火山性微動モデル：圧縮性をもつ高温水の振動

Source model of volcanic tremor: compressible hot water vibration

山崎 純[1]; 西村 太志[2]; 佐藤 春夫[1]
Jun Yamazaki[1]; Takeshi Nishimura[2]; Haruo Sato[1]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理
[1] Geophysics, Science, Tohoku University; [2] Geophysics, Science, Tohoku Univ.

1．はじめに

火山性微動の発生モデルとして，マグマ溜りや火道，クラックなどに含まれる火山性流体の振動現象を考える発生モデルが提案されてきた．これらの多くは，微小振幅波の近似に基づいて流体と周囲の岩体の運動を評価することによって，火山性地震や微動の基本的特性を説明することに成功してきたが，気相を多く含むような低密度の物質では顕著に現れる圧縮性は考慮されていない．そこで，我々は，火道を模擬した円筒状の共鳴体中の圧縮性流体，特に火山体下に存在が期待される高温水の振動現象による微動の発生モデルを提案し，数値計算を行い，その特徴を調べたので報告する．

２．モデル

高温水の運動は，圧縮性を評価した流体の質量保存則と運動方程式，高温水の圧力‐密度関係を表す状態方程式を用いて記述する．共鳴体を囲む岩体は無限均質媒質の弾性体とし，その運動は弾性体の運動方程式で記述する．振動の開始は，流体圧力で周辺岩体の一部が開口する過程をモデル化し，流体運動を引き起こす初期圧力降下量を水の体積弾性率と開口による円筒端での体積増加率の積で与える．流体圧力を火道壁面に作用させ，弾性体運動を励起させるが，弾性体の変形は流体運動に影響を与えないとする．いずれの運動も軸対称であるとして，有限差分法で数値的に計算する．

3．数値計算の結果

高温水の温度 400℃～800℃，圧力 6.25MPa～87.5MPa（深さ 230m～3240m の封圧に相当），体積増加率 0.01 と 0.1 の範囲で計算を行った．その結果，次のことが明らかとなった．微動波形の卓越周波数は，流体の平均音速と共鳴体の大きさの比によってほぼ決まる.高温水の音速は温度や振動開始時の流体圧によって 80m/s～700m/s の変化を示すことから，微動の卓越周波数は最大で約 8 倍の変化をしうる．体積増加率が大きく，流体内に生じる初期圧力降下量が大きい場合には，微動の振幅が時間とともに強い減衰を示すことがある．これは流体の圧縮性に起因する効果であり,膨張波の波頭と波尾の伝播速度に差が生じることにより膨張波が空間一様に広がる効果によって生じていると考えられる．

4．考察

本モデルを用いて，浅間火山，草津白根火山で観測された N 型地震や長周期地震の特性の時間変化について説明を試みた．その結果，浅間火山で 1 週間の間に観測された微動の卓越周波数の低下(2.7Hz～0.8Hz)と継続時間の増加［Aoyama and Takeo，2001］は，50m の長さをもつ共鳴体内の高温水の温度低下(440℃～400℃)によって説明することができることがわかった．

5．まとめ

従来の微動発生モデルに流体の圧縮性効果を取り入れ，流体のトリガー条件に定量的な記述を加えることにより，微動波形の主要な特徴である周波数と減衰特性，および振幅の相互比較を可能にした．また，従来の微動モデルでは流体の粘性や地震波エネルギーの放射によってのみ説明されてきた微動の振幅の減衰が,流体の圧縮性効果に起因する膨張波の広がりによっても生じることがわかった．