

都市ごみ炭化物の鉛吸着性能

九州大学大学院 学 黒田 俊雅

九州大学大学院 F 落合 英俊 正 大嶺 聖

(株)栗本鐵工所 非 佐々木 潤治 非 野口 博嗣

1. はじめに

現在、一般廃棄物は年間約 5000 万 t 発生しており、その約 75%が焼却処理されているが、ごみ焼却によるダイオキシンの発生が大きな社会問題となったことから、平成 9 年旧厚生省からダイオキシン類発生防止ガイドラインが出され、ごみ処理量 100t/日以下の焼却施設について、ごみ処理の広域化あるいはごみを溶融・RDF 化することでダイオキシンの発生を抑制することが義務付けられた。そうした中、このような対応が困難な自治体を対象に、サーマル・マテリアルリサイクル可能なごみ中間処理施設として炭化施設が建設されている。炭化施設から発生する都市ごみ炭化物(以下 MSWC)は、現在セメント製造業における燃料代替材、また鉄鋼業における副資材として有効利用されている。逼迫した最終処分場の問題から考えても、炭化処理は今後一般廃棄物中間処理技術として期待される技術であり、さらなる用途開発が望まれるところである。

表1 都市ごみ焼却灰(MSWIA)及び都市ごみ炭化物(MSWC)の溶出成分

	MSWIA	MSWC
pH	12.24	8.44
EC(mS/m)	196	106
Pb	0.65	0.011
Cr	0.01	0.004
Cd	0.006	0.006
Zn	0.15	0.013
Fe	<0.01	<0.01
Cu	<0.01	<0.01
K	160.7	88.7
Na	275.75	128.3
Ca	383	152
Cl	400	194.5
SO ₄	50	45.74

濃度の単位はmg/l

既往の研究において活性炭・木炭の高い重金属吸着性能が確認されていることから、本研究では MSWC の重金属吸着効果に着目し、吸着特性を活かした地盤材料への有効利用法として、有機汚濁物質・重金属・無機塩類等有害成分の溶出が問題とされる管理型最終処分場における即日及び中間覆土材としての利用について検討していく。処分場では鉛(Pb)を含んだ浸出水が発生していると考えられ(表 1 に都市ごみ焼却灰および MSWC の溶出成分を示す)、ここでは、MSWC を覆土材に使用する場合の Pb 吸着効果を推測するために、MSWC の Pb 吸着性能についてバッチ平衡試験及びカラム試験により評価する。

2 吸着等温線からみる都市ごみ炭化物(MSWC)の Pb 吸着性能

2.1 実験概要 本研究で使用する MSWC は E 市の炭化施設より採取したものである。ここでは MSWC の Pb 吸着性能を評価するために、以下の要領でバッチ試験を行った。原子吸光用 Pb 標準液を用いて 100, 300, 600mg/l に調整した溶液 100ml に MSWC を 10g 加え、6 時間振とうを行い、振とう後の溶液中の上澄み液を遠心分離機で固液分離し、その後 0.45 μm メンブレンフィルターを用いてろ過を行い検液を作製した。検液中の Pb 平衡濃度を原子吸光光度計を用いて測定した。ここでは MSWC の Pb 吸着性能を相対的に評価するために、活性炭及び処分場において覆土材として使用されることのある真砂土について同様の試験を行った。

また、上記の実験で Pb 溶液を調整する際に使用した蒸留水の代わりに、都市ごみ焼却灰について行った溶出試験後の上澄み液を用いて同様の試験を行った。処分場で発生する浸出水には Pb 以外のイオンが多く含まれており、各吸着質が MSWC 覆土層に吸着される場合競合が起こると考えられる。従ってこの実験では、MSWC の Pb 吸着に対する焼却灰浸出水中のイオンによる干渉作用について考察を行った。

2.2 実験結果と考察 図 1 に実験から得られた吸着等温線を示す。MSWC は、今回使用した活性炭よりも高い Pb 吸着能力を有しており、真砂土に対して Pb 最大吸着量で比較した場合 5 倍以上の Pb 吸着量を有していることが分かった。このことから考え、MSWC を覆土材とし

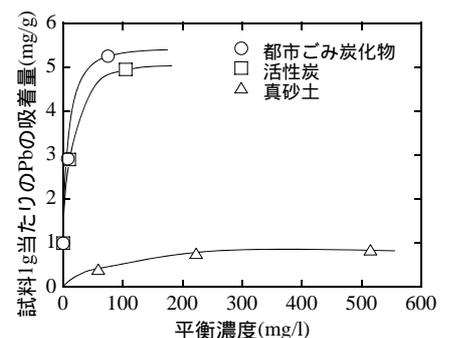


図1 吸着等温線

て利用した場合、埋立地からの Pb の溶出は抑制され、浸出水浄化処理への負担を軽減できるのではないかと考えられる。さらに、処分場において万が一、遮水シートの破損が起こった場合でも MSWC 覆土層が浸出水に含まれる重金属等有害成分を吸着・保持することで環境へのリスクを軽減できると考えられる。次に焼却灰浸出水を用いたバッチ試験では(焼却灰の溶出成分は表 1 を参考) Pb の吸着へ及ぼす溶媒の影響はほとんど見られなかった。このことから MSWC の陽イオン吸着特性について、焼却灰浸出水に高濃度で存在する Ca イオンよりも Pb に対する選択性が強いと言える。

3 カラム試験による MSWC の Pb 吸着性能の評価

3.1 実験目的 これまで行ってきたバッチ平衡試験は、土粒子が溶液中で十分に分散しており土粒子全表面と溶媒とが接触した状況下での実験であることから、実地盤上の吸着現象を十分反映したものとは言えない。従ってここでは、土粒子骨格をもつ成形体に通水を行うカラム試験を行い、MSWC の Pb 吸着性能を評価すると共にバッチ試験で得られた結果との比較を行った。

3.2 実験概要 図 2 に実験で用いたカラム模型図を示す。タンクに 100mg/l の Pb 溶液を貯め、水頭差を設けることで MSWC への通水を行った。ここで、MSWC への Pb 吸着は瞬間的に起こると考え、タンク中の Pb 溶液の水位を一定に保つことはせず、実験結果への通水速度の影響を考慮しなかった。定期的に浸出水の溜まった取水容器を取替え、浸出水中の Pb 濃度を原子吸光光度計により測定した。実験は、通水溶液の Pb 濃度に等しい浸出水が発生するまで継続した。また MSWC の Pb 吸着性能を相対的に評価するために、ここでは真砂土について同様の実験を行った。

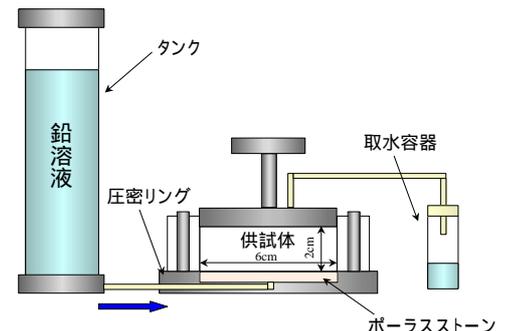


図2 カラム試験装置

3.3 実験結果と考察 横軸に液固比(試料の乾燥重量(g)に対する浸出水量(ml)の比)を縦軸に累積 Pb 吸着量をとったグラフを図 3 に示す。MSWC の Pb 最大吸着量はバッチ試験で得られた 5.25mg/g に比べると小さく 3.433mg/g となった。これは土粒子と溶液の接触面積の違いによるものと考えられる。真砂土については、バッチ試験で得られた Pb 最大吸着量は 0.87mg/g、カラム試験では 0.213mg/g であった。MSWC の場合、液固比 30 辺りまで通水した溶液中の Pb のほぼ全量を吸着しているのに対し、真砂土では通水初期においても通水した Pb の大部分が浸出液中に残留しており、吸着効果に大きな差が見られた。また、浸出水の pH を適宜測定したところ、通水溶液の pH=約 1.7 に対し、液固比 10 付近で MSWC の場合 6.54、真砂土の場合 1.83 と酸緩衝作用に大きな違いがみられた。今回の実験では通水溶液には Pb しか存在していないが、ここで得られた MSWC の Pb 吸着容量から考えると、MSWC を処分場における覆土材として用いた場合、発生する浸出水に溶存するその他の重金属や Ca イオン等陽イオンに対しても吸着効果を示すのではないかと考えられる。今後は MSWC 覆土層の有害成分吸着効果を調べるために、埋立地を模擬した、つまり廃棄物層と覆土層を設けたカラム模型を用いて通水試験を行うことで、重金属、有機汚濁物質、無機塩類、pH 等の経時的変化を調べていく。

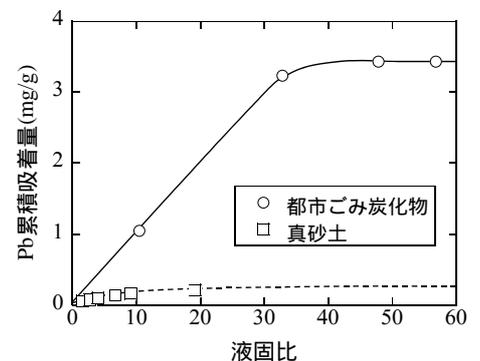


図3 カラム試験結果

液の pH=約 1.7 に対し、液固比 10 付近で MSWC の場合 6.54、真砂土の場合 1.83 と酸緩衝作用に大きな違いがみられた。今回の実験では通水溶液には Pb しか存在していないが、ここで得られた MSWC の Pb 吸着容量から考えると、MSWC を処分場における覆土材として用いた場合、発生する浸出水に溶存するその他の重金属や Ca イオン等陽イオンに対しても吸着効果を示すのではないかと考えられる。今後は MSWC 覆土層の有害成分吸着効果を調べるために、埋立地を模擬した、つまり廃棄物層と覆土層を設けたカラム模型を用いて通水試験を行うことで、重金属、有機汚濁物質、無機塩類、pH 等の経時的変化を調べていく。

4 まとめ 今回行ったバッチ試験およびカラム試験の結果から、都市ごみ炭化物(MSWC)は鉛に対する高い吸着性能を有することが分かった。処分場において一般的な覆土材料である真砂土に比べ、MSWC は大きな陽イオン吸着容量及び酸緩衝能力を有していることから、即日及び中間覆土材として利用した場合、吸着作用および沈殿形成により浸出水への重金属、無機塩類等の有害成分の溶出を軽減することで、埋立地の早期安定化を促進し、浸出水処理等維持管理に対するコストの削減に大きく貢献するのではないかと考えられる。

【参考文献】黒田ら：都市ごみ焼却灰から溶出した重金属に対する都市ごみ炭化物の吸着効果、第 6 回環境地盤工学シンポジウムに投稿中