

使用済み乾電池の埋立処分に関する研究(10)

- 埋立 15 年後の埋立槽内の水銀分布 -

福岡大学 ○柳瀬龍二 平野文昭 松藤康司

1. はじめに

現在、市販されている乾電池には「水銀 0 使用」が明記されているが、1990 年以前の乾電池には水銀が使用され、これらが焼却処理・埋立処分される事に伴う環境汚染が懸念され、社会問題としてクローズアップされた。本研究は埋立処分された乾電池中の水銀の挙動を検討するため、1985 年より大型埋立実験槽を用いて使用済み乾電池の埋立実験を開始した。

本報では埋立開始から 15 年経過後に実験槽を解体し、埋立実験槽内での水銀状況を把握し、その挙動を埋立 10 年目の結果と比較検討した。

2. 実験装置及び条件

埋立実験は図 1 に示す大型埋立実験槽を用いて、表 1 に示す条件で 1985 年から行った。充填廃棄物は焼却灰、砕石、汚泥類、チップ類、金属類等を混合調整した。また、実験槽はアルカリ乾電池を充填した槽とマンガン乾電池を充填した槽で、各槽のごみ 1 t 当りの総水銀含有量は表 2 に示した。

3. 埋立 15 年間に於ける水銀流出量

埋立実験槽からの水銀流出は廃棄物中の水銀や乾電池中の水銀が、浸出水や気化水銀として槽外へ流出する。このため、15 年間に亘って定期的に調査してきた結果を表 3 に示した。浸出水は乾電池を充填したアルカリ槽・マンガン槽間に水銀流出の違いは認められなかった。また水銀は気化するため、実験槽表面から発生する気化水銀を過去 4 年間に亘ってフッ化カルシウム試験にて分析を行ない気化水銀量を試算した。埋立 15 年間に埋立実験槽から、浸出水やガスとして流出した水銀量は 50mg 強であり、充填水銀含有量に対する流出率は、アルカリ槽が 0.4%，マンガン槽が 3.4% となり、ほとんどが埋立実験槽内に残存していることが想定された。

4. 埋立 15 年後の廃棄物中の水銀分布

埋立 15 年後の実験槽の水銀分布状況や、乾電池の腐食状況及び水銀収支を検討するため、埋立実験槽を解体し、埋立実験槽の深さ 25cm 毎に廃棄物中の水銀濃度を調査した。まず、解体廃棄物中の水銀濃度分布状況の一例を図 2 に示した。図より、廃棄物中の水銀含有量は 10mm 以下では両槽とも充填時の初期含有量に比べ、下層域で高い傾向を示した。また、チップ中の水銀含有量も初期値(0.003mg/kg)よりもはるかに高く、水銀がチップに吸着されていた。これらの結果から、乾電池中の水銀が廃棄物層へ流出し、廃棄物中に蓄積されていることが想定できる。しかし、アルカリ槽とマンガン槽間で比較すると、廃棄物中の水銀含有量に顕著な差が見られないことから、乾電池中の水銀は初期含有量の差の影響が出て

表1 廃棄物充填量及び乾電池量

埋立実験槽	アルカリ槽	マンガン槽
廃棄物重量(t)	4.00	4.00
覆土重量(kg)	220	220
乾電池量(個)		
LR6	80	0
SUM-1	0	80
SUM-2	0	80
SUM-3	0	240
小計	80	400

表2 1t 当りの総水銀量

充填物	アルカリ槽	マンガン槽
廃棄物 (mg/kg)	788.5	788.5
乾電池 (mg/kg)	11,809.6	883.2
合計 (mg/kg)	12,598.1	1,671.7
1t 当り (mg/t)	3,149.5	417.9

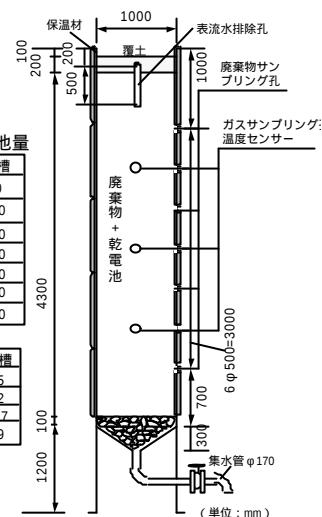


図1 大型埋立実験槽

表3 15 年間の水銀流出量 (mg)

	アルカリ槽	マンガン槽
浸出水	1.5	1.5
気化水銀	51.6	55.2
総流出量	53.1	56.7

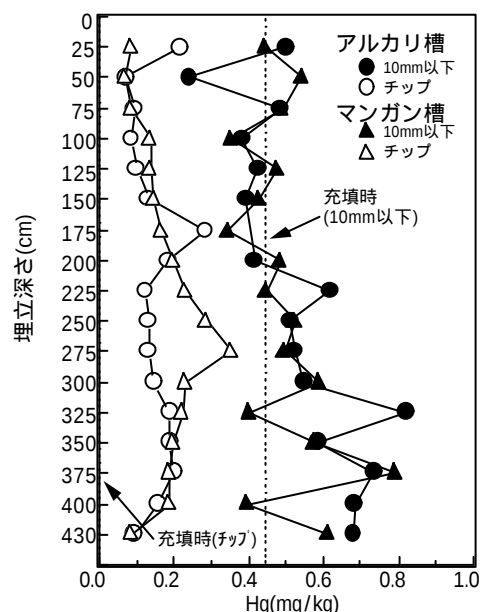


図2 埋立深さ別各廃棄物中の水銀含有量

キーワード 使用済み乾電池 水銀 気化水銀 準好気性埋立 廃棄物

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部土木工学科 TEL092-863-8238

いないと考えられ、乾電池からの水銀流出は乾電池の腐食状況等に大きく左右されていることが想定できる。

次に、図3は埋立15年後の各廃棄物中の水銀含有量から求めた、埋立実験槽全体の水銀含有量分布を示した。充填時の廃棄物中水銀濃度が0.28mg/kgであることを考えると、埋立15年後の水銀分布状況は、上層付近では充填時よりも下回り、中層から下層域にかけて濃度が高くなる傾向にある。これは廃棄物中の水銀や気化した水銀が浸出水中に溶解込み、下層域へ移動している事が考えられた。しかし、浸出水中に流出した水銀量は微量である事から、移動した水銀は廃棄物中に吸着・蓄積され、浸出水へ流出する可能性は極めて小さいものと予想される。また上層域の水銀濃度は低い傾向にあるが、これはヤバ[®]-試験結果¹⁾からも、槽表面から気化水銀として大気拡散されている事を裏付ける結果となっている。

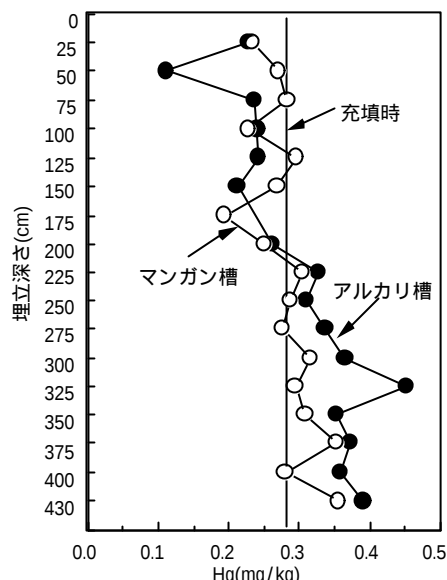


図3 埋立深さ別水銀濃度分布(埋立15年後)

次に、乾電池を充填したアルカリ槽・マンガ槽を比較すると、実験槽内の水銀濃度は全体的にアルカリ槽の方が高い傾向にある。乾電池を含む充填時の水銀含有量は、アルカリ槽がマンガ槽の約7.5倍量を含んでいるが、単純に濃度は7.5倍にはなっていないことから、乾電池個数の違いが、廃棄物と接触する面積の違いとして現れたと考えられる。また、廃棄物中の水銀含有量は充填時788.5mgであり、埋立15年後と比較するとアルカリ槽1071mg、マンガ槽919mgとなっており、15年間で乾電池中の水銀(130～283mg)が廃棄物中へ移行していることがわかる。しかし、乾電池由来の初期水銀量はアルカリ槽11,810mg、マンガ槽883mgであるが、乾電池から流出した水銀量はアルカリ槽2.4%、マンガ槽14.7%と、埋立15年を経過しても大部分が未だに乾電池中に残存している事がわかる。

5. 埋立期間の違いによる比較

乾電池の埋立実験は本報とは別に、これまで埋立構造の違いや埋立期間の違いによる水銀挙動を検討してきたが、水銀の流出に対する埋立構造の違いによる寄与は小さい結果となっている。そこで埋立10年目に解体した嫌気性埋立槽²⁾と、今回、解体した準好気性埋立槽を用いて、埋立年数の違いによる埋立槽内の水銀分布状況を図4に示し検討した。

アルカリ槽では上層域の水銀濃度に大きな差はなく、下層域で埋立15年後において水銀濃度が高くなる傾向にあった。このことからアルカリ槽では水銀が上層から中層、下層へ移動している点や、乾電池中の水銀が5年間で多く廃棄物へ移行していることが考えられた。

一方、マンガ槽は15年後の方が埋立10年後より、槽全体で若干高い傾向を示したが、アルカリ槽ほど顕著な差は認められなかった。これはマンガ槽に乾電池を400個槽全体に充填しているが、水銀含有量が1672mgとアルカリ槽12,598mgに比べ少なく、マンガ乾電池から水銀が流出してもその影響が小さかったものと考えられた。

6. まとめ

埋立実験槽中の水銀は埋立15年後において、埋立期間の長期化に伴い乾電池中の水銀が流出し廃棄物中へ移行していた。充填水銀量の大部分は乾電池中に残存していた。埋立槽の水銀は上層では気化水銀として大気拡散し、一方で、下層へ移動する傾向にあった。

<参考文献> 1)柳瀬ら：使用済み乾電池の埋立処分に関する研究(9)，第11回廃棄物学会研究発表会，2000.11，2)於保ら：使用済み乾電池の埋立処分に関する研究(7)，第18回全国都市清掃研究発表会講演論文集，1997.2

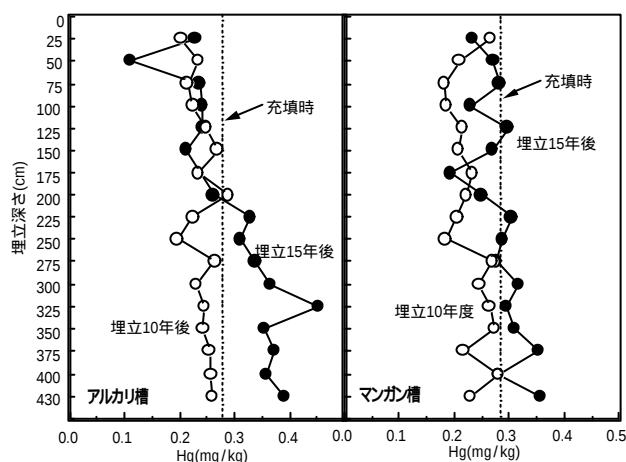


図4 埋立期間の違いによる水銀濃度分布