

「鹿児島県の自然環境の理解を深める理科教員養成 —桜島から噴出する火山灰構成鉱物の観察と分析—」に関する予備調査

教育学部 松井 智彰

1. はじめに

本事業は、鹿児島大学地域防災教育研究センターのプロジェクト「南九州から南西諸島における総合的防災研究の推進と地域防災体制の構築」との平成 25 年度概算要求マッチングを経て、計画の一部が編入を認められた研究課題である「鹿児島県の自然環境の理解を深める理科教員養成—桜島から噴出する火山灰構成鉱物の観察と分析—」の予備調査として位置付けられるものである。

鹿児島県下には多くの活火山が存在し、そのうち幾つかの火山では現在も活発な活動が継続している。鹿児島に暮らす一般市民にとって、リアルタイムで活動する火山の存在を最も身近に意識させられるのは火山灰であると言っても過言ではない。火山灰は市民生活に様々な面で被害を及ぼしており、火山灰自体をよく知ること、また火山灰を通して火山活動について理解を深めることは、防災教育上ごく自然な流れであると思われる。小中学校における理科教育においては、身近な自然の事物・現象の観察を導入として、科学的に探究する能力や態度を育てるとともに理解を深め、科学的な見方や考え方を養うことが学習の指針である学習指導要領に示されている（文部科学省，2008a, b）。特に地学分野では身の周りの自然環境が生きた教材であり、火山灰は恰好の題材であるといえる。火山災害に対する備えとして防災教育は非常に重要な意味をもち、教員は地域の防災リーダーとなりうるため、火山について正しく深い知識を持った教員の養成は防災教育の基礎であると考えられる。

これまでも、教育学部正課授業「地学概論Ⅱ」、「地学実験Ⅱ」、「地学野外実験Ⅱ」において、地域（鹿児島県）の自然環境を深く正確に理解した教員を養成することを目的として、火山灰を題材とした内容を取り扱ってきた。その中でも「地学実験Ⅱ」では、桜島から噴出した火山灰の、①肉眼による観察（実体鏡下での観察）、②鉱物組成分析（構成鉱物比の計算）、③粉末X線回折（XRD）分析など、より実践的な取り組みがなされてきた。

このため本事業では、これまでの取り組み（火山灰試料の観察・分析方法）を振り返り総括するとともに、本格的な調査・研究に対する予備的な調査として、火山灰採取に最適な場所の選定、並びに採取方法の検討をおこない、次年度以降の作業効率を向上させることを目的とする。

2. これまでの取り組み

ここでは、今年度の教育学部正課授業「地学実験Ⅱ」において実践された内容を振り返り、これまでの取り組みを総括する。

肉眼による観察

観察には、桜島昭和火口から噴出した火山灰試料（2011年9月13日12時～14日12時、採取地：鹿児島市鴨池1丁目）を使用した。試料は、必要量に縮分（試料を分割し、その一部を採取してはまた分割するという方法を繰り返して、全体を代表する試料を採取する方法。）した後、水洗（火山灰試料を蒸発皿に入れ、水を加えて親指で軽く練り、更に水を加えて濁った水を捨てる。これを上澄み液が濁らなくなるまで繰り返す。）、乾燥、ふるい分けをおこなった。観察には粒径が250～500 μm の試料を用いた。観察された火山灰の一例を図1に示す。

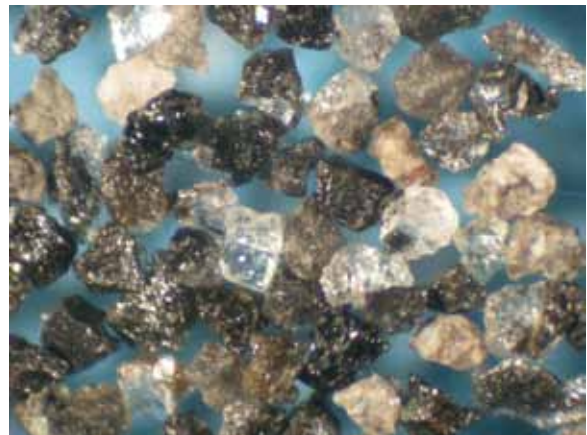


図1. 桜島火山灰.

鉱物組成分析

双眼実体顕微鏡下において総計 300 個程度の構成鉱物の鑑定をし、種類ごとに数えてその結果を砂粒組成分析票にまとめ、百分率を求めた。構成鉱物の形態が理想的（例えば、Shape Software, 2012a, b）である場合には、結晶外形や色からある程度鑑定は可能であるが、今回の火山灰試料では自形結晶は稀であった（図 1）。そこで鑑定に際しては、構成鉱物ごとの写真を多数掲載している野尻湖火山灰グループ（1989）を参考にした。図 2 に今年度の「地学実験Ⅱ」受講生 12 名（A～L）の分析結果（鉱物組成）を示す。有色鉱物（特に磁鉄鉱とチタン鉄鉱）とクロ岩片との判別、無色鉱物、ガラス（バブルウォールタイプとファイバータイプ）とシロ岩片の判別に関して非常に大きなバラつきが見られるように、鑑定における個人差が明らかになり、今後の指導に課題を残す結果となった。

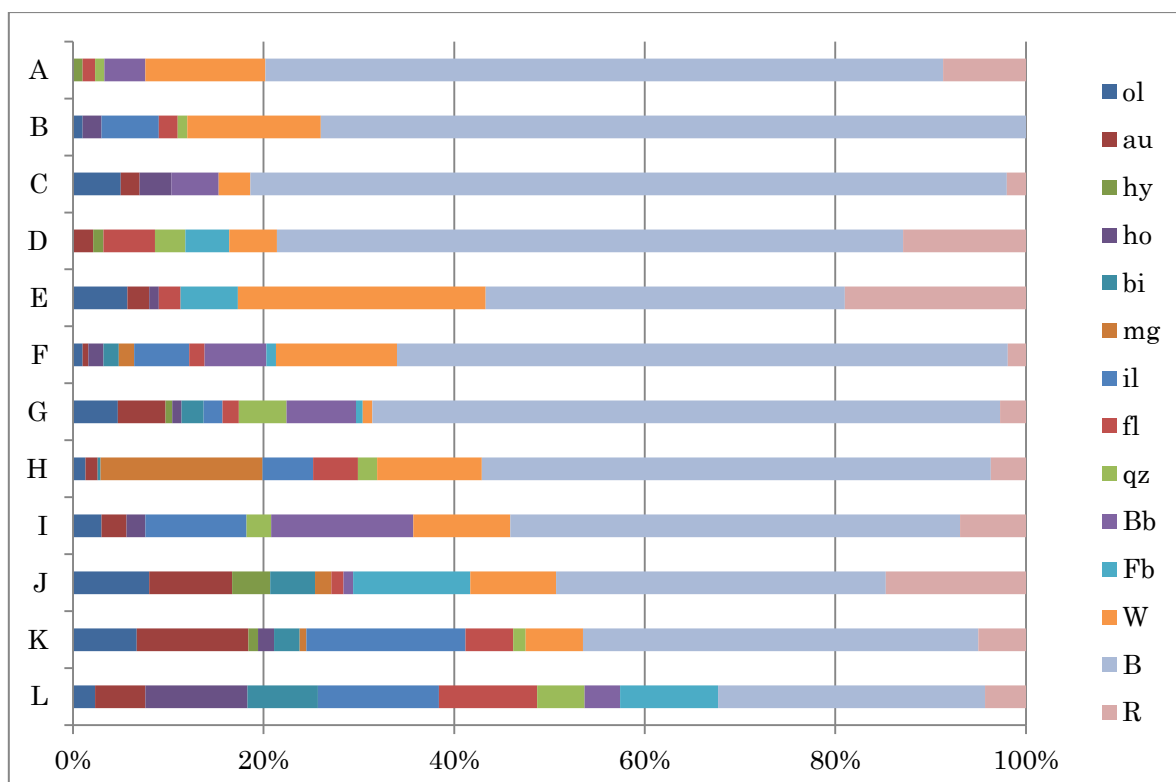


図 2. 「地学実験Ⅱ」受講生による砂粒組成分析結果. ol: カンラン石, au: 普通輝石, hy: シン輝石, ho: 角閃石, bi: 黒雲母, mg: 磁鉄鉱, il: チタン鉄鉱, fl: 長石, qz: 石英, Bb: 火山ガラス (バブルウォールタイプ), Fb: 火山ガラス (ファイバータイプ), W: シロ岩片, B: クロ岩片, R: アカ岩片.

粉末 XRD 分析

縮分、水洗、乾燥の作業を施した試料から磁石を用いて磁性鉱物を取り除いた後、双眼実体顕微鏡下で無色透明の粒子のみを摘出してメノウ乳鉢で粉末化した。粉末 XRD 分析は、鹿児島大学教育学部鉱物学研究室のリガク製ビルドアップ型多機能 X 線回折装置 Ultima IV Protectus (管電圧 40 kV; 管電流: 40 mA; モノクロメータ (グラフィート) 使用) を用いて CuK α 線によって 2 θ が 3°~70°の範囲を測定した。引き続き、測定された XRD 図形について統合粉末 X 線解析ソフトウェア PDXL を用いた ICDD (International Center for Diffraction Data) とのコンピューター照合により鉱物同定を行なった。薩摩竹島産灰長石巨晶と今回の火山灰試料 (無色透明粒子) の回折線図形を図 3 に示す。火山灰を構成する無色透明粒子は斜長石とガラスから成ることが確認された。斜長石は、地殻を構成する鉱物の中で最も一般的な鉱物であり、桜島から噴出した大正溶岩や昭和溶岩の主要構成鉱物でもある。ただし、回折線図形に見られるように、薩摩竹島産灰長石巨晶に比べてブロードなピークをしていることから、桜島火山灰を構成する斜長石の化学組成は、ある程度の幅をもっていると推定される。

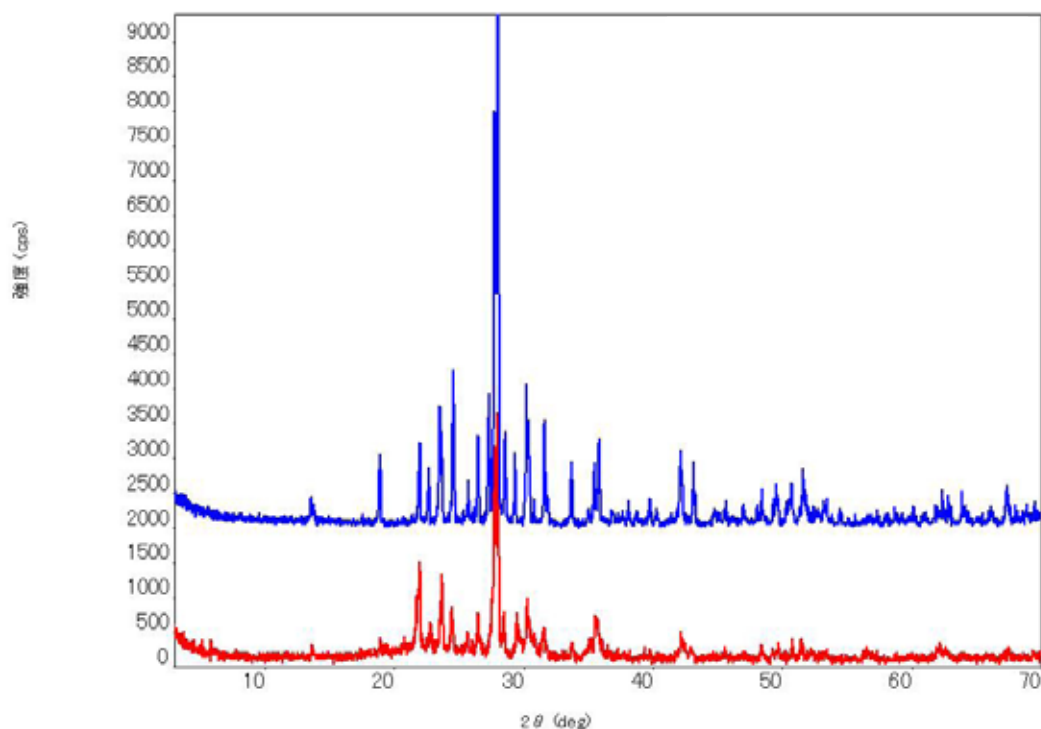


図3. 粉末 XRD 図形 (赤：桜島火山灰、青：薩摩竹島産灰長石巨晶).

「地学実験Ⅱ」では、①肉眼による観察、②鉱物組成分析、③粉末 XRD 分析によって、受講生の火山灰に対する科学的な興味関心の高まりは認められたが、肉眼により鉱物を鑑定するには90分の授業では不十分であることが判明した。この点は、時間数を増やしたり、単体分離した鉱物種ごとに粉末 XRD 分析をするなどして、鉱物を観察する経験を積むことによって自然と鑑定するコツがつかめるよう授業内容を改善することで対応していきたい。また、リアルタイムで噴出する火山灰の分析データと火山活動を関連させて理解させる工夫も必要である。

3. 火山灰採取方法・場所の検討

火山灰試料の採取には人手を要するが、現状ではそのための人員確保は困難である。そこで、より少ない労力で確実に火山灰を採取するために、簡易火山灰採取器を作成した(図4)。採取口(直径30cm)とサンプル瓶(下部タッパー内)が直結した構造になっており、火山灰を掃き集める手間も省けて更に降灰量の計測と試料の保管が容易にできる。

火山灰の特徴は一般にマグマの性質(主に化学組成)、噴火のタイプ、天候(温度・湿度や風向・風速の鉛直分布)採取地点の地形などの影響を受ける。鹿児島大学教育学部(郡元キャンパス)は、桜島の西に位置する鹿児島市街にあるため、東風が卓越する夏場は降灰量が多く、逆に冬場は西よりの風が吹く日が続き降灰量は少ない。このため、季節(風向)によらず安定して火山灰を採取するために、上記の簡易火山灰採取器を桜島島内に噴火口を取り囲むように複数箇所設置する予定である。具体的な設置場所については今後更に検討を要する。



図4. 簡易火山灰採取器.

4. 今後の展望

桜島火山では、半世紀以上にわたって断続的に噴火が多発し、特に数年前から桜島昭和火口からの噴火が頻発し活動が活発化している（福岡管区気象台火山監視・情報センター・鹿児島地方気象台, 2013）。こうした最近の桜島火山の活動の推移については、主として地震波や地殻変動に着目した地球物理学的な解析がおこなわれてきている（例えば、為栗ほか, 2008, 井口ほか, 2008）。火山活動の直接的な産物である火山噴出物に関する物質科学的手法を用いた解析は、地球化学的手法を用いた火山ガスの観測（例えば、森, 2010）や、火山灰や火山弾の記載岩石学的全岩組成分析や鉱物組成分析がマグマの活動と関連付けておこなわれている（例えば、嶋野, 2006; 宮城ほか, 2010）。しかしながら、火山灰構成鉱物の結晶構造から火山活動を解明しようという試みはこれまで皆無である。

火山灰構成鉱物が生成された温度や圧力を記録した情報が潜在する化学組成と結晶構造を決定することによって、現在噴火を引き起こしている火山直下のマグマの様子（温度や圧力の条件）を直接的に解明することができる。その成果を地球物理学的な手法による観測データと対応させることによって、火山直下でのマグマの活動をより精密に記述することが可能になる。噴火を予測し火山噴出物による災害に備えるために必要な基本情報として火山灰構成鉱物の結晶構造に関するデータの重要性は今後益々高まっていくと思われる。本事業はこの点に着目し、火山噴火の推移予測に物質科学的手法のうち鉱物の結晶構造からアプローチする有効性を指摘した。地域の自然環境を深く正しく理解した理科教員を養成することによって、防災教育に資することを期待する次年度以降の事業の予備調査として一定の方向性を示す結果が得られたと考える。

引用文献

- 福岡管区気象台火山監視・情報センター、鹿児島地方気象台（2013）桜島の火山活動解説資料（平成 25 年 1 月）, 1-12.
- 井口正人・高山鉄朗・山崎友也・多田光宏・鈴木敦生・植木貞人・太田雄策・中尾茂（2008）GPS 観測からあきらかになった桜島のマグマ活動. 京都大学防災研究所年報, 51B, 241-246.
- 気象庁（2012）第 124 回 火山噴火予知連絡会資料（その 2）桜島, pp. 54.
- 宮城磯治・伊藤順一・篠原宏志・鹿児島地方気象台（2010）火山灰から見た 2008 年の桜島昭和火口の再活動過程. 火山, 55, 21-39.
- 文部科学省（2008a）小学校学習指導要領解説 理科編. pp. 105, 大日本図書.
- 文部科学省（2008b）中学校学習指導要領解説 理科編. pp. 149, 大日本図書.
- 森俊哉（2010）遠隔地 FT-IR 測定による昭和火口と南岳火口の火山ガス HCl/SO₂ 比. 桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究 平成 21 年度報告書, 87-92.
- 野尻湖火山灰グループ（1989）火山灰分析の手びき 双眼実体顕微鏡による火山灰の砂粒分析法, 地学ハンドブックシリーズ 4. pp. 56, 地学団体研究会.
- Shape Software（2012a）Groth-Krantz Crystal Collection for SHAPE. Main Collection. Kingsport, TN37663, U.S.A.
- Shape Software（2012b）Groth-Krantz Crystal Collection for SHAPE. Supplementary Collection. Kingsport, TN37663, U.S.A.
- 嶋野岳人（2006）火山噴出物は何を語るのか. 岩石鉱物科学, 35, 132-143.
- 為栗健・井口正人・八木原寛・宮町宏樹・山崎友也・高山鉄朗・平野舟一郎（2008）桜島火山における火山性地震観測の強化—陸域観測と海底地震計観測—. 京都大学防災研究所年報, 51B, 253-260.