

岩石の断層画像から鉱物を立体的にとらえる教材研究

嶋田 麗¹⁾, 田中里志²⁾

1) 京都教育大学大学院 din65044@kyokyo-u.ac.jp

2) 京都教育大学理学科 stanaka@kyokyo-u.ac.jp

キーワード: 鉱物, 火成岩, 視覚的

(受付: 2017 年 1 月 30 日)

I. はじめに

現在の学習指導要領(文部科学省, 2008)では, 小学校の高学年でまず堆積岩について学び, 第5学年では流水の働きに着目し, 礫・砂・泥の粒子の大きさの違いに気づかせる。ここでは「岩石」という言葉を使わずに「川原にある石」や「石ころ」という言葉を使う。そうした粒子の違いを学習するとともに, 侵食・運搬・堆積について学習し, 土地がどのように変化していくのかについて理解を深める(文部科学省, 2008)。

第6学年では, 土地やその中に含まれる物を観察し, 土地のつくりと変化についての考えを養う内容となっている。また, それに加えて火山灰などの火山噴出物や化石について学習する。この学年では堆積物がさらに積み重なって, 地層ができることに着目している。ここではじめて「岩石」という言葉を学ぶことになる。礫・砂・泥という堆積物から, 「堆積物が押し固められてできた石」という説明で, 礫岩・砂岩・泥岩を学ぶ。このような土地を構成しているものや, 変化させているものについて理解し, 人間生活との関連づけを図ることがねらいとされている(文部科学省, 2008)。

中学校ではさらに鉱物に重点を置き火成岩に着目し, 種類や結晶の大きさについて詳しく学ぶ。学習の中で岩石の観察を行い, 教科書での学習内容と実際の岩石観察から得られた内容を比較することにより学習内容の定着と, 興味・関心の向上を図っている。火成岩には火山岩と深成岩があり, その組織に違いがあることと, それらが成因と深くかかわっていることを捉えさせる。造岩鉱物は, 岩石を見分けるために重要で, その特徴については色や形の違いを取り上げ, 火成岩の色の違いは造岩鉱物の種類や割合の違いであることに気付かせることとされている(文部科学省, 2008)。しかしながら, 教科書で取り上げられている観察法は, 結晶の大きさやその色合いについてのみが言及されていて, 岩石や鉱物を分類することは難しいのが現状である。岩石の観察法として, 肉眼または実体顕微鏡を用いて観察してスケッチする方法が一般的であるが, 中学生段階では岩石と鉱物の概念が混同しており正しく理解していない生徒が多いことが指摘され, 岩石と鉱物を正しく理解することが必要とされている(廣木・平田, 2008; 廣木・平田, 2007)。観察や実験を充実させ, 岩石と鉱物の概念について正しく理解し, フィールドワークなど, 野外に出たときに観察した岩石を分類することができればよりよい活動が期待できるのではないかと考える。岩石は種類も多いため, 肉眼鑑定が難しく生徒だけではなく, 教員にとっても扱いにくい教材と言うことができる。

本論では、学校現場においても活用できる教材開発を目指し、鉱物の形状に着目して観察する方法について検討する。

Ⅱ. 教科書での鉱物・火成岩の扱い

中学校教科書において、造岩鉱物は主に、石英、長石、黒雲母、角閃石、輝石、カンラン石、磁鉄鉱の7種類について写真を用いながら、色や形の特徴、割れ方について紹介されている。鉱物の学習は、岩石の分類を行う際に役立つが、一般に肉眼による岩石の分類は難しい。そのため、教科書では主に鉱物の色に着目している。鉱物は岩成中にある状態については言及せず、火山灰から取り出した結晶の単体写真が掲載されていることが多い。

また、上述した鉱物のほか、生活に身近なものとして、金・銀・銅・プラチナといった金属成分を含む鉱物やダイヤモンドやルビーのような宝石も紹介されている。

火成岩の分類では花こう岩、閃緑岩、はんれい岩の3種類の深成岩と、流紋岩、安山岩、玄武岩の3種類の火山岩が扱われており、それぞれの岩石を構成している鉱物の色の違いを用いた分類が利用されている。このような分類に用いられる数値として色指数があるが、教科書での紹介はほとんどない。多くの場合、火山岩と深成岩で鉱物の結晶の大きさについて観察・分類した後、岩石に含まれる有色鉱物の量による岩石全体の色の濃さによって、岩石を分類している。

岩石については鉱物のような身近な岩石というような紹介が特別にされているわけではないが、花こう岩など、同じ種類の岩石でも産地によって色の異なる岩石が存在することが紹介されている。また教科書で紹介されている岩石が典型的なものであることも書かれている。

Ⅲ. 方法

岩石に含まれている鉱物を肉眼で観察するよりも、より視覚的にとらえる方法として、岩石から鉱物を取り出す方法がある。岩石に急激な熱の変化を与えて風化させる方法や、ハンマーで砕き鉱物を取り出す方法が挙げられる。今回は取り出した鉱物を様々な角度で見ることができ、細部まで観察する方法として立体画像の作成を行うこととした。

鉱物の断層画像を組み合わせて立体画像を作成し、造岩鉱物の色や大きさ以外の特徴をとらえられる方法について検討した。ここでは花こう岩の例を示す。

①花こう岩の切断面の研磨

鉱物の断層画像とは、花こう岩の切断面を研磨し、一定の間隔で表面の研磨画像の取り込み（スキャン）を行ったものである。これを繰り返し、一定間隔ごとの断面画像（断層画像）を得る。研磨にはカーボラundam（＃80、



図1 花こう岩切断面の研磨

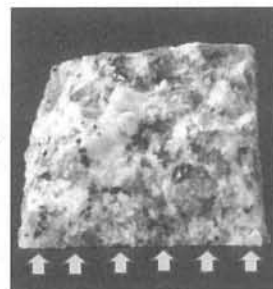


図2 花こう岩の研磨面
(矢印が研磨面)

#120, #220, #600) とアラシダム (#1000, #3000) を用いた。

②研磨面画像の取り込み

切断面を磨いた後、スキャナを用いて研磨面の画像イメージをPC 上に取り込んで保存する。その際にスケールも同様に取り込んでおく。



図3 研磨面の画像を取り込む



図4 取り込んだ画像

③再研磨

ノギスを用い研磨した厚さを測りながら次の研磨を行う。一定間隔の厚さを保持しながら画像処理を進めなければならないため、そのあと②と④を繰り返し、一定間隔で研磨面の画像を取り込む。

④断層画像上に見られる黒雲母のトレース

一定間隔で得られた研磨面画像を“断層画像”という。PC 用ソフト Sketch Up (建築用立体画像ソフト) を用いて、それぞれの断層画像に見られる黒雲母の形状をトレースする。画像を重ねたときに同じ座標位置にある黒雲母に注目する。形は変化していくが同じ位置に見られるものは同じ鉱物とみなす。それぞれの断層画像のトレースを重ねると一つの立体画像になる。

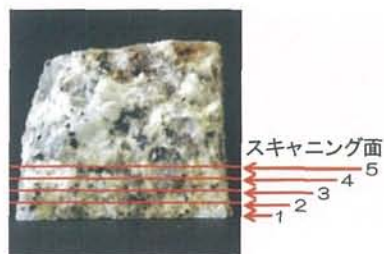


図5 断層画像を取得するための研磨面1～5



図6 鉱物の輪郭のトレース

⑤立体画像の作成

最後に断層画像に見られる鉱物のトレースだけを取り出し、立体画像を作成する。

図7に①～④で作成順を示す。①トレース画像を上から見た状態、②斜め上から見た状態、③二つの輪郭の頂点を結び側面の状態、④全体の着色を施して完成となる。この画像

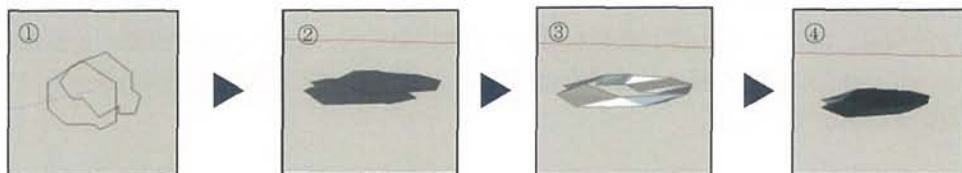


図7 ①輪郭の重ね合わせ ②重ねた断層面 ③側面の作成 ④全体の着色

を用いて様々な角度から鉱物の観察をして結晶がどのような形状になっているか立体的に観察することができ、岩石中の黒雲母の状態を考察することが可能となる。

IV. 結果

断層画像は0.5mm 間隔で取り込んだ画像 21 枚 (21 層) と、0.1mm 間隔のもの 11 枚 (11 層) を使った。検討した画像中には、全体として 6 個の黒雲母の立体画像を確認できた。最も小さい黒雲母は 3 枚の取り込み画像で全体をカバーすることができ、大きいものは 7 枚であった。それぞれ黒雲母の立体画像は、教科書で取り上げられるような六角・板状形とはならず、各画像で鉱物断面が複雑に変化するため、鉱物の側面には凹凸があることが分かる。実際に花コウ岩を粉碎して黒雲母を取り出し、実体顕微鏡で観察すると、教科書に見るような形状にはならず側面は凹凸が顕著である。

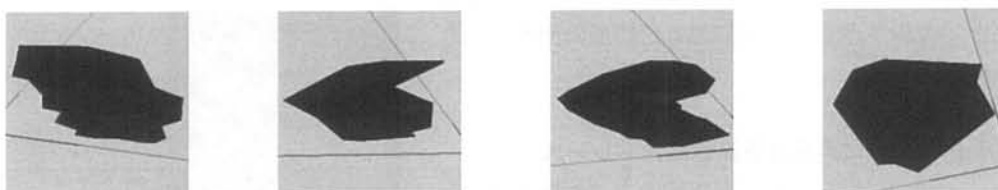


図8 断層画像を重ね合わせて復元された4個の黒雲母

V. 考察

造岩鉱物としての黒雲母は、教科書や資料集に取り上げられるような六角・板状形には見られない。それは隣り合う鉱物の影響を受けていることがあげられる。黒雲母は一般に自形を示すが、岩石中では一見すると他形の特徴に似た性質を示している箇所も指摘できる。岩石が生成され黒雲母が結晶化していく中で、他の造岩鉱物結晶と干渉し、凹凸のある複雑な形状になったことが考えられる。

鉱物の立体画像を作成することによって、様々な角度から鉱物を観察することが可能となり、岩石中での様子を自分の目で確かめることができるようになる。造岩鉱物単体の観察は、火山灰に含まれる鉱物を取りあげて行うのが一般的で簡単であるが、その場合には岩石を粉砕するなどして岩石から直接取り出すのが理想的で良いとされるが、硬い岩石から鉱物結晶の単体を取り出すのは非常に難しい作業である。そうしたことから、スキャナを用いた断層画像（その合成画像）は、どのような形状の鉱物が、どのような鉱物と隣接して岩石中に存在しているのかを確かめることが可能となる方法といえる。取り込み（スキャニング）画像は、岩石を平面的にとらえることから、岩石薄片を偏光顕微鏡で観察した状態に近いが、それらを重ね合わせて立体的に見た場合は、その形状をより具体的に捉えることが可能となる。

学校現場において、岩石薄片試料を用いた学習に加えて、こうした断層画像の連続画像によって立体的に鉱物を捉える授業を行うことで、岩石に対する興味や理解が深まるのではないかと考えている。

VI. まとめ

黒雲母の形状の立体的な可視化により、岩石中での鉱物の形を明らかにすることができた。黒雲母は教科書で学ぶような六角・板状の形状ではなく、複雑な形状で岩石中に存在していることが分かった。このことから、岩石が生成されていくなかで、他の鉱物の成長や、すでに存在していた鉱物と干渉しながら成長し、複雑な形状に成長したと考えることができた。

本報告では比較的識別しやすい黒雲母を扱ったが、取り込み画像では識別が難しい無色鉱物についても試みることができれば、この方法を用いた鉱物の識別ならびに教材化を行うことができる。鉱物の立体画像作成作業の簡略化、鉱物の識別方法について今後検討したいと考えている。

文献

- 有馬朗人ほか 62 名 2012. 理科の世界 1 年. 大日本図書株式会社.
- 廣木義久・平田豊誠 2007. 中学生の岩石・鉱物の概念理解 -用語の構造理解と物質の構造理解の視点から-. 地学教育, 60, 43-51.
- 廣木義久・平田豊誠 2008. 中学生が岩石と鉱物を正しく理解するために: 岩石と鉱物の用語および物質の構造の学習の効果. 地学教育, 61, 75-84.
- 文部科学省 2008. 小学校学習指導要領解説 理科編. 大日本図書株式会社, 51-52, 65.
- 文部科学省 2008 中学校学習指導要領解説 理科編. 大日本図書株式会社, 69.
- 養老孟司・角屋重樹ほか 27 名 2015. 未来をひらく 小学理科 5. 教育出版株式会社, 108-119.
- 養老孟司・角屋重樹ほか 27 名 2015. 未来をひらく 小学理科 6. 教育出版株式会社, 93.