

火山性低周波地震の固有周波数の時間変動とその季節性

Temporal variation of complex frequencies of volcanic long-period events

中野 優[1], 熊谷 博之[2]

Masaru Nakano[1], Hiroyuki Kumagai[2]

[1] 名大・環境・都市環境, [2] 防災科研

[1] Architecture., Nagoya Univ, [2] NIED

はじめに：火山で発生する低周波地震は、イベントに固有の周波数 (f) と減衰定数 (Q) で規定される減衰調和振動を示す波形で特徴づけられる。我々はこれまでに草津白根山で 1992 年に発生した低周波地震の波形を解析し、震源には熱水系の一部を構成するクラック状の共鳴体があり、その固有振動が地下深部から供給される熱によって励起されることを示した。また、その f と Q の時間変化はクラック内部の流体が深部のマグマから供給される熱によって乾燥化していくプロセスで説明できることを示した。一方、このような f と Q の時間変動が他の期間でも見られるのか、またこの変化が季節変化である可能性もあり、より長期間のデータを解析して調べる必要がある。

本研究では、東大地震研によって 1988 年に開始された草津白根山の定常観測による記録を MT から復元し、低周波地震の f と Q の時間変化を調べる。これによって、1992 年に見られたような f 、 Q の変化が他の期間でも見られるか、また低周波地震の発生頻度や f 、 Q の時間変化に季節性が見られるかについて考察する。

低周波地震の発生頻度の時間変化：気象庁によると、1989 年の暮れから 1992 年にかけて、草津白根山での火山構造性地震が頻発しており、火山活動が活発であったことが分かる。この期間には低周波地震も頻発している。その頻度は火山構造性地震が特に多かった 1990 年に最も多い。一方で低周波地震の頻度は、欠測期間があるので確実には言えないが、毎年夏から秋にかけて多発するような季節性もあると思われる。

低周波地震の f と Q の時間変化：1989 年の 10 月から 11 月にかけて低周波地震が頻発した時期について f と Q の時間変化を詳しく調べた。 f と Q は存否法によって求めた。この時は約 30 日の間に 45 の低周波地震が頻発し、 f と Q は以下のような変動を示した。 f は初め 3.2Hz 程度であったものが、15 日ほどで約 1.7Hz まで直線的に低下し、その後また直線的に約 4Hz まで上昇する V 字型の変動を示した。一方 Q はばらつきが大きいものの、初め約 30 だったものが数日かけて一度 100 程度まで上昇し、15 日目頃には再び約 20 まで低下した。その後再び、数日かけて 100 程度まで上昇し、再び約 30 に下がる、M 字型の変動を示した。

この変動を Kumagai et al., (2002, JGR)による水 - ガス混相流体を含むクラックの振動特性を用いて解釈すると、以下ようになる。クラック内部に waterfoam が満たされていた場合、気体成分の体積分率 (GVF) が 0 から 1 に変化するにつれ、クラックの振動の固有周波数 f は増加する。一方 Q は GVF が 0 近傍では 50 程度であるが、GVF が 0.5 付近で一度 100 程度まで上昇し、さらに GVF が 1 に近付くと再び 50 程度まで低下する。従って 1989 年の秋に頻発した低周波地震の f と Q の時間変化は、water foam で満たされたクラックの、GVF の変化で説明できる。すなわちこの期間では、初めクラックの内部はほぼ乾燥した状態 (GVF ~ 1) だったところに外部から水が侵入してきて、15 日ほどでクラックの内部は熱水で満たされる (GVF ~ 0)。その後再びマグマから供給される熱によって熱水は少しずつ気化し、クラック内部は乾燥した状態へと戻っていく (GVF ~ 1)。内部が乾燥した後の 30 日間程度は、火山構造性地震の活動が活発であったにもかかわらず低周波地震はほとんど発生していない。

このように、低周波地震の発生は地下深部のマグマから供給される熱の影響と、表層の地下水系の状態の両方に依存して発生していると考えられる。また、低周波地震の発生には季節性があるように思われる。特に、夏の終わりから秋にかけて多発する傾向にある。この季節性は、表層の地下水系の状態、すなわち供給される水の量に季節変化があるためと考えられる。