

桜島の2025年噴火火山灰の特徴と1984年以降の軽石状粒子の化学組成変遷

桜島南岳で2025年5月と7月に噴出した一部の火山灰は軽石状粒子を含み、そのガラス化学組成は比較的シリカに乏しい。これを1984年から2025年に噴出した火山灰粒子と比較した結果、ガラス化学組成、軽石状粒子の量比、そしてガラス化学組成の熱力学解析から推定されるマグマ供給系の温度・圧力に、明瞭・系統的な時間変化は認められなかった。

2025年噴火の火山灰の特徴

桜島では2025年5月12日から山体膨張を開始後、南岳が5月15日から連続噴火(15日10時45分～16日4時00分頃)をした。桜島で通常発生する火山灰は黒～暗灰色で緻密な岩片が卓越するが(図1の“L”), 5月15日の火山灰には軽石状粒子が5割近く含まれていた(図2の“P”)。そして、そのガラスのシリカ濃度は 65.3 ± 0.8 wt. %と、近年の桜島噴出物中のガラスの中では比較的シリカに乏しかった。また7月には5日から6日にかけて山体膨張の観測後、6日の連続噴火によって噴出した火山灰にも軽石状粒子が2割近く含まれ、ガラスのシリカ濃度は 67.6 ± 2.8 wt. %であった。なお軽石状粒子を比較的多く含む噴出物は同時期のごく一部にみられ、その前後の火山灰は主に岩片からなる(図1)。

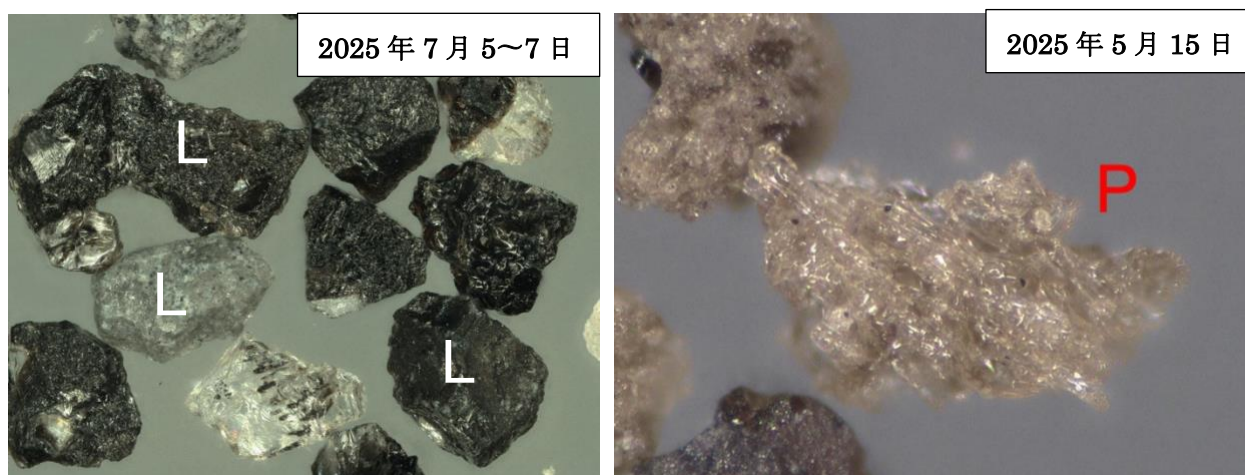


図1(左) : 2025年7月5日20時17分～2025年7月7日13時10分の火山灰試料の拡大写真。Lは結晶化の進んだ黒色や灰色の粒子。

図2(右) : 2025年5月15日14時08分～5月16日11時05分の火山灰の光学顕微鏡写真。横幅は1 mm。

1984年以降の火山灰粒子の特徴の時間変化(1984年から2025年)

桜島の火山灰には、気泡を含む粒子(軽石片)*と含まない粒子(岩片)*がある。以下では、1984年以降の桜島の火山灰粒子の組織の特徴を反射電子像で比較する(図3～11)。火山灰粒子を樹脂に埋め込み片面研磨したものをEPMAで観察した。桜島の火山灰粒子は基本的に岩片から成るが、軽石片を比較的多く含むこともある。例えば2000年5月7日(図7), 2008年2月3日(図9), 2017年11月28日(図11), 2025年7月6日(図12)である。最近41年間、軽石の含有量には明瞭・系統的な時間変化が認められない。一方で、2025年5月15日前後のように、数日以内の短時間に軽石状粒子の含有量が大きく変化することがある。以下の例では、2000年5月7日(図7)の火山灰は軽石片が多いが、翌5月8日(図8)の火山

灰は殆んど岩片からなる。

(*備考:気泡を含む粒子は、外形が流動的な形状あるいは破断面で囲まれていることから、マグマが流動的に飛沫になったか、歪みによって破碎したものだと考えられる(以下軽石片と呼ぶ)。気泡を含まない粒子は破断面で囲まれた外形をしていることから、基本的に歪みによって破碎したのだと考えられる(以下岩片と呼ぶ)。)

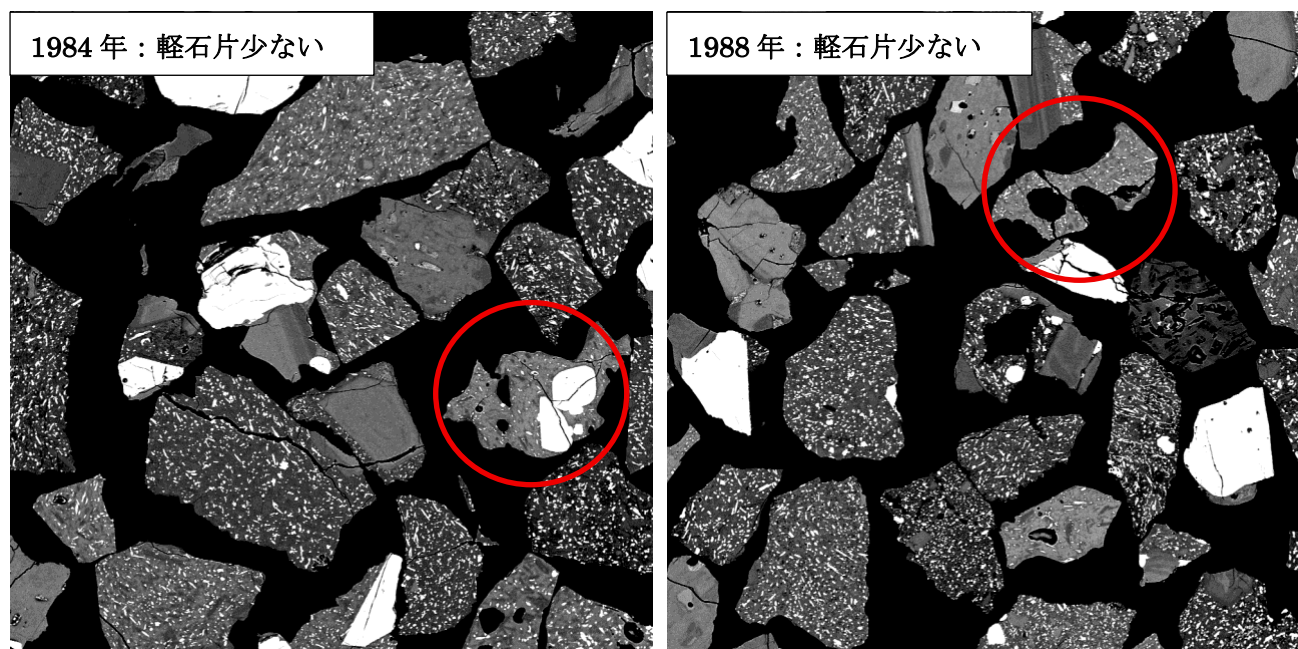


図3(左)：1984年6月3-4日。図4(右)：1988年6月15-16日。反射電子像。火山灰の粒度は125～250 μm 。粒子の選別をせずに、断面を撮影。一辺は1 mm。

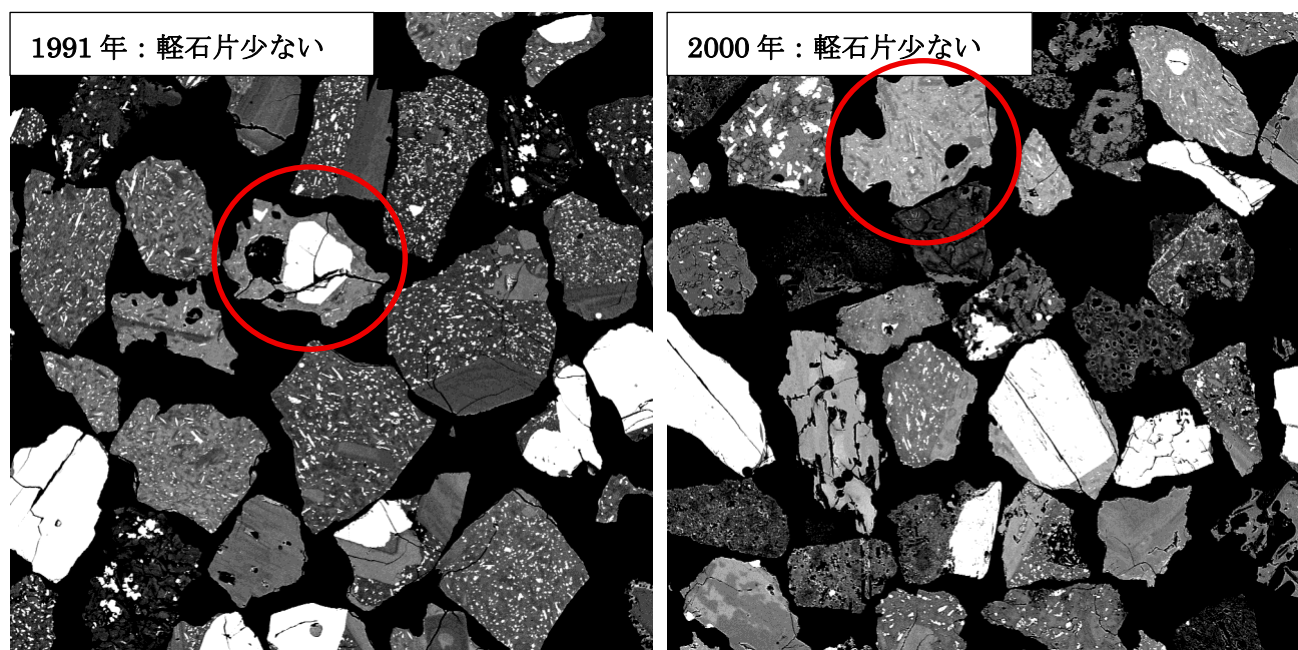


図5(左)：1991年8月26-27日。図6(右)：2000年4月8日。火山灰の粒度は125～250 μm 。反射電子像。火山灰の粒度は125～250 μm 。粒子の選別をせずに、断面を撮影。一辺は1 mm。

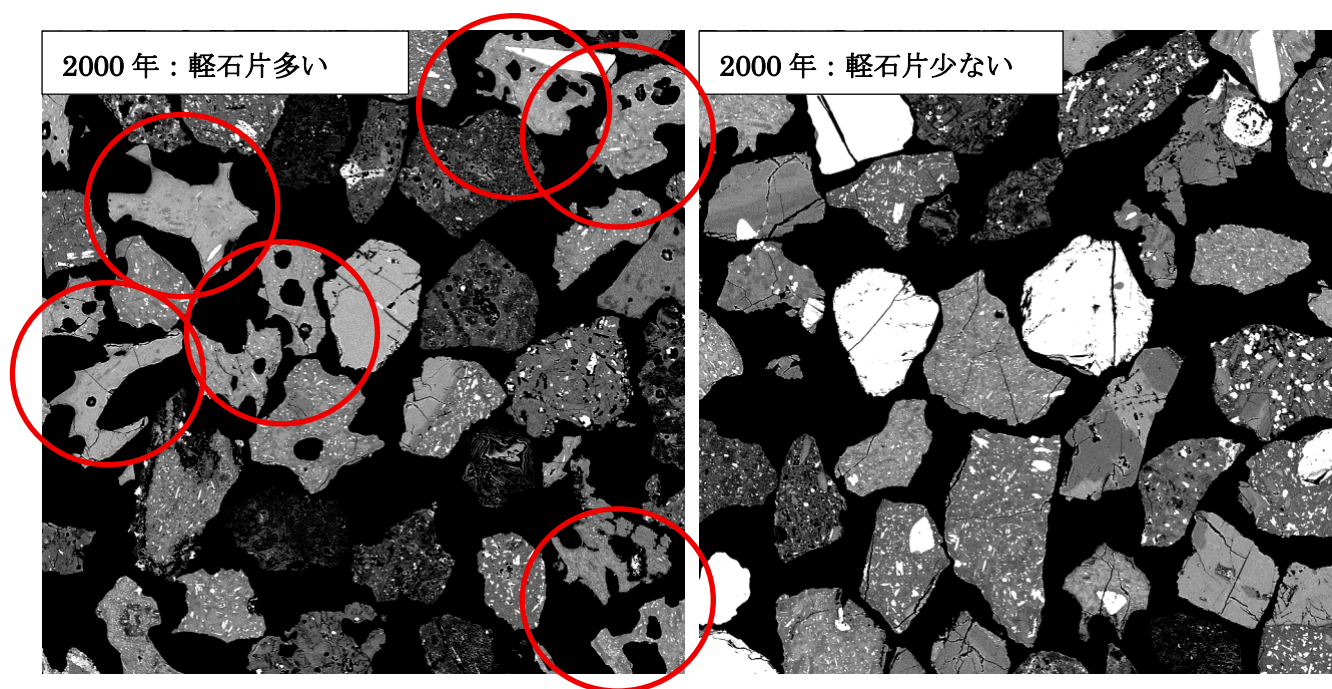


図7(左)：2000年5月7日．図8(右)：2000年5月8日．火山灰の粒度は125～250 μm ．反射電子像．火山灰の粒度は125～250 μm ．粒子の選別をせずに，断面を撮影．一辺は1 mm.

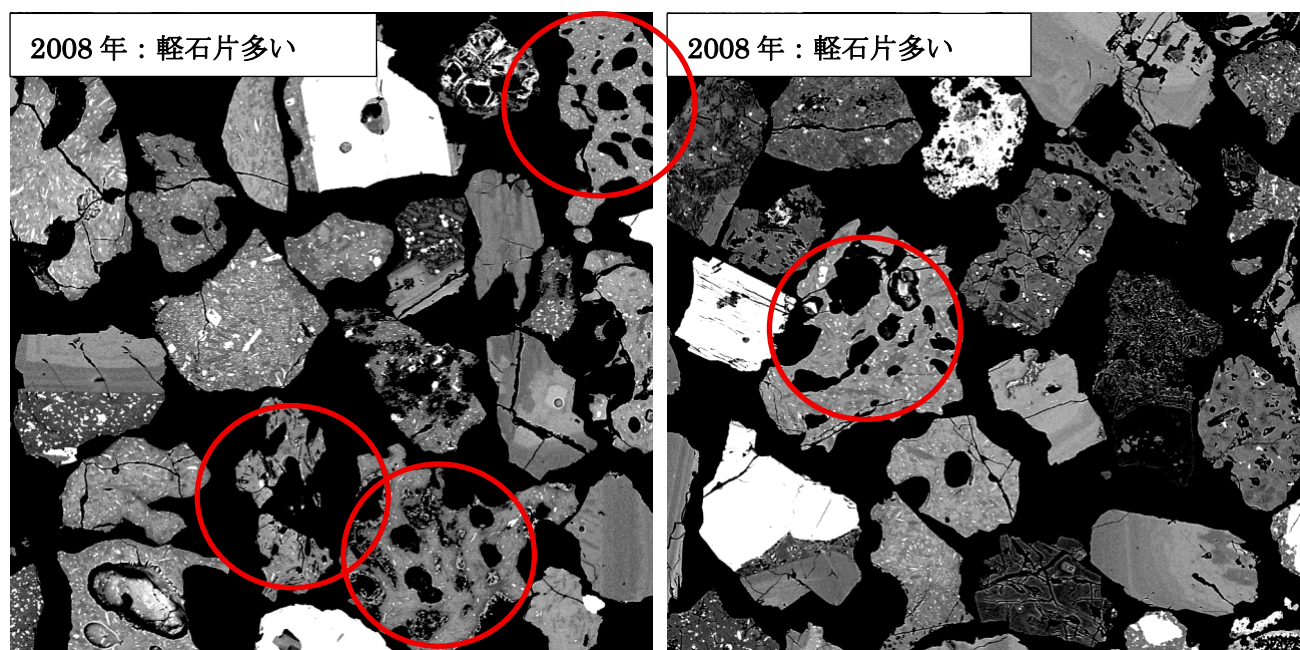


図9(左)：2008年2月3日の試料．図10(右)：2008年4月4日．火山灰の粒度は125～250 μm ．反射電子像．火山灰の粒度は125～250 μm ．粒子の選別をせずに，断面を撮影．一辺は1 mm.

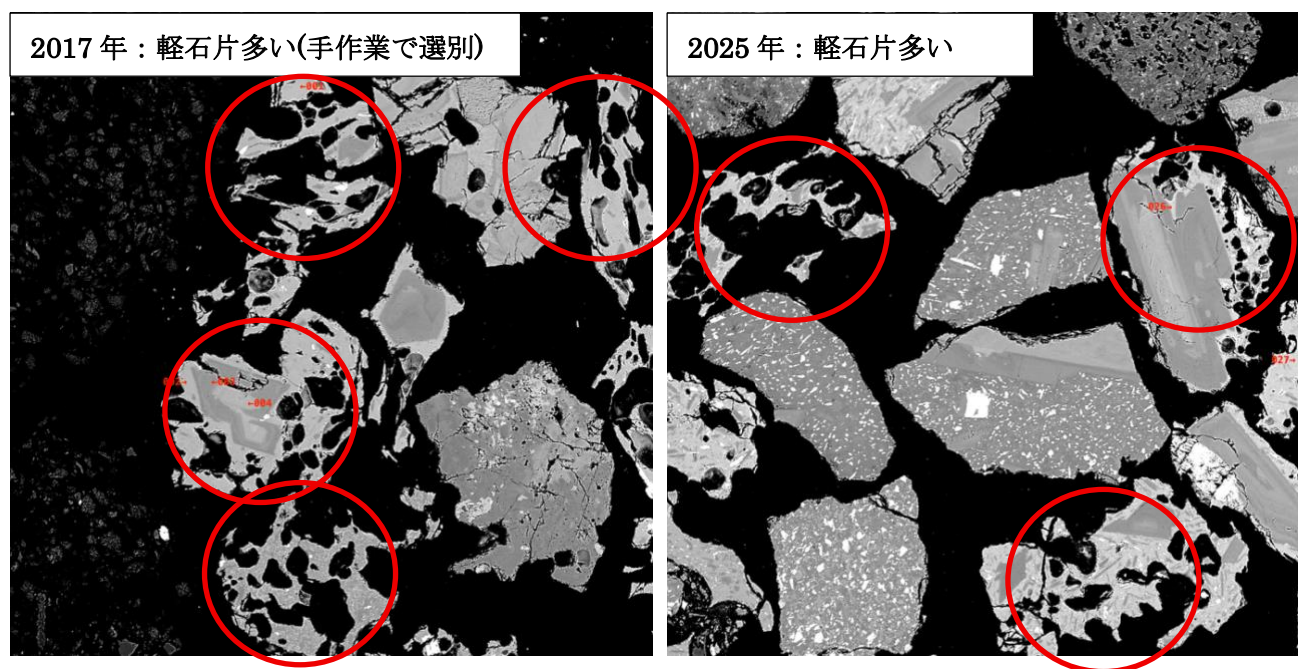


図 11(左)：2017 年 11 月 28 日の試料. 図 12(右)：2025 年 7 月 6 日の試料. 反射電子像. 火山灰の粒度は $250\sim 500\ \mu\text{m}$. 2017 年試料は水洗・篩い分けた粒子の中から軽石状粒子を選別後に、2025 年試料では選別を行わずに、断面を撮影. 写真の一边は $1\ \text{mm}$. (注意：2008 年以前とそれ以後で反射電子像の輝度・コントラストと、観察した火山灰の粒径が異なる)

1984 年以降の火山灰粒子のガラス化学組成の時間変化

1984 年から 2025 年にかけて、火山灰粒子のガラス化学組成に明瞭・系統的な時間変化は認められず、個々の噴出物内における組成のばらつきのほうが大きい(図 13～16). 例えば 1984 年から 2008 年までのガラス(石基ガラスおよび斑晶ガラス包有物)の SiO_2 濃度の中央値は 69.9 wt. %で、2017 年から 2025 年までのものは 67.7 wt. %であるから、最近のものは 2.2 wt. % SiO_2 が乏しいが、各期間においてガラスの SiO_2 濃度は 10～20 wt. %程度ばらついている(図 13, 図 15). 同様に、火山灰粒子のガラスの K_2O 濃度にも明瞭・系統的な時間変化は認められず、41 年間の変化よりも、個々の噴出物内におけるばらつきのほうが大きい(図 14, 図 16).

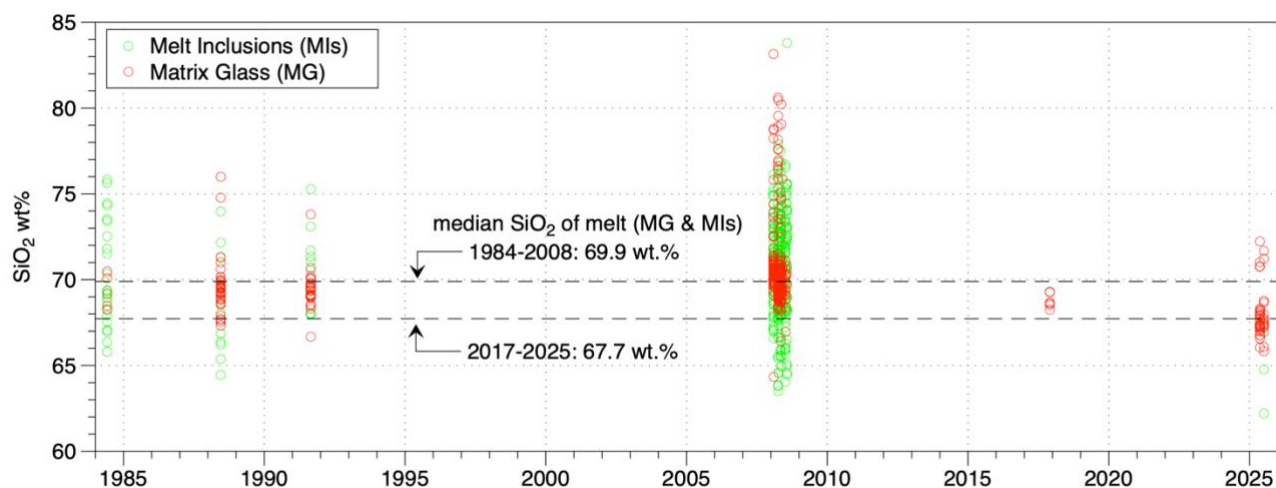


図 13：火山灰粒子中のガラス（メルト包有物および石基ガラス）の SiO_2 濃度の時間変化．分析した火山灰の採取日は 1984 年 6 月 3 日，1988 年 6 月 15 日，1991 年 8 月 26 日，2008 年 2 月 3 日，5 日，4 月 3 日，4 日，8 日，5 月 7 日，8 日，15 日，30 日，7 月 5 日，10 日，28 日，2017 年 11 月 28 日，2025 年 5 月 14 日，15 日，16 日，20 日，7 月 6 日，である．

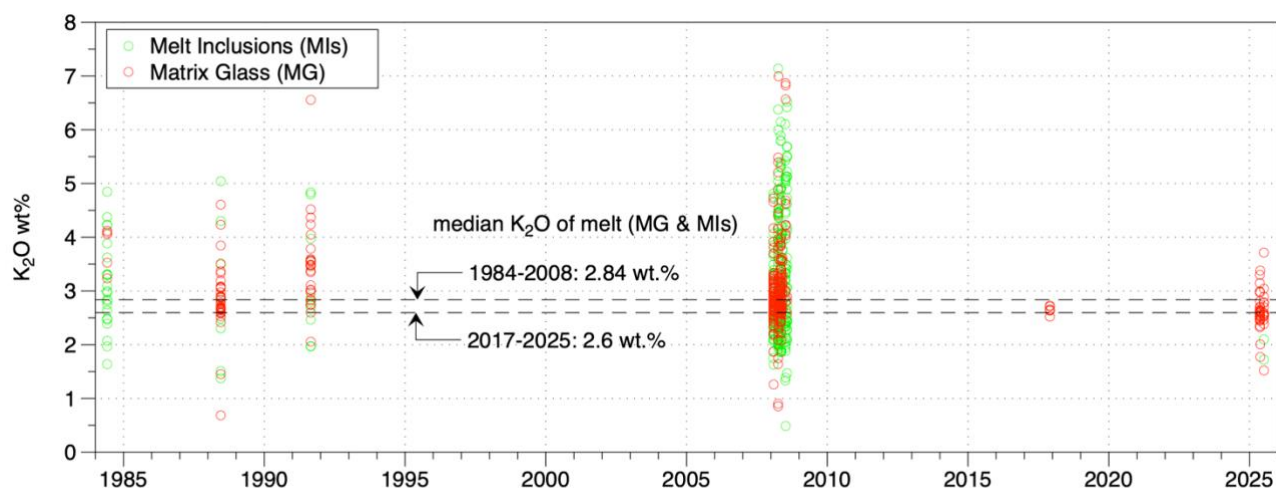


図 14：火山灰粒子中のガラスの K_2O 濃度の時間変化．分析した火山灰の採取日は図 13 と同じである．

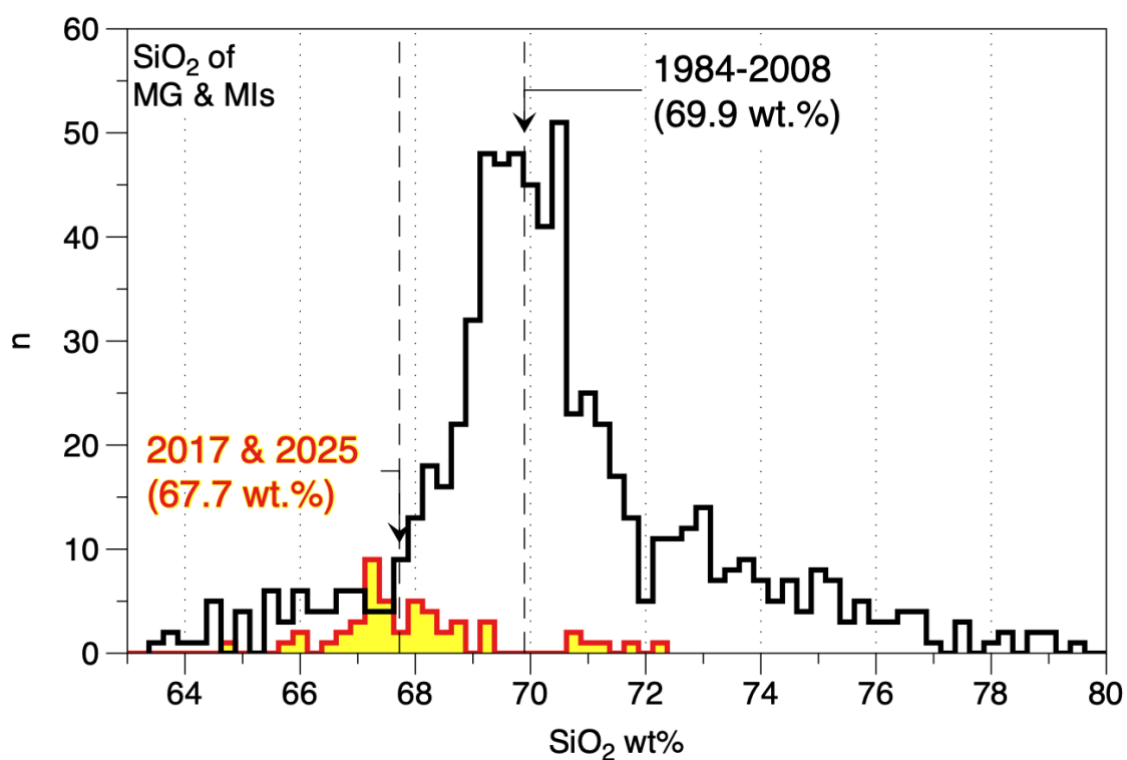


図 15：火山灰粒子中のガラスの SiO_2 濃度のヒストグラム．分析した火山灰の採取日は図 13 と同じである．破線は図中に示した期間の SiO_2 濃度の中央値を示す．

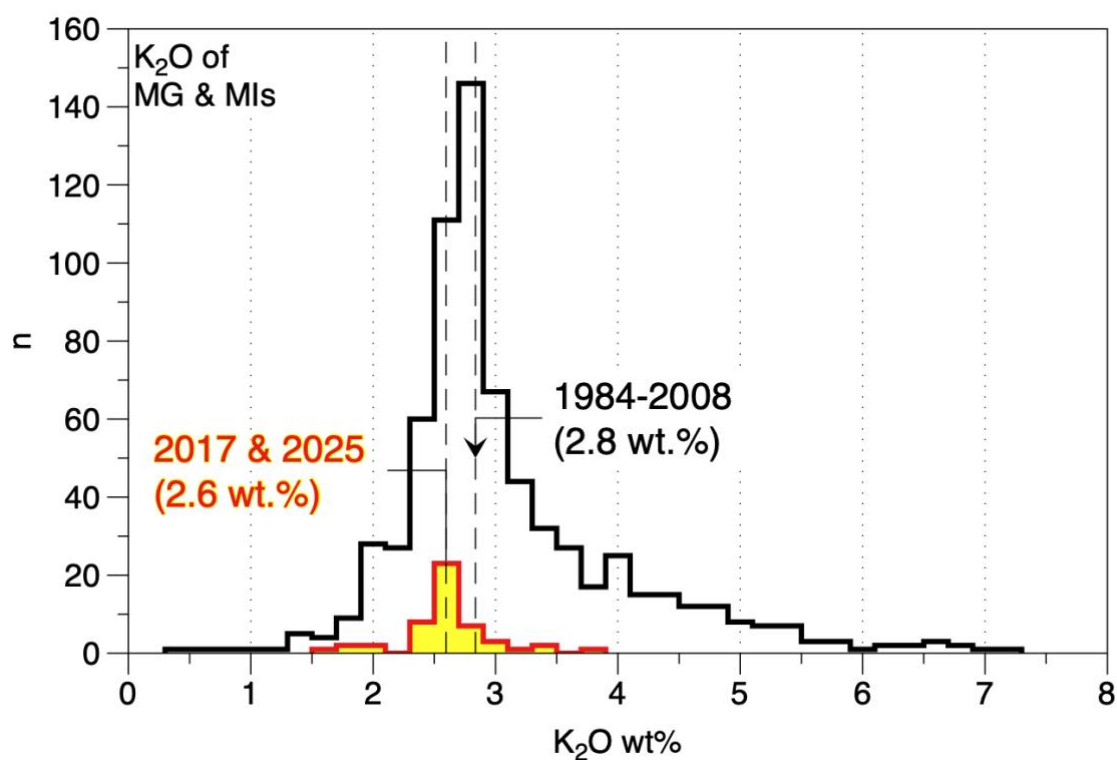


図 16：火山灰粒子中のガラスの K_2O 濃度のヒストグラム．分析した火山灰の採取日は図 13 と同じである．破線は図中に示した期間の K_2O 濃度の中央値を示す．

1984 年以降の全岩化学組成と火山灰粒子のガラス化学組成の比較

1984 年から 2025 年に噴出した桜島の火山灰粒子のガラス化学組成は、桜島火山の噴出物の全岩化学組成の分布の延長線上に分布している。

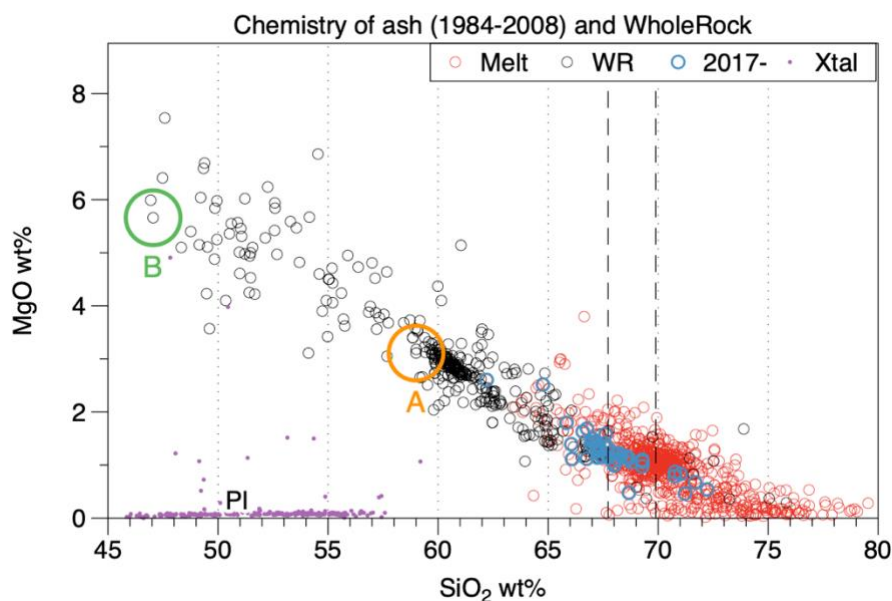


図 17：火山灰粒子中のガラス化学組成と全岩化学組成のハーカー図。分析した火山灰の採取日は図 13 と同じである。Melt はガラス化学組成，2017-はガラス化学組成のうち 2017 年と 2025 年火山灰のもの。Xtal は結晶の化学組成。WR は全岩化学組成(すべて文献値である。山口 1975，荒牧 1975，1977，1980，福山・小野 1981，荒牧・増井 1982，荒牧・小林 1986，1988，小林・荒牧 1989，Yanagi et al. 1991，藤井・小林 1995，味喜・他 2003)。「A」は 1976 年 5 月 25 日の噴出物の全岩化学組成(荒牧，1976)，「B」は鹿児島湾東岸の玄武岩の全岩化学組成(山口，1975)である。破線は図中に示した期間の試料のシリカ濃度の中央値を示す(69.9 と 67.7 wt. %)。

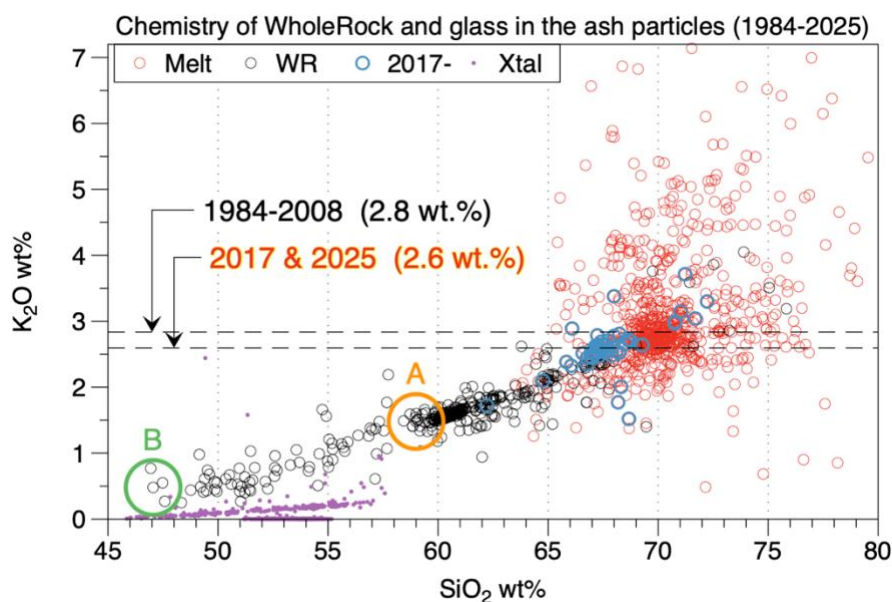


図 18：火山灰粒子中のガラス化学組成と全岩化学組成のハーカー図。データセットと凡例は、図 13 と同じである。破線は図中に示した期間のガラスの K_2O 濃度の中央値を示す(2.6 および 2.8 wt. % K_2O)。

マグマの温度・圧力

図 17・図 18 に示した全岩化学組成のうち苦鉄質な代表を「B」、安山岩質な代表を「A」と考え、安山岩マグマ「A」について Rhyolite-MELTS を用いた熱力学計算を行ない、観測されたガラス K_2O 濃度の 2 つの中央値(1984 年～2008 年は 2.8 wt. %, 2017 年～2025 年は 2.6 wt. %)を再現する温度・圧力依存性条件を調べた. 図 19 の青色部で示される 2017 年～2025 年のガラス組成に対応する温度・圧力条件は, Araya et al. (2024) が 1914-1915 年噴出物について示した温度・圧力推定値 (948 ± 7 °C・48～60 MPa) とほぼ一致した. 一方, 図 19 の赤色部で示される 1984 年～2008 年の温度・圧力推定値は, 青色部よりも左下側に分布しており, 温度にして 20～30 °C, 圧力にして 10～20 MPa 程度低い. つまり, 2017 年～2025 年のマグマの温度・圧力は, それ以前に比べて高くなったように見えるが, この時間変化よりも, マグマ供給系の温度・圧力の空間的不均質のほうが遥かに大きいと考えられる. その理由は, ガラス化学組成の時間変化よりも, 個々の噴出物内の組成変化幅のほうが遥かに大きいからである(図 13, 図 14). つまり, 深部から供給されたマグマ自体の温度・圧力が変化したのではなく, 噴火直前に火道内のどの部分(深さ)に存在していたマグマが噴出したかという空間的な要因を反映している可能性が高い. 軽石状粒子の含有量やガラス組成が短時間に変化していることは(例: 図 7 と図 8), この空間的不均質でないとは説明が難しい.

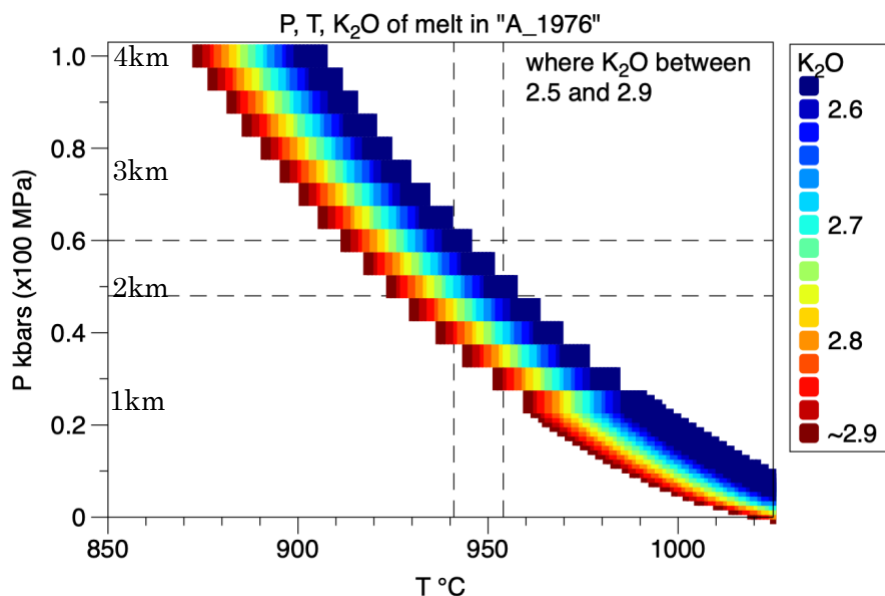


図 19: Rhyolite-MELTS で求めたメルトの K_2O 濃度の温度・圧力依存性. 1984 年～2008 年と 2017 年～2025 年の火山灰のガラスの K_2O 濃度の中央値がそれぞれ 2.6 と 2.8 wt. % K_2O であることから, 範囲を 0.1 wt. % ずつ拡張し, メルトの K_2O 濃度が 2.5～2.9 wt. % となる計算結果のみを抽出し, 各温度・圧力における K_2O 濃度を色で示した. Rhyolite-MELTS の計算に用いた全岩化学組成は図 17 の「A」, 全岩含水量は 4 wt. %, 酸素分圧は FMQ+1 ログユニットとした. 青色部は 2017 年～2025 年のメルト中央値である 2.6 wt. % K_2O を, 赤色部は 1984 年～2008 年の 2.8 wt. % K_2O を再現する温度・圧力条件である. 破線は Araya et al. (2024) による 1914-1915 年噴出物の温度・圧力推定値の範囲を示す. 縦軸の 1～4 km の数字は, 100 MPa = 4 km で換算した深さ.