

研 究 成 果

| |
|--|
| <p>サブテーマ名：水熱固化法による機能材料化ならびに安定性評価 小テーマ名：無機廃棄物有害性分の溶出挙動と安定性評価</p> |
| <p>サブテーマリーダー：名古屋市工業研究所 佐藤 眞 研究従事者：(財)科学技術交流財団 白井敏紀</p> |
| <p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市ごみ焼却主灰、飛灰の水熱処理の特性を把握する。 ・溶出試験ならびに形態観察を通じて、水熱固化法による重金属の溶出抑制機構を解明する。 <p>②研究の独自性・新規性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまで埋立処分されてきた都市ごみ焼却主灰を水熱固化をすることで、また、都市ごみ焼却飛灰については洗浄処理後、水熱固化することで建材化できる可能性を探る。 ・既存の溶出試験法（環境庁告示46号試験）では固定化による鉛の溶出抑制効果を評価できないため、これを検証する方法を考案する。 <p>③研究の目標（各フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <p><u>フェーズI</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 都市ごみ焼却飛灰からの重金属類の溶出特性を把握し、洗浄処理による重金属類除去の可能性を検討する。 2. 洗浄処理後の飛灰残渣の水熱固化体原料としての可能性を探る。 <p><u>フェーズII</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 都市ごみ焼却主灰の水熱処理の特性を把握をする。 4. 形態観察と環境庁告示46号試験以外の溶出試験法をあわせることで、水熱処理による鉛の固定化を検証する。 |
| <p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p><u>フェーズI</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水熱固化と溶出試験に関する文献を収集し、都市ごみ焼却飛灰の溶出特性（可溶性塩類および重金属類）を調査するとともに、洗浄処理の操作を行ううえでの問題点を整理した。 2. 都市ごみ焼却飛灰が含有する可溶性の化学形態の鉛および可溶性塩類の効果的な除去条件を確立した。洗浄処理後の飛灰残渣の反応性を高めるため、建設汚泥を配合した。得られた固化体について、強度試験ならびに環境庁告示 46 号試験による評価を行った。 <p><u>フェーズII</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 異物を除去後、粉碎処理した都市ごみ焼却主灰を原料とする水熱固化体を作製し、強度試験ならびに環境庁告示46号試験で評価した。また、加熱処理した都市ごみ焼却飛灰を配合したケースについても検討した。 4. 本研究で考案したキレート抽出法に加えて、微小部XRD測定、走査電子顕微鏡（SEM）ならびにX線マイクロアナライザー（XMA）を用いて水熱処理による鉛の固定化を検証した。 |
| <p>主な成果</p> <p>具体的な成果内容：</p> <p><u>フェーズI</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市ごみ焼却飛灰自身の高い塩基性を利用することで、少量の水による洗浄操作のもと、大量の可溶性形態の鉛を短時間に溶出（除去）させることが可能であることを明らかにした。そして液固比10、振とう時間5分間の水洗操作を3回繰り返すことで、都市ごみ焼却飛灰が含有する可溶性の化学形態の鉛の大半に加え、水熱反応を阻害する可溶性塩類（主にカルシウム、ナトリウム、カリウムなどの塩化物）を除去できることを示した。 ・洗浄後の飛灰残渣は依然、高い塩基性を示しており、飛灰残渣の反応性を高めることを目的として、シリカを多く含んでいる建設汚泥を配合し、水熱固化処理した。その結果、固化体の曲げ強度は飛灰残渣、あるいは、建設汚泥のみの固化体よりも高く、廃棄物配合率 90%（建設汚泥 40%、飛灰残渣 50%）で実用強度（5Mpa 以上）を有していた。さらに XRD 測定の結果から、トバモライト生成が強度の発現に大きく寄与していると予想された。 ・また、飛灰残渣自身は環境庁告示 13 号試験の鉛の基準値を満足していなかったが、建設汚泥を配合し |

て作製した水熱固化体は、飛灰残渣の配合率が75%に至るまで環境庁告示46号試験をクリアしており、強い鉛の溶出抑制作用が確認された。

フェーズII

- ・ 都市ごみ焼却主灰配合率90%で実用強度（5Mpa以上）を有し、環境庁告示46号試験をクリアする水熱固化体を作製できた。さらに、主灰に対して塩化鉛を鉛として1%添加しても、水熱固化体は環境庁告示46号試験をクリアしており、高い鉛の溶出抑制能が確認された。
- ・ さらに、加熱処理された都市ごみ焼却飛灰を内訳で10%配合した場合であっても、水熱固化体は主灰配合率90%の水熱固化体と遜色のない曲げ強度を有し、環境庁告示46号試験もクリアした。
- ・ 環境庁告示46号試験では評価できない、固定化されていない鉛の存在を検証する手法として、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウムを用いた「キレート抽出法」を考案した。そして、環境庁告示46号試験をクリアする固化体（上記の主灰配合率90%の水熱固化体）であっても、実際には、環境基準値の300倍以上の鉛が固定化されていないことを確認した^(※)。
- ・ 固定化されていない鉛には塩基性炭酸鉛の生成による不溶化、さらに（その機構は明らかではないが）、固体への吸着作用が働くため、環境庁告示46号試験では溶出が抑制されることが明らかになった。
- ・ 塩化鉛を主灰に添加した固化体には、鉛を多量に含む板状晶の集合体がCa-Si(-Al)系の繊維状晶マトリックスの中で見出されたが、その鉛濃度から鉛が全てサイトに固溶しているとは考えにくく、これは先の吸着作用による鉛の溶出抑制作用の可能性を支持していた。

(※)特許出願検討中

特許件数： 論文数：（主要論文は別途提出ください） 口頭発表件数： 3件

研究成果に関する評価

- 1 国内外における水準との対比
重金属類の存在形態は溶出挙動と密接な関係を持つと考えられるが、その関連性を検討した例はほとんどなく、本研究は安全性の評価手法を確立するうえでも重要な知見を発信できたと考えられる。
- 2 実用化に向けた波及効果
これまで埋立処分されてきた都市ごみ焼却残渣を資源化することにより、埋立処分量の削減効果が期待される。

残された課題と対応方針について

廃棄物の性状（化学組成や重金属溶出量、粒径等）と水熱固化体の物性、ならびに、溶出挙動との関係を把握し、データを整理する。また、都市ごみ焼却残渣の資源化を図るにあたっては、リスクマネジメント手法を確立してリスクとベネフィットを見積り、他の技術（熔融処理、EUで行なわれているエージング後の直接利用など）と比較を行う必要がある。

| | 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 | 684 | 3725 | 7157 | 7352 | 7603 | 1936 | 28,457 | | | | | | | | 28,457 |
| 設備費 | 1188 | 13347 | 4350 | 66 | 0 | 0 | 18,951 | | | | | | | | 18,951 |
| その他 研究費 | 378 | 2778 | 4074 | 1324 | 1566 | 370 | 10,490 | | | | | | | | 10,490 |
| 旅費 | 24 | 94 | 153 | 89 | 150 | 10 | 520 | | | | | | | | 520 |
| その他 | 91 | 368 | 631 | 923 | 793 | 327 | 3,133 | | | | | | | | 3,133 |
| 小 計 | 2365 | 20312 | 16365 | 9754 | 10112 | 2643 | 61,551 | | | | | | | | 61,551 |

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： イオンクロマトグラフ、超純水製造装置、ICP発光分光分析装置

地域負担による設備： ICP発光分光分析装置、高温炉原子吸光分光分析装置、X線回折装置、蛍光X線分析装置、走査電顕装置-X線マイクロアナライザー、レーザー回折散乱粒度分布装置

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。