

Azo 型クラウンエーテル含有高分子フォトニック結晶ゲルを用いた 金属イオンセンシング

Metal ions screening using a novel photonic crystal polymer gel containing azo-typed crown ether

*塚原 剛彦¹, 朴 基哲¹

¹東京工業大学 先端原子力研究所

Aza 型クラウンエーテル型高分子フォトニック結晶を作製し、アルカリ金属及びアルカリ土類金属イオンに対する極微量で高選択的なセンシングに成功した。

キーワード: フォトニック結晶、高分子ゲル、マイクロ化学チップ、金属イオンセンシング、核種分析

1. 緒言

多種多様で大量の放射性廃棄物を処理処分するには、廃棄物中の放射性核種の分析が強く望まれる。しかし既存法は、複雑・長時間の化学操作が必要で二次廃棄物が発生するといった課題があるため、極微量で迅速・簡便に核種分析しうる技術の確立が望まれる。当グループでは、フォトニック結晶の光学特性（発色変化）と感応性ポリマーゲルの機能性（イオン選択性）をガラス基板上に組み込むことで、1滴で核種の存在を視覚的に検出できる“オンチップ型高分子フォトニック結晶センサー”を創製する研究を進めてきた。本研究では、Aza 型クラウンエーテル環を組み込んだ新規の高分子フォトニック結晶を作製し、その金属イオン検出特性を評価した。

2. 実験

100 nm サイズのコロイダルシリカ粒子を含む水分散液を前処理した後、透析膜を用いて DMF 溶媒置換を行った。この DMF 溶媒に、モノマー N-isopropylacrylamide (NIPAAm)、Aza-18crown6-ether acrylamide (AC)、架橋剤 N,N'-Methylenebisacrylamide、光重合開始剤 diethoxyacetophenone を添加・振とうすることで反応溶液を調整した。ポリイミドによって作製した矩形型マイクロパターン上に反応溶液を滴下した後、UV 照射を行って、共重合ポリマー Poly(NIPAAm-co-AC) 型フォトニック結晶膜を作製した。

3. 結果・考察

含水させた Poly(NIPAAm) 及び Poly(NIPAAm-co-AC) フォトニック結晶膜を 18°C に設定した温調ヒーター上に置き、そこにアルカリ金属及びアルカリ土類金属の塩化物水溶液 (LiCl, NaCl, KCl, CsCl, CaCl₂, SrCl₂, BaCl₂, (+MgCl₂)) をそれぞれ滴下した。所定時間保持した後の膜の色変化を観察すると共に、反射光プローブを用いて反射光測定 (測定波長は 200 ~ 850 nm) を行った。その結果、コントロールである Poly(NIPAAm) 膜の場合、金属イオンの種類に関わらず膜の色が水色から青色又は青紫色まで変化した。このブルーシフトは、金属イオン添加に伴って膜中の脱水が進行し、膜の収縮とそれに伴う粒子間距離の減少によるものと考えられる。一方、Poly(NIPAAm-co-AC) 膜の場合、膨潤時の膜の色は青緑色であるが、金属イオンの種類に応じて異なる色変化を示した。特に、クラウンエーテル環のキャビティサイズに近い Sr²⁺ と Ba²⁺ においてのみ、光沢のある青色に変化しことから、作製した Poly(NIPAAm-co-AC) 膜が Sr²⁺ と Ba²⁺ のセンシング性能を有していることが明らかとなった。

本研究は、原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ (課題番号 260402) の助成を受けたものです。

*Takehiko Tsukahara¹ and Ki-Chul Park¹

¹Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Tokyo Institute of technology