Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

SVC48-P22　　会場:コンベンションホール　　時間:5 月 19 日 18:15-19:30

有限長流体亀裂振動に関する一考察
A study on the oscillation of finite-length fluid-filled cracks

山本 希 [1*]
Mare Yamamoto[1*]

[1] 東北大学・理・地球物理
[1]Geophysics, Science, Tohoku University

流体亀裂 (Fluid-filled crack) の振動は Chouet(1986) による数値解析以来，火山性長周期地震・火山性微動の振動源のひとつの有力なモデルとしてその振動特性の解明や観測記録への適用が行われてきた．特に流体亀裂の振動特性 (周波数・減衰) が亀裂内部の流体物性に大きく依存するため，観測地震記録から火山性流体の物性およびその時間変化を明らかにする試みも行われている．しかしながら，これらの流体亀裂の振動特性・境界波の分散関係については，無限長の亀裂 (二つの半無限媒質に挟まれた流体層; e.g., Krauklis, 1962, Ferrazzini and Aki, 1987) や 2 次元楕円体 (山本, 2007) に対する解析解は得られているものの，より現実的な有限長の薄い流体亀裂に対しては，差分法 (e.g., Chouet, 1986)，境界積分法 (Yamamoto and Kawakatsu, 2008)，有限要素法 (Frehner et al, 2008) といった数値解法のみが用いられてきた．本研究では，有限長流体亀裂の振動特性について，数値解法からの知見を解析的導出にフィードバックすることにより考察し，簡便な近似的解法を提唱するとともに数値解との比較を行う．

本研究では，2 次元無限弾性体中に置かれた非粘性流体を含む薄い流体亀裂の振動を考える．亀裂の厚さが長さに比べて十分に小さい場合，流体の運動は亀裂に沿った 1 次元運動として扱うことができる．また単純化のために，従来の多くの研究と同様に流体運動において移流項は無視する．このような設定のものでは，Yamamoto and Kawakatsu (2008) による数値解法によって示されたように，亀裂面の法線変位の分布は亀裂中央からの距離の関数で表される重みを乗じた第 2 種チェビシェフ多項式を用いて効率的に展開することができる．ここで，流体亀裂振動の低次のモードを考える上では，ごく低い次数の第 2 種チェビシェフ多項式のみが支配的となる．これは Spence and Turcotte (1985) によって示されたように，静的な同様の問題に対しては空間一様な変化と線形変化する流体圧力に対応する食い違い変位がそれぞれ 0 次と 1 次のチェビシェフ多項式で表されることに対応している．一方，このような法線変位分布の表式が与えられると，亀裂内の流体運動は解析的に定式化・計算することができる．ここで更に，固液の弾性的相互作用が局所的に働くと仮定すると，山村 (1997) の方法を用いることによって流体の実効体積弾性率を得ることができ，有限流体亀裂の固有振動を求めることができる．

このようにして有限流体亀裂の運動を検討した結果，基本モードについては，固液相互作用は亀裂形状にほぼ支配され 1 次の第 2 種チェビシェフ多項式の寄与が他の高次のものに比べ一桁以上大きいため，この単一次数を考慮して亀裂内流体の実効体積弾性率を求めることができ，得られる実効体積弾性率は真の流体体積弾性率のほぼ半分となることが示された．この結果は，数値解法による先行研究で示されたように有限長流体亀裂の基本モードに対する境界波の位相速度が内部流体の音速の約半分になることと整合的であり，この現象の物理的背景を明らかにするとともに，このような簡略化した計算方法が振動特性の推定に有効であることを示唆する．高次の固有振動に関しては，直接的にこの方法で計算することは困難であるが，短波長の極限で境界波位相速度が音速に漸近することを考慮すると，基本モードに対する位相速度から概算を行うことは可能である．

これらの結果は，これまで数値解法をもとに経験的に知られてきた有限亀裂振動の振動特性の特徴について物理的な背景を与えるとともに，実際の火山性長周期地震の観測記録の解析・解釈において流体物性推定などを効率的に行うことを可能にすると期待される．

キーワード: 流体亀裂, 固液相互作用, 長周期地震
Keywords: fluid-filled crack, fluid-solid interaction, long-period event