

生命工学のための酸化亜鉛ナノ粒子の合成

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

酸化亜鉛は、広波長域に対して光を反射する特性から白色顔料や化粧品として用いられるほか、皮膚の収れん効果を持つことから医薬品、加硫促進剤としてのゴム材料など様々な工業利用がされている。また、代表的な光触媒物質である二酸化チタンに近いバンドギャップを持つため有機物分解への利用、導電性と透明性を有することから透明電極への利用、半導体としての性質からLEDへの応用など、多分野での研究が進められている。

本研究では、生命工学に利用するための酸化亜鉛粒子を合成した。

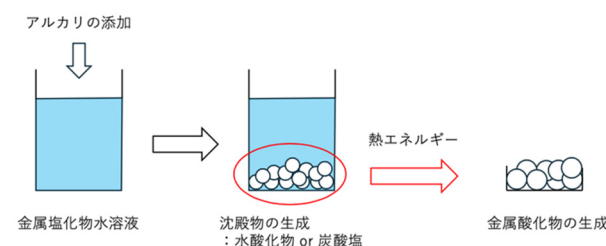
■ 合成方法

一般に、固体はその大きさが10～100 nm程度の超微粒子になると、内部のエネルギーに比べて表面エネルギーの効果が無視できなくなり、バルクの状態に比べて特異な物性を示すことがある。無機超微粒子は、触媒反応、電子材料、生体材料など様々な分野での応用が期待されている。

酸化亜鉛粒子など金属酸化物粒子を合成する方法は、大きく分けて、固相法、液相法、気相法の3つがある。固相法は、バルク(塊)状態の固体に機械的エネルギーを加えることで粉碎し、粒子化させる方法である。磨耗しにくい硬質の小さなビーズとバルク固体を容器に入れて攪拌させることで粉碎するボールミルがよく用いられる。固相法には、得られる粒子径の下限が大きいことと、粒径分布のばらつきが大きいことが課題として挙げられる。液相法は、前駆体溶液に沈殿剤を入れるなどして、目的物の過飽和溶液を作り、析出させる方法である。液相法は量産性に優れるほか、多成分系化合物の合成や微量成分の添加が容易である。しかし、不純物の分離が困難である場合があることや粒子の凝集などの問題点がある。気相法は、高温下で気化させた前駆体の蒸気を酸素と反応させたのち、冷却し酸化物微粒子を得る方法である。純度が高く、粒度の揃った粒子が得られるのが特徴だが、粒子回収が他と比べて難しい、コストが高いなどの問題点がある。

本研究では、液相法により酸化亜鉛粒子を合成した。硝酸亜鉛水溶液あるいは塩化亜鉛水溶液を前駆体、水酸化ナトリウムあるいは炭酸水素ナトリウムを沈殿剤として利用した。水酸化ナトリウムを沈殿剤として用いる場合、水酸化亜鉛が、炭酸水素ナトリウムを沈殿剤として用いる場合は塩基性炭酸亜鉛が沈殿するが、熱エネルギーを加えると

どちらも酸化亜鉛に熱分解される。熱エネルギーを加える方法として、沈殿物を分離しマッフル炉で焼成する方法と水溶液に沈殿した状態でマイクロ波を当てる方法の二つを試した。沈殿剤、焼成温度、マイクロ波照射時間の変更により酸化亜鉛粒子の粒径や形状がどう変わるのかを調べた。



■ 結果

合成された粒子は、X線回折法により結晶構造を、透過型電子顕微鏡により粒径と形状を調べた。X線回折分析では合成されたどの粒子もウルツ鉱型構造のZnOだと同定された。まず、沈殿剤として水酸化ナトリウムを用いた場合について述べる。焼成温度200℃では20-40 nm、500℃では50-70 nm、800℃では100-200 nm程度一次粒子の凝集体が合成された。また、焼成温度が高まるにつれて粒子の形状が球状から六角形状へと成長した。沈殿剤として炭酸水素ナトリウムを用いた場合は、500℃、800℃で焼成した粒子は水酸化ナトリウムを用いた場合に比べて、粒径と形状に大きな違いは見られなかったが、200℃で焼成した粒子は10-20 nmであり、粒径が減少した。これは、200℃という焼成温度が、水酸化亜鉛の熱分解温度に比べて塩基性炭酸亜鉛の熱分解温度により近いためだと考えられる。また、水酸化亜鉛を熱分解するためにマイクロ波を用いた場合、アスペクト比の大きく異なる針状の粒子が合成された。X線回折分析によると焼成により合成された粒子に比べて、(002)面が成長しており、これが粒子の形状に寄与していると考えられる。

■ 今後の展望

合成された酸化亜鉛粒子を用いて細胞毒性評価や活性酸素種の生成評価を行い、粒径や形状によりどのような違いが生まれるのかを調べる。

代表発表者 小部 航太郎(こべ こうたろう)
所 属 早稲田大学環境資源工学科山崎研究室
問合せ先 〒169-8555 新宿大久保 3-4-1
早稲田大学西早稲田キャンパス

■キーワード: (1) 酸化亜鉛
(2) 超微粒子
(3) 生命工学
■共同研究者: 山崎 淳司(早稲田大学)
孫 略(産業技術総合研究所)