

リサイクル化学分野

環境への化学からのアプローチ

教授
吉岡 敏明



助手
亀田 知人

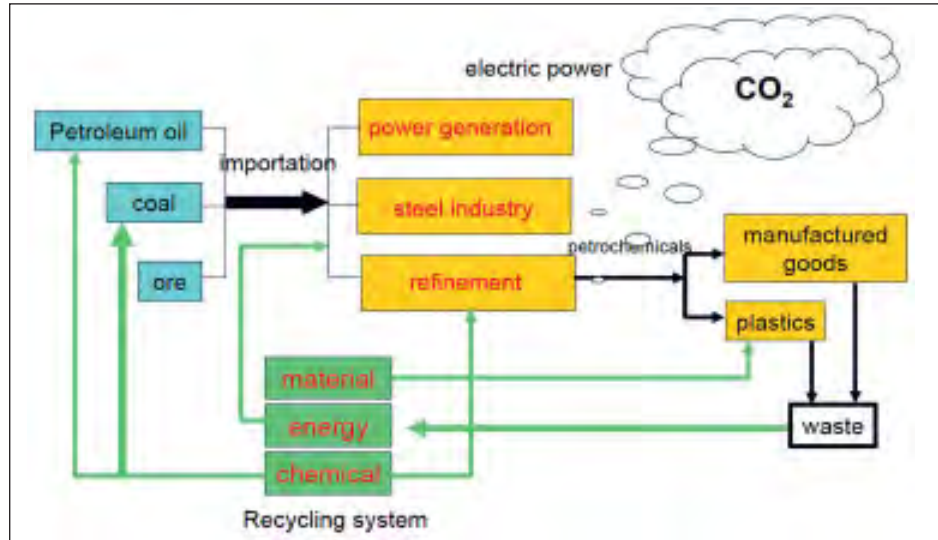


図1. 炭酸ガス排出抑制のための廃プラスチックリサイクルの概念

廃棄物の化学リサイクル

地球環境保全の重要な位置づけとなる資源・物質循環型の社会を実現するための技術開発として、廃プラスチック中の無機及び有機材料を化学的にリサイクルする研究を行っている。石油資源から作られるプラスチックの循環利用により、エネルギー消費と炭酸ガス排出の抑制に貢献する新しいリサイクルシステムの構築を目指している（図1）。

廃プラスチックを発電所や製鉄所で再利用することは、化石燃料の資源枯渇、及びその燃焼により発生する炭酸ガスの抑制につながる。一般的に、リサイクルの問題点の一つとして挙げられるのは、廃棄物を遠距離にわたり輸送運搬するコストや、トラック輸送による炭酸ガス放出の不合理性である。しかし、廃プラスチックの場合は、各地域100km圏内に分布している発電所等の基幹産業工場（図2）でリサイクルすることが可能である。

当研究分野では、無機材料と複合化されたプラスチック中の有機材料を、付加価値の高い化学原料に転換するための新しい化学プロセスを開発・設計している。現在、実際のプラスチックの油化プラントにおいて、原料廃プラスチックに混入したPETの熱分解により生成するテレフタル酸や安息香酸などの昇華性物質が、配管の閉塞や腐食を引き起こすことが問題となっている。油化プラントでは、消石灰を用いてこの昇華性物質をカルシウム塩として固定し、腐食や閉塞を抑制している。

しかし、当研究分野では、PETに消石灰を添加し、700℃で同時に熱分解することによって、昇華性物質の生成が抑制され、油分の中でも選択的にベンゼンが生成す

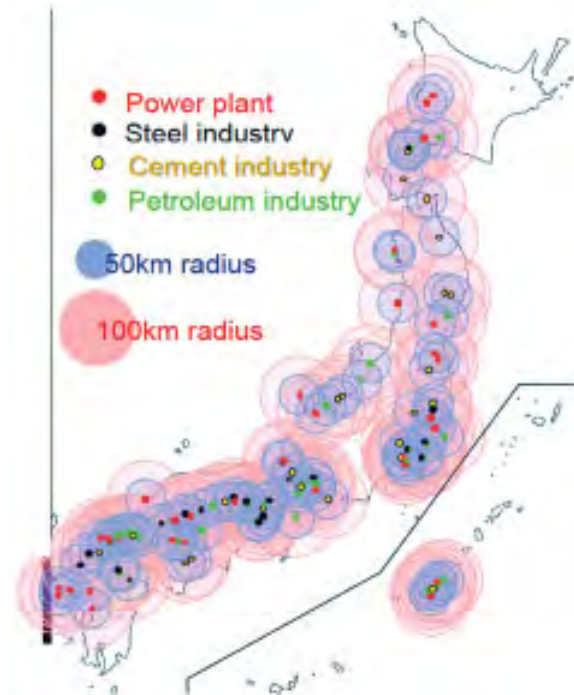


図2. 基幹産業工場の地域分布

ることを見出した（図3）。この基礎実験では、図4に示すガスクロマトグラフィー-質量分析装置（GC-MS）を用いた。図5は、粒径150-250 μmに粉砕したPET粉末とCa(OH)₂を、モル比でCa(OH)₂/PET = 0~10に混合して調製し、ヘリウム雰囲気下、700℃で熱分解した時に得られる液体生成物のGC-MSスペクトルである。PETのみの熱分解では、ベンゼン、アセトフェノン及びビフェ

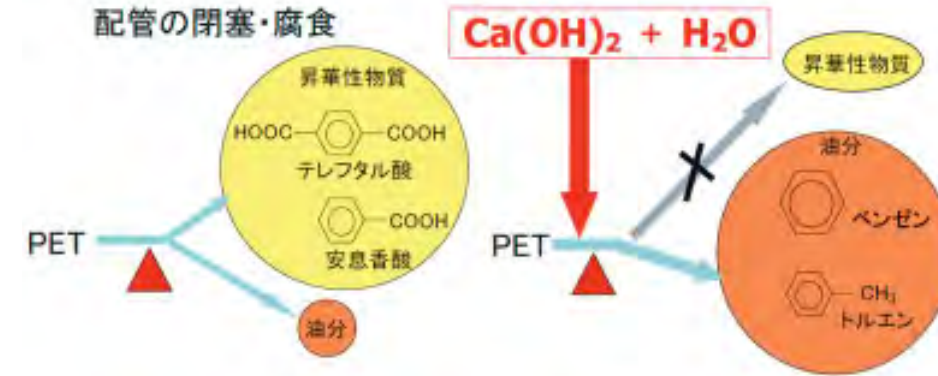


図3. PETの熱分解に及ぼすCa(OH)₂添加の影響



図4. ガスクロマトグラフィー-質量分析装置 (GC-MS)

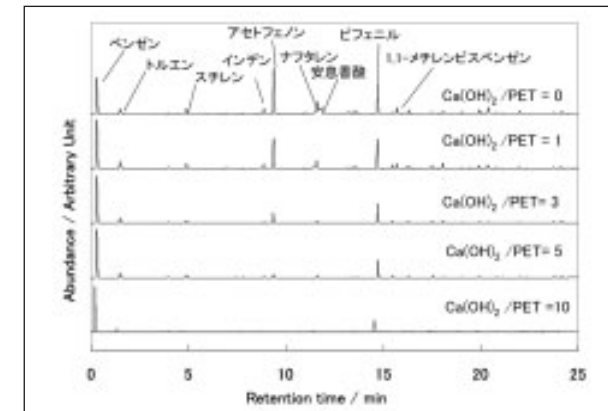


図5. PETの熱分解によって得られる液体生成物のGC-MSスペクトル

ニルを主とする10種類以上の物質が生成した。一方、Ca(OH)₂/PETでは、Ca(OH)₂の混合比が増加するにつれ、安息香酸やアセトフェノンなどは大幅に減少し、Ca(OH)₂/PET = 10ではベンゼンとビフェニルが主に生成した。この結果から、Ca(OH)₂を用いることでベンゼン以外の生成物の生成量が大幅に減少することがわかった。これは、水蒸気雰囲気において、テレフタル酸を生成するPETの加水分解が速くなるのと同時に、生成したテレフタ

ル酸がCa(OH)₂存在下でテレフタル酸カルシウムを形成し、さらに脱炭酸が進行することにより、ベンゼンが選択的に生成するためと考えられる。プラスチック中の無機材料については、反応触媒としての効果や化学原料としての回収を検討している。例えば、PETを基盤材料としたX線フィルムを消石灰と混合し熱分解することによって、油分を回収すると同時に、フィルム中の銀の回収も可能であることを明らかにした。その他、塩素含有廃プラスチックの脱塩素技術開発とその有効利用に関する研究に取り組んでいる。

環境保全・浄化技術

環境水中の無機及び有機の環境負荷物質の低減を目的とした環境保全・浄化技術の開発を行っている。排水中の重金属の処理法は、金属イオンを水酸化物や硫化物などの難溶性塩として沈殿除去する凝集沈殿法と、イオン状態のままイオン交換樹脂などの吸着剤で処理する吸着法に大別される。現在、凝集沈殿法では、沈殿除去に伴って大量のスラッジが生成することが問題となっている。そこで、スラッジ生成量の低減を目的として、新しい難溶性沈殿の生成による排水からの重金属の除去に関する研究に取り組んでいる。一方、吸着法では、選択的及び速やかに排水中の微量の重金属を除去する低コストの吸着剤の開発が望まれている。そこで、層状構造を有する無機化合物をEDTAで化学修飾して機能化し、それを排水中の微量の重金属の除去に応用する研究を行った。また、層間を界面活性剤で化学修飾した層状化合物による排水中の微量有害有機物の除去を検討している。さらには、金属の複合酸化物を利用した廃酸及び無機塩排水の新規処理方法の開発を行った。排水から回収した物質は、有価物としてリサイクルすることを志向している。