

小角散乱ユーザーグループ

アルギン酸カルシウムゲルにおける構造異方性

群馬大工 伊藤圭、榎靖幸、土橋敏明
大阪大基礎工 杉本泰伸、若林克三

はじめに

アルギン酸ナトリウム水溶液をノズルから押し出して塩化カルシウム水溶液に垂らすと液滴表面で架橋が起こりコア-シェル構造を持つアルギン酸カルシウムゲル微粒子(マイクロカプセル)が形成されることが知られている。この方法で得られるマイクロカプセルは既に人工イクラや人工キャビアから細胞足場にいたるまで多くの用途における微粒子作製法として用いられているが、反応法あるいはカプセル形成法の立場から見れば、不溶化反応法という一般的な方法を利用したものであり汎用的である。一方、著者らはこれまで DNA やカードランなどの高分子濃厚溶液を架橋剤溶液に透析することにより異方性ゲルが形成されることを見出しているが、不溶化反応法の初期に形成される液滴表面の架橋構造を持つ薄膜はその後の過程において透析膜の役割を果たす(アルギン酸は透過せず、カルシウムイオンは透過する)と考えられるため、透析により形成されるゲルと同様な異方性を持つゲルが形成されていると考えられる。本研究では、透析により得られるアルギン酸カルシウムゲルの構造異方性を小角 X 線散乱法を用いて調べることにによりこれまで調べられているゲルとの比較を行うとともに、微細構造の決定を試みた。

実験

2wt%のアルギン酸ナトリウム水溶液をセルロース透析チューブに入れ、これを 8g/dl の塩化カルシウム水溶液中に 6 時間透析し、ゲルを作製した。得られたゲルから透析チューブの長手方向に垂直に円盤状の切片(厚さ 1mm)を切り出して小角 X 線散乱の試料とした。X 線散乱測定は Photon Factory BL15A1 において行い、円盤状ゲル試料の周辺部と中心部について散乱ベクトルの波数 q ($=4\pi\sin\theta/\lambda$)の範囲 $0.008 < q < 0.15$ における散乱曲線を求めた。

結果と討論

ゲルの中心部分には異方性は見られなかった。一方、ゲルの周辺部では動径方向のみ等方的であり、それと垂直な方向では動径方向より散乱強度が小さかった。このことはゲル周辺部では動径方向の方がそれに垂直な方向より不均一性が大きいことを表している。このような異方性はこれまでに調べられている透析誘起異方性ゲルと同一であり、普遍的であることを示している。また、この異方性は人工イクラなどの作製においても生じていることが推察される。実際に人工イクラと同一の作製条件で作られた微粒子をクロスニコル下で観察すると偏光レンズの方向と重なる方向以外は光が通ることが観察された。

散乱曲線をブロークンロッドの散乱関数とマイナス 2 乗のべき関数の組み合わせでフィッティングしたところ、実験の q の範囲で非常によく実験結果を再現することができた。発表では、フィッティングより得られる二つのロッド径とアルギン酸ネットワーク構造との関係について討論する。