層を上, 中, 下層と分け、焼却灰の各重金属含有量を測定したが、その結果、焼却灰中の重金属含有量は上, 中, 下層についての相関はみられなかった。表-4に両槽の解体時の結果より、浸出液への重金属の流出率とスケールへの吸着率及び真砂土層への吸着率を示した。表より、約3年間で焼却灰から浸出液とスケールによって流出した重金属の流出率は、No. 1槽ではHgが0.21%, その他は0.15%以下であり、No. 3槽ではHgが0.29%, Cdが0.16%で、その他は<0.01~0.02%と小さい値を示し、この解体の結果より、充填した焼却灰に含有される重金属の大部分が、槽内に残存している事が明らかになった。

表-2 スケール中の重金属含有量

実験槽	No. 1槽			No. 3槽		
採取点	集水管	槽内	合計	集水管	槽内	合計
スケール量(g)	89.63	5.70	95.33	14.32	20.27	34.59
含 有 量						
Hg(mg)	3.99×10^{-2}	2.07×10^{-2}	4.20×10^{-2}	1.27×10^{-2}	2.63×10^{-2}	6.90×10^{-2}
Cd(%)	1.91×10^{-2}	3.39×10^{-2}	5.30×10^{-2}	1.69×10^{-2}	4.05×10^{-2}	2.10×10^{-1}
Cu(%)	26.9	4.98	31.9	3.99	2.63	6.62
Pb(%)	3.22	2.39	5.61	1.01	0.389	1.40
Zn(%)	166	6.00	172	6.30	10.1	16.4

表-3 真砂土中の重金属濃度

項目	充填時	解体時
Hg(μg/g)	0.041	0.027
Cd(%)	<0.01	0.05
Cu(%)	0.90	41
Pb(%)	5.7	24
Zn(%)	<0.01	110

表-4 解体結果

実験槽	No. 1槽			No. 3槽		
	槽内残存率	浸出液への流出率	スケールへの吸着率	槽内残存率	浸出液への流出率	スケールへの吸着率
Hg(%)	79.82	0.19	0.02	77.83	0.29	<0.01
Cd(%)	108.82	0.09	0.01	74.15	0.16	<0.01
Cu(%)	36.42	0.14	0.01	28.81	0.02	<0.01
Pb(%)	115.04	0.02	0.01	93.08	0.01	<0.01
Zn(%)	115.17	0.01	0.09	138.79	<0.01	0.01

※但し、真砂土への吸着率は槽内残存率に含まれる。

4. まとめ

以上、本実験は、埋立に関する研究の中でも廃棄物中に含まれる重金属の挙動について検討したものであり、とくに焼却灰の重金属についての実験結果をまとめた次の通りである。

- ①埋立層底部に真砂土層を敷設し、それによって重金属を透過・吸着し、流出量を軽減するという効果については、埋立初期においては一時的に認められるが、それ以降では殆ど認められない。従って真砂土層の敷設によって、埋立初期の重金属を高濃度含有する浸出液の水処理での負荷が軽減されるという効果はあるが、埋立という長期的な視点ではその効果はあまり期待できない。
 - ②スケールには重金属が高濃度に濃縮するが、発生量が小さいため全体の重金属流出量に対して、その割合は小さい。
 - ③実験期間中重金属の流出率は、充填時の焼却灰の重金属含有量に対し、<0.01~0.3%と極めて小さい結果であった。
- これらの事より、焼却灰の埋立を考えた場合に、スケールの発生等により浸出液中の重金属が捕集される事が期待される反面、スケールの再溶解や剥離によりスポット的に高濃度の重金属が流出する可能性があり、今後、屋外実験やスケール対策等の調査が必要であろう。また、今後の課題として、物質収支的に重金属の挙動を把握するには、実験槽の形状や実験手法の検討が必要である。

参考文献1) 松藤ほか：「焼却灰の埋立処分に伴う微量重金属の挙動に関する実験的研究」都市清掃 第39巻 第150号(1986.2)

2) 永井ほか：「焼却灰埋立てにおける微量有害物質の流出特性 その1」土木学会西部支部研究発表会(1985.2)