

銅を使った黄色ガラスの可能性～温度変化とコロイド形成～

化学班: 岸田 涼太

Abstract

The purpose of this study is to reveal the relationship between the fabrication conditions and the formation of copper monoxide particles inside the glass in glasses using copper for coloring, and to create a new yellow glass using copper. The experiments show that heating time changes the shade of color, and the additive carbon changes the color of the glass itself. Therefore, this study concludes that the amount of copper monoxide particles deposited depends on the heating time, and the form of copper precipitation inside the glass depends on the additives. Future challenges will be to investigate the effects of heating temperatures and other additives.

要約

本研究の目的は、銅を着色に使ったガラスにおいて、その作製条件とガラス内部の一酸化銅微粒子の形成の関係を明らかにし、新たに銅を使った黄色のガラスを作製することである。実験によって、加熱時間は色の濃淡を、添加物の炭素はガラスの色自体を変化させるということが分かった。従って、一酸化銅微粒子の析出量は加熱時間に、ガラス内部の銅の析出形態は添加物によって変化すると結論付けられた。今後、加熱温度や他の添加物による影響を調べることが課題である。

1. はじめに

ガラスの着色剤には主に金属が使われており、中でも特に黄色ガラスの着色剤であるカドミウムなどの有害物質は、近年の環境意識の高まりによって輸入が規制されてしまっている。また、数ある金属の中でも銅は多くの発色に関わっており、その形態は銅イオン、金属銅、一酸化銅微粒子など様々だ。先行研究では、ガラス中の金属微粒子はそのサイズによって発色が変わるということ、また、基礎ガラスや加える添加物によって発色が変わることが明かされている。そこで、一酸化銅微粒子に着目し、その形成と温度変化の関係を明らかにすることによって低コストかつ環境に配慮した新たな黄色ガラスを作れないかと考えた。本研究ではガラスの冷却温度・加熱時間を段階的に変化させる実験と添加物として炭素を加える実験を行い、銅を使った黄色ガラスの作成方法を模索した。

2. 研究手法

○材料

試料1: 二酸化ケイ素17.3%(質量%)、酸化亜鉛9.20%、硼砂46.2%、炭酸ナトリウム23.1%、酸化銅(I) 0.0400%、塩化スズ(II)4.00%、硫酸マグネシウム0.0551%

試料2: 二酸化ケイ素19.4%、酸化亜鉛0.324%、硼砂51.8%、炭酸ナトリウム25.9%、酸化銅(I) 0.0648%、塩化スズ(II)1.64%、硫酸マグネシウム0.0551%、炭素0.230%

上記の割合で薬品を電子天秤で量った後、すべて乳鉢に入れてよく混ぜ、試料1、試料2を作成した。

≪実験1≫

①4.0gに量り取った試料1を坩堝に入れ、マッフルとガスバーナーを用いて予熱なしの25分、予熱ありの23分、22分、21.5分、19分間の加熱時間でそれぞれ焼成した。最高温度690℃(放射温度計によって計測)。

②焼成した試料を金属皿で十分冷却し、各試料の発色の違いを比較した。

≪実験2≫

①試料1を4.0gに量り取り、≪実験1≫と同様に690℃で30分間焼成した。

②焼成した試料を2.0℃、22.8℃(室温)、60℃、99℃の温度の水を用いて冷却し、各試料の発色の

違いを比較した。

《実験3》

- ①試料2を4.0gに量り取り、《実験1》と同様に690℃で25分間焼成した。
- ②焼成した試料を金属皿で十分冷却し、試料の発色を観察した。

3. 結果

《実験1》

予熱なしで25分間燃焼した試料は深赤色、予熱ありで23分、22分、21.5分間焼成した試料は赤褐色、21分間焼成した試料は淡褐色、19分間焼成した試料は無色となった



図1: 《実験1》で焼成したガラス

ス

《実験2》

2.0℃、22.8℃、60℃、99℃のどの温度の水で冷却した試料も無色となった。



図2: 《実験2》で焼成したガラス(冷却温度22.8℃)

《実験3》

焼成した試料2が試料1と比べてより茶色味がかかった色に発色した。



図3: 《実験3》で焼成したガラス

4. 考察

《実験1》より、加熱時間を変化させるとガラスの発色要因である一酸化銅微粒子の析出量が増減し、発色の濃淡が変化すると考えられる。また、《実験2》より、ガラスの発色には、冷却時の温度変化が重要であると考え、水による冷却は、金属皿によるものに比べて温度変化が急激であったために発色は起こらなかったと考える。《実験3》より、試料に添加物として炭素を加えたことによって、ガラス中に一酸化銅微粒子ではなく金属銅が析出し、ガラスの色彩自体が変化したと考える。

5. 結論

加熱時間を変化させることにより、ガラスの色の濃淡は変化させることができるが、水を用いた冷却時の温度調節によってガラスの色を変えることはできない。また添加物として炭素を加えることによって銅の析出する形態を変化させることができ、今度は、添加物や他の手段によってガラスの色彩自体を黄色に近づけるのが課題。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

- 菊川匡・阿部善也・中村彩奈・中井泉(2014).「古代エジプトの銅赤ガラスの着色要因の解明と製法に関する考察」.『分析化学』,63(1),31-40
角野広平(2009).「ガラスの光学的性質 II」.『NEW GLASS』,24(2),66-72
境野照雄・森谷太郎(1961)「銅赤ガラスの発色過程に関する研究」.『窯業協曾誌』,69(792),434-438
日本山村硝子株式会社.北山正男・平元宏.「ソーダライムシリカ系銅赤ガラスの製

造用バッチ組成物及び該ガラスの製造方法」.特開平10-316450.2007-04-11

大阪府立泉北高校(2021).「金属イオンを利用した色ガラスの作成」.SSH生徒研究発表
会社サングラス."ガラス原料あれこれ".ガラス工芸広場.

2008-02-01.<http://www.glass-kougeihiroba.jp/arekore/index.html>.(参照2023-12-20)

株式