

マグマの発泡によって励起される低周波地震

Low frequency earthquake induced by magma vesiculation

寅丸 敦志 [1]

Atsushi Toramaru[1]

[1] 九州大・理・院・地惑

[1] Earth and Planet. Sci, Kyushu Univ.

本研究では、マグマの発泡と火山性の低周波地震の関係について考察する。火道とマグマだまりからなる系を考える。マグマだまりでは、マグマだまりの冷却・結晶化によりメルト中の揮発性成分の濃集が起こり、時間とともに揮発性成分の過飽和度が増加していき、不均質核形成を起こすようになる。ここでは、過飽和度に応じて気泡の核形成・成長率が決まるとする。また、実際のマグマだまりは空間的な広がりを持っていると考えられ、温度や揮発性成分濃度（すなわち過飽和度）の空間不均一が重要となるが、まだ詳しいことはわかっていない。そこで、空間不均一の問題は、過飽和度の揺らぎとして取り扱うことにする。このような状況下では、マグマだまりの過剰圧の時間変化は、マグマの発泡に伴うマグマの体積増加とマグマの火道への流出による体積減少の兼ね合いで弾性的に決まると仮定する。また、火道内のマグマの運動は、ナビエ・ストークスの方程式によってあらわされるが、円筒形の火道を想定し、動径方向と軸方向に適当に積分すると、平均流量についての運動方程式が得られる。この運動方程式は、火道内のマグマの平均流量の時間変化（マグマの加速度）が、マグマだまりの過剰圧と火道壁とマグマとの粘性抵抗（平均流量に比例する）の和で決まることを表現し、過剰圧を揺動項と考えると、ランジェバン方程式とみなすことができる。マグマだまりの過剰圧とマグマの火道平均流量についての運動方程式を連立すると、火道平均流量の時間変化を記述する式は、マグマの発泡に伴うマグマだまりでの気相の増加率を強制項とする線形の強制振動の式に帰着する。また、別のこれらの方程式に基づく解析の結果、次のことがわかった。

1) 強制項がない場合：1-1) 火道内でのマグマの流動の緩和時間が、マグマだまりの固有振動の特性時間より長いとき、減衰振動となり、そうでない場合過減衰となる。1-2) 固有振動の特性時間は $(LM/AK)^{1/2}$ とあらわされ、マグマだまりの質量 M が小さくなるほど短くなる（ここで、 L は火道におけるマグマ柱の長さ、 A は火道の断面積、 K はマグマだまりの実効体積弾性率である）。1-3) マグマ流動の緩和時間は、 $(A/\rho/\mu)$ とあらわされ、マグマの実効粘性率 μ の減少とともに大きくなる（ここで、 ρ はマグマの密度である）。

2) 強制項がある場合：2-1) マグマの発泡に伴うマグマだまりの圧力揺らぎのかなで、固有振動周期と一致するモードで共鳴が起こり、マグマの平均流量とマグマだまりの過剰圧が周期的に変動するようになる。2-2) マグマだまりの周期的圧力変動は、マグマだまり中での気泡の核形成の周期的発現を誘導する。2-3) その結果、マグマの発泡は、マグマだまりの圧力変動に同期して起こるようになり、マグマの発泡とマグマだまり火道系が共振を起こす。

3) 天然への応用：このような周期的発泡による機構で低周波地震が起こっている可能性として、低粘性でマグマだまりの体積の小さい火山（または間欠泉）（これらは、 M と μ が小さい）の噴火（噴出）の直前や最中で観測される低周波地震が考えられる。