

超臨界CO₂を溶媒とした分散系構築のための界面活性剤

鷺坂将伸*†

*弘前大学大学院理工学研究科 青森県弘前市文京町3番地 (〒036-8561)

† Corresponding Author, E-mail: sagisaka@hirosaki-u.ac.jp

(2020年1月21日受付, 2020年1月24日受理)

要 旨

超臨界CO₂は、無毒、不燃性、環境適合性、低コスト、豊富に存在するといったCO₂のメリットに、超臨界流体の特性（溶解能力の可変性、高い物質輸送特性、低表面張力など）を併せもつグリーン溶媒であり、超臨界CO₂を利用した化学工業プロセスが開発されるようになってきている。ただし、超臨界CO₂は、高分子や不揮発性の極性物質を溶解する能力は低いため、応用の幅をかなり狭めている。本解説では、超臨界CO₂に水を中心とした分散相を形成させるためのCO₂溶解性界面活性剤の開発、その物性および応用について紹介する。

キーワード：超臨界二酸化炭素、界面活性剤、逆ミセル、マイクロエマルジョン、分散

1. 超臨界 CO₂ の利用に向けた課題¹⁾

臨界点、すなわち臨界温度および臨界圧力を超えると物質は、超臨界流体 (ScCO₂) になる (図-1)。単一成分からなる超臨界流体は、分子の運動エネルギーが常に分子間力を上回っているため、いくら圧縮しても凝縮 (相分離) を起こさない。そのため、密度 (分子間距離) を温度や圧力の操作により、連続的に変化させることができる。流体の性質は、分子間相互作用に支配されるため、分子間距離に強く依存する。このことは、温度や圧力を変えてもあまり密度が変化しない通常の液体に比べ、超臨界流体では微小な温度や圧力の変化で流体としての性質 (溶解度、誘電率、イオン積、溶媒和、熱移動、物質移動など) が大きく変わる。

われわれの身近に豊富に存在し、クリーンであり、比較的穏和な条件で超臨界状態になる物質の中に、二酸化炭素 (CO₂) がある。臨界温度304.2 K、臨界圧力72.8 atmを超えた超臨界流体のCO₂ (ScCO₂)、ヘキサンに似た極性を持ち、低極性物質を溶解することから、溶媒としての利用に対する関心が一気に高まった。とくに、無毒、不燃性、環境調和、低コスト、豊富に存在するといったCO₂本来の利点が、VOCの代替溶媒としての利用を促進し、現在ではホップの抽出やコーヒー豆の脱カフェインのための溶媒、さらにはめっき、発泡、洗浄、反応

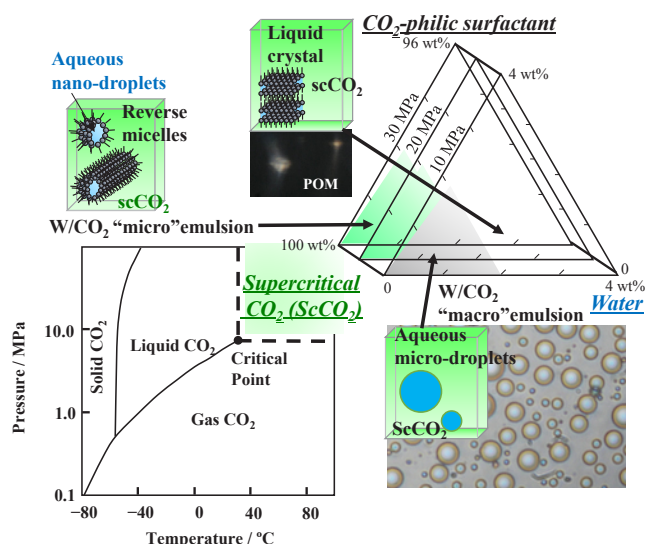


図-1 二酸化炭素の状態図と、超臨界二酸化炭素/水/界面活性剤の三成分系相図

の溶媒として利用されるようになってきている^{2,3)}。一方で、CO₂は、地球温暖化物質として嫌われているが、ScCO₂を溶媒として有効利用することは、CO₂の価値を高め、大気からのCO₂回収を促進させるとともに、ただ排出されていた発電所や工場から出るCO₂を再利用に向かわせ、地球温暖化を遅らせる効果を生むはずである。原油の枯渇を五十年後に見据えた今、それら化石資源をできるだけ温存させるためにも、原油由来の有機溶剤に代わり、ScCO₂を利用することは正しいことのように思える。

超臨界CO₂は低分子量無極性溶媒であり、高分子や不揮発性の極性物質に対しては貧溶媒である^{4,5)}。エタノールなどの助溶媒によりそれら物質の溶解度を向上させることもできるが、その場合、安価+グリーン溶媒といった利点が損なわれ



【氏名】 さぎさか まさのぶ
 【現職】 弘前大学大学院理工学研究科 准教授
 【趣味】 読書、旅行
 【経歴】 2003年東京理科大学大学院理工学研究科博士課程修了、博士 (工学)。2004年JSPS特別研究員 (PD)。同年弘前大学理工学部助教。2014年弘前大学大学院理工学研究科准教授。現在に至る。

【図表について】 電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/