

超音波を併用したマイクロ波照射による 微粒化プロセス構築

～電子レンジを利用したナノ粒子生成～

工学研究科 化学工学専攻

准教授 あさくまゆうすけ 朝熊裕介、◎B4 たかいたかひろ 高井貴宏

キーワード

マイクロ波, ナノ粒子, 超音波

研究概要

現在、ナノ粒子をさらに微細化し、安定して作成する技術が求められている。微細化するためには、急速に加熱し、核生成を引き起こすことが重要である。そこで、家庭でも普及している電子レンジの一種であるマイクロ波を利用することを考えた。電子レンジは、お弁当の温めや肉・魚類の解凍でも使用されているように、便利な調理器具として一般家庭に広まっている必需品である。その理由は、急速加熱や低加熱コストの特徴をもっているためであり、その工業利用が期待できると考えた。一方で、お弁当の加熱にもあるように、過加熱や加熱ムラが生じるといった加熱制御の問題点も有している。本研究では、これら問題点を解決し、マイクロ波の産業応用を目指すことを目標としている。

今回、マイクロ波の過加熱の問題を解決するために、超音波を用いた。この超音波はマイクロバブルを発生させることができ、近年、洗浄や殺菌の分野で注目を浴びている。このマイクロバブルが、マイクロ波加熱の安定化に寄与できると考えた。本研究では、そのマイクロ波の効果を向上および安定操作させるために、マイクロ波の照射前および照射中で、超音波と併用することを考えた。

アピールポイント

今回用いたマイクロ波は、急速加熱や均一温度分布等の特徴により、ナノ粒子合成において核生成促進に非常に有利である。一方で、生成粒子を核とした粒子発熱による気泡生成は避けることができていなかった。そこで、当研究グループが開発したマイクロ波照射中の on-line ナノ粒径測定技術を用いて、マイクロ波照射中のバブル径やその後の粒子生成挙動を観察し、解決法を探索した。まず、マイクロ波照射の前に、超音波を照射することで、マイクロ波照射中の気泡生成が抑制されるのではないかと考えた。超音波は、マイクロバブルを生成することが知られており、発生する微細なバブルに、その後のマイクロ波のエネルギーが分散し吸収されることによって、超音波無しの場合と比べて粒子の発熱由来の気泡生成が抑制された。

このように、マイクロ波照射中のこの気泡生成を防ぐ重要性や解決方法を明らかにした。最終的に、超音波のマイクロ波前照射法は、粒子近傍の気泡の巨大化による長時間の固体表面の気相への露出やその後の渦電流による熔融を防ぐことができ、粒子の結晶性や粒度分布等の品質の改善に期待できる。