

火山噴火に伴うマグマ性流体運動と地震波伝播の数値シミュレーション

Numerical Simulation of the seismic waves and compressible fluid motions associated with volcanic eruptions

西村 太志[1], ベナール シュウエ[2]

Takeshi Nishimura[1], Bernard Chouet[2]

[1] 東北大・理・予知センター, [2] アメリカ地質調査所

[1] RCPEV, Science, Tohoku Univ., [2] USGS

本研究では、火山噴火時のマグマ性流体とその運動により励起される地震波を同時に数値的に求め、その特徴を明らかにする。そして、爆発地震や噴火微動など噴火の力学的情報として広く観測されている地震波と比較し、噴火の様式がどのような物理的条件で決定されているのか考察した。

次のような簡単な噴火モデルを考える。半無限弾性体中に、円筒状のマグマ溜まりと火道を仮定する。噴火前、マグマ溜まりと火道の境界は閉じており、マグマ溜まりは火道より高圧になっている。火道の最上部はある強度をもつ蓋によりふさがれている。あるとき、マグマ溜まりと火道の境界が開かれ、マグマ溜まり内の高圧のマグマが上昇を開始する。高速度で上昇したマグマ流体は火道最上部に達する。そして、この流体の圧力が蓋の強度を超えると、火道の蓋が取られ、噴火が発生する。マグマ溜まりや火道内のマグマを非粘性の圧縮性流体で、それを囲む火山体を弾性体で表し、圧縮性流体と弾性体両者の基礎方程式に基づき、マグマ性流体運動と地震波動を差分法で数値的に解いた。

マグマ溜まり内の圧力の条件やマグマ溜まりや火道の形状を変化させていくつかのシミュレーションを行った結果、以下の主なことが明らかとなった。(1) 火道下部の開口後、圧縮相が火道内へ、膨張波がマグマ溜まりへ伝播する。(2) 圧縮相が火道最上部へ達したとき、ランキン-ユゴニオ式から予測される衝撃波の反射現象として、入射圧縮相の圧力の数倍以上の圧力が瞬時に形成される。その圧力は、蓋の強度を超えるため、(3) 噴火が発生し火道内の圧力は減少に向かう。これらの一連のマグマ性流体の運動は、(1) 噴火に先行する地表面の沈降(ややゆっくりとした変動)とマグマ溜まりの共鳴による振動、(2) 噴火時に火口付近で励起された Rayleigh 波、(3) 引き続くマグマ溜まり内の収縮によるゆっくりとした振動、という形で地震波に現れる。このような地震波の特徴は、噴火時に記録される爆発地震や噴火地震・微動の特徴とよく類似していることがわかった。また、噴出口の蓋の強度の違いは、噴火直前の火道直下の圧力量を決め、ブルカノ式のような爆発的噴火になるか、それよりも爆発性が弱いストロンボリ式的な噴火になるかに重要な役割を果たすことが明らかとなった。