

化学技術セミナー報告 「マイクロ波利用技術の現状と展望」

マイクロ波を利用する技術は、私たちの身の周りにおいてさまざまな分野で活用されています。技術センターでは、2名の講師をお招きし、マイクロ波利用技術の基礎や応用について講演いただきましたので、その内容を紹介します。

「マイクロ波を用いた藻類バイオマスの変換技術」

東京工業大学物質理工学院
助教 椿 俊太郎 氏



マイクロ波は電磁波の一種で、物質の誘導加熱に用いられます。マイクロ波を用いた化学プロセスは、触媒に直接的にエネルギーを投入して触媒近傍の局所高温場で反応を促進することにより、見かけの反応温度や圧力の低減が可能となります。

バイオマスは有用化合物に変換するには、高温高压での反応が求められますが、マイクロ波を用いることで温和な条件で達成できます。藻類は成長が早く、例えば緑藻類のミナミアオノリは日間成長率が112%、つまり1日で2倍以上になります。海域を利用することで食糧生産と競合せず生産することができ、同時に炭素固定や重金属回収も期待できます。また微細藻類と比較して大型藻類では回収が容易です。

マイクロ波を用いた水熱反応により、ミナミアオノリから高付加価値の多糖の抽出を効率的に行うことができます。水熱反応は高温高压の水を反応媒体として利用するもので、環境に調和した反応です。さらに、マイクロ波により硫酸化糖鎖をイオン伝導で直接加熱することにより、抽出時間の短縮と反応容器壁面での過分解の抑制が達成され、糖類を高収率で抽出できます。ヘテロポリ酸を活性炭に担持した触媒では、炭素が効率的にマイクロ波を吸収することで、セロピオースやヒトエグサの加水分解において、マイクロ波加熱の優位性が実証されています。

マイクロ波照射下の反応を設計する上で、分子の誘電特性が重要な因子となります。藻類バイオマスの誘電特性には、酸性官能基の対イオンのイオン伝導が影響します。アルギン酸、カラギーナンなどの誘電特性は温度依存性が大きく、陸上植物のペクチンなどとは異なります。一方、触媒であるヘテロポリ酸の誘電特性は酸性度やイオン伝導度に依存しており、こうした触媒の物性を制御することでマイクロ波吸収性を調節することが可能です。

マイクロ波照射中の触媒反応の*in situ*観測技術を駆使することで、マイクロ波の反応促進機構の解明に関する研究も行っています。

〈参加者の声〉

- ・基礎から応用まで幅広く話が聞けて良かった。
- ・難しい分子構造式はわかりませんが、基本的な流れをつかむことができ、良かった。
- ・一般的なものづくり企業と比較して、ベンチャーとしての知財戦略には特異性があることが理解できた。
- ・マイクロ波化学を前から知っているが、ベンチャー企業を立ち上げ市場を切り拓いていることに感銘を受けた。

「マイクロ波化学プロセスのグローバルスタンダード化」

マイクロ波化学株式会社
取締役CSO 塚原 保徳 氏



当社はベンチャー企業であり、新しい価値を世の中に生み出すことを使命としています。

マイクロ波は物質により吸収周波数が異なり、選択加熱や非平衡局所加熱などが可能なので、反応時間の短縮や反応温度の低下、収率向上、副生成物抑制などの優位性をもちます。1980年頃から注目されてきましたが、本格的な産業化には至っていませんでした。

当社の戦略は次のように進めました。まずはマイクロ波周辺装置の設計とライセンスモデルを提案、次の段階として神戸にパイロット設備を建設しました。続いて2014(平成26)年に自社のマザー工場建設。生産工場のそばに実証棟を建て、メーカーが駐在できるようにしました。この段階で初めて国内外のメーカーに産業化できることを認識してもらえました。

2016(平成28)年にはアメリカの雑誌で、マイクロ波によるスケールアップ特集が掲載され、2017(平成29)年には当社と三井化学株式会社の戦略的提携が報道されました。現在は25~30社との提携を行っています。

R&Dの際に重要なことは、「何にエネルギーを伝達するか」「どのように伝達するか」です。マイクロ波の複素誘電率(マイクロ波吸収能)解析から反応系の条件最適化を行います。たとえば誘電損失や磁気損失を考慮して、加熱方式を選択するなどです。プラントの大きさは導波管や周波数により異なります。缶体の材質はステンレス鋼、カーボン、ガラス、テフロンなど岐にわたり、形状もフロータイプ、バッチタイプ、キルンタイプ、ベルトコンベアタイプなどさまざまです。

現在、重点投資領域と考えているのは、ナノ粒子・ポリマー・高付加価値の機能性化学品や医薬品です。ポリマーは処理量が大いので、海外を視野に入れています。高付加価値品は使える溶剤が限られ、副生成物抑制が重要です。

いくつか具体例を挙げます。乾燥プロセスにおいては、雰囲気温度の上昇を抑制できるので、収縮を抑え多孔質構造を保持することができます。また凍結乾燥では、氷分子を直接加熱し、選択的に昇華させることで時間短縮が図れます。

ITOに変わるとされる素材である銀ナノワイヤ製造においては、マイクロ波が先端に集中して成長が促進され、細くて長いワイヤが生成します。強電界のデザインにより多層薄膜の内部層のみを加熱することも可能となり、低温焼結、低温乾燥、局所成形が行えます。

当社のIP戦略としては、反応系のデザインはノウハウ管理という形で技術を封印し、反応器は特許化としたOpen-Close戦略です。当社が売っているのはモノではなくプロセスです。特許に求めるのは技術のエビデンスであると考えています。