

銅鏡反応

橋本 翼

【概要】

教科書を見て、銀鏡反応に興味を持ち、その発展として銅鏡反応を行いました。

私は、「フェーリング液とホルマリンを用いて銅鏡を析出する実験」を、試験管を用いて行いましたが、液面のみの銅の析出で銅鏡にはなりませんでした。その一方で銅の析出は確認できたので、容器をビーカーに変え、同じ実験を行ってみました。すると、ビーカーの内壁全面に銅が析出し、鏡状になりました。しかし、銅鏡の析出したこの実験も、ホルマリンが少なすぎると黒ずんでしまい、銅鏡とはいえないものになってしまうことが分かり、以上から、用いる容器やホルマリンの分量に大きく影響されることが分かりました。

When I was reading the chemical textbook, I was interested in the silver mirror reaction. So I did a study of the copper mirror reaction that is a development of the silver mirror reaction.

I did an experiment "Deposition of copper mirror with fehling's solution and formalin" with test tube. But copper is only appeared near the solution's surface, it's not copper mirror. On the other hand, I could confirm the deposition of copper. So I used a beaker instead of a test tube to do a same experiment. Then copper is appeared all inside of the beaker, and it made a mirror. But even the experiment which could make a copper mirror, if the formalin is too little, inside of the beaker became black, in other words, it became the other thing which we cannot say copper mirror. I found it that the above says "the copper mirror reaction is widely influenced the vessel that we use and a quantity of formalin."

【動機】

あるとき、教科書を見ていると、銀の化合物を、還元剤を用いて鏡状に析出する銀鏡反応を見つけました。この内容を見て、「身近にある鏡は、こうやって作られるのか、これを作ってみようかな」と思うようになりました。そして、この実験を使って実験を行おうと考えました。その後、銀から、銅、鉛、・・・とイオン化傾向の大きい物質の化合物に変えていき、どこまで鏡状に析出できるかという実験を行っていきました。しかし、銀の次にイオン化傾向の大きい銅の析出実験で、ホルマリン混合液を加熱部分に接触させる実験、ホルマリンを用いて、傷つけた内壁に銅鏡を析出させる実験、といった2つの実験を行いまし

たが、前者はただの焦げた跡にしか見えない銅の析出のみ、後者は溶液の液面部分だったところのみの銅の析出となり、どちらもうまくいきませんでした。そのため、実験が滞ってしまい、銅、鉛、スズ、・・・といったように進めていくことが出来ませんでした。そこで、どの物質まで鏡状に出来るかではなく、どのようにすれば銅を鏡状に還元できるだろうかといった銅鏡反応の研究に路線を変更しました。

以上のことから、銅鏡反応の実験を行うことにしました。

【実験器具・薬品】

試験管、ビーカー、ガスバーナー
フェーリング液、ホルマリン、塩化スズ(II)、

硝酸銀、硫酸銅(Ⅱ)五水和物、アンモニア水、アスコルビン酸

【実験方法】

① ホルマリン混合液を加熱部分に接触させる方法

- (i) 反応に用いる試験管の内壁を水でぬらす。
- (ii) 駒込ピペットでフェーリング液 1 ml を試験管の内壁に付着させないようにとる。
- (iii) 駒込ピペットでホルマリン 2～3 滴をこの試験管の内壁に付着させないようにとり、フェーリング液と混ぜる。
- (iv) 混合液の液面より 3～4 cm 上部の試験管のガラス壁をガスバーナーで加熱する。加熱部分の (i) で付着させておいた水が完全に蒸発したところで加熱を止める。
- (v) 試験管を傾けて混合液を加熱部分に接触させる。

② ホルマリンを用いて、傷つけた内壁に銅鏡を析出させる方法 (試験管)

- (i) 傷ついた試験管を用意する。
- (ii) 少量の 1% 塩化スズ(Ⅱ)水溶液ですすぐ。
- (iii) 少量の 1% 硝酸銀水溶液ですすぐ。
- (iv) フェーリング液 3 ml をこの試験管にとる。
- (v) ホルマリン 3 ml をとり、フェーリング液と混ぜる。
- (vi) 試験管を熱湯中につけ、静置する。

③ ホルマリンを用いて、傷つけた内壁に銅鏡を析出させる方法 (ビーカー)

- (i) 傷ついたビーカーを用意する。
- (ii) 少量の 1% 塩化スズ(Ⅱ)水溶液ですすぐ。
- (iii) 少量の 1% 硝酸銀水溶液ですすぐ。
- (iv) フェーリング液 2.5 ml をこの試験管にとる。
- (v) ホルマリン 2.5 ml をとり、フェーリ

ング液と混ぜる。

(vi) 試験管を熱湯中につけ、静置する。

④ ビタミン C を用いて、傷つけた内壁に銅鏡を析出させる方法

- (i) 傷ついたビーカーを用意する。
- (ii) このビーカーに 0.1 mol/l 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 30 ml をとる。
- (iii) さらに 2 mol/l アンモニア水 10 ml を加えて銅アンモニア水溶液とする。
- (iv) 10% ビタミン C 水溶液 10 ml を加えて沸騰水中に浸す。

【実験結果】

① 加熱後、銅は析出してはいるものの、黒ずんでしまい、さらには、析出した銅にも光沢はなく、鏡とは呼べないものとなりました。

② 銅を析出することが出来たといえば出来ているのですが、ごく僅かしか析出していません。ちなみに、析出した部分は、溶液の液面部分でした。そのため、銅は析出されましたが、銅鏡を試験管で作ることは出来ませんでした。

③ 加熱するとともにホルマリンが気化し、それにつれてビーカーが少しずつ黒ずんでいき、更に少し時間が経つことで、銅が少しずつ析出し、5分程で、試験管の時のように液面のみではなく、液の触れている面全体に鏡のように銅が析出しました。

④ アスコルビン酸を加えるとすぐに、硫酸銅(Ⅱ)水溶液の水色から黄緑色の溶液に変わり、加熱することで、水溶液は赤褐色に変色しました。しかし、赤褐色の沈殿が発生しただけで、銅鏡は析出しませんでした。

【考察】

① ほとんど焦げ跡でしたが、銅の析出は確認できたので、ホルマリンの量をもっと多くすれば、更に析出するのでは、と考えました。

② 液面付近のみとはいえ、きれいな銅が析

出しており、これもまた、ホルマリンの量を多くすれば、更に析出するのでは、と考えました。

③ 液面全体にまんべんなく析出されましたが、あるときに実験を行うと、銅鏡が析出されず、液面全体が焦げ跡のようになったことがありました。後の調べで、焦げ跡のようになった原因が、ホルマリンの不足であることがわかりました。しかし、そのときのホルマリンの量が、本来用いる量とそれほど変わらなかったため、この実験で銅鏡を析出させる条件として、使用するホルマリンの量が、使用するフェーリング液と等量、もしくはそれ以上であることである、ということが考えられました。

④ 前述のように赤褐色の沈殿しか発生せず、また、この実験は、他3つと違い、液面に何も付着しませんでした。これから、この実験は、析出した赤褐色沈殿を銅と仮定すると、アスコルビン酸の還元力が強すぎたために反応速度が速くなってしまい、銅鏡を作ることが出来なかったのでは？と考え、(a) 薄い濃度のアスコルビン酸水溶液を用いる実験、(b) アスコルビン酸よりも還元力の弱いグルコースを還元剤に用いる実験、(c) 同じくアスコルビン酸よりも還元力の弱いシュウ酸を還元剤に用いる実験、以上の3つの実験を行いました。しかし、順に、(a) 元のとくと変わったところがない、(b) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液の水色を保ったまま何の変化も示さない、(c) 青白色の沈殿物の発生のみ、といった結果となりました。

以上のことから、アスコルビン酸は、還元力が強すぎて、銅の析出はできるが銅鏡を析出することはできず、グルコースとシュウ酸は、還元力が弱すぎて、硫酸銅(Ⅱ)を銅に還元するまでの還元力すらもたない、と考えました。

【感想】

銅鏡反応を行う前に、まず銀鏡反応がどの

ように起こるのかを実験で確認したのですが、自分が実験を行ったときには、なかなか銀鏡が出来なかったのに対して、ほぼ同じ方法の授業の実験では、あまりに簡単に銀鏡が出来てしまったので、とても不思議に感じました。

銅鏡を析出させることが出来なかった実験について、いろいろと条件を変えて実験を行いました。銅鏡を析出させることが出来なかったうえに、銅粉と思われる赤色沈殿物が析出していた最初の結果からも遠のいてしまったので、とても残念に思いました。

銅鏡の析出に成功した実験は1つだけでしたが、きれいな銅鏡を作ることが出来て、今までやってきた実験が決して無駄ではなかったと感じられました。

【参考資料】

『科学フォーラム』 野曾原友行

東京理科大学

『化学実験虎の巻』 日本化学会編

『続実験による化学への招待』

日本化学会訳編