

デイサイト火山のマグマ供給システムとドーム形成メカニズム 有珠火山の事例

Magma-plumbing system and doming processes of dacite volcano Usu

渡辺 秀文[1]

Hidefumi Watanabe[1]

[1] 東大・地震研

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

1. はじめに

火山噴火の中長期的な予測や推移予測は現在のところ困難である。例えば、数十年おきに噴火を繰り返す火山では、噴火と噴火の間に地下で何が起きているのであろうか。これらの問題に答えるためには、マグマ供給系についての具体的な理解が必要となる。噴火の準備過程に関しては、ごく少数の噴火頻度の高い火山を除いて、これまで世界的にも観測データが乏しかった。近年、伊豆大島火山 1986 年噴火前後の地殻変動観測や三宅島火山 1983 年噴火後に繰り返された水準測量と GPS 観測によって定常的な山体膨張が検出され、ほぼ定常的に深部からマグマが供給され蓄積していることが明らかになった。噴火直後から始まる火山体の定常的な膨張はマウナロア火山でも観測されており、少なくとも数十年毎に噴火を繰り返す玄武岩質火山では一般的なことも知れない。同様に数十年間隔で噴火を繰り返す安山岩やデイサイト質火山ではどうなのであろうか。これらの火山については、マグマ供給様式についての情報がこれまでほとんど得られていなかったが、有珠山 2000 年噴火に際してマグマ供給系およびドーム形成メカニズムの解明にとって重要な情報が得られた。本講演では、これらの観測結果に基づき、デイサイト質火山のマグマ供給システムとドーム形成メカニズムについてのモデルを提唱する。

2. 有珠山のマグマ供給システムと 2000 年噴火の前兆過程

岩石学的研究から、有珠山の地下 4-6km と 10km の深さに、それぞれデイサイト質と玄武岩質のマグマ溜りがあり、1663 年噴火以降は同じマグマ供給系を使用しているとされている（東宮，1995）。1977 年噴火後継続していた潜在ドーム隆起活動が 1984 年 4 月に停止した後有珠山周辺の地震活動は低調であったが、1995 年頃から山頂～北麓の地震発生数が増加傾向に転じ、北麓の明治新山では噴気温度の上昇も観測された。また、有珠山山体地下からの CO₂ フラックスが 1998 年から 1999 年にかけて増加し、2000 年噴火後激減した（Hernandez et al., 2001）。一方、2000 年 3 月 27 日の群発地震活動開始前には、明瞭な山体膨張は観測されていない。

群発地震開始後の 3 月 28 日から北西山麓で噴火が開始する 31 日まで、山頂西部地下 2 km を中心とする隆起膨張および有珠山周辺数十 km に及ぶ広域の収縮変動（変動源の深さ約 10km）が観測された（大学総合観測班，国土地理院）。一方、噴火地点近傍の GPS 観測点では噴火前に顕著な変動がみられなかった（北大・北海道立地質研究所）。噴火開始後は、山頂西部の隆起および広域の収縮は停止し、噴火地点近傍を中心とする局地的隆起膨張が続いた。また、31 日噴火の噴出物は軽石を含み約半分が本質物で、深さ約 2～3 km で粉碎したことが分かった（宇井ら，2000；東宮ら，2000）。

以上を総合すると、噴火前には、深部マグマ溜りから揮発成分に富んだ玄武岩質マグマが少量ずつ浅部のデイサイト質マグマ溜りへ注入され、浮力を獲得したデイサイトマグマが山頂西部へ向けて上昇を開始したが地表へ噴出できず、山頂西部地下から北西山麓に向けて割れ目が形成され、急減圧により自破碎した発泡マグマが噴出したものと思われる。注目すべきは、山頂西部地下へのマグマの貫入と深部からのマグマの上昇が同期していることである。定常的に深部からマグマが上昇蓄積し山体を膨張させている玄武岩質火山の噴火準備過程との違いは、玄武岩質マグマとデイサイト質マグマの密度差によるのであろう。

3. ドーム形成メカニズム

噴火開始後に山頂西部の隆起および広域の収縮が停止したにもかかわらず、噴火地点近傍を中心とする局地的な隆起膨張（潜在ドーム形成）が続いたことは、山頂西部の地下に貫入したマグマの発泡膨張に応じて北西山麓浅部への貫入が続いたことを示唆する。北西山麓火口域の隆起速度は、噴火開始後 4 月 3 日まで加速し、その後急速に（指数関数的に）減少し 7 月下旬に停止した。この間、時期によって異なる時定数で減少した（4 月下旬まで 14 日、その後は 120 日）。短い時定数の時期には、周期 12 秒の長周期振動が観測され、マグマの輸送に伴い励起されたものと解釈されている（Kawakatsu et al., 2002）。100 日オーダーの時定数は、前回の 1977 年噴火後の潜在ドーム形成活動においても観測されており、マグマの遅延発泡モデルが提案されている（Watanabe, 1984）。北西山麓火口域における初期の急速な隆起膨張は山頂西部地下から火口域地下浅部へのマグマの貫入によるもので、その後のゆっくりとした隆起膨張は貫入マグマの遅延発泡によるものであろう。