

講演 3 招待講演②
「分離膜研究の最近の話題」

明治大学 理工学部 応用化学科
教授 永井 一清

膜分離は、ナノサイズよりも小さな気体分子同士を膜を透して分離するという革新的な技術であり、学術的価値も高い。しかし、膜ができてモジュール化ができなければ利用できず、経済的なプロセスに基づくプラントが建設できなければ実用化できない。産業界の総合力が問われる分野でもある。

演者が大学生であった昭和の終わり頃は、膜分離は次世代の夢の技術として期待されていた。最新の顕微鏡でも見えない小さな気体分子を分離するという挑戦的な研究でもあった。理論は欧米だが材料は日本主導で研究が進められていた。1981年から始まった通産省（現経済産業省）の国家プロジェクト「次世代産業基盤技術研究開発制度」のテーマに「高効率高分子分離膜材料」が挙げられ、またバブル期で投資が積極的になされた背景もある。当時と比較すると、バブル崩壊以降、日本国内では学会や産業界が活力を失っている現状がある。海外も含め、今までの定説を覆すような理論や斬新な発想に基づく材料設計が打ち出されていないが、研究開発は着実に進歩している。本講演では、分離膜研究の最近の話題として、高分子膜による気体分離を中心に概説する。

高分子化合物の主鎖や側鎖の化学構造と気体透過性・分離性との関係は体系化され、10年ほど前には高分子化合物の一次構造の設計の時代は一息ついている。現在は、分離機構の視点から膜構造を設計する時代に入っており、大きく分けて三つの研究の流れがある。一つ目は、MMM (Mixed matrix membrane) 膜に代表される有機・無機ハイブリット等の複合化による分離性の増加を目指すものである。ゼオライト、ナノチューブ、金属有機構造体 (MOF) 等の吸着力により溶解選択性を高める考え方である。二つ目は、より高選択な分離機能のために気体分離においても生体膜の様な“分離チャンネル”の考え方を取り入れている。現在の科学技術ではまだ気体分子の“形”を認識できないため、溶解性の性質の違いが利用されている。三つめは、高分子膜でも無機膜の様に分子ふるい作用で分離させるものである。酸化グラフェンの様に高分子鎖の厚みだけの二次元膜が形成できれば、格段に気体透過量を増やすことが可能となる。

また、製膜に3Dプリンターを用いる研究も出てくる等、成形加工技術の進歩との相乗効果で、分離膜研究の飛躍が期待されている。