

超臨界流体テクノロジーの新展開

特集によせて

馬場 健史

超臨界流体 (supercritical fluid, SCF) は、液体の溶解性と気体の拡散性の両方の性質を持ち、さらに温度や圧力を変化させることによりその密度を連続的かつ大幅に変化させることができることから、溶媒物性 (溶解力、誘電率、拡散係数、粘度など) を精密に制御することにより使用目的に応じた溶媒性能を付与できる高機能の媒体である。また、有害で高コストの有機溶媒の使用量を軽減でき、さらに分離や反応における効率の向上も見込めることから、超臨界流体を利用した技術はハイコストパフォーマンス・低環境負荷の有用技術として注目されている。これまでに分離・精製、反応などさまざまな分野において超臨界流体の利用が試みられているが、その認知度はまだまだ低いのが現状である。

そこで、生物工学分野におけるさらなる超臨界流体テクノロジーの技術開発、有効利用を目指した目的として2010年に超臨界流体バイオテクノロジー研究部会を立ち上げ、これまでシンポジウム、セミナー、勉強会などを開催するなど種々の活動を行ってきている。メタボロミクスなどの多成分を対象とした代謝解析や臨床検査、残留農薬検査などのハイスループット分析、また、抽出、前処理、精製工程、さらには工業的な分離、精製、濃縮、洗浄、殺菌などのバイオプロセスなどにおいて超臨界流体を効果的に利用することにより、効率の向上、コスト削減、低環境負荷など多くのメリットが期待できる。

超臨界流体は、これまで注目されているが実際には特定用途での利用にとどまっており、また、実用的な開発が先行したことから基礎的な知見の蓄積がほとんどできておらず、それが現在になって大きな問題となっている。超臨界流体クロマトグラフィー (supercritical fluid chromatography, SFC) においては、光学異性体の分取に特化した用途で装置を含めて発展してきたため分析手法としてはあまり利用されてこなかった。また、SFCの分離メカニズムについてもほとんど研究されてこなかったために、HPLCのような分離挙動に関する理論構築ができていない。また、超臨界流体抽出 (supercritical fluid extraction, SFE) においても、超臨界流体における物質の溶解性についてほとんど調べられておらず、学術的な理論の構築もほとんどできてない状態である。さらに、日本においては、高圧ガス保安法という利用者に

とっての大きな壁が存在することから、ユーザーが超臨界流体の利用に対して非常に消極的である。ユーザーが少ない最大の理由はここにある。

2010年に生物工学会誌88巻10号において特集「生物工学における超臨界流体テクノロジーの可能性」を組んでいただいた時から6年が経ち、超臨界流体の有用性が再度見直されるようになってきおり、日本での超臨界流体テクノロジーの状況は大きく変わりつつある。ここ数年、各社から新しい分析用のSFC装置が次々に発売され、再度SFCに関する関心が高まってきている。また、SFEにおいても、単なる抽出方法としてだけでなく、試料の前処理方法と利用が積極的に検討されている。また、超臨界流体の物性や超臨界流体における溶解性、SFCにおける分離メカニズムの解析など、基礎的な知見の蓄積、原理の理解に関する取組みがなされるようになってきた。さらに、最近になってSFCにおける緩和措置が講じられるなど、高圧ガス保安法による規制においても風向きが大きく変わってきている状況にある。

上記のような流れを受けて、当該特集では、今後超臨界流体のさらなる利用を考えた際に重要な基盤となる部分として、船造俊孝先生 (中央大学) に「超臨界流体クロマトグラフィーを用いた物性測定」に関して執筆いただいた。また、超臨界流体テクノロジーを利用した最新の応用例としては、我々のグループより「超臨界流体クロマトグラフィーを用いた代謝物プロファイリング技術の開発と応用」をはじめ、安藤孝氏 ((一財) 食の安全分析センター) からは、「超臨界流体抽出分離技術を用いた残留農薬分析技術の開発」について、八坂栄次氏 (荒川化学工業 (株)) からは、「SFC/MSの合成樹脂分析への応用」について、松村幸彦先生 (広島大学) からは、「超臨界水を用いたバイオマス有効利用プロセスの開発」について執筆いただいた。

本特集をきっかけとして、今後、超臨界流体テクノロジーの可能性を共有いただける方の輪が広がり、技術開発の進展およびさらなる利用拡大が進むことを期待している。超臨界流体バイオテクノロジー研究部会は日本での超臨界流体バイオテクノロジーの発展を目指して活動しているので、多数の方にその趣旨にご賛同いただき是非ご参加いただければ幸いである。