

目的 繊維基質からの固体粒子汚れの脱離を速度論的に研究するため、本研究では石英板と球形ナイロン粒子から成るモデル洗浄系を用いて、粒子が全相互作用ポテンシャルエネルギー曲線の二次の極小で石英板に付着している条件で、重力による粒子の脱離過程を調べた。温度を変えたときの脱離速度定数を測定して粒子脱離の活性化エネルギーを実験的に求め、球-平板モデルによるヘテロ凝集理論に基づいて算出した脱離のエネルギー障壁との比較を行った。

方法 粒子としては東レ製ナイロン12微粉末(モード径 $5\ \mu\text{m}$ 、密度 $1.02\ \text{g/cm}^3$)を、基質としては石英製矩形セル($7.5 \times 2.5 \times 0.2\ \text{cm}^3$)の上面内壁を用いた。石英セルに粒子分散液(粒子濃度 $0.1\ \text{g/dm}^3$ 、 $[\text{KCl}] = 1 \times 10^{-4}\ \text{mol/dm}^3$ 、 $\text{pH}10$ および $\text{pH}11$)を満たし、セルの上下を逆にして2時間静置すると、粒子は沈降してセル壁に到達する。セルを元の状態に戻してセル壁に付着している粒子が脱離する様子を光学顕微鏡を用いてビデオテープに録画することにより、脱離開始時の付着粒子数(n_0)および t 分後の付着粒子数(n_t)を計数し、粒子の残留率(n_t/n_0)を求めた。

結果 粒子の残留率は時間の経過とともに減少し、数分で残留率は一定となった。粒子の残留率の対数と t の関係をプロットした曲線の初期勾配から脱離の速度定数 k を求めた。アレニウスの式に基づき、 k の対数と絶対温度の逆数のプロットから粒子脱離の活性化エネルギー ΔE を算出した。その結果、実験的に求めた活性化エネルギー ΔE はヘテロ凝集理論によって計算した脱離のエネルギー障壁 $-V_{\text{Tmin}}$ の値とほぼ一致した。