

## マグマ混合のアナログ実験: マグマポケットを持つ火道の場合

## An analogue experiment of magma mixing: a case study of volcanic conduit with a magma pocket

# 佐藤 鋭一 [1]; 佐藤 博明 [2]

# Eiichi Sato[1]; Hiroaki Sato[2]

[1] 神戸大・自然・地球惑星; [2] 神戸大・理・地球惑星

[1] Earth and Planet. Sci., Graduate School of Sci. and Tech., Kobe Univ.; [2] Earth and Planetary Sci, Kobe Univ

<http://www.kobe-u.ac.jp/volcano/index.html>

マグマ混合は多くの火山岩の生成において一般的な現象であり、これまで、火道中およびマグマ溜り内での混合過程が提案されてきた (Oldenberg et al., 1989; Koyaguchi, 1985, 1987; Blake and Campbell, 1986; Koyaguchi and Blake, 1989 など)。本研究では火道の途中にマグマポケットが存在する場合の効果を検討するために流体実験を行ったのでその結果を報告する。

実験に用いた流体は珪酸ナトリウム水溶液である。用いた珪酸ナトリウム水溶液は密度 ( $d$ ) 1400-1620 kg/m<sup>3</sup>・粘性係数 ( $\nu$ ) 0.48-107 Pa sec の範囲のものを準備した。実験装置はアクリル板とアクリルパイプを用いて作成した。上部容器 (一辺が 4.5 cm の正方形を底辺とする直方体) を設置し、その容器の下部に火道に対応するアクリルパイプ (内径: 7 mm) を取り付けた。火道の途中にはより径の大きいパイプ (内径: 2.5 cm) をマグマポケットとして取り付けた。この際、マグマポケットの上部と下部はゴム栓で閉じ、ゴム栓の中央部に穴を開け、火道と連結させてある。この装置は Blake and Campbell (1986) の実験装置に近いが、火道中にマグマポケットに見立てた装置を設置した点で異なる。実験は上部容器に低密度・低粘性で赤色に着色した流体 1 ( $d_1=1400-1610$  kg/m<sup>3</sup>,  $\nu_1=0.48 \sim 33.7$  Pa s) が高密度・高粘性で無色の流体 2 ( $d_2=1470 \sim 1620$  kg/m<sup>3</sup>,  $\nu_2=6.58 \sim 107.30$  Pa s) の上位になるように 2 流体を成層させ、そこから重力によって 2 流体を降下させる方法をとった。このとき、火道及びマグマポケットにはあらかじめ流体 2 を満たしておいた。この実験では、2 流体の振る舞いが実際の運動方向と逆転している点を除けば、マグマ溜りからマグマポケットを持つ火道内を上昇し噴出するという運動を再現していると考えてもよい。

実験を開始するとまず上部容器内の流体 2 が降下し、その後、流体 1 が火道に吸い込まれる。吸い込まれた流体 1 は流体 2 で満たされた火道内の中央を流下し、マグマポケットに流入する。このとき、火道を流下する流体 1 の速度は  $8 \sim 170 \times 10^{-4}$  m/s で、レイノルズ数は  $Re=10^{-1} \sim 10^{-4}$  のオーダーである。マグマポケットに流入した流体 1 は速度が減少し、わずかに入ったところで扁平な円盤状、あるいは逆傘状～噴水状に広がる。あるいは、逆傘の先端がポケット内で浮き始めるように見える場合があり、流体 2 を取り込む場合がある。その後、定常的に流体 1 が注入されると、傘は紡錘形に拡大し、取り込まれた部分では混合が生じる。マグマポケット内では径が大きいために、粘性力では 2 つの流体の密度差を支えることができずに崩壊して混合が生じる可能性が考えられた。Koyaguchi and Blake (1989) は粘性力と重力の比をとった無次元数  $I (= \nu^2 \cdot U / (g \cdot d \cdot R^2))$  を提案しているが、今回の実験の条件では、 $I = 2.0 \sim$  (密度差なし) の範囲であった。この範囲では明瞭な重力崩壊は観察されなかった。一方、今回の実験では用意した珪酸ナトリウム水溶液の粘性係数が完全に一樣でないために火道パイプ内で流体 1 の径が数珠状になる場合が観察された。この場合は流体 1 が流体 2 中に筋状に取り込まれるのが観察され、そのような条件では液体の混合が促進されると考えられる。実際のマグマ混合では 2 つのマグマは一般に温度が異なっていると考えられ、それが火道を管流として流れれば、熱伝導により内側の高温マグマは境界付近で冷却され結晶化が進むため局所的に粘性係数が上昇し、一方外側の低温マグマ (しばしば斑状) は境界付近で加熱されて局所的に粘性係数が低下するので管流内での不安定が発生し混合が促進されることも考えられる。