

酸化アルミニウムを用いた人工宝石の合成

Synthesis of artificial jewel using aluminum oxide

福岡県立鞍手高等学校理数科

中村幸平 萬田翔吾 吉村優作 小野太士 森礼智

指導教員 丸山亜希子

要旨

私たちは、授業でルビーやサファイアが、酸化アルミニウムと特定の遷移元素からなることを知った。そこで、他の遷移元素を用いると他の結晶ができるのではないかと考え、この実験をはじめた。この実験には、氷晶石によるフラックス法を用いて、るつぽに酸化アルミニウムと遷移元素、氷晶石を入れ、十分に混合したのち、電気炉で加熱し、結晶の有無、またその結晶の色について観察した。その結果、ある条件のもとで、有色の結晶の合成に成功した。

動機

授業でルビーやサファイアが酸化アルミニウムと遷移元素からなることを知り、それらほかの遷移元素を用いた場合、どうなるのかということに疑問を感じたから。

試料

遷移元素が有色であることから、結晶内に色が入るのではないかと考えた。また、酸化アルミニウムの価数が3であることから、酸化数の総和が3の倍数のものが置換しやすいと考え様々な遷移元素化合物を用いて実験を行った。その際、結晶の透明度を高めるために酸化物を用いることも考えた。

さらに、本校の電気炉の最高温度が低いため、氷晶石を融点降下剤として用いたフラックス法により実験を行った。

実験方法

実験1

酸化アルミニウム 1.0(g)、氷晶石 4.0(g)、酸化クロム(III) 0.10(g)を用いて温度条件の変化による結晶

の有無を調べた。

下のよう加熱の条件を変え観察した。

	予熱(°C)	温度(°C)	時間(h)
条件1	100	1000	2
条件2	300	1000	2
条件3	0	880	8

〈結果・考察〉

条件1,2では、生成した結晶が無色であったことから、十分に反応しなかったと考えられる。また、条件3では生成した結晶が有色であったことから、反応したと考えられる。よって、加熱時間が反応に大きく関係すると考えた。

この実験の結果より、今後の実験の条件は、予熱なし、温度 1040 (°C)、加熱 10 時間のもとで行うものとする。

実験2

上記の条件のもと、実験1で用いた酸化クロム(III)の代わりにさまざまな遷移元素を用いて加熱した。

表はその結果である。

試料	酸化数	質量(g)	結晶の有無と色
CuSO ₄	+ 2	0.05	無
KMnO ₄	+ 7	0.05	有(淡赤)
CoCl ₂	+ 2	0.1	有(青)
NiSO ₄	+ 2	0.1	有(緑)
TiO ₂	+ 4	0.1	有(色なし)
MnSO ₄	+ 2	0.1	無
CoSO ₄	+ 2	0.1	無
TiO ₂ ,	+ 4	0.09,	無
Fe ₂ O ₃	+ 3	0.01	
TiO ₂ ,	+ 4	0.1,	無
CoO ₃	+ 6	0.1	
MnO ₂	+ 4	0.1	無
CoSO ₄ ,	+ 2	0.1,	無
KMnO ₄	+ 7	0.1	
TiO ₂ ,	+ 4	0.3,	有(青)
CoSO ₄	+ 2	0.2	
V ₂ O ₃	+ 3	0.1	有(黄)
V ₂ O ₃ ,	+ 3	0.07,	有(黄褐)
Fe ₂ O ₃	+ 3	0.03	
VO ₂ ,	+ 4	0.05,	無
NiSO ₄	+ 2	0.05	
V ₂ O ₅ ,	+ 5	0.05,	無
TiO ₂	+ 4	0.05	
V ₂ O ₅ ,	+ 5	0.05	無
KMnO ₄	+ 7	0.05	
CuSO ₄	+ 2	0.05	無
TiO ₂	+ 4	0.05	有(黄土)

〈結果・考察〉

一部の遷移元素を用いることで結晶が生成し、その生成物を着色できることが分かった。また、コバルトの化合物を用いることで、青い結晶ができることが分かった。

添加金属 1 種類で有色結晶を生じたものと、それを含んだ 2 種類に増やしたものとを比較すると、結晶の色合いや形状が変化していることが分かった。酸化数が 3 の倍数でなくても、有色のコランダムが生成した。今回の実験で酸化物を多く用いたが、二酸化ケイ素を主成分とする水晶などのように、透明度が高くなることから用いた。

今回は様々な遷移元素を用いて、有色の結晶を生成することに成功したが、本当に遷移元素が置換されたのかを調べるために X 線回折装置を用いて、分析を行いたい。

また、今回は実験をそれぞれ一回ずつしか行うことができなかったもので、添加金属の質量比を変えて実験を行い、結晶生成の条件を決定したい。

〈結論〉

実験 1 の結果より、試料を長時間加熱することにより、結晶が生成することがわかった。また、さまざまな遷移元素を用いて行った結果、酸化クロム以外にも、結晶が生成することが分かった。特に、コバルト化合物を用いた場合において、青色の結晶が生成した。さらに、酸化数が 3 の倍数となるように遷移元素を用いなくても、有色の結晶が生成されることが分かった。その際、酸化物を用いると結晶がよく生成した。

不純物金属を 1 種類添加することで有色結晶を生じたものと、それを含んだ 2 種類に増やしたものでは、色合いや形状が変化したことから添加金属の質量比が大きく関係があると考えられる。

〈御礼〉福岡教育大学 長澤 五十六先生

原田 雅章先生、上野 禎一先生

〈参考文献・URL〉

○宝石を作る(林 愛美)

○人口コランダムの不純物に関する研究(今井 琢也)

○ルビー結晶の酸化モリブデン系フラックス成長(大石 修治)

○フラックス法によるルビーの合成(原田 圭輔)

○鉱物の色

<http://www2.city.kurashiki.okayama.jp/musnat/geology/mineral-rock-sirabekata/mineral44/mineral-color/mineral-color3.html>

○X 線回折データ

<https://ord.yahoo.co.jp/o/image/RV=1/RE=1518132435/RH=b3JkLnJhaG9vLnNvLmpw/RB=/RU=aHR0cHM6Ly9hc3Rh>

[bXVzZS5jb20vamEvZjHjd2ltZy9KUC8yMDE0LzE4Ny8kMzQvQSSwMDAwMDeueG5n/RS=%5EADBemKEXhadHdHc803](https://www2.city.kurashiki.okayama.jp/musnat/geology/mineral-rock-sirabekata/mineral44/mineral-color/mineral-color3.html)

[NvQTNgO8MZEg-_yle=X3IDMgRmc3QDMARpZHGDMARvaWQDQU5kOUdjU0tsVnRjJdEoydm51a2ljSTdDZDB5X3FsNE](https://www2.city.kurashiki.okayama.jp/musnat/geology/mineral-rock-sirabekata/mineral44/mineral-color/mineral-color3.html)

[t1UC1bQTFNaFFtUE5Ha0E2YUhgVV90MC1XaURYN2FvBHADV091M211V2JdWFLbU9PQ3VIT0RKEi5PRGIPT0](https://www2.city.kurashiki.okayama.jp/musnat/geology/mineral-rock-sirabekata/mineral44/mineral-color/mineral-color3.html)

[RxeURqZ3F2amc2dmpnecZqZ3Fiamc2Q80EcG9zAzg0BHNIYwNzHcEc2xrA3Jp](https://www2.city.kurashiki.okayama.jp/musnat/geology/mineral-rock-sirabekata/mineral44/mineral-color/mineral-color3.html)