

溶岩ドーム形成時の圧力と噴出率の周期的変動のメカニズム

A new mechanism of oscillatory magma effusion and pressure changes during lava dome growth

中西 無我[1], 小屋口 剛博[2]

Muga Nakanishi[1], Takehiro Koyaguchi[2]

[1] 東大 新領域 複雑理工, [2] 東大・新領域

[1] Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, [2] Frontier Sciences, Univ Tokyo

溶岩ドームを形成するような噴火の際に、周期的な火山の膨張・収縮が観測されている（例えば、雲仙の1991年 - 1995年の噴火やスフリエルの1996年 - 1997年の噴火）。そのような変動は、マグマの流入量と流出量のバランスによって決まるマグマ溜りの圧力の周期的な変動を表している。マグマの噴出率と圧力の振動を説明するために今までに2つのモデルが提案された。Ida（1996）は弾性変形するマグマ溜りにマグマが一定量供給されて蓄積され、そのマグマが火道の粘性変形のために火道径が広がったり狭まったりする火口を流れ出るモデルを提案した。Wylie et al.（1999）はマグマ中に溶存しているガスの量によってマグマの粘性が変化するモデルを提案した。これらのモデルは基本的には火道中のマグマの噴出率（ Q ）とマグマ溜りの圧力（ P ）の2次元の常微分方程式で表される。これらの方程式は火道に沿った物理量の空間依存性が平均化されており、明確に考慮されていない。この理由によりこれらのモデルで使われているパラメータの物理的意味ははっきりしていない。

火道に沿った物理パラメータの空間依存性を考慮するために、時間発展モデルと定常一次元火道モデルを組み合わせた方法を考えた。定常一次元モデルを使うことで、マグマ溜りの圧力（ P ）を与えたときのマグマの噴出率（ Q ）の定常解とすべての物理量の空間分布を得ることができる。この結果から、 Q が時間的に一定の時の P と Q の関係を見積もることができる。この関係はPQ図で曲線によって表される（ Q ヌルクラインと呼ばれる）。同様に、マグマ溜りの流入量と流出量のバランスから P が時間的に一定の時の曲線（ P ヌルクライン）を得ることができる。2つのヌルクラインの交点は力学系の平衡点（つまり、定常解）を表す。平衡点の安定性と平衡点の近くでの振る舞い（たとえば、振動の出現）は2次元力学系の理論をもとにPQ図での2つのヌルクラインの幾何学的関係から系統的に調べることができる。

本研究では、上述の方法を火道壁からの脱ガスを考慮したWoods and Koyaguchi（1994）の定常1次元火道モデルに適用した。その結果、気泡流の密度の減少によって引き起こされる振動の新しいメカニズムを発見した。マグマの噴出率が増加すると、火道壁から抜けるガスの量が減少するため、密度が小さくなり、その密度の減少が噴出率を増加させる。このことは、力学系火道モデルが正のフィードバックを持つことを意味している。同時に、その力学系は負のフィードバックを持つ。それは、マグマの噴出率が増加すると、マグマ溜りの圧力が減少し、その減少によって噴出率が減少することを表している。これらの正のフィードバックと負のフィードバックの組み合わせによって火道内のマグマの噴出率とマグマ溜りの圧力の振動を説明することができる。