



資源処理・環境修復工学研究室における取り組み

ローカル課題研究ハブ 地球資源システム工学部門 教授
沖部 奈緒子

資源処理・環境修復工学研究室では、金属資源の処理と環境浄化に関する研究を「上流から下流」に位置付けた3つのグループで展開し、基礎から応用まで幅広く取り組んでいます。すべての研究は Sustainability（循環型社会の形成）を共通理念とし、学際的アプローチと分野融合を特徴としています。

● 選鉱（浮選）グループ

天然鉱物資源（海底資源を含む）に対する高度な浮遊選鉱技術を開発します。特に、無害な有機酸やナノ粒子を用いた鉱物粒子の表面修飾に基づく“Green Flotation”法を提案し、環境負荷の低減と効率的な選鉱を実現する新たなアプローチを構築しています。

● 湿式製錬（リーチング）グループ

天然鉱物資源に加え、都市鉱山資源（電子基板、廃触媒、電池など）からの有価金属回収を目指し、環境調和型の新規湿式製錬技術を開発しています。バイオリーチングやケミカル・オーガニックリーチング法を通じて、従来技術の代替となる低環境負荷型の金属抽出プロセスを提案しています。

● 環境浄化（レメディエーション）グループ

製錬廃液や坑廃水に含まれる有害金属の除去および有価金属の回収を目的とし、特に“パッシブトリートメント技術”の開発に注力しています。バイオプロセス、ハイブリッドプロセス、廃棄物再利用技術などを組み合わせ、環境浄化技術を高度化しています。

これらの研究はラボスケールでの基礎・応用試験から、産官学連携による実用化試験まで多層的に展開しています。また、地域資源を活用した廃棄物処理や環境改善など、地域課題の解決にも貢献しています。

当研究室では、粉体工学、界面化学、化学平衡論、鉱物学、地球微生物学、生物工学、電気化学、分子生物学など、多様な学問領域を融合した先駆的な研究アプローチを採用しています。有限な資源・エネルギーと環境制約のもと、資源処理技術や環境保全技術に関する新たな知見を創出し、持続可能な社会の実現に貢献することを目指しています。



排水中の重金属や海水中のレアメタルを吸着する回収材の研究

インターフェース課題研究ハブ 准教授
岡部 弘高

重金属は産業排水などから河川や海に流出し、環境汚染を引き起こし、深刻な健康被害を及ぼしている。水俣病のように水銀汚染による神経障害が大きな社会問題となった例もある。これを受けて、公害対策基本法によりカドミウムや鉛、水銀などの環境基準が設定され、汚染防止の取り組みが進められてきた。その結果、状況は改善したものの、新たな課題が浮上している。

現行の一般的な処理方法では、重金属廃液は水酸化物沈殿（ケミカルスラッジ）として最終処分場に埋め立てられる。しかし、大量の工場廃液に伴うスラッジの増加や、処分場からの環境汚染を懸念する近隣住民の反対により新設が困難になり、収容能力の逼迫が深刻化している。加えて、埋め立て処分は貴重な重金属資源を消費してしまうため、資源枯渇も懸念されている。

これらの課題を解決するためには、重金属を高効率で回収する方法が求められており、当研究室では、高分子ゲルに特

定の吸着基を導入し、重金属を効率的に回収する技術の開発に取り組んでいる。この高分子ゲルは、軽量で3次元網目構造による広い吸着面積、キレート形成による高い吸着能、環境変化に対する高い安定性を備えており、簡便な分離操作、多様な物質の吸着、繰り返し利用が可能など、多くの利点を持つ。また、この方法は海水に溶存するレアメタル資源の捕集にも応用可能であり、特に、陸上資源に乏しく海洋に囲まれた我が国において、重要性の高い技術である。

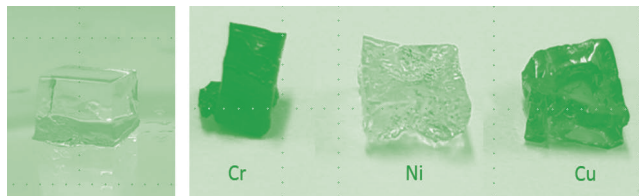


図 重金属吸着前後の高分子ゲル吸着材



我が国では年間4千万トンの一般廃棄物（主に家庭から排出されるごみ、一人一日当たり約900g）が発生し、そのうち約8割を占める燃えるごみは焼却処理されています。焼却処理により発生する焼却残渣は一部セメント原料、山元還元等として再資源化されていますが、多くは一般廃棄物最終処分場にて埋立処分されています。焼却残渣は一般廃棄物最終処分場で埋立処分されている廃棄物の約8割を占めています。資源の有効利用、天然資源の消費量の削減、最終処分場の埋立容量の確保などの観点から、焼却残渣のさらなる有効利用、再資源化が求められています。

大規模災害時には、被災地の早期の復旧復興のために、膨大に発生する災害廃棄物を迅速、円滑、環境安全に処理処分することが求められます。その中で、最終処分場はリサイクルが困難な災害廃棄物の受け皿として、重要な役割を果たします。災害廃棄物処理対策の観点からも、最終処分場の残余容量の確保が求められます。

家庭から排出された燃えるごみを焼却処理した後の燃え殻である一般廃棄物焼却灰（以下、焼却灰と呼ぶ。）は、主たるものは粗い砂のような形状のものですが、金属片、乾電池、ガラスくずなどの不燃物が混入したものとなっています。焼却灰には、特定有害物質に指定されている重金属類の一部が土壤環境基準を超えて含まれているため、焼却灰を道路の路盤材等として有効利用するためには、重金属類を安定化するまたは除去する処理が必要となります。

本研究では、焼却灰をセメント固化処理等により人工石にし、道路の路盤材等として有効利用するための研究を行なっています。人工石は物理的な品質要求を満たすことはさることながら、環境安全面では土壤環境基準（溶出量基準と含有量基準）を満たすことが求められます。溶出量基準は有害物質が溶出

して地下水に混入した場合に地下水を飲用しても健康被害が生じないかどうかを判定するもの、含有量基準は経口摂取した場合に健康被害が生じないかどうかを判定するものです。重金属類（特に鉛、六価クロム）の溶出はセメント固化処理により溶出量基準を満たすレベルに抑制することは可能です。一方、重金属類（特に鉛）の含有量は「含有量」であるため、セメント固化処理をしたとしても変わりません。そのため、人工石の材料とする焼却灰は、重金属類（特に鉛）の含有量が含有量基準を満たすものであることが望まれます。

そこで、焼却灰の性状は粒径により異なるため、重金属類を含有量基準以上に含む粒径を除去して人工石の材料とすることを想定し、焼却灰の粒径別の性状分析を行なっています。また、ストーカ式焼却炉においては、火格子に燃焼のための空気を送り込む隙間があり、その隙間から落下する灰（以下、落じん灰と呼ぶ。）が発生します。焼却灰には落じん灰が含まれています。落じん灰には金、銀などの貴金属が多く含まれていることが知られていますが、本研究で分析した結果、落じん灰には鉛が高濃度で含有されていること、落じん灰を除いた焼却灰の鉛の含有量は含有量基準を満たすことが明らかとなりました。焼却灰から落じん灰を除いたものを人工石の材料とすることの有効性を示しました。

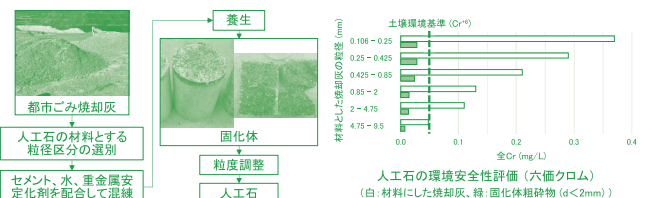


図 焼却灰を材料とする人工石の製造工程および人工石の環境安全性評価の例

【研究交流会】

◆第6回附属環境工学研究教育センター研究交流会の報告

令和6年12月13日（金）、九州大学大学院工学研究院附属環境工学研究教育センターにおいて、第6回研究交流会が開催されました。本交流会は、センターに所属する研究室間で研究内容や進捗に関する情報を共有し、相互理解を深めるとともに、共同研究の促進を目指すものです。

センターは、下記の3つのグループ、計8研究室で構成されています。交流会では、それぞれの研究室から計9名が発表し、各専門分野から最新の研究成果が紹介されました。会場には約30名の教職員・学生が参加し、英語も交えながら活発な質疑応答・意見交換が行われました。

- グローバル課題研究ハブ（原子力エネルギーシステム研究室、応用無機化学研究室、応用地質学研究室）
- インターフェース課題研究ハブ（応用物理学研究室、生態工学研究室）
- ローカル課題研究ハブ（資源循環・廃棄物工学研究室、地圏環境システム工学研究室、地球熱システム学研究室）



【編集後記】

附属環境センターでは各研究分野で活発な研究活動を展開している中、センター内の交流はもちろんのこと、公開講座等の、外部に向けた情報発信にも力を入れているところです。これからも環境問題の解決を目指しサステナブルな社会構築を支援する研究教育活動を、皆様方に発信していきたいと存じます。

九州大学大学院工学研究院 附属環境工学研究教育センター ニュースレター No.12

発行: 〒819-0395 福岡市西区元岡744

九州大学大学院工学研究院

附属環境工学研究教育センター

発行人: 附属環境工学研究教育センター センター長

編集: 附属環境工学研究教育センター 事務

発行日: 2025年3月13日

TEL: 092-802-3560(センター事務室)

FAX: 092-802-3561

e-mail: office@creet.kyushu-u.ac.jp

http://www.creet.kyushu-u.ac.jp/

印刷: 城島印刷株式会社

TEL: 092-531-7102 FAX: 092-524-4411