

水中に懸濁した微粒子の凝集分散：基礎理論とその適用性

小林 幹佳

1. はじめに

水中に浮遊懸濁している大きさが数 nm から数 μm の範囲にあるコロイド粒子は、周りの環境条件に応じて互いに凝集してフロックと呼ばれる凝集体を形成したり、反発しあって個々の粒子として存在したりする。前者の状態を凝集状態といい、後者を分散状態という。分散状態はコロイドが安定状態にあることに相当する。コロイドの分散凝集状態を制御することは実用上、重要である。水処理などの固液分離における凝集操作では、濁りの成分である粘土や有機物といった微細なコロイド粒子を互いに凝集させて大きなフロックを形成させることにより、沈降による分離が促進される¹⁾。一方、塗料などではいかにして顔料粒子を分散状態にするかが重要となる²⁾。

水中のコロイド粒子の凝集分散を議論する上では、粒子が持つ荷電に起因する静電的反発力を適切に評価する必要がある。高分子（電解質）を添加した場合には、静電効果に加えて、立体安定効果や架橋凝集も大きな役割を果たす^{3,4)}。実際の工業プロセスでは多くの技術的ノウハウが蓄積されているが、コロイド粒子の凝集分散メカニズムや動的プロセスについてはまだ不明な点も残されている。水溶性高分子が関与する

凝集のダイナミクスについては足立による総説⁵⁾がある。本稿では単純な塩添加が水溶液中に分散した帯電コロイド粒子の凝集分散に及ぼす効果を考察する上での基本となる DLVO 理論⁶⁾と関連する事項について解説し、それらの代表的な球状モデル粒子であるラテックスとシリカへの適用性について議論する。

2. 凝集過程の表現

水中のコロイド粒子はブラウン運動による拡散や流れにより絶えず運動している。運動の結果、粒子間に相対的な速度差が生じると粒子同士は衝突する（Fig. 1）。衝突の際に、粒子間に作用する引力が十分に大きければ、粒子同士は凝集する。この過程が順次繰り返されることにより、多数のコロイド粒子からなる様々な大きさのフロックが形成される。凝集過程は凝集

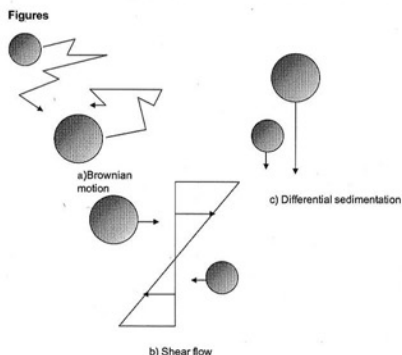


Fig. 1 粒子の衝突様式の模式図。