

Formation of wormlike micelle structure in phosphatidylcholine aqueous mixture

学位名	博士（海洋科学）
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2014
学位授与番号	12614博甲第339号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001033/

(博士論文審査及び最終試験の結果要旨)

氏 名：FAFAUNGWITHAYAKUL NATDANAI (ファフランウィタヤクン ナタダイ)

論文題目：Formation of wormlike micelle structure in phosphatidylcholine aqueous mixture
(混合フォスファチジルコリン水溶液におけるひも状ミセル構造の形成)

博士論文審査：本論文は、エマルジョンの界面活性剤として用いられる、フォスファチジルコリン (PC) とそれを酵素処理して得られるリソフォスファチジルコリン (LPC) の混合ミセル溶液が加熱によってゲル化する現象を分子運動性の観点から詳細に検討したものである。申請者から提出された論文について、審査委員と申請者の間で質疑応答が繰り返さされ、再考察を加えて、一部修正を行った。論文の概要は以下のとおりである。

第1章では、ひも状ミセルについての一般的な形成機構に関する考察と、レシチン系の界面活性剤とそれを用いたエマルジョン系について、安定性などの物理化学的性質について述べてある。第2章ではひも状ミセル構造の形成について、既往の研究をまとめ、さらに、NMR を用いた研究によって何が出来るかが述べてある。また、NMR を用いた分子物性研究の基礎が解説されており、特に、拡散係数測定と NMR 緩和時間測定に関して詳しく述べてある。第3章では、加熱によって生じる PC と LPC の混合ミセル水溶液のゲル化に関して、両者の濃度比、総濃度および温度を変えながら詳細な粘度測定を行い、その結果から相図を作成した。各温度での相図と濁度の変化から、混合系においては、ひも状ミセルが形成され、それらがからみ合ってゲル状態の物性を示しているものと考えた。さらに、PC と LPC の分子構造から考えられる混合系における親水基と疎水基の体積の割合を用いて、球状ミセル、平板状ミセルおよびひも状ミセルを形成した場合の安定性を議論し、実験結果を合理的に説明している。第4章では、第3章において現象論的に観点から説明したゲル化機構を示差走査熱量測定と NMR 測定の結果から分子論的なアプローチを行った。その結果、PC と LPC の混合ミセル水溶液は低温で混合後、温度を PC のアルキル鎖の融点 (約 20°C) 以上に上げないと、PC と LPC の混合ミセル化によるひも状ミセルの形成が起こらないことが分かった。さらに、NMR のアルキル鎖に帰属されるピークの線幅の変化と、PC と LPC の拡散係数の変化から、ひも状ミセルが形成されることによって、ローカルな分子運動性と拡散による併進運動の両方が抑制されることが示された。第5章では、全体を総括し、PC と LPC の分子の形や親水基と疎水基の体積の割合などから、ミセルの構造変化が説明できることを示した。さらに、PC/LPC 混合ミセル系を用いた安定なナノエマルジョンや薬物キャリアーとしての応用利用の可能性について述べている。これらの成果は、食品科学分野のみならず界面科学の分野においても有用な知見を提供する優れた研究といえる。

以上の内容から、申請者から提出された論文は、十分博士の学位に値することを審査委員一同確認した

最終試験の結果要旨：

最終試験は8月12日に行われた。審査委員一同出席の下、まず、学術論文は1編が第1著者として掲載決定済みである ("Thermally induced gelation and formation of wormlike micelle structure in mixed phosphatidylcholine aqueous solution" N. Fafaungwithayakul, U. Klinkesorn, T. Brenner, N. Vichakacharu & S. Matsukawa, *Japan J. of Food Engineering*, In Press) とともに、投稿準備中論文一つがあること、また講演発表は国際会議1回、国内学会1回の発表をしていることを確認した。また、合同セミナーの代替科目として起業型プロジェクトでの単位を取得していることを確認した。

学術論文は英語で書かれており、かつ、国内外の学会においては英語で発表しており、語学については問題ないと判断した。また、申請者に対して、論文内容について議論を行い、その内容が十分であることを確認した。一方、専門知識については、公開発表会(8月12日)当日の質疑や予備審査時でのディスカッションを含め十分であると審査委員一同確認した。