

## 生物から学ぶみらいの洗剤

平田 善彦

洗浄行為を歴史的に辿れば、人類文明の起源にまでさかのぼることができる。古くは宗教心から発したと言われ、神の前では清潔であろうとし、口や身体、衣服を清めた。しかし、洗浄は決して特殊な行為ではなく、哺乳類や鳥類、魚類に至るまで、自然に存在する何らかの手段を利用して習慣的に洗浄行為を実施している。衛生的で健康な生活を送るためには洗浄が重要であると、本能的に認識しているようだ。こう考えると、人類が石油由来の洗浄剤を開発した20世紀初頭から、たった50年ほどの間に洗剤が生活必需品となったのも当然のことに思える。

洗剤の主成分は界面活性剤でありもっとも使用頻度の高い化成品の一つである。1960年代以降の化学工業の急速な発達に伴い、石油由来の合成界面活性剤が家庭から工場まで幅広く使用されている。今日では、国内だけで年間およそ100万トンの界面活性剤が生産され、市場規模は2000億円以上に達している。世界では、その10倍以上の市場が形成されていると見積もられており、東南アジア諸国の経済発展にともないさらに需要拡大が見込まれている。かつて国内では、その大量排出による環境汚染が問題視されていたが、先進的な製品改良などでその環境負荷は減少してきた。しかし、界面活性剤は使用後の回収が困難であり、現在では、LCA (Life Cycle Assessment) の観点から、使用後の生分解性のみならず、原材料の選定を含めたより安全な製造プロセスの確立やコンパクト化 (使用量削減) などが取り組まれている。

またこれとは別に、1960年代後半に始まった炭化水素発酵の研究途上で、油田に生育する微生物の一部が界面活性剤 (バイオサーファクタント: BS) を生産することが報告された。生物由来であることから、生分解性および安全性がともに高く、「地球に優しい材料」として現在もさまざまな分野で研究が進められている<sup>1)</sup>。天然界面活性剤であるBSは細菌や酵母、カビなど、多様な微生物から生産される。その構造は化学合成界面活性剤 (CSS) 同様、親水基と疎水基から構成され、親水基の構造からペプチド型、糖脂質型、脂肪酸型およびリン脂質型に分類される。CSSと比較して、BSは複雑でかさ高く複数の官能基や光学活性点を有し、生分解されやすいという特徴を有するが、このようなBSの構造的

特徴は生体成分を基質として酵素反応により立体選択的に合成されることに起因している。

BSの実用化研究に目を向けると、“biosurfactant”という言葉が論文上で見られるようになった1970年頃から、みらいの洗剤として、医療施設、化粧品および食品工場などへ応用が期待されているものの、まだ広範に産業利用されているとは言い難い<sup>2)</sup>。これはBSを安価・安定に発酵生産する技術確立が困難であり、かつその構造活性相関に基づいた界面化学的な性質の解明が十分にされていないことに起因する。

しかし、近年、国内メーカーを中心にBSの事業化が精力的に進められている。納豆菌から得られるリポペプチド型BSはペプチドの生理機能と界面活性を併せ持つユニークな特性から“ペプファクタント”として注目されはじめた。その一つであるサーファクチンは、クレンジング剤などに応用されている<sup>3)</sup>。担子菌クロボ属科の酵母が生産する糖脂質型BSのマンノシルエリスリトールリピッドは分子モデリングなどの手法で、セラミド様の保湿性能を有していることが明らかにされ、スキンケア素材として配合され始めた<sup>4)</sup>。さらに、同じく糖脂質型BSで子の菌酵母 *Starmerella bombicola* が分泌生産するソホロースリピッドは、高発酵生産技術の確立 (培養液あたり10–15%) と界面活性剤としてはきわめて珍しい低起泡性という性質を利用して、洗濯洗剤や食器洗い乾燥機用洗剤などに配合されている<sup>5)</sup>。生物が自身にとってむしろ有害に思える洗剤をつくるだけで意外であるが、BSが人類の生活にも役立つ性能を有しているのは興味深い。このようなBS実用化技術は世界に先駆けて日本が困難を突破してきた。これは日本の伝統的に優れた発酵生産技術と丁寧なモノづくりのおかげである。驕らず謙虚な姿勢で自然を観察すれば、みらいを開く革新的で持続可能な技術を、生物はそっと教えてくれる。

- 1) Case, F.: *Inform*, **26**, 554 (2015).
- 2) Mukherjee, S. *et al.*: *Trends Biotechnol.*, **24**, 509 (2006).
- 3) 井村知宏: *ファインケミカル*, **44**, 28 (2015).
- 4) Morita, T. *et al.*: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **97**, 4691 (2013).
- 5) Hirata, Y. *et al.*: *J. Biosci. Bioeng.*, **108**, 142 (2009).