

色ガラスの作製 ～CuO で最大限の色を～

熊本県立熊本工業高等学校 化学部

1 研究の動機と目的

本校化学部は、昨年度末より色ガラスを作製していた。その中で、酸化銅(Ⅱ)CuO の添加量を変えれば異なる色が発色することがあった。このことから、酸化銅(Ⅱ)CuO だけでもたくさんの色を表現できるのではないかと考えた。また、それが可能であれば、少ない種類の化合物でも、本校 10 科の色を色ガラスで表現できるのではないかと考えた。そこで、まずは添加物に「酸化銅(Ⅱ)CuO だけを用いて、最大限に色を引き出す」ことを本研究の目的とした。

2 研究方法

- (1) 酸化鉛 13.4g、廃ガラス 2.6g、ホウ酸ナトリウム 8.0g、そこに今回の研究目的である酸化銅(Ⅱ)CuO 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 → 取り出し準備
- (4) 融解物をるつぽの蓋に取り出し冷却する。

上記の方法で色ガラスを作製し、次の研究を行った。

研究 1 : 「色ガラスの色と酸化銅(Ⅱ)CuO とモル数の関係」

研究 2 : 「色ガラスの色とガスバーナーの火力との関係」

3 研究結果と考察

研究 1 : 「色ガラスの色と酸化銅(Ⅱ)CuO とモル数の関係」

<仮説> 酸化銅(Ⅱ)CuO の添加量を変えると色ガラスの色のグラデーションができるのではないかと考えた。

- (1) 酸化銅(Ⅱ)CuO を 2.00×10^{-4} 、 3.00×10^{-4} 、 4.00×10^{-4} mol をそれぞれ混合し、加熱・冷却後、色の比較を行った。

《結果》 2.00×10^{-4} mol (黄色)、 3.00×10^{-4} mol (黄緑色)、 4.00×10^{-4} mol (青緑色)であり、 3.00×10^{-4} mol と 4.00×10^{-4} mol で大きな色の差が生じた。

【考察】 3.00×10^{-4} ～ 4.00×10^{-4} mol の間で緑色が発色するのではないかと考え、(2)を行うことにした。

- (2) (1)の結果を基に、酸化銅(Ⅱ)CuO を 3.25×10^{-4} 、 3.50×10^{-4} 、 3.75×10^{-4} mol をそれぞれ混合し、加熱・冷却後、色の比較を行った。

《結果》 色のグラデーションができなかった。また、添加したモル数が同じでも再現性がなく、 3.25×10^{-4} mol のばらつきが最も大きかった。

【考察】これまでの研究は、3つのガスバーナーを使い、お互いに比較しながら弱火を設定していた。強火ではマッフルを下から覗いて赤く加熱されているか確認したり、ガスバーナーの音を確認したりすることで火力を調整していた。このことから、火力(加熱温度)の差が影響している可能性があり、次の研究 2 を行った。

研究 2 : 「色ガラスの色とガスバーナーの火力との関係」

<仮説> 各ガスバーナーによって火力(加熱温度)の差があるのではないかと考えた。

- (1) 各 3つのガスバーナーのガス・空気調節ねじの回転数を揃えて炎の観察を行った。

《結果》 同じ回転数でもガスバーナーによって、火力の差が生じていることが分かり、後半 10 分の強火については内炎の高さの差が大きいことが分かった。

【考察】 同じ火力で色ガラスを作製するのであれば、1 つのガスバーナーを用いる必要性がある。

＜仮説＞ 同じ火力(加熱温度)であれば、同じ色の色ガラスができるのではないかな？

(2) 1 つのガスバーナーについて回転数を統一し、研究 1 (2) で最もばらつきの大きかった 3.25×10^{-4} mol を添加した色ガラスを 3 回作製した。(回転数は、ガス 0.5 回転・空気 0.5 回転で 10 分加熱し、さらにガス+1.5 回転・空気+1.25 回転で 10 分加熱した)

《結果》 3 回とも同じ色の色ガラスが作製できた。

【考察】 火力が同じであれば、同じ色の色ガラスを作製することが可能であることが分かった。

＜仮説＞ 添加する酸化銅(Ⅱ)CuO のモル数が同じでも火力(加熱温度)が変われば、複数の色の色ガラスを作製することができるのではないかな？

(3) ガス 0.5 回転・空気 0.5 回転の弱火で 10 分間加熱した後、強火のガス・空気調節ねじの回転数を変えて色ガラスを作製した。(添加した酸化銅(Ⅱ)CuO は、全てばらつきの大きかった 3.25×10^{-4} mol である。)

《結果》 同じモル数でも火力によって多数の色の色ガラスを作製することができた。

【考察】 ガスの量に対して空気の量が多いと、内炎が低くなることが分かり、火力の違いによって、多数の色の色ガラスができることを確認できた。

追加実験 ＜仮説＞ (3) で作製した色ガラスを別の回転数で加熱・冷却を繰り返した場合、回転数に対応した色が得られるのではないかな？

《結果》 回転数を上げていった場合は、再現性が見られた。逆の場合は見られなかったが、再加熱を繰り返すと再現性が確認できた。

＜仮説＞ 火力を揃えることができたので、今度こそ酸化銅(Ⅱ)CuO の添加量を増やすと色ガラスの色のグラデーションができるのではないかな？

(4) 弱火はガス 0.5 回転・空気 0.5 回転、強火はガス+0.25 回転、空気+1.5 回転の火力で、酸化銅(Ⅱ)CuO の添加量を変え、それぞれ色ガラスを作製した。また、作製した色ガラスの色の評価も行った。

※ 色の評価について
PCCS を用いて評価し、これを RGB 値に変換して評価した。

《結果》 色ガラスは、断面を見て評価し、 3.75×10^{-4} mol は、少しムラがあるので除外して考えた。研究 1 と比べると綺麗なグラデーションができた。

【考察】 空気の回転数をさらに+0.25 回転した場合では、グラデーションになったため、人の往来による炎のゆらぎが関係している可能性がある。

4 まとめと今後の課題

- ① 同じモル数でも火力によって色ガラスの色に違いがある。
- ② ガスバーナーの回転数を統一すると、色ガラスの色と添加物である酸化銅(Ⅱ)CuO のモル数には関係がある。
- ③ 酸化銅(Ⅱ)CuO だけで熊工 10 科中 4 科分の色を確認することが出来た。

今後の課題として、何度で加熱すると何色になるのか調べてみる必要があり、残り 6 科の色を酸化銅(Ⅱ)CuO だけでなく、他の化合物も検討する必要がある。また、色ガラス作製の活動初期は、色ガラスで 10 科の色を現した校章を作りたいと考えていた。しかし、色々と検討はしてみたが、石膏の型から色ガラスがきれいに外れないため、改善策を模索していきたいと考えている。