

リサイクル化学分野 Recycling Chemistry

資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aim for the realization of a resources-material recycling society

教授 吉岡 敏明
Professor
Toshiaki Yoshioka



准教授
亀田 知人
Associate Professor
Tomohito Kameda



助教
ギド グラウゼ
Assistant Professor
Grause Guido



3. 塩素含有廃プラスチックの湿式脱塩素処理

プラスチックの一種であるポリ塩化ビニル(PVC)は熱分解処理の際に塩化水素を発生し、装置を腐食させるという問題点がある。そのため脱塩素処理の必要があるが、本研究室ではFig.3に示すような塩素と求核置換反応により、脱塩素と同時に新たな機能を付与するアップグレードリサイクルが検討されている。現在は、2価の含硫黄求核体の導入によるPVC主鎖間での架橋構造の形成や、キレート試薬の導入による金属捕集能の付与について研究している。

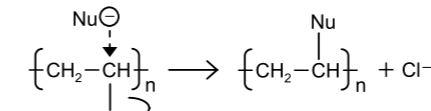


Fig.3 S_N2 reaction of PVC.

4. 食品系廃棄物からの高効率水素発酵

嫌気性水素発酵菌は有機物を分解し、水素を生成する(Fig.4)。この反応を利用し、生ゴミの発酵処理における効率的水素生成を検討している。本研究室では、特別な菌種の添加なしでも生ゴミに付着している細菌群によって水素生成反応が起こることを見出した。また、高基質濃度で水素発酵を行う際に反応器に蓄積する、乳酸からも水素生成が可能であることを見出した。

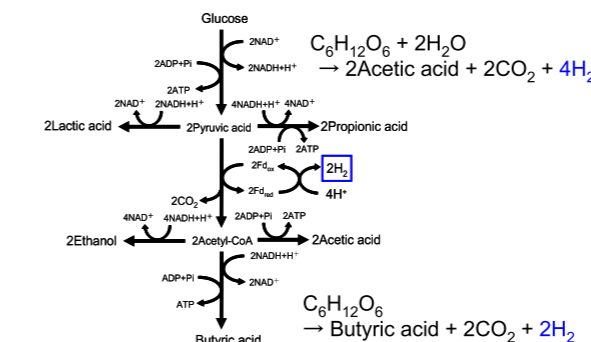


Fig.4 Simplified biochemical pathways in *Clostridium butyricum*

5. 層状複水酸化物(LDH)を用いた環境浄化

Mg-Al LDHは、Mg(OH)₂のMg²⁺の一部がAl³⁺で置換された層状構造を持つ化合物で、ホスト層の正電荷はゲスト層のアニオンが補償している。このアニオンはより電荷密度の大きいアニオンと交換可能である。LDHを仮焼すると、ゲスト層のアニオン、水が放出され、Mg-Al酸化物が生成する。Mg-Al酸化物は水溶液中に添加するとアニオンを取り込み再びLDHとなる。これを構造再生反応という。LDHのアニオン交換、Mg-Al酸化物の構造再生反応を種々の有害物質除去に応用する検討を行っている。

5-1. アンチモン(Sb)含有排水の処理

アンチモンはプラスチックの難燃剤、ポリエステル重合触媒として有用な物質である。一方、水域でSbはアンチモン酸イオンとして存在し毒性が懸念されているため、工場排水は適切な浄化処理を行う必要がある。本研究ではLDHを用いて水溶液中からのアンチモン処理を検討し、既往の水酸化第二鉄を用いた手法よりも除去率、適応範囲の面で優れていることがわかった。これは、LxDHの有する層状構造及び、ホスト層の正電荷が効果的に作用し、アンチモン酸イオンを規則的にゲスト層に取り込むためである。

5-2. 排ガス中からの塩化水素処理

ごみ焼却場から発生する塩化水素の処理方法として、Mg-Al酸化物を用いた循環型プロセスの構築を目的とした研究を行っている(Fig.5)。現在までに量論量2倍のMg-Al酸化物スラリーが10000ppmの塩化水素を99%処理(酸の中和+塩化物イオンの捕捉)し、かつ循環・再生利用可能(濃塩酸の回収+Mg-Al酸化物の再生)であることがわかった。

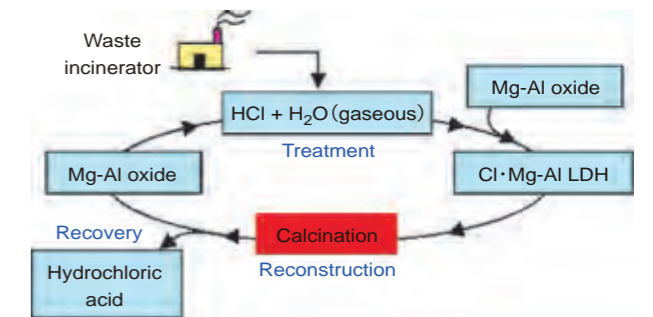
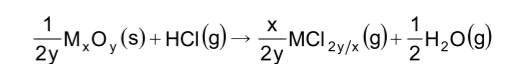
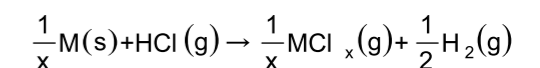


Fig.5 New treatment process of hydrogen chloride.

6. PVCを用いた塩化揮発法による金属回収

PVCは燃焼する際に塩化水素(HCl)が発生することから、HClの利用を含めたPVCのリサイクル方法の開発が重要となっている。また、近年BRICs諸国の急速な発展により鉱物資源の需要が増加しており、都市鉱山のような拡散した状態からの金属の回収が注目されている。そこで本研究では、配線の被覆材であるPVCから発生するHClを用いて、配線スクラップ中の銅線とPVCに安定剤として含まれる金属を塩化揮発法により回収する方法を検討し、この方法により金属の回収が可能であることを確認した。



(M: 金属, x, y: 定数)

1. 廃PETからのベンゼン、カーボン生成ケミカルリサイクル技術

廃プラスチックの熱分解油化は、資源循環利用法の一つとして注目を集めている。現在までに、PETとCaO及びCa(OH)₂の混合熱分解によりベンゼンの高選択的回収が可能であり、混合プラスチック(PE, PP, PS, PET)中においても効果があることを報告した。本研究では、流動層反応器を用いて混合プラスチックの熱分解生成物に及ぼす水蒸気添加及び流動媒体にCaOを用いた影響を検討した(Fig.1)。PETによって他のプラスチックの分解が阻害されるが、流動媒体にCaOを用いることで、PETの阻害が無くなり、高いガス収率が得られた。さらに水蒸気添加によりPETの油化が促進され高いベンゼン収率が得られた。

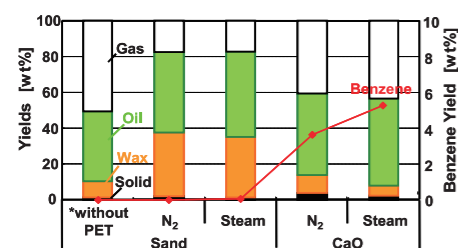


Fig.1 Effect of water steam and CaO on pyrolysis products from 3P+PET(600°C)

2. 臭素系難燃剤含有ポリスチレンの熱分解挙動

Decabromodiphenyloxide(DDO)は、臭素系難燃剤の一種である。熱処理によって臭素系有機化合物を生成するため、環境配慮の点から分解挙動を詳細に把握する必要がある。本研究では耐衝撃性ポリスチレン(HIPS)に、DDOと難燃剤である三酸化アンチモンを混練した試料(HIPS/DDO-Sb₂O₃)を熱重量-質量同時分析(TG-MS)した(Fig.2)。結果、分解が二段階で進行し、前段に多くの臭素系化合物の生成が観察された。

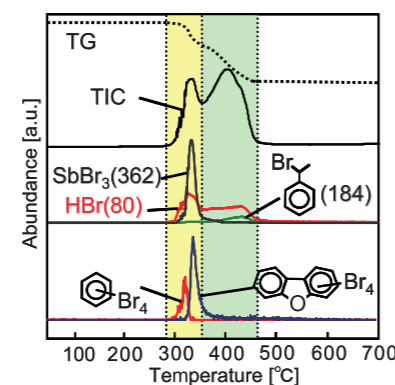


Fig.2 TG-MS profiles of HIPS/DDO-Sb₂O₃