

雲仙普賢岳 1991-1995 年溶岩ドーム噴火, マグマ混合におけるマグマポケットの効果

The 1991-1995 dome forming eruption of Unzen volcano: effect of magma pocket on the magma mixing process

佐藤 鋭一 [1]

Eiichi Sato[1]

[1] 神戸大・自然・地球惑星

[1] Earth and Planet. Sci., Graduate School of Sci. and Tech., Kobe Univ.

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~032d839n/eiichi.html>

雲仙普賢岳 1991-1995 年噴火で噴出したデイサイトは, 斑晶鉱物の逆累帯構造や黒雲母の反応縁としてパーガサイトが晶出することなどから高温マグマと低温マグマの混合によって形成されたと考えられている (Nakada and Motomura, 1999; Holtz et al., 2005)。この噴火におけるマグマ混合過程の研究ではこれまで主に端成分マグマの温度・化学組成・含水量等の推定が行われてきた。従来, マグマ混合が生じる場所としてマグマ溜まり内部 (Tuner and Campbell, 1986; Phillips and Woods, 2002) と火道内 (Koyaguchi, 1985; Blake and Campbell, 1986; Freundt and Tait, 1986; Koyaguchi and Blake, 1989) での混合が考えられており, 雲仙普賢岳 1991-1995 年噴火のデイサイトはどこでどのように混合したのかには興味もたれる。雲仙普賢岳では地下 15 km にあるマグマ溜まりからマグマが上昇し (Umakoshi et al., 2001), さらに地下 7 km, 4 km, 0.6 km に存在するマグマポケットを通過したことが地球物理学的な手法によって明らかになっている (Hendrasto et al., 1997)。本研究では, 雲仙普賢岳 1991-1995 年噴火のマグマ混合過程について, 佐藤・佐藤 (2007) (火山学会秋季大会講演予稿集, p22) のマグマポケット内でのマグマ混合の流体実験の結果を適応し, 混合メカニズムについて考察した。その結果, 地下 7 km, 4 km に存在するマグマポケット内でのマグマの重力不安定によって, マグマの混和が生じ不均質化が促進された可能性があるのを報告する。

佐藤・佐藤 (2007) の実験は, 上部タンクの下方にパイプ・ポケット・パイプをこの順に取り付けた装置を用い, タンク内に異なる物性を持つ 2 流体を成層させ, 重力によって流下させる方法で行われた。その結果, ポケット内での浮力の効果によって重力不安定が生じ, 流体同士の引き延ばしが繰り返された。一方で, 重力不安定が生じなかった場合もある。これらの形態の違いを重力と粘性力の比をとった無次元数 I ($I = \nu U / (g(d_2 - d_1)R^2$, Koyaguchi and Blake, 1989) を用いて分類した。ここで, ν はマグマの粘性率, U は速度, g は重力加速度, $d_2 - d_1$ は密度差, R は火道の半径である。その結果, ポケット内で I が 0.1 より小さくなったときに流体に不安定が生じることが明らかとなった。

雲仙普賢岳 1991-1995 年噴火の初期 (1991 年中) の溶岩ドームの成長はほぼ $3 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$ ($3.5 \text{ m}^3/\text{s}$) で一定である (Nakada et al., 1999)。ここで, 火道直径を 10-30 m とした場合, マグマの上昇速度は 0.0049-0.044 m/s となる。マグマは地下 15 km に存在するマグマ溜まりから 40-50 度の角度で上昇しており (Umakoshi et al., 2001), 上述した上昇速度でマグマが上昇した場合, 地表に到達するまで 5.3-47.2 日間かかる。マグマ混合から噴出までの時間はマグネタイトの拡散プロファイルから推定されており, 数日-数ヶ月であった (Nakamura, 1995)。したがって, マグマ溜まりから地表までのマグマの到達時間とマグマ混合から噴出までの時間を考えた場合, マグマ混合は火道内で生じた可能性が高い。今回, Holtz et al. (2005) の研究から端成分マグマの化学組成を推定し, 端成分マグマの密度・粘性率を計算して, 火道上昇中のレイノルズ数を見積もった。その結果, 火道内でのレイノルズ数は $Re = 0.0001-0.01$ の範囲にあり, Re が 3 より大きいときに混合するという火道内混合の条件 (Blake and Campbell, 1986) を満たさない。ここで, 半径 100 m のマグマポケットが地下 7 km, 4 km に存在すると仮定するとポケット内で $I = 0.0007-0.007$ (7 km), $I = 0.003-0.03$ (4 km) となり, 佐藤・佐藤 (2007) の実験結果からポケット内で 2 つのマグマに重力不安定が生じ, マグマが不均質に引き延ばされる可能性がある。したがって, 雲仙普賢岳 1991-1995 年噴火ではマグマポケットの存在がマグマ混合を促進させる要因の一つになりうる。