

炎色反応の固形燃料より生成した物質の定性分析

兵庫県立神戸高等学校 自然科学研究会化学班
曾谷太一 渋谷英太郎 田原寛文 柊井啓貴 松本翔太

1. 研究動機

我々は青少年のための科学の祭典にて、炎色反応する固形燃料の実験を紹介した。そのさい、塩化銅（Ⅱ）を含む固形燃料を燃やしていると、褐色の球体が複数生成した（図1）。我々は、この球体の成分は何か、どのように生成したのか、ということに興味を持った。そういった経緯から、この球体について定性分析を行うことにした。



図1

2. 炎色反応の固形燃料の作り方

- ①ステアリン酸、炎色反応を起こす塩類、メタノールを1：1：20の割合で用意する。
- ②メタノールをビーカーで70℃になるまで湯せんし、
ステアリン酸と炎色反応を起こす塩類を加え、数分間かき混ぜて溶かす
- ③それを半分に切ったスチール缶に注ぎ、冷やして固める。

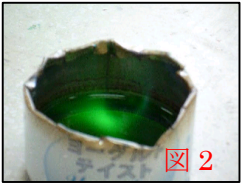
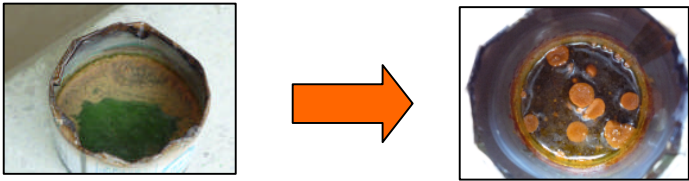


図2

3. 謎の球体の生成の様子



4. 仮説とその検証の方法と結果

- ①仮説「褐色の物体はFeCl₃ではないか」

【検証方法】 水に溶かして、AgNO₃ K₃[Fe(CN)₆] K₄[Fe(CN)₆] の各水溶液を加え、成分イオンを確かめる。

結果①：

	生成してすぐの物質の懸濁液	生成した物質の一週間後の水抽出液
ヘキサシアノ鉄（Ⅲ）酸カリウム	変化なし	変化なし
ヘキサシアノ鉄（Ⅱ）酸カリウム	濃青色沈殿	変化なし
硝酸銀	わずかに白くにごる	わずかに白くにごる

- ②仮説「ステアリン酸鉄（Ⅲ）ではないか」

【検証方法1】 希硝酸に溶かして、AgNO₃ K₃[Fe(CN)₆] K₄[Fe(CN)₆] の各水溶液を加え、成分イオンを確かめる。

【検証方法2】 火をつけて燃えるかどうかを確かめる。燃えれば、有機物のステアリン酸が燃えたとしか考えられない。

結果②-1：

	生成した物質の希硝酸（数分間）抽出液	生成した物質の希硝酸（一日）抽出液
ヘキサシアノ鉄（Ⅲ）酸カリウム	変化なし	変化なし
ヘキサシアノ鉄（Ⅱ）酸カリウム	わずかに濃青色	濃青色の沈殿
硝酸銀	わずかに白色沈殿	わずかに白色沈殿

結果②-2：この物質を火に入れると燃えた

5. 結論

炎色反応の固形燃料から見出した褐色の球体ができる仕組みは次のように考えられる。

- ① 固形燃料を点火すると、炎の熱により缶内面のプラスチックコーティングが燃え、はがれる。
- ② 鉄は銅よりイオン化傾向が大きい。鉄がむき出しになったので、
 $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$ の反応が起こり、鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+} が生成する。この反応は数分で起こる。
- ③ 鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+} が空気中の酸素で酸化され、
 $12C_{17}H_{35}COOH + 4Fe^{2+} + O_2 \rightarrow 4Fe(C_{17}H_{35}COO)_3 + 8H^+ + 2H_2O$ の反応が起きる。
このとき、生成したステアリン酸鉄(Ⅲ)はメタノールに溶解している。また、この反応は約一日かかる。
- ④ 一日経過後、点火と消火を繰り返すと、燃焼によりメタノールが徐々に減少する。ステアリン酸鉄(Ⅲ)はメタノールに対する溶解度がそれほど大きくなく、燃焼によってメタノールが減少した分、析出する。結晶ではなく球体となるのは、鉄(Ⅲ)イオンに比べてステアリン酸イオンが非常に大きな陰イオンであるために、規則的に配列しにくく、また有機物でありロウ状の物質であるためだと考えられる。