Japan Geoscience Union Meeting 2014
(28 April - 02 May 2014 at Pacifico YOKOHAMA, Kanagawa, Japan)

SVC50-07 会場:315 時間:5 月 2 日 10:30-10:45

溶岩ドームから爆発的噴火への遷移条件
Conditions for transition from lava dome to explosive eruption

小園 誠史 [1*] ; 小屋口 剛博 [2]
KOZONO, Tomofumi[1*] ; KOYAGUCHI, Takehiro[2]

[1] 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, [2] 東京大学地震研究所
[1]Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, [2]Earthquake Research Institute, University of Tokyo

マグマの発泡やガスの分離（脱ガス），結晶化を伴う溶岩ドーム噴火における火道流のダイナミクスは，爆発的噴火への遷移などの複雑な噴火プロセスをもたらす．溶岩ドームから爆発的噴火への遷移は，急激な噴火強度の増加を伴うため，その遷移が生じる条件を明らかにすることは火山防災にとっても重要な意義がある．本研究では，一次元火道流モデルに基づき，溶岩ドームから爆発的噴火への遷移条件がマグマ物性や地質条件に依存してどのように変化するのかを調べた．

噴火遷移条件のマグマ物性・地質条件への依存性を系統的に調べるために，本研究では定常火道流におけるマグマ溜まり圧力 (p_{ch}) とマグマ噴出率 (q) の関係 (p_{ch}-qカーブ) を用いた．p_{ch}-qカーブの傾き (dp_{ch}/dq) が正の場合，定常流は安定になる一方で，dp_{ch}/dqが負，つまり火道流が負性抵抗をもつ場合，定常流は不安定になる．この負性抵抗は２つの正のフィードバックメカニズムによってもたらされる，第一に，結晶化の遅れの効果による，マグマ噴出率の増加に伴うマグマの実効粘性の減少が，火道壁からの粘性抵抗の減少をもたらす（フィードバック 1）．第二に，脱ガスの非効率化の効果による，噴出率の増加に伴うマグマ発泡度の増加が，マグマの荷重による抵抗の減少をもたらす（フィードバック 2）．これら二つのフィードバックの効果によって，低噴出率と高噴出率の領域で dp_{ch}/dq>0 となり，その間の中間領域で dp_{ch}/dq<0 となり負性抵抗をもつ S 字型のp_{ch}-qカーブがある現実的な条件で出現する．時間発展火道流モデルの解析によると，この S 字型のp_{ch}-qカーブのために，深部からのマグマ供給率が低噴出率の領域から中間領域まで徐々に増加していった場合，低噴出率から高噴出率の領域へ火道流が急激に遷移することがわかった．この噴出率の急増を伴う遷移は，安定な溶岩ドームから爆発的噴火への遷移過程として捉えることができる．そこで本研究では，低噴出率の領域と中間領域の境界におけるqの値を，噴火遷移が生じる重要な臨界値 (q_{cr}) として定義した．

解析の結果，q_{cr} は幅広いパラメータ条件のもとでフィードバック 2 によって支配され，斑晶量が非常に高い場合にのみフィードバック 1 によって支配されることがわかった．q_{cr} がフィードバック 2 によって支配される場合，その値は縦方向や横方向への脱ガス浸透率などの脱ガスに関連するパラメータに依存する．本研究では，縦方向脱ガス浸透率の範囲を噴出物の浸透率測定データから制約した場合に，q_{cr} が横方向脱ガス浸透率の減少とともに急激に減少し，その浸透率が 0（横方向脱ガスなし）の極限では典型的な溶岩ドーム噴火の噴出率の観測値よりはるかに低くなることを明らかにした．このことは，横方向脱ガスが安定な溶岩ドーム噴火の出現に本質的な役割を果たしていることを示している．さらにq_{cr} の値は，火道径に強く依存することがわかった．これは，火道径の変化が脱ガスの度合に大きな影響を与えるためである．火道径が減少すると，火道壁からの粘性抵抗が増加することで液相の上昇が抑制され，その結果縦方向脱ガスが促進される．また火道径の減少は，火道断面積/火道周の比の増加や，横方向ガス浸透流を駆動する圧力勾配の長さスケールの減少をもたらし，これによって横方向脱ガスが促進される．これらの脱ガス促進によって溶岩ドーム噴火がより安定化し，すなわちq_{cr} が増加する．このことは，火道径の変化が噴火の遷移過程に関連する重要なプロセスであることを示唆している．

キーワード: 火道流, 数値モデル, 噴火遷移, 溶岩ドーム, 爆発的噴火, 脱ガス
Keywords: conduit flow, numerical model, eruption transition, lava dome, explosive eruption, gas escape