

金属樹の形成と、条件による析出量・形状の変化

【Abstract】

This study deals with the shapes of metal dendrites. The term “metal dendrite” means metal crystal precipitated by differences in ionization tendencies of metallic elements. This study explores differences in the shapes of crystals with different types of metal plates and solutes. The results indicates that not only shapes but also metal precipitation speed depend on types of metal plates and solutes.

本研究では、金属樹（metal dendrite）の形成およびその形態の変化について検討した。金属樹とは、金属イオンが還元されて析出する際に樹枝状に成長する結晶構造を指す。本研究では、使用する金属板および溶液の種類や濃度の違いが析出の形態に与える影響を調べた。その結果、金属板と溶液の組み合わせにより析出速度および形状が大きく異なり、特に硝酸銀溶液と銅板を用いた場合に最も明瞭な金属樹が形成された。

【目的】

金属板や水溶液の種類および濃度によって生じる金属樹構造の違いを観察し、最も効率的に析出が進む条件を明らかにすることを目的とした。

実験 I 金属樹発生の確認

【方法】

1. 硝酸銀水溶液 (AgNO_3)、硫酸銅水溶液 (CuSO_4)、塩化スズ水溶液 (SnCl_2) をそれぞれ濃度 0.20 mol/L で調製する。
2. それぞれの溶液 100 mL に銅板を入れて反応させる。
3. 金属樹が析出する様子を連続的に観察する。

【結果】

AgNO_3 水溶液では、銅板上に銀が析出し、針状の金属樹が形成された。 SnCl_2 水溶液では、灰白色の銀の析出がみられたが、金属樹と見做せるほどの針状決勝は形成されなかった。 CuSO_4 水溶液では、鉄板を取り囲むような銅の赤褐色結晶が見られたが、樹枝状構造は確認されなかった。

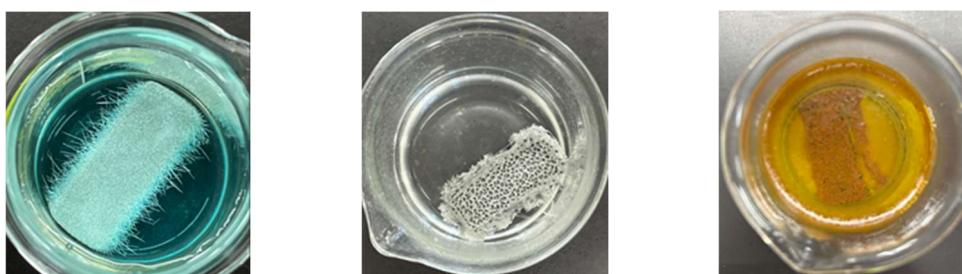


図1 実験Iでの析出の様子(右より硝酸銀水溶液、硫酸銅水溶液、塩化スズ水溶液)

【考察】

銀は析出時に針状構造をとりやすく、銅板上で安定して金属樹を形成した。その一方で、Cu および Sn では析出構造が不安定であり、金属によって安定な結晶構造が異なることが示唆された。

実験II AgNO₃水溶液の濃度変化による析出物の構造の違い

【方法】

1. AgNO₃水溶液を3種類の濃度
(0.010 mol/L、0.075 mol/L、0.050 mol/L)で調製する。
2. それぞれの溶液100 mLに銅板を入れて反応させる。
3. 金属樹が析出する様子を連続的に観察する。

【結果】

以下、それぞれの濃度における析出の様子を箇条書きで示す。

- 0.010 mol/L 一本一本が細く長い樹状構造をとった。
- 0.075 mol/L 枝分かれが多く、1本ずつの大きさとのバランスの取れた樹状構造となった。
- 0.050 mol/L 最も枝分かれが多く、体積が大きい構造となった。しかし、針状結晶の数がほかの条件より少なかった。



図2 実験Iでの析出の様子(右より 0.010 mol/L、0.075 mol/L、0.050 mol/L)

【考察】

溶液の濃度が高いほど反応速度が速く、析出する針状結晶は短く密集した。今回の実験で

検証した 3 種類の溶液の濃度の中では、 0.075 mol/L において、針状結晶の数と、1本ずつの大さきのバランスが最も良くなると評価された。

実験III AgNO_3 水溶液における極板変化による樹状構造の違い

【手順】

1. 0.075 mol/L の AgNO_3 水溶液を 100 mL 調製する。
2. 反応させる金属板に亜鉛 Zn と鉄 Fe を用いる。
3. 金属樹形成の有無を観察した。

【結果】

亜鉛板では金属樹が析出した。鉄板では析出は見られなかった。

【考察】

鉄はイオン化傾向が低いため銀の析出が進まず、金属樹は形成されなかった。亜鉛では、実験 I で銅板を用いて反応させた時より、銀イオンが効率的に還元され、明瞭な金属樹構造が観察された。

【総合考察】

本研究では、金属板と溶液の組み合わせ、および溶液濃度の違いが析出の形態に大きく影響することが確認された。特に硝酸銀溶液と銅板、または亜鉛板の組み合わせで針状の金属樹が安定的に形成された。

濃度が高すぎる場合は反応速度が過剰となり構造が乱れる一方、低濃度では析出量が不足する傾向が見られた。

【まとめ】

- ・最も明確な金属樹は 0.075 mol/L 硝酸銀水溶液と銅板の組み合わせで形成された。
- ・金属板の種類および溶液濃度は、析出形態および反応速度に大きな影響を与える。
- ・イオン化傾向の差が金属樹形成の主要因であると考えられる。

【今後の課題】

- ・反応条件（温度、時間など）の影響をより詳細に検討する。
- ・溶液作成時の手法や濃度管理を改善し、再現性の高いデータを得る。
- ・他の金属溶液との比較実験を行う。