

噴出物解析に基づく北海道駒ヶ岳火山 1929 年噴火直前のマグマ溜まり過剰圧の推定

Estimation of overpressure just before 1929 eruption at Hokkaido Komagatake based on analysis of eruption products

竹内 晋吾[1]

Shingo Takeuchi[1]

[1] 東工大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech.

噴火開始過程におけるマグマ上昇のタイムスケールは、噴火直前のマグマ溜まりの過剰圧によって決定されている。本研究では、岩石学的に推定した噴火開始のタイムスケールと岩脈成長モデルを用いて、北海道駒ヶ岳火山 1929 年噴火直前の過剰圧の大きさを推定した。その結果、斜長石の汚濁帯形成の速度論から推定された 1.2 日以下のタイムスケールで深さ 3 km のマグマ溜まりから地表まで噴火最初期噴出の混合マグマの岩脈が上昇するには、10 MPa 以上の過剰圧が必要とされる。このような噴出物解析に基づく過剰圧の推定は観測のない過去の噴火にも適用できる点で有用である。

噴火直前のマグマ溜まり内の過剰圧は、噴火開始過程におけるマグマ上昇のタイムスケールを決定する点で重要である。また過去の噴火がどの程度の大きさの過剰圧で開始したか推定できれば、将来的に発生する噴火の予測にも大きく寄与する。これまでに行われたマグマ溜まりの過剰圧の推定は、岩脈伝播過程(Einarsson, P., and Brandsdottir, B., 1980,)や溶岩噴出(Stasiuk et al., 1994)といった噴火現象のリアルタイム観測に基づいている。従って観測データのない過去の噴火直前の過剰圧を推定することはこれらの手法では不可能である。本研究では、岩石学的に推定した噴火開始のタイムスケールと Rubin (1995)の岩脈成長モデルを用いて、北海道駒ヶ岳火山 1929 年噴火直前の過剰圧の大きさを推定した。

Rubin (1995)は、一定の過剰圧を持ったマグマ溜まりからの岩脈成長における岩脈幅の拡大と母岩からの冷却による固結との競合をモデル化した。その結果、岩脈幅の拡大が固結による収縮に勝り岩脈が成長するには、岩脈の拡大幅に対する冷却による岩脈の固結幅の比を表す無次元数 λ が 0.15 よりも小さい時に限られる。このに関する条件は、マグマの粘性に対して岩脈成長に必要なマグマ溜まりの過剰圧の大きさを制約する。北海道駒ヶ岳 1929 年噴火においては、粘性が 10 の 3.9 乗程度の混合マグマが噴火最初期に噴出した。従ってマグマ溜まりの過剰圧はこの粘性の混合マグマの岩脈が成長可能な大きさでなければならない。Rubin (1995)の岩脈成長条件から、混合マグマの岩脈成長には噴火直前の過剰圧の大きさが少なくとも 8 MPa は必要となる。

マグマの流れに律速される岩脈の成長速度は、岩脈幅の 2 乗に比例し岩脈内の過剰圧勾配に比例する。岩脈幅は岩脈の長さに比例し、過剰圧勾配は岩脈の長さに反比例する結果、岩脈の成長速度は岩脈の長さの 1 乗に比例することになる。その比例定数には過剰圧が 3 乗の形で入るため、岩脈の成長開始から地表到達までのタイムスケール(噴火開始のタイムスケール)は過剰圧の大きさに高い依存性を示す(Rubin, 1995)。ゆえにマグマ溜まりの深さと噴火開始のタイムスケールを見積もれば、過剰圧の推定が可能になる。

北海道駒ヶ岳の 1929 年噴火で噴出した低温マグマのメルト含水量はおよそ 3 wt % で、その飽和圧力はおおよそ 70 MPa である。マグマ溜まりが水に飽和していたと仮定した場合、マグマ溜まりの深さは約 3 km と推定される。この値は、1929 年噴火直後の地殻変動を元に推定されたマグマ溜まりの深さ(Sezawa, 1931)と矛盾しない。また噴火最初期噴出の混合マグマを代表する青灰色軽石中 (Ko-a1 層: 勝井ほか, 1986)には最大 100 μ m の汚濁帯を伴う斜長石斑晶が見つかる。汚濁帯形成の速度論(Nakamura and Shimakita, 1998)に基づき、混合マグマの温度(約 1040)での最大幅の汚濁帯を形成するのに必要な時間を推定するとおよそ 1.2 日のとなる。このタイムスケールはマグマ混合が起こってから噴出・急冷されるまでを表していると考えられるが、マグマ混合と岩脈上昇開始のタイミングは必ずしも一致するとは限らない。しかし斜長石斑晶の混合マグマ内への取り込み開始は多かれ少なかれマグマ溜まり内から始まると考えられるので、汚濁帯の最大幅を与えるタイムスケールは岩脈上昇開始から噴出急冷までの最大のタイムスケールを示していると解釈できる。

混合マグマの粘性で深さ 3 km のマグマ溜まりから地表まで 1.2 日以下のタイムスケールで岩脈が上昇するのに必要な過剰圧は、Rubin(1995)の岩脈成長モデルによって 10 MPa 以上と推定される。また噴火現象をマグマ溜まり内の過剰圧の解放過程ととらえることで、過剰圧の大きさと実際のマグマの噴出量からマグマ溜まりの体積を推定することも可能である(例えば Tait et al., 1989)。勝井ほか(1989)をもとに 1929 年噴火で噴出されたマグマの体積(D. R. E.)は、およそ 0.1 km³ と見積もられる。この量のマグマの噴出によってマグマ溜まり内の過剰圧が解放されたとした場合、Tait et al.(1989)の球状マグマ溜まりモデルによるならば、マグマ溜まりの体積は

最大値として 140 km³ と推定される。

斜長石の汚濁帯を用いて噴火開始のタイムスケールに対して制約を与えることにより、噴火直前の過剰圧の大きさに対して制約を与えた。この手法が適用できるのは混合マグマが噴火最初期に噴出した場合に限られるが、噴出物解析に基づく過剰圧の推定は観測のない過去の噴火にも適用できる点で有用であると思われる。