

内容梗概

PCB(Polychlorinated Biphenyls, ポリ塩化ビフェニル) はコンデンサや変圧器など極めて多くの電力機器の絶縁媒体として用いられてきた。後に非常に有毒な物質である事が判明したが、その有効な処理法はほとんどなく多くが廃棄できずに保管されてきた。このような背景のもと、近年、マイクロ波 (2.45GHz) を用いて PCB を脱塩素化することにより、無害化するといった処理法が開発されている。この手法は従来の方法とは異なり、有害な副生成物の生成が無く、かつ高効率な処理法である。これはマイクロ波の照射によって化学反応が促進されるためであると考えられているが、詳しいことは未だ解明されていない。そこで、本研究ではマイクロ波照射による PCB の脱塩素反応促進機構の解明を目的とする。特にマイクロ波照射の非熱的効果を対象として、具体的には以下の項目について実験的に検証を行った。

まずマイクロ波照射により触媒を入れたセルが帯電する知見に着目し、帯電による触媒の吸着力向上の仮説のもと、Pd/C 触媒からの電子放出電流と PCB 分解反応過程における反応液の帯電量を計測した。マイクロ波照射下において、絶縁油-IPA 混合溶液中で触媒からは電界電子放出電流が流れる。IPA 濃度を 20%まで増加させると、溶液の伝導電流が大きくなりすぎ電子電流の正確な測定は困難であった。PCB 分解過程における溶液の帯電量変化は、電子放出電流によって説明できることがわかった。すなわち、加熱方法によって溶液の帯電量は大きく異なり、その量は電子放出電流量より見積もられる値とよく一致した。

次に、50Hz の交流電界を反応液に印加し、マイクロ波の電界が脱塩素化反応に影響を与えるか検証実験を行った。その結果、「電界」そのものが直接的に脱塩素反応に寄与している可能性は低いことがわかった。

さらに、マイクロ波照射中の触媒表面の発光スペクトル測定を試み、触媒表面における放電現象とそれに伴う紫外発光が脱塩素反応に寄与する可能性を検証した。マイクロ波の電界により、触媒表面で紫外発光を伴う放電が発生していることが確認できた。この紫外光のエネルギーにより、PCB 分子から塩素分子が切り離され、脱塩素反応が進行していると考えられる。また、マイクロ波照射下における触媒周囲の電磁界分布を解析した結果、触媒の Pd 部表面の電界は数 MV/m と電子放出や放電現象が起こりうる強度になることがわかった。つまり、マイクロ波照射下においては、触媒表面で電子放出や放電が生じ、その紫外光および電荷が PCB 脱塩素化反応に非熱的に寄与していると考えられる。