

色ガラスの作製【第3報】

～紅一点を目指して～

熊本県立熊本工業高等学校 化学部

1 研究の動機と目的

昨年度までの研究で、ガスバーナーには個体差があることや、1つのガスバーナーでガス・空気調節ねじの回転数を統一すると、色ガラスの色とCuOの添加量には関係があるなどのことが分かっている。しかし、将来的に熊工10科の色を表現したいと考えているが、赤色の色ガラスが必要不可欠である。そこで今回は、安全面やコストの面を考えて銅粉だけを用い、添加量やガスバーナーの回転数を変えることで、赤系の色ガラスが得られるのではないかと思い研究を行った。

2 研究方法

- (1) 酸化鉛(Ⅱ) 13.4 g、廃ガラス 2.6 g、ホウ砂 8.0 g、そこに今回の研究目的である銅粉 Cu を乳鉢に入れ、よくかき混ぜながらすり潰す。
- (2) るつぽに(1)の混合物を入れ、マッフルにセットする。※るつぽに銅線を巻く。
- (3) 弱火で加熱(10分)→観察→強火で加熱(10分)→観察(温度測定)→取り出し準備(るつぽの蓋を加熱)
- (4) 融解物をるつぽの蓋に取り出し冷却する。

3 研究結果と考察

研究1：「銅粉の添加量と色ガラスの色との関係」

＜仮説＞銅粉を用いれば銅赤色の色ガラスが得られるのではないかと？

- (1) 廃ガラス 2.6 g に銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{ mol}$ (0.0207 g) を混合し、ホウ砂 8.0 g、酸化鉛(Ⅱ) 13.4 g を加え、弱火の加熱はガスバーナーのガス調節ねじ 0.5 回転・空気調節ねじ 0.5 回転で 10 分間、強火の加熱はガス調節ねじ +0.25 回転・空気調節ねじ +1.5 回転で 10 分間加熱し、色ガラスを作製した。(銅粉の添加量とガスバーナーの回転数は、CuO で中間色が出ていたものを参考にした)

＜結果＞黄色系の色ガラスが得られた。

【考察】赤系の色ガラスができないため、銅粉の添加量を変える必要があると考えられる。

- (2) (1)の結果を基に、銅粉の添加量だけを変えてそれぞれ色ガラスを作製した。

＜結果＞黄～黄緑色系の色ガラスが得られた。

【考察】銅粉の添加量だけを変えても赤系の色ガラスができないことが分かった。

研究2：「ガスバーナーの回転数と色ガラスの色との関係」

＜仮説＞ガスバーナーの異なる回転数で加熱すると赤系の色ガラスができるのではないかと？

- (1) 銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{ mol}$ を混合したものを、ガスバーナーで弱火 10 分(ガス・空気 0.5 回転)加熱し、強火 10 分のガスバーナーの回転数だけを変え、それぞれ色ガラスを作製した。
(強火の回転数は、先行研究で行った CuO で中間色の緑と青緑と黄色の回転数を参考にした)

＜結果＞全て黄色系の色ガラスが得られた。

【考察】CuO で見られた色の多様性は、今回用いた銅粉では、ほとんど見られないことが分かった。

研究3：「ホウ砂・酸化鉛(Ⅱ)の添加量と色ガラスの色との関係」

＜仮説＞ホウ砂や酸化鉛(Ⅱ)が銅粉の発色に影響を与えているのではないかと？

- (1) ホウ砂の添加量だけを変え、銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 混合したものを、ガスバーナーで弱火 10 分(ガス・空気 0.5 回転)・強火 10 分(ガス +0.25・空気 +1.5 回転)加熱し、色ガラスを作製した。

《結果》全て黄色系の色ガラスが得られた。

【考察】ホウ砂は、銅粉の発色に影響を与えていないことが分かった。

(2) 酸化鉛 (Ⅱ) の添加量だけを変え、銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{mol}$ 混合したものを、ガスバーナーで弱火 10 分 (ガス・空気 0.5 回転)・強火 10 分 (ガス+0.25・空気+1.5 回転) 加熱し、色ガラスを作製した。

《結果》酸化鉛 (Ⅱ) の添加量が減るにつれて、黄色から淡黄色系の色ガラスが得られた。酸化鉛 (Ⅱ) なしの場合は、粘性が高く、るつぽから取り出すことができなかったが、色ガラスの周りが少し青くなり、中心部分に赤系の色が見られた。

【考察】酸化鉛 (Ⅱ) が銅粉の発色に影響を与えていることが分かる。

(3) 廃ガラス 2.6 g に銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{mol}$ だけを混合し、ガスバーナーで弱火 10 分 (ガス・空気 0.5 回転)・強火 10 分 (ガス+0.25・空気+1.5 回転) 加熱し、色ガラスを作製した。

《結果》色ガラスの周りが青系で、中心が赤系の色が見られた。また、ホウ砂・酸化鉛 (Ⅱ) を無しにすると色の違いが顕著に表れた。

【考察】色ガラスの周りが青系に変化していることから、銅粉が弱火の加熱で酸化し、酸化銅 (Ⅱ) に変化していると考えられることができる。

研究 4 : 「弱火の加熱時間と色ガラスの色との関係」

＜仮説＞弱火の加熱時間を短くすれば、銅粉の酸化を防ぐことができるのではないかな？

(1) 廃ガラス 2.6 g に銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{mol}$ だけを混合し、ガスバーナーで弱火 1 分 (ガス・空気 0.5 回転)・強火 10 分 (ガス+0.25・空気+1.5 回転) 加熱し、色ガラスを作製した。

《結果》銅赤色系の色ガラスが得られた。

【考察】再現性を確認する必要がある。しかし、ガスバーナーに問題が生じた為、(2)を行った。

(2) 廃ガラス 2.6 g に銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{mol}$ だけを混合し、ガスバーナーで弱火 10 分 (ガス・空気 0.5 回転) 加熱し、強火のガスバーナーの回転数をそれぞれ変え 10 分加熱後、温度測定を行った。

《結果》各回転数ごとの平均値の差を計算すると、一カ所温度が低下した部分はあるが、大幅に温度が上がっていた。

(3) 廃ガラス 2.6 g に銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{mol}$ だけを混合し、ガスバーナーで弱火 (ガス・空気 0.5 回転) の時間を 10・5・2 分でそれぞれ加熱し、強火 10 分のガスバーナーの回転数をそれぞれ変えて、色ガラスを作製した。

《結果》弱火の加熱時間が短くなると、銅赤色系の色ガラスになる傾向がある。

【考察】青色系は、先行研究で CuO 特有の色ガラスの色であり、弱火の加熱によって銅粉が酸化している可能性が十分にある。

(4) 廃ガラス 2.6 g に銅粉 $3.25 \times 10^{-3} \text{mol}$ (通常の 10 倍) だけを混合し、ガスバーナーで弱火 10 分 (ガス・空気 0.5 回転) 加熱する際、1 分ごとにくつぽ内の観察を行った。(銅粉 $3.25 \times 10^{-4} \text{mol}$ では、黒色への変化が分かりにくいため、添加量を 10 倍に増やした)

《結果》加熱 4 分までは大きな変化がないが、5 分経つと、試料の周りが少しずつ黒変していった。

【考察】銅粉が酸化する前に、廃ガラスの中へ融かす必要性がある。

4 まとめ

①廃ガラスにホウ砂・酸化鉛 (Ⅱ) を用いると、銅粉の添加量やガスバーナーの回転数を変えても色の幅が狭い。

②酸化鉛 (Ⅱ) が銅粉の発色を抑制するような働きがある。

③銅赤色系の色を出すためには、弱火の加熱時間が重要である。今後の課題として銅赤色系の色ガラスを作製できたが、鮮やかな赤ではないため、別の試料を検討する余地がある。