

# トポロジカルな構造を持つゲルと それを用いた遅効型増粘剤

大矢 裕一 化学生命工学部 化学・物質工学科 機能性高分子研究室

## Point1 本研究の概要

溶媒に可溶な3次元網目状巨大分子(分子ネット=MN)存在下、第2モノマーを重合(縫込み重合)し、トポロジカルな構造を持つゲル(MNゲル)の合成に成功した。このゲルは、動的な架橋構造に起因して高い柔軟性やエラストマー的物性を示し、従来のトポロジカル様ゲルとは異なり、構成要素間に引力的相互作用が存在しない、純粋なトポロジカルゲルに非常に近いゲルである。

MNゲルは、水中に浸漬すると、ゆっくりとトポロジカル構造が解離して溶解する。これを利用すると、ゲル・ペースト状製品を作成する際に、攪拌開始時は粘性抵抗が少なく、次第に粘度が上昇する遅効型増粘剤となる。

## Point2 応用可能な分野

粘稠なゲル・ペースト状は、食品、化粧品、軟膏薬、洗剤、歯磨き粉など、生活の様々な場面で使用されており、その作製には、被分散体(目的物)と増粘剤を、均一混合する必要があるが、粘性抵抗が大きいため、大きな力とエネルギーを要し、均一混合は容易ではない。このため、初期には低粘度で小さな力で均一に攪拌でき、徐々に粘性が増す「遅効型増粘剤」が渴望されている。これにより、ゲル・ペースト状製品作成時のエネルギーの削減と装置の小型化が達成できる。また、タフな物性を持つヒドロゲルは人工軟骨などソフトなバイオマテリアルとして、再生医療などに有用であると考えられる。

## Point3 連携を希望する業種等

- ・ジェル状の製品を多く扱う化粧品会社
- ・洗顔剤などを扱う消費財メーカー
- ・軟膏薬を扱う製薬企業
- ・再生医療・人工臓器の開発を考えているバイオ・医療品メーカー、およびそれらの企業へ素材を提供している化学系企業(素材メーカー)など

詳細な研究・技術シーズは次ページへ

**化粧品、洗剤などの生活雑貨、軟膏薬などの製薬分野、再生医療**

ゲル・ペースト状粘稠製品を作製する時の遅効型増粘剤、再生利用用の人工軟骨など。

**本技術の特徴・従来技術との比較**

溶媒に可溶な3次元網目状巨大分子(分子ネット=MN)存在下、第2モノマーを重合(縫込み重合)し、トポロジカルな構造を持つゲル(MNゲル)の合成に成功した。このゲルは、動的な架橋構造に起因して高い柔軟性やエラストマー的物性を示し、従来のトポロジカル様ゲルとは異なり、構成要素間に引力的相互作用が存在しない、純粋なトポロジカルゲルに非常に近いゲルである。

MNゲルは、水中に浸漬すると、ゆっくりとトポロジカル構造が解離して溶解する。これを利用すると、ゲル・ペースト状製品を作成する際に、攪拌開始時は粘性抵抗が少なく、次第に粘度が上昇する遅効型増粘剤となる。こうした遅効型増粘剤は、これまでに報告例が殆どない技術である。

**技術の概要**

トポロジカルゲルは、高分子鎖の物理的拘束のみを架橋構造とするゲルで、純粋なものは未だ合成例がない。我々は、分子ネット(MN)存在下、第2モノマーを重合する縫込み重合により、トポロジカルな構造を持つMNゲルの合成に成功した(図1)。MNゲルは、柔軟性・高伸長性を示す一方、成形性を示すなど、従来のゲル材料とは異なる物性を示す。合成が簡便で、MNや第2ポリマーの種類をほぼ自由に選択可能という利点を有している。また、水へ浸漬すると膨潤し、長時間経過後に完全溶解する。この性質はMNゲルの遅効型増粘剤として有用である。

ゲル・ペースト状物質は、化粧品、洗剤、軟膏薬、食品、塗料、接着剤などに広く使用されている。これらの作成では、増粘剤(ポリマー)と効能・機能を示す物質(被分散体)を均一に混合・分散させる必要があるが、粘性抵抗が高く、攪拌に力・エネルギーを要し、均一混合が難しいことが大きな解決課題である。MNのゲルを小片または微粒子にしたものを、被分散体溶液に

分散させると、攪拌開始後は低粘性で、時間と共に粘度が上昇する遅効型増粘剤として働き、ゲル・ペースト状製品の作成が可能となり、その際の使用エネルギー・力の節約と、装置の小型化も可能となる。

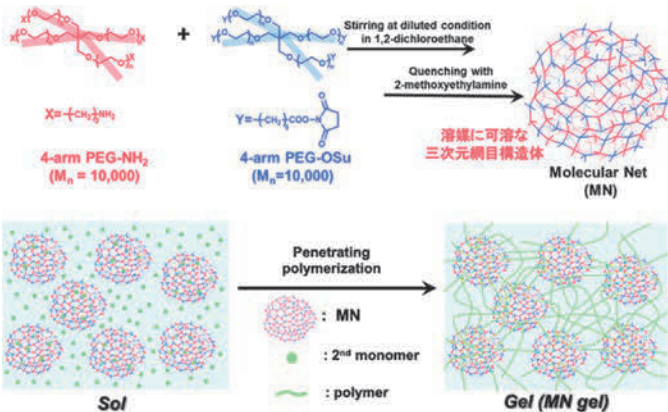


図1. MNゲルの調製

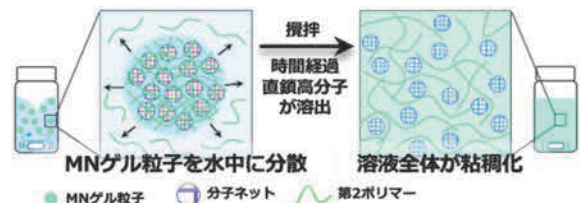


図2. MNゲル微粒子の遅効型増粘効果

**特許・論文**

## &lt;特許&gt;

「ゲル及びその製造方法」(特許第7427214号)

## &lt;論文&gt;

Y. Ohya et al., Synthesis of topological gels by penetrating polymerization using a molecular net, *Angew. Chem. Int. Ed.* 63(11), e202317045 (2024)

**研究者**

大矢 裕一

化学生命工学部 化学・物質工学科  
機能性高分子研究室

