

回転盤を利用した簡易偏光顕微鏡の製作

井上 貞行

早稲田大学高等学院 inoko1978@yahoo.co.jp

キーワード：地学教育，火成岩の観察，偏光顕微鏡，火山灰，有色鉱物

(受付：2022 年 12 月 8 日)

I. はじめに

火成岩の組織は中学の理科や高校「地学基礎」など、地学において広く扱われる学習内容である。中学、高校の理科および「地学基礎」の教科書では、火成岩の組織について、主に岩石プレパラート写真が用いられている。学習者がこれらの写真の像を実際に観察するためには、偏光顕微鏡を用いて岩石薄片（プレパラート）の観察が必要である。

しかし、火成岩の観察に関して偏光顕微鏡が各学校に十分に設置されていることはまれである。そのため三輪（2000）は、生徒が簡易偏光顕微鏡を自作し岩石薄片を観察する方法を考案している。また、金井（1992）は回転ステージを自作し、双眼実体顕微鏡で偏光板を用いて岩石薄片を観察する方法を提案している。そして、高橋（1963）は実体顕微鏡ではなく生物顕微鏡を用いる岩石薄片の観察方法を提案している。しかし、三輪（2000）の方法を使うと確かに実体顕微鏡を用いずに岩石薄片の観察を行うことができるが、顕微鏡装置を作るための材料を用意する手間や、作成にかかる時間、市販のレンズを使うため観察の精度が課題としてあげられる。また、金井（1992）、高橋（1963）の手法では回転ステージを自作することで非常に精度の高い観察像を得ることができるが、自作の回転ステージを作ることの難しさがあり、教育現場で簡易に使うためにはハードルが高い。

そのため、本論文では非常に簡易な準備で回転ステージを設置し、高い精度で火成岩の観察を可能にする方法を提案する。

1. 材料・方法

<材料>

本実験で準備したものは以下のとおりである（図 1）。

- ①実体顕微鏡：双眼実体顕微鏡（ケニス：ST-LED）
- ②回転台：八幡ネジ角回転台 75mm
- ③観察資料：赤玉土，黒雲母花崗岩，輝石安山岩の岩石プレパラート
- ④偏光シート：実験用偏光板 50×50mm (NaRiKa)
- ⑤メンディングテープ



図 1 実験で用いた材料

<観察方法>

- (1) 実態顕微鏡のステージに偏光シートを置く。
- (2) 偏光シートの上に回転台を置き、回転台をクリップで固定する。
- (3) 回転台の上に岩石プレパラートを置く。
- (4) 対物レンズの鏡筒に偏光シートを消光する向きでメンディングテープを用いて貼り付ける。
- (5) 接眼レンズを通して観察を行い、回転台を回転させ鉱物の消光を観察する。



図 2 作業手順 左から観察方法に示す (1), (2), (3), (4) に対応

<結果>

以下の様に観察像を得ることができた (図 3, 図 4)。このことから、この方法により以下のことが明らかとなった。

1) 火成岩の組織 (斑状組織, 等粒状組織) を観察することができた (図 3)。

2) クロスニコルにすることで、斜長石のアルバイト双晶や輝石や角閃石の干渉色を観察することができた (図 3, 4)。

3) 回転台を用いることで、輝石や黒雲母が角度によって消光する様子を観察することができた (図 3, 4)。

以上のことから、本論文の簡易回転台は中学校、高等学校の学校教育で求められる水準の教育的利用に耐えうる性能を有することが示された。

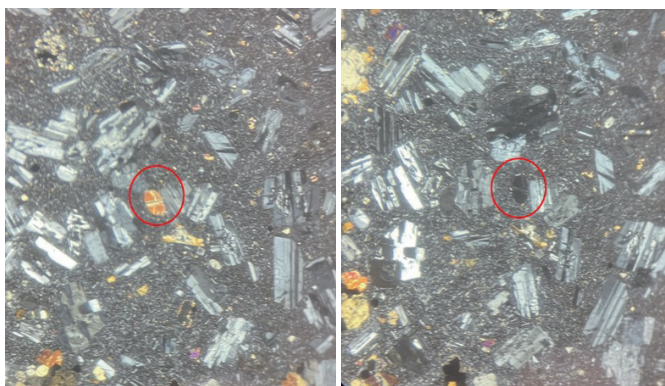


図 3 輝石安山岩 (20 倍) 輝石の消光が観察できる (赤丸印)

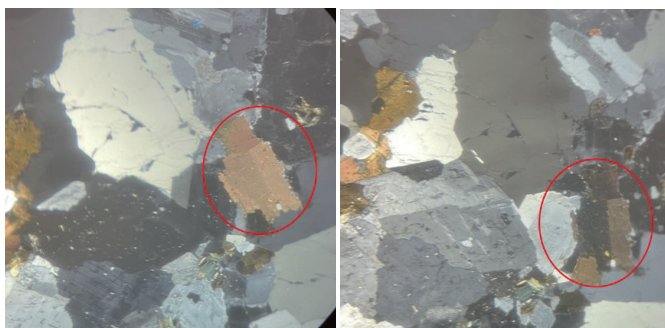


図 4 黒雲母花崗岩 (20 倍) 黒雲母の消光が観察できる (赤丸印)

2. 火山灰観察への応用

<火山灰観察の現状>

小学校、中学校において火山灰中に含まれる鉱物や火山灰の特徴の観察は学習指導要領においても「火山噴出物については、溶岩や軽石、火山灰などの色や形状を比較しながら観察させ、その結果をマグマの性質と関連付けて考察させる。その際、異なる火山の火山灰について、例えば、実体顕微鏡を用いてその中に含まれる火山ガラスや鉱物の色、形などを比較しながら調べさせる。」と言及されており（文部科学省，2018），それに伴い多くの授業実践が行われている（武藤，2020；お茶の水大学理科学教育データベース web 版など）。火山灰の観察の実習では主に、①火山灰が何種類かの鉱物からできていること②それらの違いについて観察を通して理解することを目的としている。火山灰の観察に関しては、椀掛けによって鉱物を分離し、それらを実体顕微鏡で観察を行うことが主である。多くの場合は鉱物の区別は有色鉱物か無色鉱物で終わるか、鉱物を同定する場合でも、鉱物の同定の根拠として、教科書や参考資料に載っている写真と見比べて鉱物を見分けられることが主である。しかし、鉱物を区別する際に、特に輝石と角閃石の区別を行うことは地学を専門としない教員にとっては難しく、生徒に十分な指導ができないためより深い観察の指導が敬遠されるということが多々あると考えられる。偏光顕微鏡を用いて鉱物の同定を行うことができれば、地学が専門外の教員にとっても自信をもって生徒を指導することができると考えられる。この観点での火山灰の観察の取り組みとして、岡本（2020）や Web サイト上での優れた実践がある（岡本氏 HP など）。しかし、その際に使用される回転台を用いた偏光顕微鏡は製作に熟練を要し、現場でどの教員も気軽に作成することは困難である。そこで本論文では、本論文で用いる回転台を用いた簡易偏光顕微鏡を用いて普通輝石と単斜輝石、角閃石を識別できるかどうかの検討を行った。

<鉱物の識別方法>

偏光顕微鏡で観察した際、斜方輝石は結晶の伸長方向に対して直消光(0° で消光)を示し、単斜輝石は結晶の伸長方向に対しておよそ 40° の角度で消光する（黒田・諏訪，1983）。

一方、普通角閃石の場合、消光角は結晶の伸長方向に対して $12\sim 34^\circ$ であり、斜方輝石より大きく、単斜輝石より小さいという性質をもつ（黒田・諏訪，1983）。そこで本報告では、それらの特徴を利用して斜方輝石、単斜輝石、角閃石の識別を試みた。

<材料>

火山灰の材料として「赤玉土」（関東ローム層と呼ばれる火山灰起源の土）を用いた。家庭菜園用の土として手に入りやすく多くの事例で紹介されている。準備する材料は以下のとおりである（図 5）。

- ①赤玉土
- ②発泡スチロール容器
- ③ビーカー（100mL）
- ④シャーレ
- ⑤スポイト

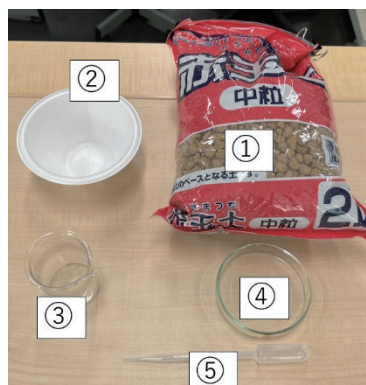


図 5 実験で用いた材料

<観察方法>

- (1) 発泡スチロール製の椀に赤玉土を少量入れる (図 6 左端)。
- (2) 水を加え、指の腹でつぶす。
- (3) 濁った上澄み液を捨てる。
- (4) 上澄み液が透明になるまで (2), (3) を繰り返す (図 6 中央)。
- (5) 上澄み液が透明になったらビーカーに移し、超音波洗浄器で5分間洗浄する。
- (6) スポイトを用いて鉱物が濃集しているところからシャーレに移す。
- (7) シャーレを回転台の上に乗せて観察する (図 6 右端)。



図 6 作業手順 左から観察方法に示す (1), (2), (5), (6), (7) に対応

<結果>

以下のように鉱物の観察を行うことができた。

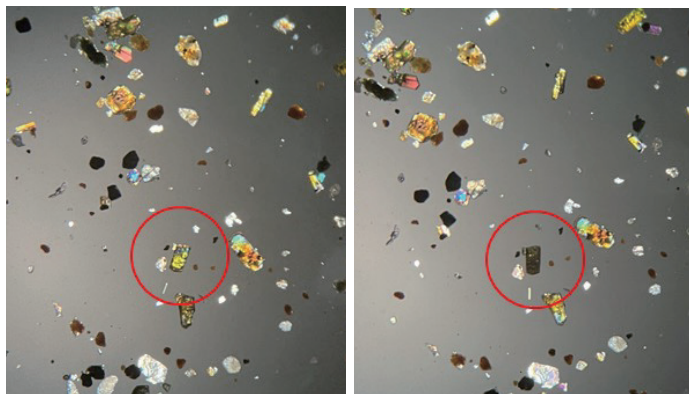


図 7 赤玉土に含まれる斜方輝石を確認することができる (赤丸印)

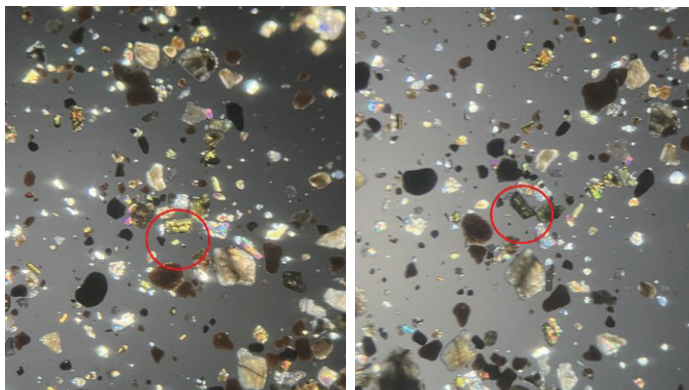


図 8 赤玉土に含まれる単斜輝石を確認することができる (赤丸印)

角閃石については、赤玉土の中に含まれる量が少なかったため、赤玉土と同じ火山灰起源の関東ローム層で、栃木県鹿沼地域で採取された「鹿沼土」を用いて同様の観察を試みた。

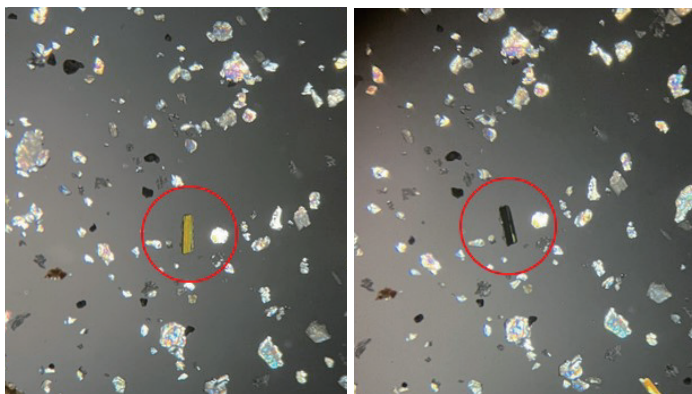


図9 回転台を用いて角閃石を同定することができる（赤丸印）

図8、図9の単斜輝石と角閃石の消光角を比較すると、角閃石の方が消光角が小さいことが確認できる。

以上のことから本論で示した手法で、火山灰中に含まれる有色鉱物の内、角閃石、単斜輝石、斜方輝石を識別できることが示された。

3. 結論、および今後の課題

今回の研究により回転台を用いて岩石プレパラートで見られる鉱物の消光角を示すことができ、また火山灰中の有色鉱物を区別することができることが示された。今後の課題としては、以下（1）（2）があげられる。

（1）回転台の性能から角度の精度の甘さがあるため、そのことを解消するために今後さらに性能が良く安価な回転台となるものを探す必要がある。

（2）火山灰中の有色鉱物に関しては、ある程度光を透過するものについてはこの手法を用いることができたが、有色鉱物の中には光をあまり通さないものも多く、透過光を用いた方法だけで火山灰中の有色鉱物をすべて判定することは困難であった。したがって専門外の教員が自信をもって指導に当たるためには、透過光によって判定できる有色鉱物を見つけ、それらの鉱物を反射光で観察して特徴を把握することで、光を透過しにくい鉱物についても自信をもって指導できると考えられる。しかしながら、このことについては今後さらに工夫が必要であると考えている。

謝辞

本報告をまとめるにあたり、早稲田大学高等学院地学科実験実習助手の赤木千寿子氏、長瀬まさえ氏には実験の準備補助で多大な支援を頂いた。心から感謝いたします。

なお、本研究は、早稲田大学特定課題研究助成費（2022C-661）による研究成果の一部である。

文献

- 金井克明 1992. 双眼実体偏光顕微鏡をつくる. 地学教育と科学運動, 21, 111-114.
- 國光正宏 1978. 自作偏光顕微鏡とその利用. 公益財団法人 東レ科学振興会 高校地学
<https://www.toray-sf.or.jp/awards/education/winners.html> (2022.12.6 アクセス)
- 黒田吉益・諏訪兼位 1983. 偏光顕微鏡と岩石鉱物. 共立出版 (1983), 390pp.
- 三輪伸央 2000. 生徒が作れる簡易偏光顕微鏡の利用, 公益財団法人東レ科学振興会高
校地学 <https://www.toray-sf.or.jp/awards/education/winners.html> (2022.12.06 アク
セス)
- 文部科学省 2018. 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編. 183pp.
- 武藤正典・石橋信弘・香川雅子・勝田長貴・川上紳一 2020. 火山灰中の鉱物同定のため
の鉱物標本セットの中学校理科授業への導入. 岐阜大学教育学部研究報告, 自然科学,
44, 43-49.
- 中村 尚ほか 18 名 2021. 高等学校 地学基礎. 数研出版, 248pp.
- お茶の水女子大学理科教材データベース web 版「火山灰の観察」.
<https://sec-gensai.cf.ocha.ac.jp/1848> (2022/12/06 アクセス)
- 岡本義雄 2020. 教室で行う薄片観察レシピ 2.0 その 1 観察編. 日本地球惑星科学連合
2020 年大会 iPoster.
- 岡本義雄 中高理科研修「火山灰の観察」.
http://yossi-okamoto.net/misc_Lec/2019/index.html (2022.12.6 アクセス)
- 佐々木孝・吉川和男 2008. 回転機能を有する簡易偏光顕微鏡の作成. 群馬大学教育実
践研究, 25, 67-73.
- 高橋俊正 1963. 生物顕微鏡を利用した偏光顕微鏡. 熊本地学会誌, 8, 9-12.