

蛍石の加熱による発光・割れの素因の考察

1. 研究の目的と意義

加熱した蛍石が発光し、割れるということを知り、本研究では、加熱した蛍石が割れる現象を実験によって再現し、その要因や原因を探っていくことを研究対象とした。

2. 実験の手法

- (1) 蛍石の質量（g単位、小数第二位まで）と、大まかな色の違いを記し、それぞれの光り方・割れ方を観察・記録する。加熱していない蛍石をニッパーでへき開（結晶がある特定の結晶面で割れやすい性質）に沿って割り、加熱後の蛍石の割れ方との違い・共通点を調べる。
- (2) 加熱した蛍石でよく光ったもの・光らなかったものを一つずつ選び、乳鉢で粉末状にする。粉末X線回折法を用いて、蛍石かどうか文献値等と比較して明らかにする。また、蛍光X線分析法を用いて試料を構成する元素を調べ、光りやすかった蛍石とそうでなかったものの成分を比較する。

[粉末X線回折法]

一定波長のX線を分析試料に照射すると、散乱されたX線は、物質の原子・分子の配列状態によって、物質特有の回折パターンを示す。一般に、結晶構造が複雑なほど、グラフに現れるピークが増える。この回折パターンから結晶構造を定める。

[蛍光X線分析法]

粉末の分析試料を、照射したX線により発生する蛍光X線で検出し、元素分析や組成分析を行う。今回は、よく光った蛍石と、あまり反応を示さなかった蛍石の試料を比較し、発光・割れやすさに繋がる元素があるのか調べる。

3. 結果

- (1) 加熱して数十秒後、割れながら光をだし、色のあったものはほとんどが無色透明になった。ものによって光を出さないもの、割れるがひびが入る程度で形は元の蛍石のままのものがあつた。

薄い青から緑のものがよく光っていた。割れ方については紫から緑のものがよく割れた。ニッパーで割ったものと割れ方を比較したところ、同じような形の破片が多く見られた。

- (2) 粉末X線回折法の結果

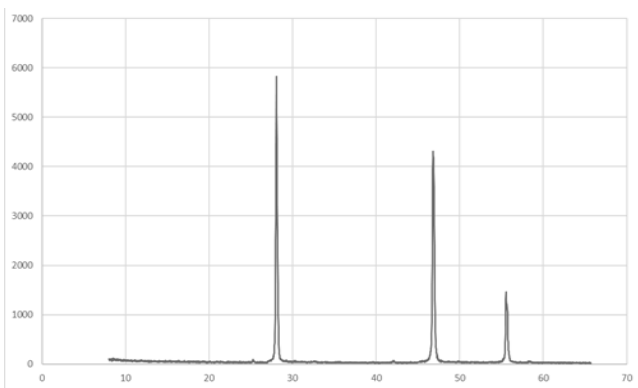


図1 よく光った蛍石のグラフ

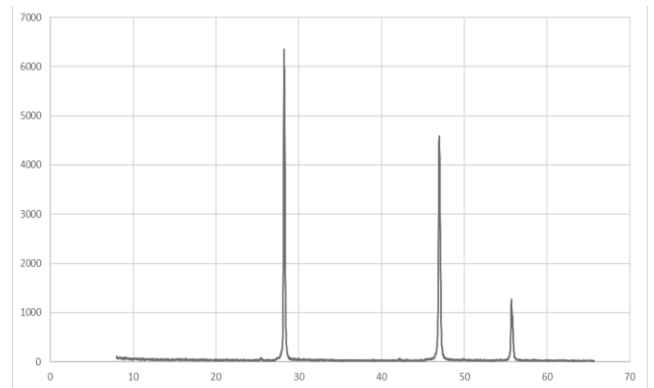


図2 あまり反応しなかった蛍石のグラフ

（グラフの縦軸は強度 単位：counts、横軸はX線の入射角 2θ ）

光りやすかった蛍石、そうでなかった蛍石の双方ともに、三つのピークが現れた（図1、図2）。このピークから算出した数値が、等軸晶系（蛍石の結晶構造）のピークにかなり近い数値を示した。

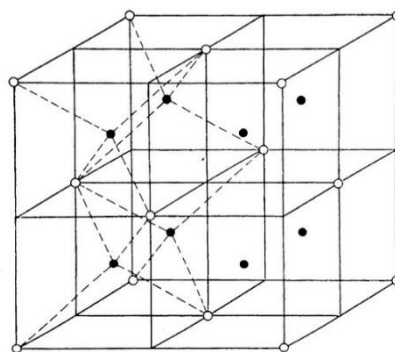


図3 蛍石の結晶構造 (○:Ca, ●:F)

(3) 蛍光X線分析法の結果

今回、よく光った蛍石の試料(蛍石-26)にイットリウムとクロムが含まれていることを確認した。

表1 各試料の成分分析結果

	元素 (重量%)												
	C	F	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Sr	Y
蛍石-26	1.921	13.55	0.0292	0.0538	0.0025	0.0066	0.0135	0.0028	84.34	0.0177	0.0276	0.0093	0.0312
蛍石-29	1.969	12.50	0.0100	0.0288	0.0018	0.0066	0.0316	0.0020	85.39	-	0.0389	0.0294	-

(C:炭素、F:フッ素、Al:アルミニウム、Si:ケイ素、P:リン、S:硫黄、Cl 塩素、K:カリウム、Ca:カルシウム、Cr:クロム、Fe:鉄、Sr:ストロンチウム、Y:イットリウム)

4. 考察

- (1) 加熱前にニッパーで割った蛍石の破片と加熱後に割れた破片がきれいな八面体であったことから、蛍石は加熱による反応でもへき開に沿って割れると考えられる。また、粉末X線回折法の結果から、実験に使用した鉱物の結晶構造は等軸晶系のものであることがわかり、へき開の割れる方向が八面体であることと一致する。これらから、蛍石の崩壊には加熱によるへき開への刺激が関係していると考えた。
- (2) 蛍光X線分析法では、よく光った蛍石の試料にクロムとイットリウムが含まれていた。発光の原因は、蛍石の結晶格子(原子の組まれ方)における原子配列の欠陥(格子欠陥という)によってうまれた歪みが、加熱によって緩み、このとき発生したエネルギーが光として放出されることである。もし、これらが格子欠陥を生じやすくしていると仮定すれば、発光に関係する原子だと考えられる。

5. 今後の課題

- (1) 光りやすさはあくまで目分量なので、光の量を測って数値化できるものがあれば、再度加熱実験をする必要がある。
- (2) 蛍光X線分析に使った試料の数が少なかったため、加熱前の蛍石の色の違いによる発光、割れ方について実験することができなかった。より多くの蛍石を分析して比較する必要があると考える。

6. 参考文献

『鉱物学概論 形態と組織』秋月瑞彦 (1998 年) 裳華房

『蛍石の履歴書 GSJ 地質ニュース vol.10 No.6』（2021 年）産総研

謝辞

東京都市大学理工学部自然科学科 萩谷宏先生には、実験協力等で大変お世話になりました。心よりお礼申し上げます。