

第19回日本油化学会オレオサイエンス賞受賞によせて -「超低密度」多孔質微粒子の医療応用に向けて-

村上 義彦

東京農工大学大学院工学研究院応用化学部門



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、大変光栄に存じます。総説執筆の機会を与えていただいた編集委員会の皆さまに心より御礼申し上げます。

受賞の対象となった本総説では、「超低密度」多孔質バイオマテリアルに関するこれまでの研究成果と、今後の展望をまとめています。2006年に立ち上げた筆者の研究室では、高分子乳化剤(両親媒性のブロック共重合体)やその自己組織化体を巧みに組み込んだバイオマテリアルの開発を進めています。2011年のある日、高分子乳化剤を用いた微粒子の表面改質に関する実験を進めていた学生(高見拓氏。その後、博士後期課程に進学し、本学特任助教、理研ポスドクを経て、現在は(株)ヌースフィット)が、実験データを持ってきました。高分子乳化剤の存在下で、有機溶媒相に疎水性高分子が溶解したo/wエマルジョンを液中乾燥すると、得られる微粒子の表面になぜか穴があいてしまう、という実験データでした。その後、再現性を確認するための実験を進めてみると、「表面が滑らかな微粒子が得られるはず」のさまざまな実験条件において、穴が無数にあいた微粒子のSEM画像が増えていきました。しかも不思議なことに、予想外に形成したその無数の穴はいびつな形ではなく、綺麗な丸い形となって私たちに姿を見せていました。どんどん増えていく不思議なSEM画像を前に、「なんだこれ」「まだよくわからないけど面白いね」「他の条件でも粒子を作ってみよう!」という会話を彼と二人で毎週のように繰り返して、未知の出来事に対してワクワクした気持ちはいまだに覚えています。

その後、さらに検討を進めることによって、(1)ブロック共重合体が自己乳化現象を誘起していること、(2)自己乳化によって形成するw/oエマルジョンはその後の(適切な攪拌条件のもとでの)機械乳化でも維持される

こと(すなわち、一回のみの機械乳化によってw/o/wエマルジョンが得られること)、(3)一回の機械乳化によって得られたエマルジョンを液中乾燥するだけで多孔質微粒子が容易に得られること、などが明らかになりました。「偶然あいた穴」ではなく、「乳化現象に基づいてあいた穴」であったため、その穴の姿は「綺麗に丸い形」だったわけです。さらに興味深いことに、自己乳化という「自然に生じる『不安定な』乳化現象」を粒子内部の構築に巧みに利用するため、その不安定さから粒子の内部の空隙が大きくなり、タップ密度が極めて低い多孔質微粒子が得られることがわかりました。この特徴は予想外の副産物であり、最近では「超低密度」多孔質粒子と呼んでいます。

「超低密度」多孔質微粒子の医療応用として進めているテーマが、肺を薬物の投与経路として用いる経肺投与DDS(Drug Delivery System, 薬物送達システム)です。ラットを用いた動物実験による検討から、多孔質粒子に保持した薬物の体内移行率が極めて高いことを近年明らかにしています。一般に、多孔質粒子は医療用途のみならず、クロマトグラフィー用の充填吸着体、電池用の電極、フィルター材、断熱材、吸音材などの幅広い用途で用いられています。従来にない「超低密度」多孔質粒子は、広範な分野における次世代の高効率・高性能・高付加価値材料としての応用も今後期待されます。

今回の総説の基になった一連の研究成果は、筆者の研究室に配属された学生のみなさんの協力によるものです。特に、本研究のきっかけとなる自己乳化現象や多孔質粒子形成を発見した高見拓博士、自己乳化現象の解明や「超低密度」多孔質粒子の医療応用に取り組んでくれた学生のみなさん(須賀文子氏、西村真之介氏、高橋勉氏、岡部美咲氏)に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。