

第19回日本油化学会オレオサイエンス賞受賞によせて —ベシクルによる支持二分子膜形成の制御・設計を目指して—

坂井 隆也

花王株式会社



この度は第19回日本油化学会オレオサイエンス賞を賜りまして、心より御礼申し上げます。また「ベシクルの固体表面への支持二分子膜形成過程の直接観察と界面活性剤の性質が与える影響」の執筆の機会を与えて頂いた編集委員会の皆様に、重ねまして感謝申し上げます。

本総説では、多くの先人に取り上げられて参りましたベシクルの支持脂質二分子膜の形成に関する研究をご紹介します。ベシクル分散液中に置かれた固体表面上に、高度に制御された欠陥のない二分子膜が形成していくこの現象は、多くの研究者の興味の対象となってきました。現在この機能は、生命現象の解明、ドラッグデリバリーシステム、表面パターンニング、さらには情報伝達など多岐にわたる研究に利用される先端テーマの一つとなっています。その一方で、このシステムは、1960年代にはすでに衣類の柔軟剤として皆様のご家庭の中で実使用されており、すでに60年近くもの間日々の快適な暮らしの実現に貢献しています。このように、長い年月にわたり産業利用され、研究としては理論的側面・実験的側面双方から数々の検討が行われ、多くの成膜モデルが提案されて来ておりますが、いまだ統一的な作用機序を見いだせていないというのが現状です。それには種々の原因が挙げられます。まず、この現象を担うベシクル自体がミセルのような熱力学的安定な会合体ではなく、使用する界面活性物質の種類と濃度、分散液の調製方法、pH、温度などの水環境に大きく影響を受ける会合体であること。また、成膜は微小な時間内に起こる動的過程であり、固体表面の材質など様々な環境因子に多大な影響を受けること。そしてなにより、100~400 nmのナノ粒子が、水中で極めて短い時間内に起こす現象を、*in situ*で直接追跡することの技術的難易度の高さです。分子間力顕微鏡(AFM)を駆使した研究により、スモールユニラメラベシクルの成膜過程はいくつかの有力なモデルに絞られてはいましたが、やはり一

番知りたい球状のベシクルがどのように二分子膜に変化するのか、またどのようにして均一な膜に成長するのかに関してはブラックボックスの状態でした。

本研究を行うにあたり真っ先に着目したのが、弊社に導入されてまだ間もなかった高速AFMに他なりません。AFMで見るようなスケールのもを映像として取り出せるという技術の進化にも驚きましたが、実際にベシクルが水中に置かれた固体表面上に成膜していく過程を映像として直接観察した結果、それまで提案されていたどの成膜モデルとも似てはいるけれども違う描像であったことに何より興奮を覚えました。これまでの成膜モデルは、ベシクルが表面に着いた後の球体から二分子膜への変形に主眼が置かれていましたが、ベシクルは固体表面に着いた瞬間に平板構造になっていることが明らかとなり、四分子膜から二分子膜へ変化していく過程も捉えることに成功しました。また、高速AFMを用いても、球状ベシクル→平板ベシクルへの転移の過程は捉えることができない程速い過程であることが明らかとなりました。実際のベシクルフュージョンによる成膜挙動を直接観察することで、一部ではあっても確かな事実を認識でき、次につながるより具体的な作用機序モデルを構築できるようになりました。今後も、さらに完成度の高い成膜過程を描写できるよう本研究を発展させ、制御・設計可能な技術開発を行っていく所存です。

最後になりますが、今回の受賞にあたり、ベシクルの状態研究、高速AFMでのベシクルフュージョンの直接観察といった非常に難易度の高い実験に果敢に挑戦いただいた花王株式会社の鈴木圭吾博士、井上滋登博士、津村加奈氏、園井厚憲氏、原裕之氏、松本薫司氏に感謝申し上げますとともに、得られた結果に関して熱心に議論いただきました元・北海道大学教授・辻井薫博士に厚く御礼申し上げます。