

総説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 93 [3], 91-98 (2020)

一小特集 界面活性剤機能開発の新展開—

四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体

河合里紗*・矢田詩歩**・吉村倫一**†

*奈良女子大学大学院人間文化研究科共生自然科学専攻 奈良県奈良市北魚屋西町 (〒630-8506)

**奈良女子大学大学院自然科学系化学領域 奈良県奈良市北魚屋西町 (〒630-8506)

† Corresponding Author, E-mail: yoshimura@cc.nara-wu.ac.jp

(2020年1月21日受付, 2020年2月20日受理)

要 旨

近年, 筆者らは, イオン液体と界面活性剤の両方の特性を併せもつ新規構造の両親媒性イオン液体に着目して研究を行ってきた。本稿では, 同種および異種の長さのアルキル鎖を有するジェミニ型, 星状および直鎖状のトリメリック型, アダマンタン含有の三種類の四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体の合成と融点, 電導度, 粘度, 溶解性などの物理化学的性質, 水溶液中における界面化学的性質, 両親媒性イオン液体を媒体とした界面活性剤の物性, さらに水を加えた混合水溶液の物性, 両親媒性イオン液体と界面活性剤が形成する層構造について紹介する。

キーワード: 両親媒性イオン液体, 四級アンモニウム塩系イオン液体, ジェミニ型イオン液体, 表面吸着, バルク特性

1. はじめに

イオン液体はカチオンとアニオンのみで構成され, 100°C以下に融点をもつ塩である。1992年にWilkesらによって, 空気や水に対して安定であり常温で液体のイオン液体が初めて報告¹⁾されて以来, イオン液体に関する研究は急速に広がった²⁻⁴⁾。イオン液体は, 不揮発性や不燃性の性質から環境負荷の低い溶媒として知られており, 従来の水や有機溶媒とは異なる新規の溶媒として注目を集めている²⁻⁶⁾。イオン液体を構成するイオン対の組み合わせは多く, 目的に応じて, 融点, 密度, 粘度, 極性などの物理化学的性質を変えることができる。そのためイオン液体は現在, 反応溶剤^{2,3)}, 電解質^{3,4)}, 触媒⁴⁻⁶⁾, 潤滑剤^{7,8)}, ドラッグデリバリー⁹⁾などへの幅広い応用に向けて研究が行われている。これまでに, 天然由来の低毒性イオン液体であるアミノ酸イオン液体¹⁰⁾, 熱や光などの外部刺激応答をもつイオン液体¹¹⁾, 磁性イオン液体¹²⁾, 難溶性のセルロースを溶解できるイオン液体¹³⁾など, さまざまな構造や機能をもつイオン液体が報告されており, 今後さらに優れた性能や機能性をもつ新規イオン液体の開発が期待される。

界面活性剤は, 分子内に親水基と疎水基の両方をもつ両親媒性構造のため, 界面吸着と会合体形成の性質を利用して, 洗浄, 化粧品, 塗料などの多くの分野で用いられている。従来型

の1疎水鎖1親水基構造の単鎖型界面活性剤同士をスパーサー(連結基)によって2分子繋いだ構造のジェミニ型界面活性剤は, 従来型と比べて低い臨界ミセル濃度(CMC)や高い表面張力低下能などの優れた界面活性を示すことから, 近年注目されている^{14,15)}。筆者らはこれまでに, 新規構造を有するジェミニ型界面活性剤の開発を精力的に行ってきた¹⁶⁻¹⁸⁾。さらに, ジェミニ型界面活性剤の延長上の構造として, 3疎水基3親水基構造のトリメリック型界面活性剤に着目し, 研究を展開してきた¹⁹⁻²¹⁾。これらに対応する単鎖型およびジェミニ型界面活性剤よりも低いCMCや高い界面活性を示すことが明らかになっている。また, アダマンタン(トリシクロ[3,3,1,1]デカン, C₁₀H₁₆)は, 10個の炭素がダイヤモンドと同じ構造で結合した環状四面体の飽和炭化水素で, ひずみが小さく対称性が高いといった特徴をもつ。筆者らは, アダマンタン構造を有する単鎖型およびボラ型構造の四級アンモニウム塩系カチオン界面活性剤を分子設計・合成し, アダマンタンの導入による疎水性の増加からCMCが低下することを明らかにした^{22,23)}。

分子内にアルキル鎖を有する両親媒性構造のイオン液体は, 通常の界面活性剤と同様に水溶液中で界面活性を示し, 会合体を形成することが知られている。これらの両親媒性イオン液体は, イミダゾリウム系^{24,25)}やアミン塩^{26,27)}などのプロトン性がほとんどであり, 四級アンモニウム塩系の両親媒性イオン液体に関する研究は少ない。疎水部と親水部からなる両親媒性イオン液体は, イオン液体と界面活性剤の両特性を併せもち, 優れた性能ならびに機能性を発現できることが期待される。近年, イオン液体を媒体とした界面活性剤の表面吸着挙動やミセル形成に関する研究が報告されている。プロトン性イオン液体を媒体とした界面活性剤の研究は, 1982年にEvansらによって報告された硝酸エチルアンモニウム(EAN)のイオン液体中におけるカチオン界面活性剤のミセル形成に関するものが初め



[氏名] よしむら ともかず
[現職] 奈良女子大学大学院自然科学系 教授
[趣味] 観光地・世界遺産巡り
[経歴] 2001年3月熊本大学大学院博士後期課程修了, 博士(工学)。2001年4月東京理科大学理学部応用化学科助手, 2006年3月同講師。2006年4月奈良女子大学大学院人間文化研究科助教授, 2007年4月同准教授, 2012年4月同研究科自然科学系(配置換)准教授, 2014年4月より現職(化学生物環境科学科化学コース専任・環境科学コース兼任)。