

# A3-09

## 汚れが落ちるしくみと洗浄に役立つ化学のパワー

大矢 勝（横浜国大院環）

洗濯や掃除に種々の洗剤類が使用されるが、その汚れを落とす仕組みは界面活性剤、酸・塩基、酸化剤・還元剤、キレート剤、有機溶剤など広範な化学分野に関連する（表1）。洗浄の目的は元来被洗物を損傷せず効果的に汚れを除去することであるが、近年は省エネ・省資源、水環境負荷軽減にも配慮する必要がある。化学はより深く掘り下げることによって価値が見いだされる場合が多いが、洗浄は拡散させた知識・経験を連携させることが真骨頂となる。

洗濯や食器の手洗い、また洗髪や身体洗浄では界面活性剤が主役となる。水洗いでもかなりの汚れは除去されるが、油性物質は残留しやすい。水に油性の性質を与えて水系洗浄でも油性汚れの除去を容易にする。表面・界面自由エネルギーの低下、ローリングアップ、乳化、可溶化等が関与する。

酸は水垢や鉄さび等の金属酸化物の溶解除去に用いられる。汚れのイオン結晶を、酸を過剰にした状態でルシャトリエの原理によって除去が進むと考えられる。但し、硫酸で炭酸カルシウムを除去しようとしても  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{SO}_3^{2-}$  の間で強固な結晶ができてしまうので不可である。この事例のように、汚

れと酸との組み合わせには良否がある。塩基は強塩基の場合タンパク質の加水分解、油脂のケン化が、弱塩基でも電気二重層の斥力増大（DLVO 理論）による分散作用や脂肪酸の中和等が作用する。

酸化剤は汚れから電子を引き抜いて分子を破壊して洗浄に寄与するが、酸化作用はしばしばカップリング等の反応を誘発して汚れを強固にしてしまう。よって手術器具等の洗浄に漂白剤使用は NG である。還元剤は鉄さびの  $\text{Fe}^{3+}$  を  $\text{Fe}^{2+}$  に変えて溶解性を高める、また酸化による劣化を回復させる場合等に用いられる。キレート剤やイオン交換剤は主として水中・汚れ中の  $\text{Ca}^{2+}$  や  $\text{Mg}^{2+}$  を捕捉して洗浄に寄与する。それらの金属イオンは汚れの凝集や再付着の元となり、アニオン界面活性剤の性質を低下させる。有機溶剤はドライクリーニングや家庭内のしみ抜き等で用いられるが、溶解度パラメータ（SP 値）関連で化学的な考察が深まる。

このように汚れの種類等の条件によって適した洗浄方法は異なってくるが、それを研究するために「洗浄力」の定義が必要になり、反応速度論の観点からのアプローチ<sup>1)</sup>も重要になる。また洗剤開発等では環境・安全への配慮も必須である。このように、洗浄を極めようと努力すると、必然的に化学の広い分野とお付き合いすることになる。有機も無機も、物化も分析も、どれも大好きという人にとってはたまらなく魅力的な分野が洗浄なのである。

表1 洗浄研究が関連する化学分野

項目	関連する化学分野	
洗剤・洗浄剤成分	界面活性剤	活性剤（有機）、界面張力・界面自由エネルギー（物化）、乳化・可溶化・ローリングアップ（物化：界面化学）
	酸	酸（無機）、pH（分析）、イオン結晶（無機）、溶解速度（物化）
	塩基	塩基（無機）、pH（分析）、加水分解（有機：反応）、表面電位・電気二重層（物化：界面化学）、脂肪酸中和（分析）
	酸化剤	酸化（無機）、酸化・還元電位（物化・分析）、分解・重合（有機：反応）
	還元剤	還元（無機）、酸化・還元電位（物化・分析）、分解（有機）
	キレート剤	金属イオン（無機）、錯化学（無機・物化）
有機溶剤	溶剤（有機）、溶解度（物化）	
洗浄力評価	洗浄力（物化：速度論）、機器分析（分析）	
環境影響	環境化学、機器分析（分析）	
安全性	化学物質管理	

1) M. Oya-Hasegawa, Y. Sato, M. Oya, *J. Surfactants Detergents*. **2022**, 25, 351.

### PROFILE

大矢 勝（横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授）

1984年大阪市立大学大学院生活科学研究科（修士）。1989年学術博士（大阪市立大学）。短期大学講師を経て1990年横浜国立大学教育学部助教授。2008年教育人間科学部教授。2011年より現職。理工学部化学・生命系学科教授兼任。洗浄・洗剤に関わる応用・基礎研究に従事。2009年日本繊維製品消費科学会学会賞（論文賞）。著書によくわかる洗浄・洗剤の基本と仕組み、合成洗剤と環境問題など。掃除・洗濯関連のTV番組監修・コメント多数。