

II-346 廃棄物埋立地における気化水銀の挙動(1)

福岡大学 ○柳瀬龍二 花嶋正孝
松藤康司 長野修治

1. はじめに

廃棄物の埋立処分に伴う微量有害物質の挙動は、地下水汚染等が懸念される反面、挙動メカニズムが複雑なためその解明が遅れている。特に使用済み乾電池中の水銀は、処理処分をめぐって大きな社会問題となったが、埋立処分された使用済み乾電池や他の廃棄物中に含まれる水銀の挙動に関する系統的な研究は少ないのが現状である。特に水銀の特性として、常温常圧において気化し易く、気化状態(以下気化水銀)で存在するため、埋立地での水銀の挙動を解明するには、この気化水銀を把握することは極めて重要な課題である。

そこで、本報では埋立地における気化水銀に関する研究を行い、若干の知見を得たので報告する。

2. 埋立処分に伴う気化水銀の現状

焼却灰等を主体とした不燃性ごみを充填した大型準好気性埋立実験槽(直径1m, ごみ層4.3m, 充填量4t, 屋外に設置)内から発生する気化水銀を上・中・下層の3層から採取し、その経時変化を調査し(分析方法: 金チップによる水銀捕集+加熱気化法による水銀分析)その結果を図1に示す。図より、大型埋立実験槽からの気化水銀は、 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で変化している。これは、大気中の気化水銀より、 $10 \sim 100$ 倍高く検出されているが、WHOのガイドライン($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$)に比べると $1/10 \sim 1/100$ と小さい事が分かる。また、上・中・下層間で気化水銀に顕著な濃度分布は認められなかった。次に、実際の埋立地のボーリング孔内から発生した気化水銀の経時変化を図2に示す。図より、ボーリング孔内から発生する気化水銀は $0.05 \sim 1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で変化し、前述の大型埋立実験槽の気化水銀に比べ若干高い傾向にあった。

また、水銀は一般に「水銀飽和蒸気圧-温度」の関係が知られていることから、大型埋立実験槽と実際の埋立地からの気化水銀と温度の関係を図3に示した。図より、大型埋立実験槽の槽内温度が $10 \sim 30^\circ\text{C}$ であったのに対し、実際の埋立地のボーリング孔内温度は $20 \sim 40^\circ\text{C}$ と若干高い傾向を示すと同時に、気化水銀も実際の埋立地の方が高い傾向を示した。このため、気化水銀は埋立実験や実際の埋立地に関係なく

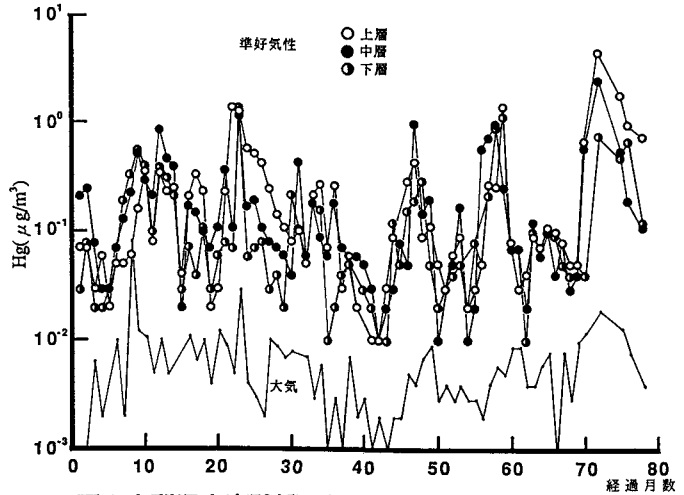


図1 大型埋立実験槽における気化水銀(標準好気性)
条件: 充填ごみ量4t(不燃性ごみ), 吸引量: 槽内2.0l(0.5ml/min×40min)
大気1.001(0.5l/min×200min), 水銀捕集(金チップ法)

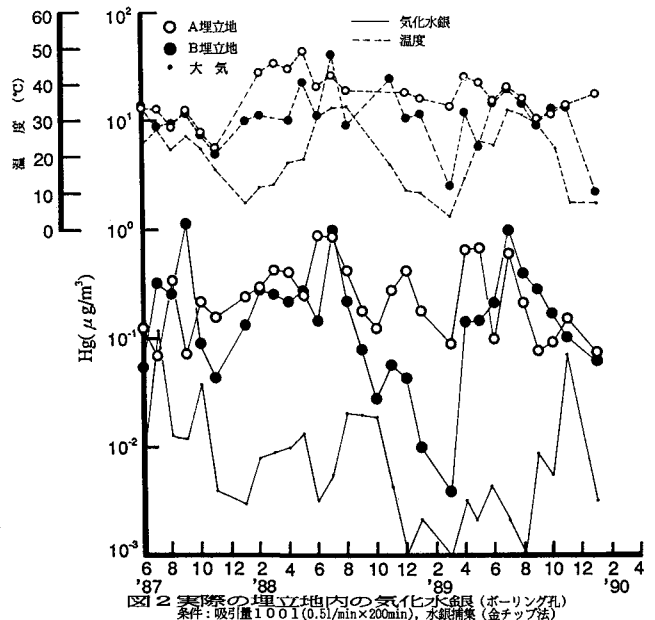


図2 実際の埋立地内の気化水銀(ボーリング孔)
条件: 吸引量1.001(0.5l/min×200min), 水銀捕集(金チップ法)

廃棄物由来の気化水銀の発生状況を, 気化水銀と温度の関係である程度予測できる事がわかった。

3. 焼却灰を用いた気化水銀のバッチ試験

埋立地における気化水銀のプロセスを図4に示す。廃棄物として焼却灰を用いて, 図中の気化水銀の発生と廃棄物への吸・脱着について検討した。

(1) 気化水銀の発生量 焼却灰からの気化水銀の発生量を表1に示した。焼却灰からの気化水銀発生量は, 焼却灰自体の水銀含有量に対する気化率が0.3~2.6%と非常に小さかった。

(2) 気化水銀の吸着・脱着 焼却灰による気化水銀の吸着・脱着について検討した結果を表2, 図5に示した。実験は金属水銀と焼却灰または真砂土を, 同じデシケーター内に一定条件(20℃恒温・放置時間24hr)で放置後, 焼却灰や真砂土中の水銀含有量から気化水銀の吸着量を求めた。

表より, 水銀吸着量は焼却灰A 25.9 μg/g, 焼却灰B 13.2 μg/g, 真砂土 13.0 μg/gとなり, 焼却灰等自体の水銀含有量よりも多くの気化水銀を吸着する事がわかった。

一方, 気化水銀の脱着実験は, 図5より一旦気化水銀を吸着した焼却灰を室温20℃の条件下で放置したが, 焼却灰中の水銀含有量に大きな変化はなく, また7日間の放置後も一旦吸着された気化水銀はほとんど脱着せず, 水銀含有量は変化しなかった。更に, 焼却灰の粒径や放置場所の温度変化に対しても同じ傾向であった。

4. まとめ

大型埋立実験槽と実際の埋立地からの気化水銀の挙動を調査しこれを整理すると, ①埋立地からの気化水銀は0.01~1.0 μg/m³の範囲で発生し, 大気中の気化水銀とWHOのガイドラインの中間的な濃度であった。②廃棄物埋立においても気化水銀は温度との相関が認められた。③焼却灰からの水銀の気化率は1%前後であった。④焼却灰は気化水銀を吸着し, 一旦吸着すると脱着しにくい傾向が見られた。この事より, 廃棄物埋立地からの水銀流出は浸出水へ直接溶出し流出する場合より, 気化水銀として廃棄物から放出される可能性が高い事が予想された。今後は, 気化水銀の浸出水への可溶化現象等, 更に焼却灰に吸着した気化水銀の化学形態について検討していく予定である。

【参考文献】①(社)日本乾電池工業会: 平成元・2年度, 使用済みアルカリ乾電池の埋立による土壌への影響に関する調査研究報告書, ②柳瀬ら: 廃棄物の処理・処分に伴う水銀等の環境影響に関する研究, 環境保全研究成果集, 1989年度, ③柳瀬ら: 廃棄物埋立槽における水銀の挙動(第3報), 土木学会第44回年次学術講演会

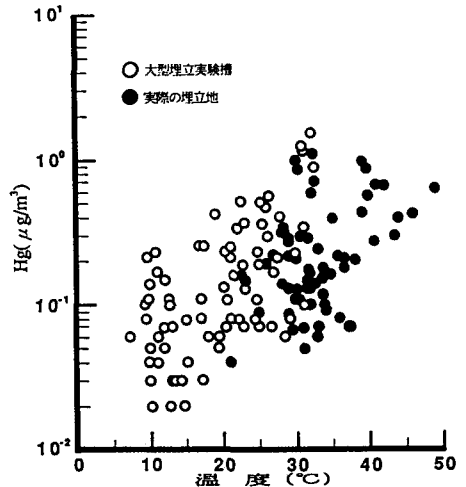


図3 気化水銀と温度の関係

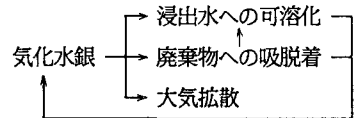


図4 気化水銀の流出プロセス

表1 焼却灰からの気化水銀発生量

試料	水銀含有量(ng/g)	気化水銀量(ng/g)	気化率(%)
0.84mm以下	31.5	0.36	1.1
焼却灰A			
粒径 0.42~0.84	21.8	0.57	2.6
0.25~0.042	52.5	0.48	0.9
灰別			
0.105~0.025	46.3	0.53	1.1
A mm 0.105~0.074	85.3	0.98	1.1
0.074mm以下	178	0.62	0.3
真砂土	11	0.34	3.1

条件(放置場所: 20℃恒温室, 放置時間: デシケーター内24時間)

表2 廃棄物による気化水銀の吸着

廃棄物	焼却灰A(平均値)	焼却灰B(平均値)	真砂土
初期値	0.044	0.936	0.035
吸着後	26.0	14.1	13.1
一日後	25.9	13.2	13.0

初期値は廃棄物自体の水銀含有量
焼却灰試料は0.84mm以下とした。

(単位: μg/g)

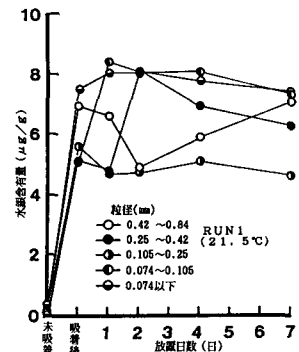


図5 気化水銀の焼却灰への吸着(室温21.5℃)