

## 微粒子の高機能化のための粉体混合技術（1）

### Powder Mixing Technology for High Functional Fabrication of Fine Particles (1)

小石 眞純

キーワード：微粒子、機能構築、粉体混合、表面改質、界面制御

Keywords: Fine particle, Functional fabrication, Powder mixing, Surface modification, Interfacial control

#### 1. はじめに

粉体を混ぜ合わせる操作、すなわち“混合”は太古から生活上の必要にせまられて幅広く行われてきたが、現在でも食品、医薬品、顔料、電子材料、セラミック、セメント、高分子などはもとより産業の殆どのすべての分野で有効利用されている技術と言っても過言ではない。

ここでは、微粒子の高機能化のための粉体混合技術、特に乾式法を中心に説明する。

#### 2. 粉体混合とは

粉体とは、多数の固体粒子（微粒子）の集合体であり、微粒子の大きさにもよるが、各構成微粒子間に適度な相互作用が働いている状態である。粉体は固体/液体/気体の3相が複雑に入り組んだ第4の相とも考えられている<sup>1)</sup>。

ただ、他の3相と違うところは、構成粒子に自己拡散性が無く、粉体を構成している固体粒子（微粒子）はバルクに対して固体表面の割合が大きい。その表面活性が地球の重力とともに適度な相互作用力の原因となっていると指摘・示唆されている。また、この相互作用力が微粒子という粉体の集合体の挙動に反映する。した

がって、粉体技術ないし粉体工学の研究・開発に携わる技術者にとっては、そのような「粒子集合体」としての挙動が最大の関心事である。

ところで微粒子間にはどのような力が働くのだろうか。これは①空気中の微粒子に働く力と②液体中の微粒子に働く力に大別される<sup>2)</sup>。

①では、液架橋力、ファンデルワールス力、静電気力、静電気の除電など微粒子に働く力である。他方、②では粒子表面の帯電、電気二重層、静力学的相互作用、動力学的相互作用が微粒子に働く力である。

参考までに、“微粒子の分散をどのように考えるか”に言及すると、空気中の場合（1）気流の加速による凝集粒子の分散、（2）せん断流れなどによる分散、などに留意・検討が必要である。また、液体中の場合：（1）媒体の流動による分散、（2）超音波による分散、（3）媒体流れと超音波による分散の比較、などへの留意・検討が必要である。

さて粉体混合を一口にいうならば、化学的・物理的に性質の異なる2種類以上の物質を互いに接近させることである<sup>3)</sup>。粉体の混合操作には、混合系のどの微小部分をとっても均質成分に到達する状態、すなわち完全混合状態には事実上なりえない。われわれは粉体工学上、必ずしも完全混合状態を要求するわけではない。

しかし、反応工学を考える場合、出来るだけ完全混合状態を望むものには混合過程で任意抽

2019年7月7日受付  
KOISHI Masumi  
東京理科大学名誉教授