

桜島から噴出する火山灰に関する研究（令和2年度） —火山灰の構成鉱物から火山活動を監視するための予備的調査—

教育学部 松井 智彰

1. はじめに

鹿児島においてリアルタイムで活動する火山について日常生活で最も身近に意識されるのは桜島の「火山灰」であると言っても過言ではなく、日々噴出・降下する「火山灰」の特性を正確に理解することは地域特有の防災課題の中でも最上位に位置付けられるものである。桜島の令和2年の噴火回数は432回（このうち爆発は221回）で、令和3年1月の噴火回数は21回（このうち爆発は18回）で全て南岳山頂火口からの噴火であった（福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2020; 2021）。南岳山頂火口では、噴火活動が令和元年9月以降活発化し、3月から6月にかけて噴出規模の大きな噴火の頻度が増加した。6月4日2時59分の爆発では大きな噴石が火口より約3kmの地点まで飛散しているのが確認された（小さな噴石は南岳山頂火口の東4~5km付近でも確認された）。また7月頃には、噴火回数が減少し噴火活動は低下したが、8月以降、噴火活動は緩やかに活発化の傾向を示している。このような桜島の活動状況を踏まえて、大規模火山噴火に備え災害に対してレジリエントな地域社会を実現するためにも、平時から地道に火山噴出物に関するデータを継続して蓄積していくことが防災の基礎であると考えられる。

このため本事業では、桜島から噴出する「火山灰」に着目し、一昨年度までの調査を再開して（昨年度は教育学部建物改修のため事業を中断した）物質科学的な基礎データを蓄積するとともに、より精密に火山活動を監視するための研究手法を確立することを目的とする。

2. 実験方法

昨年度まで採取地としていた鹿児島市立黒神中学校が本年度から休校となったため、桜島南岳山頂火口の東北東約5kmで黒神中学校の北約900mに位置する鹿児島市立黒神小学校に協力を依頼して採取した（図1）。実験方法のフローチャートを図2に示す。採取期間は令和2年11月19日から令和3年1月21日までの約2ヶ月間で合計2試料を得て質量測定した。火山灰試料は、500 μm, 250 μm, 120 μm, 62 μmの4つのフルイで5つの粒度に分別した。



図1. 火山灰試料採取地点

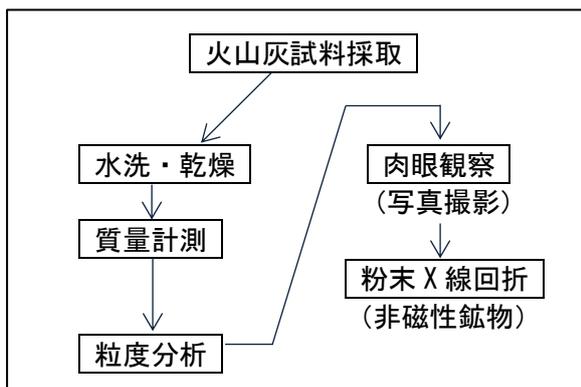
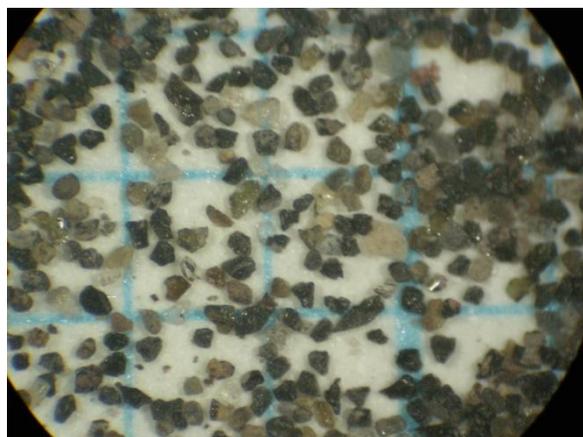


図2. 実験方法のフローチャート

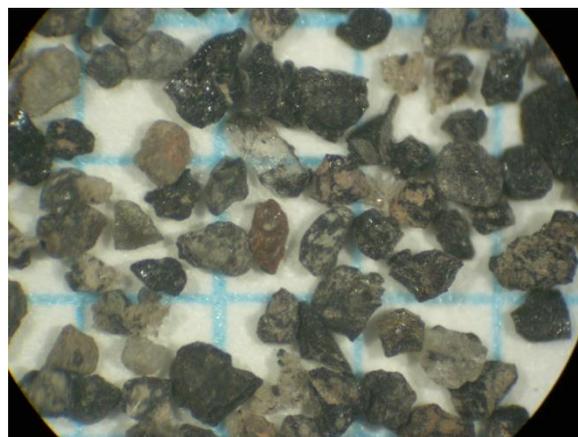
番号	採取期間	日数	質量 (g/m ²)	粒度分析 (%)	
				粒度	割合
1	2020/11/19 ~12/17	28	411.0	≤ 62 (μm)	13.8
				62-120	11.1
				120-250	22.9
				250-500	23.7
				500 <	28.5
2	2020/12/17 ~2021/1/21	35	344.9	≤ 62 (μm)	0.2
				62-120	19.7
				120-250	37.3
				250-500	23.7
				500 <	19.2

表1. 降灰量と粒度分析の結果

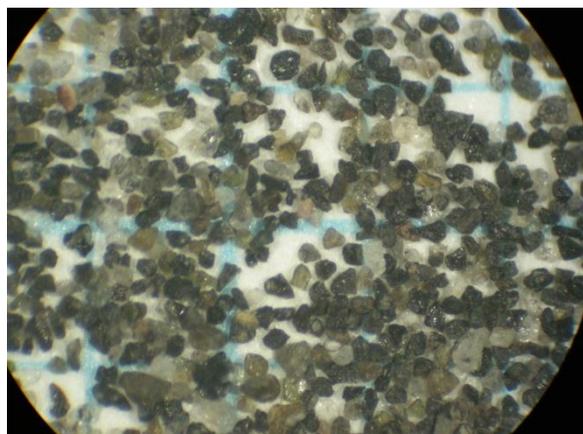
粉末 X 線回折実験は、リガク製 X 線回折装置 Ultima IV Protectus (管電圧 40kV; 管電流 40mA; モノクロメータ (グラファイト) 使用; 発散スリット・散乱スリット 1°; 受光スリット 0.15mm) を用いて CuK α 線によって測定し、回折線データ (XRD 図形) を得た。試料では $3^\circ \leq 2\theta \leq 70^\circ$ の範囲を $10^\circ/\text{min}$ で測定し、統合粉末 X 線解析ソフトウェア PDXL を用いた COD (Crystallography Open Database) とのコンピューター照合により火山灰に含まれる主な鉱物を同定した。火山灰から磁石で磁性鉱物を除去した後の試料については斜長石の構造状態を判定するために、 $21^\circ \leq 2\theta \leq 33^\circ$ の範囲を $0.1^\circ/\text{min}$ (発散スリット・散乱スリット $1/2^\circ$) で精密に測定した。



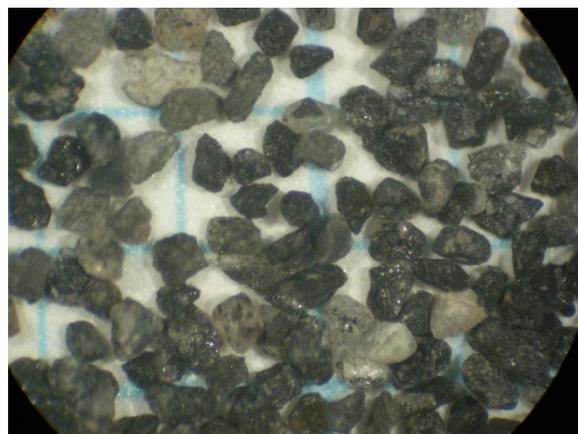
試料 1 (120~250 μm)



試料 1 (250~500 μm)



試料 2 (120~250 μm)



試料 2 (250~500 μm)

図 3. 火山灰試料の写真 (写真中の方眼は 1mm 間隔)

3. 結果と考察

(1) フルイ分け・肉眼観察

試料 1 と 2 の採取期間における噴火回数 (カッコ内は爆発回数の内数) はそれぞれ 19 回 (13 回) と 17 回 (13 回) であった。1 m^2 あたりの降灰量に換算した質量と粒度分析の結果を表 1 に示す。試料 2 は試料 1 と比べて採取期間の平均として 62 μm 以下の粒子の割合が低く、120~250 μm の粒子の割合が高い。試料 1 は試料 2 に比べて全体としてやや赤みがかった。フルイ分けした火山灰試料の写真を図 3 に示す。これまでの調査 (例えば、松井ほか, 2017; 松井・足立, 2018; 松井・七村, 2019) と同様、黒岩片の割合が高く、肉眼で判別できる鉱物結晶としては斜長石が多く確認された。これらの斜長石の構造状態を推定するために、120~250 μm の試料を使用した。

(2) 粉末 X 線回折実験

測定した回折線データを PDXL を用いて COD とのコンピューター照合をしたところ、火山灰中の非磁性鉱物は主として斜長石からなることが判明した。一方、斜長石の構造状態については、Scheidegger (1973) に従って $21^\circ \leq 2\theta \leq 33^\circ$ の範囲で面指数(1-11), (-201), (131), (220), (1-31) に対応する回折線の角度から $B (= 2\theta(1-11) - 2\theta(-201))$ と $\Gamma (= 2\theta(131) + 2\theta(220) - 2\theta(1-31))$ を求めた (図 4)。今回の採取期間では、2 試料とも斜長石の構造状態についてはほぼ同じ位置にプロットされるものの、試料 1 は試料 2 より四面体席における Si/Al の配列が少し無秩序化し、

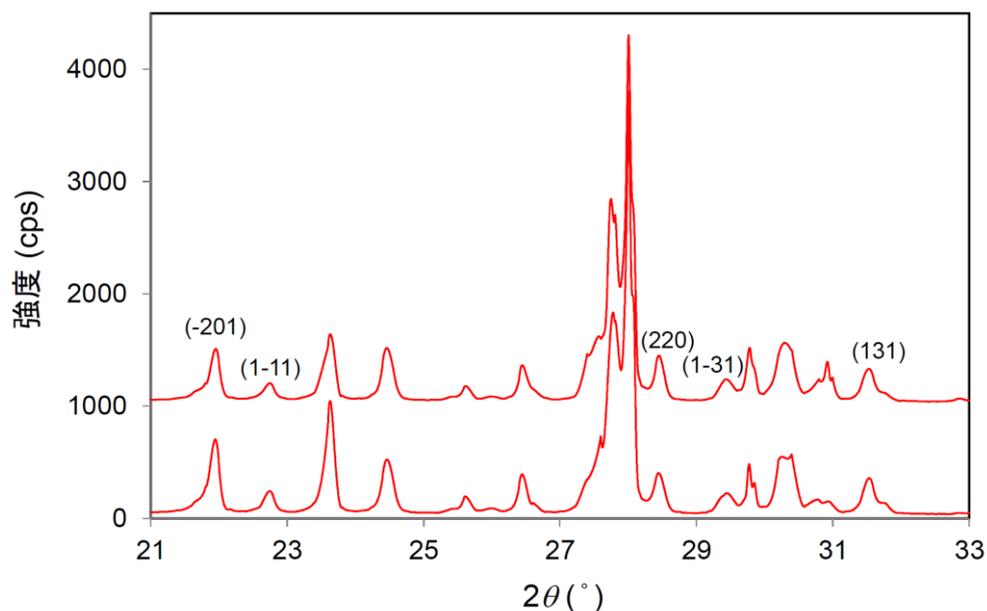


図 4. 粉末 XRD 図形 ($21^\circ \leq 2\theta \leq 33^\circ$, 上から試料番号 1, 2 の順)

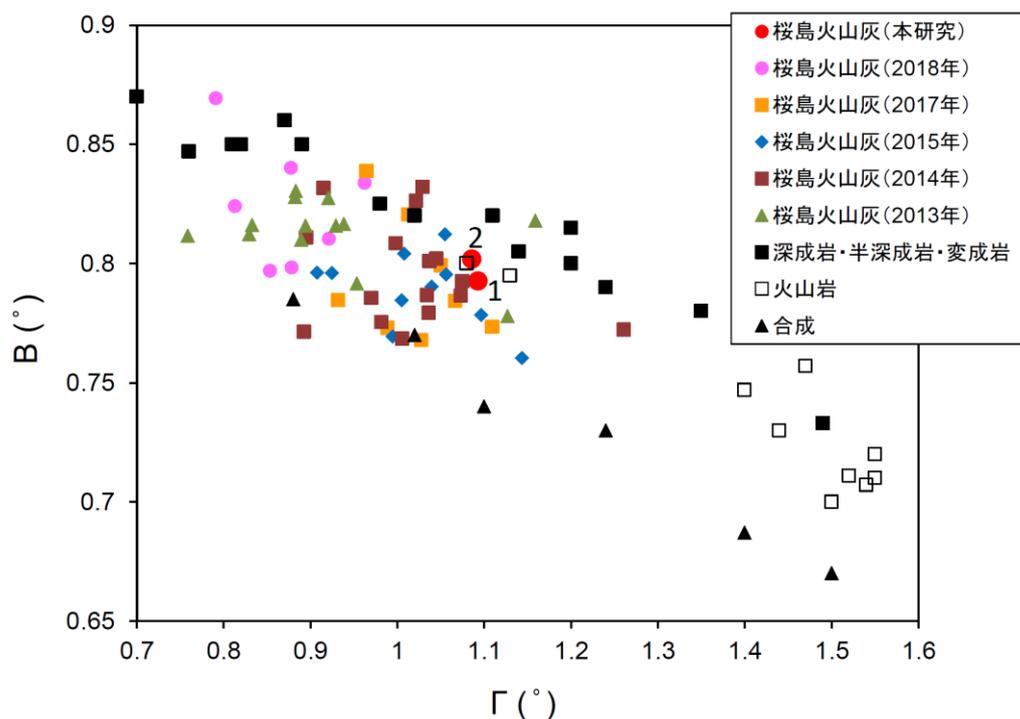


図 5. 桜島火山灰を構成する斜長石の B/Γ プロット。深成岩・半深成岩・変成岩、火山岩中の斜長石および合成斜長石のデータは Smith & Gay (1957) による。赤丸の近くの数字は試料番号。

斜長石の灰長石成分も若干富んでいると思われる。また、一昨年までの一連の分析結果（松井・七村, 2019）と比べて灰長石成分に富む範囲に分布していた（図5）。火山灰には火成活動における様々な段階における生成物が混合している。火山岩中の斜長石斑晶では化学組成の累帯構造がよく観察され、桜島の火山灰においても一般的に見られることを注意しておかなければいけない。実際に平成29年に採取した火山灰では、組成幅が中性長石から亜灰長石まで($Ab_{50}An_{50} \sim Ab_{10}An_{90}$) 広く確認された（松井・足立, 2018）。このため今回の粉末X線回折実験における回折線は、混合物の回折線のピークが重ね合わさったものであり、構造状態についても化学組成についても様々な成分や熱履歴を有する斜長石の鉱物結晶の加重平均を見ていると認識しておく必要があると思われる。

4. まとめと今後の課題

今回の採取期間では斜長石の構造状態については2試料ともほぼ同じ位置にプロットされ、一昨年までと比べて灰長石成分に富む範囲に分布していた。このことから以前と比べて斜長石斑晶を晶出したマグマの化学組成が以前より苦鉄質なものに変化してきているか或いはより苦鉄質なマグマが混入した可能性が示唆されるが、粉末X線回折実験で得られる回折線データは結晶の平均構造を反映したものであるため、今後は回折線のピーク分離を適切におこなったうえで斜長石の化学組成と構造状態をより精密に議論する必要があると考える。火山灰を構成する鉱物の構造状態の経時変化を地球物理学的観測データと照らし合わせることで、火山活動を監視する新たな視点を提供することになると期待される。

謝辞

本調査を遂行するにあたり、鹿児島市立黒神小学校の皆様には火山灰試料の採取にご協力いただきました。記して御礼申し上げます。

引用文献

- 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台 (2020) 令和2年(2020年)の桜島の火山活動, 26 p.
- 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台 (2021) 桜島の火山活動解説資料(令和3年1月), 15 p.
- 松井智彰・丸本啓介・中村美勇・戸高京介 (2017) 桜島火山から噴出する火山灰を構成する斜長石の構造状態—火山灰構成鉱物から火山活動を監視するための予備的研究—. 鹿児島大学教育学部研究紀要(自然科学編), 68, 23-30.
- 松井智彰・足立稜太 (2018) 桜島から噴出する火山灰の構成鉱物に関する研究(2017年3月~10月)—地域の自然環境を深く正確に理解した力量ある理科教員の養成—. 鹿児島大学地域防災教育研究センター平成29年度報告書, 鹿児島大学地域防災教育研究センター, 69-76.
- 松井智彰・七村玲奈 (2019) 桜島から噴出する火山灰の構成鉱物に関する研究—火山灰中の変質鉱物から火山活動を監視するための予備的調査—. 鹿児島大学地域防災教育研究センター平成30年度報告書, 鹿児島大学地震火山地域防災センター, 111-116.
- Scheidegger, K.F. (1973) Determination of structural state of calcic plagioclases by X-ray powder technique. *American Mineralogist*, 58, 134-136.
- Smith, J.V. and Gay, P. (1957) The powder patterns and lattice parameters of plagioclase feldspars. II. *Mineralogical Magazine*, 31, 744-762.