

直線状銀樹の作製方法の検討

松江 菜央・長谷川 和人・堀 紗耶加・都築 葉名

要旨

異方性銀樹が作製可能な条件を検討した。その結果、硝酸銀水溶液にアスコルビン酸飽和水溶液を加えた金属溶液と、亜鉛板の組み合わせにおいて、銀樹の一部に異方性が確認された。

1. 緒言

金属樹とは、イオン化傾向が小さい金属イオンとイオン化傾向が大きい金属単体の反応により、イオン化傾向が小さい金属が、樹枝状に析出したものである。本研究の異方性金属樹とは、粒子の動きに制限がかけられることで、直線状に成長した金属樹のことである。直線状の形をした金属樹を作製する研究は、報告されているが、銅における作製方法のみである。また、異方性は、銅樹以外では確認されていない。本研究では、銅以外でも異方性金属樹は作製できるのではないかと仮定し、銀における異方性に着目し、金属溶液の種類や濃度を変えることで、その検証を行った。金属樹の生成は、拡散律速凝集といった分野で、数値シミュレーションの対象となっている。今回の異方性銀樹は、計算上のものを実際に実物として作製したことになる。今後、基礎研究の対象になり得る可能性がある。

2. 実験方法

【異方性金属樹の作製方法】

異方性金属樹の作製条件が、ガラスろ紙と錯イオンの、立体構造である。そのため、今回の金属樹作製は一般的な寒天を用いる方法ではなく、ガラスろ紙を用いる方法を採用した。錯イオンを含む金属溶液をガラスろ紙に浸し、その上に金属板を置き、金属樹が広がるまで数日間放置した。なお、観察しやすくするため、使用するガラスろ紙は予め墨汁で黒色に染色したものをを用いた。予備実験として、鉄板、亜鉛板を用いて銀樹を作製したところ、亜鉛板を用いて作製した銀樹の方が観察しやすい銀樹ができた。そのため、本研究の以下の実験では、亜鉛板を用いた。

3. 実験結果及び考察

《実験結果の表し方》 ×… 銀樹が生成しなかった ○… 通常の銀樹が生成した ◎… 一部に異方性銀樹が生成した

【実験1】 アスコルビン酸飽和水溶液 0.100(ml)に、硝酸銀水溶液を加えた溶液を用いて、銀樹を作製した。

表1 銀樹の作製方法

0.050mol/L 硝酸銀水溶液 (ml)	10.0	15.0	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5
実験結果	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	○

上記に示した◎の方法で銀樹を作製すると、異方性銀樹を銀樹の一部に作製できることが分かった。

【実験2】 エルソルビン酸飽和水溶液 0.100(ml)に、アスコルビン酸の立体異性体であるエルソルビン酸飽和水溶液を加えた溶液を用いて、銀樹を作製した。

表2 銀樹の作製方法

0.050mol/L 硝酸銀水溶液 (ml)	19.0	20.0	20.5	21.0
実験結果 < 1回目 >	×	○	/	○
実験結果 < 2回目 >	/	○		○

エルソルビン酸飽和水溶液に対して、硝酸銀水溶液の割合が高い溶液の方が、銀樹の作製に有効であると推測した。

【実験3】 0.050mol/L 硝酸銀水溶液 10.0(ml)に、NaCl 水溶液を少量加えて生成された沈殿が消失するまで、アンモニア水を加えてできた $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ を含む溶液を用いて、銀樹を作製した。

《結果》 異方性銀樹の作製を3回試みたが、全てのシャーレにおいて、通常の銀樹が生成された。

【実験4】 0.050mol/L 硝酸銀水溶液 10.0(ml)に、1.00mol/L の塩酸 0.500ml を加えて、さらに 0.500mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液 2.00(ml)を加えてできた $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ を含む溶液を用いて、銀樹を作製した。

《結果》 異方性銀樹の作製を3回試みたが、全てのシャーレにおいて、通常の銀樹が生成されなかった。

4. 結言

本研究では、先行研究と同様の作成方法で、異方性銀樹を銀樹の一部に作製することができた。表1, 2より、アスコルビン酸の立体構造が異方性銀樹作製の必要条件なのではないかと推測した。異方性金属樹は、生成過程で粒子の運動が制限されることにより、作製可能である。表3, 4で用いた銀イオン錯体がアスコルビン酸やエルソルビン酸の錯体より小さいため、粒子の運動を制限する力が小さくなり、異方性銀樹が作製できなかったのではないかと考えた。