

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19760591
 研究課題名（和文） 都市ごみ焼却残渣の水熱 - 炭酸化連続処理による再資源化
 研究課題名（英文） Recycle of municipal solid waste incinerator bottom ash through hydrothermal and accelerated carbonation treatment
 研究代表者
 江藤 次郎（ETOH JIRO）
 九州大学大学院・工学研究科・学術研究員
 研究者番号：90380592

研究成果の概要：循環型社会の実現へ向け、廃棄物最終処分量の削減が喫緊の課題として社会から要請されており、焼却・溶融処理残渣を有効利用する取り組みがなされつつあるが、なお年間 680 万トンの焼却残渣が埋立処分されており、最終処分場の容量不足が依然課題となっている。この問題を解決するためには、都市ごみ焼却残渣をリサイクル資源として再利用することが、最も有効な手段である。

焼却残渣の土木資材等への有効利用のためには焼却残渣中に含有される有害重金属の存在形態を利用先の環境において長期に安定なものに改変する必要があるが、酸性雨の影響を考慮すると焼却残渣本来のアルカリ性の環境のみならず、中性から弱酸性の pH 領域においても重金属を安定して焼却残渣内に保持し、外部への溶出を防ぐ必要がある。

本研究は、都市ごみ焼却残渣をリサイクル資源として再利用するため、水熱処理および加速炭酸化処理を行うことで、土木資材として求められる重金属の非溶出性と長期安定性を併せ持つ環境安全なリサイクル資源の創出を試みるものである。

水熱処理により、熱水性鉱物が生成され、幅広い pH 条件において重金属の溶出が抑制された。加えて炭酸化処理をおこなうことで方解石が生成すると共に、酸性から中性域においてさらに重金属の溶出が抑制されることを見出した。

これらの結果から、清掃工場からの廃熱と排ガスを有効利用した焼却残渣の環境安全なリサイクルが可能であることが示された。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,500,000	0	2,500,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	240,000	3,540,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・リサイクル工学

キーワード：(1) リサイクル (2) 都市ごみ焼却残渣 (3) 重金属安定化
 (4) 水熱処理 (5) 炭酸化処理 (6) 酸性雨

1. 研究開始当初の背景

循環型社会の実現へ向け、廃棄物最終処分量の削減が喫緊の課題として社会から要請されており、焼却・溶融処理残渣を有効利用する取り組みがなされつつある。近年になり、各種リサイクル法の施行によって焼却対象ごみの排出抑制が着実に進むとともに、焼却・溶融処理残渣の約 30% (平成 14 年度実績) がリサイクルされているが、なお年間 680 万トンの焼却残渣が埋立処分されており、最終処分場の容量不足が依然課題となっている。この問題を解決するためには、都市ごみ焼却残渣をリサイクル資源として再利用することが、最も有効な手段である。

焼却残渣の土木資材等への有効利用のためには焼却残渣中に含有される有害重金属の安定化が必要不可欠であり、これまで薬剤処理や溶融処理等が行われてきた。しかし、これらの手法は実施にかかるコストが大きいため、十分に経済的な手法として普及しているとは言いがたい。また、重金属を含有する焼却残渣を有効利用するためには、重金属の存在形態を利用先の環境において長期に安定なものに改変する必要があるが、酸性雨の影響を考慮すると焼却残渣本来のアルカリ性の環境のみならず、中性から弱酸性の pH 領域においても重金属を安定して焼却残渣内に保持し、外部への溶出を防ぐ必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、廃棄物の焼却残渣が天然の火山残渣と共通した鉱物学的特徴を持つことに注目し、この性質を有効に利用した低コストな焼却残渣中の重金属安定化手法を開発し、環境安全な焼却残渣の有効利用を促進させる。焼却処分場から排出された焼却残渣もまた、天然の火山残渣と同様に水との反応により風化・変質し、別の鉱物を生成する。本研究では焼却残渣を熱水と反応させることにより陽イオン吸着能に優れた粘土鉱物を生成し、重金属を粘土鉱物内に取り込むことにより焼却残渣外部への重金属の溶出を防ぐ。

一方、焼却残渣の土木資材化のためには炭酸化処理と呼ばれる方法も検討されてきた。これは、湿潤状態で二酸化炭素を吹き込み、炭酸塩を形成することで残渣粒子表面を覆い、環境中への重金属溶出を抑制するものである。この方法は土木資材として求められる強度(力学的安定性)も十分に発現しているが、低 pH 環境での重金属の溶出抑制に問題を抱

えている。

本研究では、これまで単独に行われてきた、水熱処理における物理的安定性の問題と炭酸化処理における化学的安定性の問題を解決するため、この二つの処理方法を効果的に組み合わせることで重金属の非溶出性と土木資材として求められる強度を併せ持つ環境安全なリサイクル資源の創出を試みるものである。

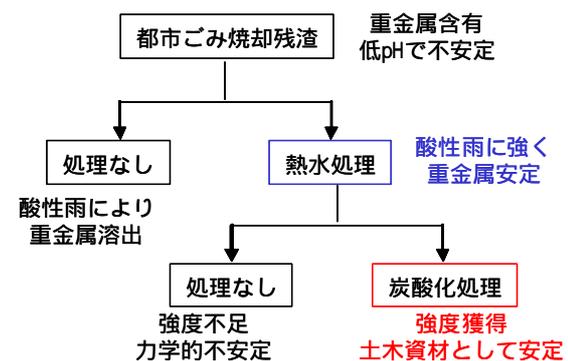


図 1 熱水処理と炭酸化処理により獲得される性質

3. 研究の方法

図 2 に本研究で想定した資源化処理についての全体の流れを示す。全体は重金属安定化のための水熱処理による第 1 工程と、力学的強度獲得のための炭酸化処理による第 2 工程からなる。

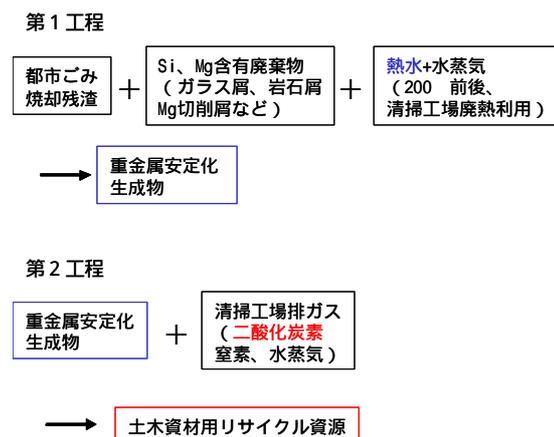


図 2 想定する資源化工程

焼却残渣が長期間風雨にさらされた状況では、保有水の pH は弱アルカリ性から中性の領域を示すものと考えられる。このことから、水熱処理により生成すべき鉱物として、

スメクタイト(モンモリロナイト)を選定した。これは、熱水環境における地質学的研究により、中性のpH領域で安定して長期間(数十万年)存在し、かつ比較的低温で生成すること(図3)が知られており、さらに、陽イオン交換能力が高く、重金属の安定化に適しているためである。

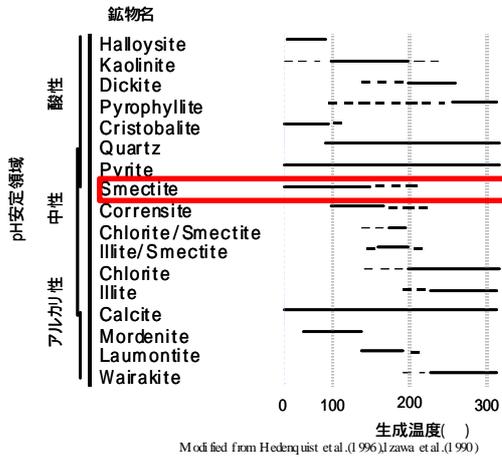


図3 熱水性鉱物の生成条件

試料として、焼却灰のうち13.5mm以下のものを2mm以下に粉砕したもの、および、さらに振動ミルにて微粉砕したものを試料として用いた。本研究では、水熱処理における適切な化学組成を見極めるため、実験では出発物質は焼却灰と純水、珪素とマグネシウムの供給源としてシリカゲルと水酸化マグネシウムを用いた。工業的実現性を考え、温度は200とし、圧力は自生圧とした。また、液固比は5:1、処理時間は120時間とした。

水熱処理における注意点として、シリカゲルと水酸化マグネシウムが焼却灰と反応せず、添加物同士で反応した場合、クリソタイルが生成するため、これを抑止することに留意した。

水熱処理後の試料は湿潤状態(含水率10%)にてカラム内に充填し、これに二酸化炭素と窒素の混合ガスを8時間通気させ、加速炭酸化処理をおこなった。

処理後の試料はXRD分析により生成鉱物を確認し、pH依存性試験により種々のpH条件における重金属の溶出量を確認した。

4. 研究成果

水熱処理後の試料を炭酸化処理することによる重金属の安定化について基礎的研究を行った結果、以下の成果を得た。

(1)水熱処理後の試料のXRD分析の結果、重金属を封じ込めるためのスメクタイト系粘土鉱物の生成が見られるものがあった。また、クリソタイルを生成しない条件を検討し

た結果、試料を微粉砕し、添加剤を減量することによりクリソタイルの生成を抑止できた。

(2)水熱処理により、熱水性鉱物が生成され、幅広いpH条件において重金属の溶出が抑制される。加えて炭酸化処理をおこなうことで方解石が生成すると共に、酸性から中性域においてさらに重金属の溶出が抑制されることを見出した(図4)。

(3)pH依存性試験の結果、焼却灰に比べ、水熱処理を行った試料では重金属の溶出を抑制することがわかった。

(4)炭酸化処理の結果、さらに重金属の溶出を抑制することがわかった。

これらの結果から、清掃工場からの廃熱と排ガスを有効利用した焼却残渣の環境安全なリサイクルの可能性が示された

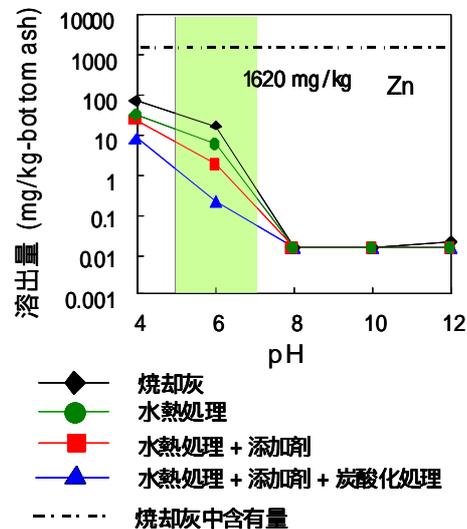


図4 各処理によるZn溶出量の変化

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計8件)

Jiro ETOH, Tohru KYURAGI and Takayuki SHIMAOKA, Development of acid resisting recycled material from municipal solid waste incinerator bottom ash through hydrothermal treatment, The 5th Japan / Korea International Symposium on Resources Recycling and Materials Science, pp. 11-18, 2007, 査読有り

Jiro ETOH and Takayuki SHIMAOKA, Stabilization of heavy metals in municipal solid waste incinerator

bottom ash with hydrothermal treatment, Proceedings of 4th International Workshop on Earth Science and Technology, pp. 123-130, 2007, 査読有り

T. NARUOKA, T. SHIMAOKA, J. ETOH, H. NAKAYAMA, Study on chlorine removal of municipal solid waste incineration residues as a resource of cement material, The 2007 Environmental Societies Joint Conference "Korea-Japan Special Symposium", p. 219-221, 査読有り

T. SHIMAOKA, T. NARUOKA, J. ETOH, H. NAKAYAMA, Innovative Dechlorination from Municipal Solid Waste Incineration Residues, Proceedings of 11th International Waste Management and Landfill Symposium, SARDINIA 2007, in CD-ROM, 2007, 査読有り

Jiro Etoh, Tohru Kyuragi and Takayuki Shimaoka, Hydrothermal Treatment of Municipal Solid Waste Incinerator Bottom Ash as a Pretreatment of Landfill Disposal, Proceedings of the 5th Asian-Pacific Landfill Symposium, Sapporo, CD-ROM, 2008, 査読有り

江藤次郎、津留真哉、崎田省吾、張瑞娜、島岡隆行、一般廃棄物焼却残渣埋立地における不溶性塩素の挙動と生成メカニズム、廃棄物学会論文誌、vol.19, no.2, 2008, pp.31-40, 査読有り

竹本 智典、江藤 次郎、成岡 朋弘、島岡 隆行、都市ごみ焼却灰中の不溶性塩素の消長メカニズムに関する基礎的研究、廃棄物学会論文誌、Vol.19, No.5, pp. 293-302, 2008, 査読有り

Jiro Etoh, Takeshi Kawagoe, Takayuki Shimaoka, Koichiro Watanabe, Hydrothermal treatment of MSWI bottom ash forming acid-resistant material, Waste Management, Vol.29, No.3, pp1048-1057, 2009, 査読有り

〔学会発表〕(計6件)

江藤次郎、島岡隆行、都市ごみ焼却残渣の水熱処理および炭酸化処理による土木資

材化、環境資源工学会 シンポジウム「リサイクル設計と分離精製技術」第15回：焼却灰の再利用促進のための分離・精製技術、pp.18-24, 2007

江藤次郎、島岡隆行、都市ごみ焼却灰の組成改変を伴う水熱処理による鉱物生成と重金属安定化の試み、第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.618-620, 2007

成岡朋弘、竹本智典、江藤次郎、島岡隆行、有機性脱塩促進剤による都市ごみ焼却灰中の難溶性塩素化合物の消長、第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.721-723, 2007

成岡朋弘、江藤次郎、中山裕文、島岡隆行、小淵祐二、坂田昌己、大神剛章、三浦啓一、都市ごみ焼却残渣のセメント原料化のための脱塩システムの構築、第29回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、pp.150-152, 2008

齊藤啓輔、高橋史武、江藤次郎、島岡隆行、炭酸化に伴う都市ごみ焼却灰中の鉛の不溶性因子の解明、平成19年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、p. 929-930, 2008

久良木 暢、江藤次郎、島岡隆行、都市ごみ焼却灰の再資源化を目指した水熱処理条件の検討、第19回廃棄物学会研究発表会講演論文集、2008

〔図書〕(計1件)

江藤次郎、楠田哲也、久場隆広、小山智幸、近藤隆一郎、島岡隆行、中山裕文、2008、持続都市建築システム学シリーズ、資源循環再生学 - 資源枯渇の近未来への対応 -, 技報堂出版

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等

<http://env.ries.kyushu-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江藤 次郎 (ETOH JIRO)

九州大学大学院・工学研究科・学術研究員
研究者番号：90380592