

平面展開による銅樹の成長過程における経時変化（白化・緑化）の研究



石川県立小松高等学校

1. 研究背景・目的

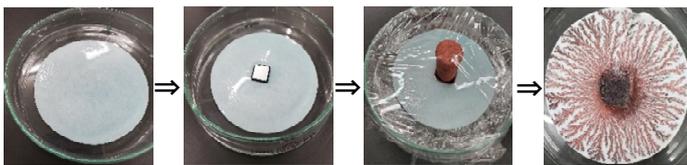
平面金属樹（銅樹）が生成中に劣化、消滅してしまう現象が確認できたため、そのメカニズムを解明することで、銅樹を安定して生成する方法を確立することを目指した。

先行研究

塩化銅(II)水溶液を用いて銅樹を生成すると $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{CuCl}$ という反応が起こり塩化銅(I)が生じる。(銅樹の白化現象)



2. 銅樹の生成方法



0.5mol/Lの
塩化銅(II)aq
1.5mL

亜鉛板

ゴム栓とラップ
で固定

銅樹が析出

銅樹はろ紙とガラス面の間に析出する。

3. 実験

生成開始6時間経過後の操作



- I. 亜鉛版を取り除く
- II. ろ紙上の水溶液を洗い流す
- III. 亜鉛版と水溶液の双方を取り除く
- IV. 何もしない

4. 結果①

実験 I

時間が経過するにつれ銅樹がなくなり析出していた場所に緑色の物質が生じた。

亜鉛を取り除く

30分後(裏)

30分後(表)

2週間後



写真1

写真2

写真3

写真4

5. 結果②

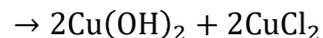
- ・実験II, 実験IIIでは、析出した銅が消えずに残った。
- ・実験IVでは、緑化が起こるものもあれば起こらないものもあった。

6. 考察

実験Iの写真2,3にある銅樹先端の黄緑色の物質は先行研究にある塩化銅(I)が生じた後、空気酸化されたものと考えられる。



写真4にある緑色の物質は塩化銅(I)の空気酸化が十分に進み、
 $4\text{CuCl} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



と考えられる反応を経て生じた水酸化銅(II)やそれがさらに変化した緑青であると考えられる。



7. 結論

- ・塩化銅(II)水溶液を用いて銅樹を生成すると、生成した銅が消え緑色の物質に変化するのは、電子の供給不足に陥った銅が水溶液中の銅(II)イオンと反応することで生じる塩化銅(I)が空気中の酸素や二酸化炭素と反応し最終的に水酸化銅(II)や緑青に変化するからである。
- ・銅樹を安定して作成するには、銅樹の劣化前に、ろ紙から塩化銅(II)水溶液を洗い流し、析出した銅が Cu^{2+} と反応するのを防げばよい。

8. 今後の展望

- ・銅樹が生成するうちのどの段階で劣化が始まるのかを明らかにする。
- ・還元剤による酸化抑止効果を調べる。

9. 参考文献

- ・平面展開による金属樹の保存とイオン化傾向の理解
東京都立葛西工業高等学校 名前は特定できないようにしています
- ・銅金属葉の白化
TXテクノロジー・ショーケースInつくば2010

平面展開による金属樹（銅樹）の成長過程における経時変化（白化・緑化）の研究

抄録

本研究では、塩化銅(Ⅱ)と亜鉛を用いてろ紙上に銅樹を平面展開させ、その過程における劣化（緑化）の仕組みを明らかにし、安定して銅樹を作る方法の確立を目指した。研究の結果、銅樹を人為的に劣化させ、その仕組みを考察することができた。

1. 研究の背景と目的

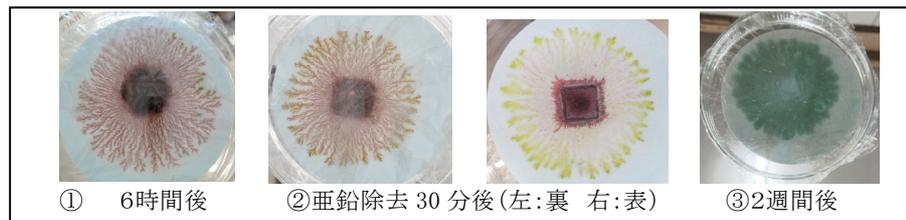
銅樹をろ紙上に平面展開させる研究報告や溶液中の銅樹の劣化（白化）に関する研究報告はあるが、銅樹の消滅（緑化）に関する報告は見当たらなかった。本研究の目的はその銅樹の緑化による消滅のメカニズムの解明、またどうしたら安定して銅樹が生成されるのかを明らかにすることである。

2. 方法

塩化銅(Ⅱ)水溶液をしみこませたろ紙上に亜鉛板を乗せることで銅樹を平面上に析出させた。この方法で銅樹を作成し、半日後に亜鉛板を取り除く、ろ紙から水溶液を取り除く、その双方を取り除く、手を加えない、の4種で時間経過による変化（劣化）を調べた。

3. 結果

ろ紙上から亜鉛板を取り除いたものでは、銅樹の劣化が進み、はじめは黄緑色、その後は深緑色に変化し、最終的に銅樹は消滅してしまった。



4. 考察

②は先行研究より、白化現象による塩化銅(Ⅰ)であると考えられる。その仕組みは、
$$\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{CuCl}$$
（本来白色だが、空気酸化で一部が塩化銅(Ⅱ)となっている）
③は水に不溶性であったことや色から空気酸化により
$$4\text{CuCl} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{CuCl}_2$$
 という反応が起こり水酸化銅(Ⅱ)が生成したもの、あるいはそれが空気中の二酸化炭素と反応することで炭酸銅(Ⅱ)の混入した緑青まで変化したものと考えられる。

5. 結論

銅樹の劣化は、亜鉛板からの電子供給が不足する銅樹先端から銅が白化して塩化銅(Ⅰ)になり、空気酸化したことにより水酸化銅(Ⅱ)になることで起こる。またその水酸化銅(Ⅱ)が空気中の二酸化炭素と反応することで緑青が発生する。よって銅樹を劣化させることなく安定して作成するには、銅樹がある程度まで生成した時点でろ紙から塩化銅(Ⅱ)水溶液を洗い流すことで析出した銅が Cu^{2+} と反応するのを防ぐのがよい。

6. 参考文献

平面展開による金属樹の保存とイオン化傾向の理解 東京都立葛西工業高等学校

名前は特定できないようにしています

銅金属葉の白化 TX テクノロジー・ショーケース In つくば2010

7. キーワード

金属樹 白化 緑化