

SVC047-08

会場:301B

時間:5月24日 10:15-10:30

Rayleigh-Plesset 方程式と流体系振動方程式のカップリング

Coupling between the fluid system oscillation equation and Rayleigh-Plesset equation

寅丸 敦志^{1*}, 市原 美恵²

Atsushi Toramaru^{1*}, Mie Ichihara²

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ²東京大学地震研究所

¹Dept.Earth Planet. Sci., Kyushu Univ, ²Earthquake Res. Inst., Univ of Tokyo

間欠泉や火山で起こる低周波微動の励起源として水の沸騰やマグマの発泡が考えられている。しかし、沸騰や発泡といった急激な体積変化を伴う相変化と、流体の振動系がどのように力学的にカップルしているかについては、詳しい定式化がなされていなかった。このことを背景として、我々は、間欠泉実験をヒントに、水の沸騰と流体振動系のカップリングの定式化を進めてきた。本講演では、これまでに導出した方程式系の励起項に相当する体積変化として、単一気泡の体積変化を記述する Rayleigh-Plesset 方程式を組み込んで、その解の性質を調べた。

我々が導出した方程式系は、火道流体の Poiseuille 流の振動を記述する式と下部流体だまり中の圧力増加（火道流体の駆動圧力）を記述する式からなる。これらを火道流体の体積流量（または駆動圧）についてまとめると、減衰項と励起項を含む簡単な振動の式になる。体積流量の固有振動は、流体だまりの圧縮振動（Helmholtz 振動）と静水圧つり合いへ回復する重力振動からなる。減衰項は、火道流における粘性抵抗である。一方、励起項としての気泡振動は、一般にその固有周波数が、先の流体系の固有振動に比べて桁で大きいことが特徴である。さらに、Rayleigh-Plesset 方程式によって記述される気泡振動と流体系振動のカップリングの強さを表すパラメータ（カップリングファクターと呼ぶ）が、流体系と気泡の幾何学スケールによって（気泡サイズ×火道の長さ）/火道の断面積、と定義される。

瞬間的に過剰圧を持った気泡が生成した場合について支配方程式系を数値的に解いた結果、次の事が分かった。1) 気泡振動が流体系の固有振動を励起する。2) カップリングファクターが大きい場合、気泡振動から流体振動へのエネルギーの転換が効果的に起こる。3) 気体の凝縮・生成は気泡振動と流体振動を減衰させる。4) カップリングファクターが大きい場合、気泡振動は減衰しても流体振動は残る。5) 気泡振動によって励起される流体振動は、流体振動の通常の過減衰領域であっても、減衰振動になる。

以上の結果から、カップリングファクターが流体系と気泡を力学的にカップルさせる重要な役割を担っていることが分かり、天然と実験室での間欠泉と火山に応用すると次の事が言える。実験室での間欠泉の場合、火道に相当する管の断面積が小さいので、カップリングファクターが大きくなり、気泡振動と流体系振動のカップリングが起こりやすい。一方天然の間欠泉と火山では、気泡サイズが十分大きくならないとカップリングが起こりにくい。

キーワード: 気泡, Rayleigh-Plesset 方程式, 微動方程式, 間欠泉, 低周波地震

Keywords: bubble, Rayleigh-Plesset equation, tremor equation, geyser, low-frequency earthquake