

研 究 成 果

<p>サブテーマ名：無機固体廃棄物中有害物質の除去ならびに安定化 小テーマ名：無機系残渣中重金属類の高温分離・回収技術の開発</p>
<p>サブテーマリーダー：名古屋大学 藤澤敏治 研究従事者：名古屋大学 佐野浩行</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要 都市から排出される無機系廃棄物の含有する重金属類をはじめとする有害成分を廃棄物から分離除去し、廃棄物を無害化する技術を開発する。</p> <p>②研究の独自性・新規性 既存の重金属除去技術（セメント固化、薬剤処理、熔融固化など）と比較してエネルギー消費が比較的低いといった点において優れており、また重金属除去後の廃棄物そのものを機能材料として有効利用する際の前処理として期待できる。</p> <p>③研究の目標</p> <p>●フェーズⅠ 有害重金属を高濃度で含有することが知られている飛灰を対象とし、塩化揮発法の反応機構を種々の処理条件をもとに詳細に検討し、それにより得られた知見をもとに有害重金属の効果的な除去条件を検討し、塩化揮発法における高温揮発分離メカニズムの解明する。そして処理後残渣に対する環境庁告示第46号試験および含有量規制をクリアする。</p> <p>●フェーズⅡ フェーズⅠにおける都市ごみ焼却飛灰を対象にした研究により、塩化揮発反応による高温揮発分離のメカニズムの解明がなされた。そこで分離の高効率化をはかるため、添加物の添加量の影響や添加方法の影響について検討した。また、対象廃棄物の拡大を目指し、主灰に対する塩化揮発処理の適用性を検討し、高温分離における処理温度の影響ならびに種々の添加成分の効果および配合条件の検討を詳細に行い、主灰を再資源化するための高効率な分離条件を探索する。そして処理後残渣に対する環境庁告示第46号試験および含有量規制をクリアする。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>1、フェーズⅠ</p> <p>●対象廃棄物の選定 対象廃棄物として、有害重金属が高濃度含有している都市ごみ焼却飛灰、主灰、また産業廃棄物からコンクリートがら、建設汚泥を選定した。</p> <p>●都市ごみ焼却飛灰を対象とした塩化揮発処理 飛灰を1273Kで所定時間（2h、3h）反応させ、影響因子について検討した。検討項目は①キャリアガス流量の影響、②飛灰中のH₂Oの影響、③キャリアガス中のH₂Oの影響である。</p> <p>①キャリアガス流量の影響：キャリアガス流量の増加に対して、Pbは揮発率が向上し、Zn、Snは低下した。なおCdは、流量にかかわらず100%近い揮発率を示した。キャリアガス流量が増加すると、その希釈効果によって、有害重金属類塩化物の分圧が低下し、塩化反応の進行を促すことがわかった。</p> <p>②飛灰中のH₂Oの影響：過剰のH₂Oにより塩化反応が阻害されることがわかった。</p> <p>③キャリアガス中のH₂Oの影響：②と同様キャリアガス中のH₂Oにより塩化反応が阻害されることがわかった。</p> <p>●環境庁告示第46号溶出試験および含有量試験 溶出基準をクリアし、また含有量試験においても基準値をクリアした。</p> <p>2、フェーズⅡ</p> <p>●都市ごみ焼却飛灰に対する塩化揮発処理における無機廃棄物添加の効果 分離性の高効率化をはかるため添加物の添加量の影響や添加方法の影響について検討した。 CaCl₂からのHClの発生を促進するために、CaOの活量を低下させるSiO₂が効果的であると考え、廃棄物の有効利用という観点からSiO₂を多く含有する建設汚泥添加、コンクリートがら添加について検討した。その結果、建設汚泥添加により、Zn、Snの揮発率が95%以上に向上し分離可能となった。一方、コンクリートがら添加に関しては、Zn、Snの揮発率が75%程度と若干向上したものの、粒径が大きいため反応性が悪く建設汚泥添加に匹敵する効果は得られなかった。</p> <p>●都市ごみ主灰に対する塩化揮発処理 主灰に対する塩化揮発処理について検討した。主灰単独処理では高温処理（1273K）において80%を越える揮発率を求めた。塩化剤添加処理としてCaCl₂およびMgCl₂について検討した。CaCl₂添加では1173Kにおいて少量添加することによりPbの塩化揮発を促進することがわかった。また、MgCl₂添加の効果は低いことがわかった。飛灰添加処理としては少量添加した場合はPbの塩化揮発が進行したが、大量に添加した場合には飛灰中に含まれるPbに</p>

よって初期試料のPb濃度が上昇し、処理後残渣中に高濃度残留することがわかった。

●環境庁告示第46号溶出試験および含有量試験

主灰：飛灰=1：1で配合した試料でPbについて溶出基準を上回った他は、すべての条件で各対象重金属類の溶出量が検出下限値以下となった。また含有量試験においても基準値をクリアした。

主な成果

具体的な成果内容：

●フェーズⅠ

飛灰における重金属類の塩化揮発反応は、CaCl₂がHClを発生する塩素供給反応と、そのHClによって重金属類が塩化する塩化反応の2段階で進むことがわかった。その結果、Pb、Cdは塩化反応が比較的容易に進むため、飛灰単独処理でも95%以上の揮発率で分離可能であることがわかった。一方、Zn、Snに関しては、塩化反応が進みにくいため、飛灰単独処理では揮発率が最大でも60%程度に留まり、また過剰のH₂Oの存在により塩化反応が阻害されることがわかった。

●フェーズⅡ

・都市ごみ焼却飛灰の高温揮発分離処理における他の無機系廃棄物の添加による有害重金属元素の分離性の高効率化がはかれることがわかった。

・都市ごみ焼却主灰に対する塩化揮発処理について、1173 KにおけるCaCl₂添加（1 mass%Cl）が本研究においてもっとも推奨できる条件であることがわかった。

特許件数：

論文数：（主要論文は別途提出ください） 1

口頭発表件数： 5

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

重金属類の分離除去を目的とした無機廃棄物の中間処理には、溶融固化法などがある。溶融固化法は当研究と比較して減容化の面では優れているもののエネルギー消費が大きい。また先に挙げた処理は、いずれも最終処分として埋め立てるための処理に対し、現在研究を進めている処理法では酸化物の溶融を伴わない比較的低温のプロセスであるため溶融スラグが生成するガス化溶融炉や灰溶融炉における処理とはことなり、水熱固化の原料として好都合な、粒状原料を供給可能になるなど再資源化のための前処理として期待できる。

2 実用化に向けた波及効果

無機廃棄物に塩化揮発処理を行うことにより有害重金属を分離除去すること、また無機廃棄物からの除去が困難な有害成分を安定鉱物化することは、無機廃棄物を機能材料として実際に使用する際の安全化、安心化につながり、それらが広く使用されることによって埋め立て処分量が大幅に削減できる。

残された課題と対応方針について

本研究において一度に処理した試料の量は少量であり、実際に水熱固化体を効率よく生産するためには一度にkg単位の量を処理できなければならない。よって今後は、実操業を想定したロータリーキルン炉を用いた処理における、大量処理が可能となる条件の検討が望まれる。

	J S T負担分（千円）							地域負担分（千円）							合計
	H11	H12	H13	H14	H15	H16	小計	H11	H12	H13	H14	H15	H16	小計	
人件費								2328	10878	1500	1250	1500	750	18,206	18,206
設備費								0	0	0	0	0	0	0	0
その他研究費								535	1972	1350	1000	1000	477	6,334	6,334
旅費								0	0	0	0	0	0	0	0
その他								0	0	0	0	0	0	0	0
小計								2863	12850	2850	2250	2500	1227	24,540	24,540

代表的な設備名と仕様〔既存（事業開始前）の設備含む〕

J S T負担による設備：

地域負担による設備：電気抵抗炉，高周波誘導結合プラズマ発光分光分析装置，イオン分析計，X線回折分析装置，電界放射型分析走査電子顕微鏡，X線光電子分析装置（以上すべて既存設備）

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。