

資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aimed on the realization of a resources-material recycling society

教授 吉岡 敏明

Professor
Toshiaki Yoshioka

1. Chemical modification of PVC using nucleophiles with long carbon chains

The chemical modification of poly(vinyl chloride) (PVC) by nucleophilic substitution is an interesting way for upgrading waste PVC. Chlorine was substituted in solution by several nucleophilic reagents, thus changing the properties of PVC. In this study, long carbon chains are used to increase of plasticity.

2. Kinetics of pyrolysis and hydrolysis during the steam degradation of polyester

Steam degradation of polyester allows the selective recovery of monomers by hydrolysis. However, pyrolysis also occurs as a competitive reaction. In this study, the ratio between pyrolysis and hydrolysis was determined by carrying out steam degradation in ^{18}O isotope-labeled steam (H_2^{18}O) at various steam concentrations and reaction temperatures.

3. Simultaneous metal and benzene recovery from metal-containing PET

From previous research in our laboratory, it is known that the formation of sublimating substances during the pyrolysis of PET can be avoided. Mainly benzene is produced by the degradation of PET in the presence of calcium oxide (CaO) and steam. In this study, benzene rich oil and metals such as Ag, Fe, Ti, and Al were recovered from X-ray film, magnetic tape, and prepaid cards in the presence of CaO.

4. Removal of boron by Mg-Al layered double hydroxides

Boron is used in the electronics and glass industry etc., and part of the waste water discharged. In Japan, effluent standard for boron is 10 mg/L, making the treatment of waste water necessary. In this study, the removal of boron was examined employing Mg-Al LDH. The boron concentration was reduced from 100 mg/L to 3.4 mg/L in 10 minutes.

5. Removal of selenium by Fe^{2+} doped Mg-Al layered double hydroxides

Selenium in waste water has different states of oxidation, making water treatment more complex and difficult. Mg-Al layered double hydroxides were doped with Fe^{2+} changing the anion exchange ability of the host layer. Selenium was efficiently removed making use of Fe^{2+} as a reductant.

6. Adsorption mechanisms of substituted phenols onto an organically modified Layered Double Hydroxide

Layered double hydroxide (LDH) modified with 1-naphthol-3,8-disulfonate ions (NDS^{2-}) has a selective uptake behavior for aromatics from aqueous solutions. In this study, the adsorption mechanisms were investigated.

7. Uptake of rare metals using layered double hydroxides intercalated with triethylenetetraminehexaacetic acid

Since rare metals are essential for many high-tech applications, measures have to be taken for securing resources. In order to maintain the supply with rare metals, it is necessary to recover this materials from waste water. In this study, we investigated the uptake of rare metals (Nd, Sr) from aqueous solutions using Zn-Al LDH intercalated with triethylenetetraminehexaacetic acid.

8. Concentration of Cs^+ by using ionic associates in water solution

Cesium is one of the major radioactive elements in radioactive contaminated wastewater and zeolites can be used for the removal of Cs^+ from sludge and wastewater. However, this would produce large amounts of radioactive waste. In this study, the concentration of Cs^+ by using ionic associates was evaluated.

1. 長炭素鎖求核体を用いた求核置換反応によるPVCの化学修飾

ポリ塩化ビニル (PVC) は耐久性、耐薬品性、加工・成型性に優れており、様々な用途で用いられているプラスチックである。廃棄された PVC の一部の製品はリサイクルが大々的に行なわれているものの、混合物は焼却または埋立による処理がほとんどであり、新たなリサイクル技術の開発が必要となっている。その1つとして PVC の塩素を他の官能基と置換することにより、新たな機能を付与するアップグレードリサイクルが挙げられる。本研究では可塑性の付与を目的とし、長炭素鎖求核体の PVC への置換を検討した。

2. ポリエステルの水蒸気分解における熱分解および加水分解の速度解析

プラスチックの1つであるポリエステルは水蒸気を用いた加水分解によりモノマーを回収することが可能である。しかし、高温で反応が進行する水蒸気分解では加水分解と同時に熱分解も進行する。従って、本研究ではポリエステル水蒸気分解の反応機構解明を目的とし、 ^{18}O 同位体標識水を用いたポリエステルの水蒸気分解を種々の条件で行うことで加水分解および熱分解の反応割合を算出した。

3. 熱硬化性樹脂基板からの有機原料および金属の回収

樹脂 (エポキシ樹脂およびフェノール樹脂)、金属、および難燃剤から構成されるプリント基板の熱分解における水酸化カルシウムの添加効果を検討した。その結果、臭素の大部分が臭化カルシウムとして固定化され、生成油中の臭素濃度が大幅に減少した。また、生成油中のフェノール純度が向上することも明らかとなった。臭素が固定化されたことにより金属の揮発反応も抑制され、回収率が向上した。

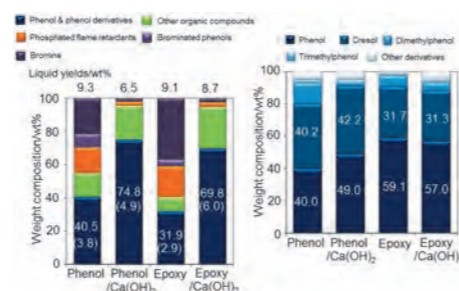


Fig.1 Distribution of liquid products from the pyrolysis of printed circuit boards based on epoxy and phenol resin.

4. Mg-Al系層状複水酸化物を用いたホウ素除去

ホウ素は、医薬品、ガラス、電気メッキなどの製造工場排水やゴミ焼却場洗煙排水、石炭火力排煙脱硫排水などに含まれる。そして現在、ホウ素には一律排水基準 (10 mg/L) が設けられて

准教授
亀田 知人
Associate Professor
Tomohito Kameda

いる。本研究では、Mg-Al- NO_3 LDH を吸着剤として利用し、排水基準を満たす処理法を検討している。現在までに100 mg/L ホウ素溶液に化学量論量の3倍のLDHを投入することにより、初期 pH10、10分の条件で3.4mg/Lまでホウ素除去が可能であることが分かった。

5. Fe^{2+} をドーブしたMg-Al系層状複水酸化物によるセレンの除去

セレンの重金属オキソアニオンは、異なる酸化状態を有するため、処理法が複雑かつ困難な場合もある。そこで、アニオン交換能を有する Mg-Al 系層状複水酸化物 (Mg-Al LDH) のホスト層に Fe^{2+} をドーブし、セレンの除去を検討した。本研究は Mg-Al LDH のアニオン交換能と Fe^{2+} の還元作用を複合することで、効率的に Cr (VI) を除去することを目的としている。Fe をドーブした LDH (Mg-Al-Fe LDH) が各量論で高い除去率を示し、効率的にセレンを除去できることが示された。

6. 有機修飾層状複水酸化物による置換フェノールの吸着機構

本研究では、芳香族有機アニオンの一つである1-ナフトール-3,8-ジスルホン酸イオン (NDS^{2-}) をインターカレートした LDH (NDS^{2-} 型 LDH) を用い、水溶液中から5種の置換フェノールの吸着を行った。吸着挙動を検討した結果、芳香環の電子密度が小さい置換フェノールほど吸着量が多く、その力が強いということが分かった。

7. トリエチレントラミン6酢酸で修飾した層状複水酸化物によるレアメタルの捕捉

レアメタルは現在の産業に必要な不可欠な金属であり、安定な供給を得るためには、廃棄物からの回収が必要となる。本研究では、廃棄物の処理過程で発生する廃液中のレアメタルを回収する場合を想定し、キレート剤トリエチレントラミン6酢酸をインターカレートした Zn-Al 系 LDH を用いて、Nd 及び Sr の捕捉を検討した。Nd は90.5%と高い捕捉率を示しているが Sr は8.5%と低くなった。これはキレート錯体の安定度定数の違い ($\text{Nd}:22.8 > \text{Sr}:9.26$) に起因すると考えられ、選択性を保有しているといえる。

8. イオン会合体を用いた水溶液中からのCs濃縮

福島第一原発事故によって放出した ^{137}Cs は、我々の生活を維持する上で大きな障害となっている。 ^{137}Cs の処理方法として吸着法による除去が行われているが、スラッジの量が多いといった

問題がある。一方、重金属類をイオン会合体によって抽出する方法がある。これは、適当な有機陽イオン及び有機陰イオンによりイオン会合体相を形成し、その相へ目的の物質を抽出する方法で1000倍もの減容効果がある。しかし、この手法でアルカリ金属を抽出することは確立されていない。本研究ではスラッジの減容化を目指し、イオン会合体を用いてCsを濃縮する検討を行った。

【受賞】

- 一般社団法人廃棄物資源循環学会にて一般社団法人廃棄物資源循環学会賞奨励賞受賞 亀田知人准教授
- 日本化学会第93春季年会にて学生講演賞受賞 “熱硬化性樹脂プリント基板の熱分解挙動” 熊谷将吾(D2)
- International Symposium of Chemical-Environmental-Biochemical Technology 2013, The 5th International Symposium of Environmental Leadersにて Outstanding Student Presentation Award 受賞 “Thermal Decomposition of Printed-Circuit Boards Based on Thermoset” 熊谷将吾(D2)
- 7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (ISFR 2013)にて ISFR 2013 AWARD 受賞 “Simultaneous Recovery of Organic and Inorganic Materials by the Thermal Decomposition of Plastic-Metal Composites” 熊谷将吾 (D2)
- 7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (ISFR 2013)にて ISFR 2013 AWARD 受賞 “Evaluation of the dehydrochlorination of polyvinyl chloride under atmospheric pressure” Fonseca Ashton Juan Diego (D1)
- International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japanにて Poster Award 受賞 高橋恵史(M1)
- 第24回廃棄物資源循環学会研究発表会にて Best Poster Award 受賞 Grause Guido 准教授
- 第5回廃棄物資源循環学会東北支部研究発表会にて最優秀発表賞受賞 児玉暁(M2)

【その他活動】

- ブラジル・サンパウロで開催されたブラジル廃棄物清掃協会主催の第14回全伯廃棄物セミナーにて吉岡教授が「震災廃棄物処理の実情と分別による効果」をテーマに講演。サンパウロ新聞にも掲載された。(9月11日)
- 日本学術会議主催のシンポジウム「南海トラフ地震に学界はいかに向き合うか」にて「防災時の対応と備え」というテーマのディスカッションで吉岡教授がパネリストを務めた。(12月2日)