

必要な化合物を混合するだけで高機能なゲルを調製

均一な網目構造を有するポリ(*N*-イソプロピルアクリルアミド)ゲルのワンポット合成とその物性

名大院工 ○城地悠仁・竹岡敬和・関隆広・佐藤浩太郎・上垣外正己

[1Pg053]

(Tel: 052-789-3199)

ゲルは、高分子鎖が架橋された3次元網目構造を有しており、その空間に多量の溶媒を保持している。フリーラジカル重合によって得られる従来のゲルは調製が簡便であり、分子ふるい能、高い液体保持性、さらには薬物担持・徐放性などの様々な機能を示すため、多くの分野で幅広く用いられてきた。また、ゲルを構成する高分子鎖に刺激応答性高分子を用いると、刺激に応じて体積や表面物性が可逆的に変化するゲルが得られる。この刺激応答性ゲルは、人工筋肉、ドラッグデリバリーシステム、分子認識センサーなど、より高度な分野への利用が検討されてきた。しかし、従来のゲルは網目構造が不均一であるため、ゲルの力学的強度、薬物放出性の制御、分子認識能などの機能が低下するといった問題点が存在する。そのため、ゲルのさらなる材料応用には、均一な網目構造を有するゲルの簡便な調製手法が求められていた。

高分子鎖1本ずつの長さが等しい4分岐型高分子が得られる精密重合反応と、高分子末端間の架橋反応を組み合わせると、均一な網目構造を形成できる。この構想を基に、我々は反応速度が大きく異なる精密重合反応と架橋反応を用い、反応の進行順を制御することで、均一な網目構造を有するゲルのワンポット合成を試みた(図1)。

速い精密ラジカル重合

遅い架橋反応

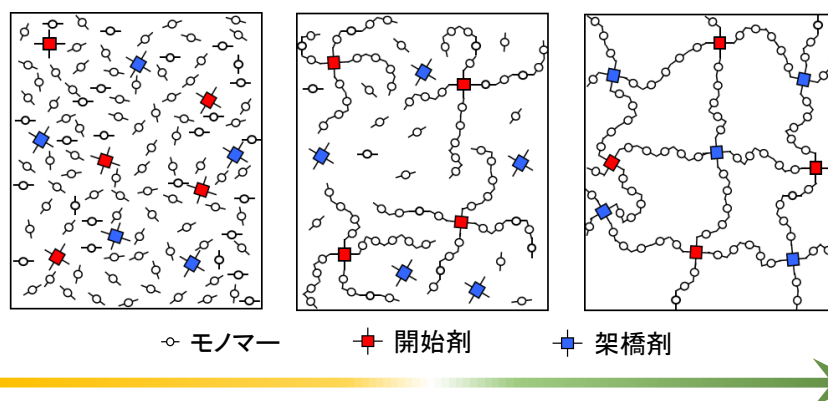


図1. 必要な化合物を混合するだけで均一な高分子網目構造を構築

温度応答性高分子を与えるモノマーの精密重合反応は、わずか数分間以内に90%以上進行し、得られる高分子鎖の長さは一定であることが確認された。また、架橋反応に伴う溶液のゲル化は数時間かけて進行し、透明性の高いゲルが得られた。このゲルの圧縮に対する変形の様子を、従来のゲルと比較したところ（図2）、従来のゲルは圧縮中に砕けるように崩壊したのに対し、今回の調製手法によって得られた均一な網目構造を有するゲルは崩壊せず、圧縮後も数秒間以内に元の形状に戻った。

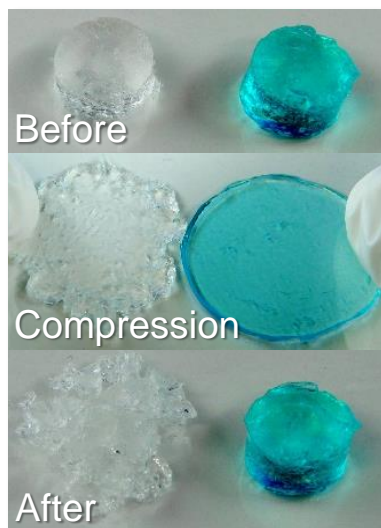


図2. 圧縮試験の様子（左：従来のゲル、右：新しい調製手法により得られたゲル）

本研究により、透明性が高く、力学的にタフな温度応答性ゲルをモノマー溶液からワンポット合成することに成功した。ワンポット合成では、合成および精製に要するステップの数が少なくなるため、操作の簡略化に加えて、低コスト化も期待される。また、低粘度のモノマー溶液からワンステップでゲル化可能なため、複雑な形状の鋳型に注入して均一な網目構造を有するゲルを調製できる可能性がある。さらに、今回用いた重合反応は、様々な機能性高分子を与えるモノマーへの応用が可能な精密ラジカル重合である。また、モノマー種の異なる高分子鎖が連なったブロック型の高分子や、周期的に分子認識部位を有する高分子の合成も可能であるため、高度にデザインされた高分子網目への応用も期待される。

今回報告するワンポット合成は、簡易なレシピに従って作る料理のように、必要な材料（化合物）を混合するだけで、望みの物性を有するゲルを調製可能である。この誰でも利用できる簡便な調製手法は、多くの科学技術および産業に大きな反響をもたらし、ゲルのさらなる材料応用への一助となるであろう。

<適用分野> 人工筋肉、ドラッグデリバリーシステム、分子認識センサー、バイオマテリアル、再生医療、電気泳動