

Stokes(ストークス)の式(すとーくすのしき) | Stokes's formula

半径 r の粒子が、粘性係数 η の液体の中を速度 v で運動するときの粘性による抵抗力 f は、Stokes の計算によると、

$$f = 6\pi\eta v$$

で表される。この式はしばしば証明無しに出てくるが、限られた範囲では実験とよく合いストークスの式と呼ばれる。この運動が重力によってなされているとき、粒子に働く力(重力)は、粒子の密度を ρ 、溶液の密度を ρ_0 とすると、 $(4\pi r^3/3)(\rho - \rho_0)g$ であるので、

$$6\pi\eta v = (4\pi r^3/3)(\rho - \rho_0)g$$

が得られる。したがって、沈降速度 v は、

$$v = 2(\rho - \rho_0)g/9\eta$$

となる。例えば、比重 5 ($= 5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$) の、 $r=100 \text{ nm}$ ($0.1 \mu\text{m}$) の粒子が 25 の水の中を沈降する場合について計算すると、

$$\begin{aligned} v &= 2 \times (100 \times 10^{-9} \text{m})^2 \times (5-1) \times (10^3 \text{kg/m}^3) \times (9.8 \text{m/s}^2) / (9 \times 8.95 \times 10^{-4} \text{N m}^{-2} \text{s}) \\ &= 0.97 \times 10^{-7} \text{m/s} = 0.35 \text{mm/h} \end{aligned}$$

となる。このように、比重約 5 の半径 $0.1 \mu\text{m}$ の酸化鉄の粒子は、1 日ではかなり沈降するが、現実には対流があるので、沈降にはもっと長い時間がかかる。いずれにしても、ほとんどのコロイド粒子は長い時間おくと沈降して容器の底に沈む。

(尾崎)