

## 桜島で観測された調和振動型微動の周波数構造とその時間変化

### Spectral variation of harmonic tremors observed at Sakurajima

麻生 尚文<sup>1\*</sup>, 市原 美恵<sup>2</sup>, 武尾 実<sup>2</sup>, 井口 正人<sup>3</sup>

Naofumi Aso<sup>1\*</sup>, Mie Ichihara<sup>2</sup>, Minoru Takeo<sup>2</sup>, Masato Iguchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, <sup>2</sup>東京大学地震研究所, <sup>3</sup>京都大学防災研究所火山活動研究センター

<sup>1</sup>Dept. Earth, Planet. Sci, Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>ERI, University of Tokyo, <sup>3</sup>DPRI, Kyoto University

火山性微動のうちの一つに調和振動的な微動がある。このような微動のスペクトルには、基本周波数とその整数倍の周波数が明瞭なピークとして現れ、その周波数構造が時間変化することもある。また、「飛び」のように見られる周波数構造の急激な変化も指摘されており、非線形振動モデル (Julian, 1994) や管楽器 (リコーダー) の自励振動の振る舞いと類似性が議論されている。しかし、「飛び」の実態を確認した例はほとんどない。そこで本研究では、スペクトルピークの時間変化に注目して、調和振動型微動を詳細に解析し、既存のモデルについて再検討を行った。

#### [解析手法と結果]

本研究では、1990年7月20日に桜島で観測されたB型地震の群発に伴う調和振動型微動の約1時間のデータを用いた。限られた時間データからより周波数分解能の高いスペクトル推定が可能な線形回帰モデル (AR) を用いることで、ランニングスペクトルの時間分解能・周波数分解能が大幅に改善された。その結果、卓越周波数の変動するところでは、スペクトルピーク間の幅が急に伸縮する様子や周波数構造が乱れた後もとに戻る様子がみられた。ただし、いずれの場合にも細かく見ると周波数の変化が連続的であることが多かった。また周波数構造の変動が小さい期間の卓越周波数を調べてみると、いくつかの特定の値になることを見出した。それらの周波数から外れた時点でスペクトル構造は幅広く複雑になり、波形の振幅は小さくなる傾向もみられた。このことから、いくつかの周波数に対応する複数の安定な状態がシステムに存在し、その間を遷移していることが予想される。このような特徴に注目して、調和振動型微動を説明するモデルとして提案されてきた、非線形振動モデルや管楽器の自励振動について、観測データの解析結果と比較した。

#### [モデル1]

弾性体のすき間を通る粘性流の非線形振動モデル (Julian, 1994) では、パラメータ (圧力) の値によって、非線形効果のため基本周波数の分数調波が現れることが知られている。パラメータを連続的に変化させ、新たな周波数の出現する様子を見たところ、卓越周波数は不変であり、桜島の微動のような卓越周波数の遷移はみられなかった。

#### [モデル2]

また、調和振動型微動との類似性が示唆されている管楽器の中でも、構造の単純なリコーダーの自励振動について、モデル計算と実験結果を用いて火山性微動との比較を行った。その結果、新たな周波数が出現して卓越周波数が遷移していく様子が見られた。しかしその遷移の仕方は、出現した新たな卓越周波数が徐々に強まるのと同時に、今までの卓越周波数が徐々に弱まっていくようであり、桜島の微動にみられるような卓越周波数の連続的遷移とは異なっている。

[まとめ]

桜島の調和振動型微動には安定な卓越周波数がいくつかあり、その間を遷移していく様子がみられた。この現象は、非線形振動モデルや管楽器の自励振動では完全に説明できず、よりよいモデルの推定が今後の課題である。

キーワード:火山性微動,調和振動型微動,桜島,非線形振動,自励振動,周波数解析

Keywords: volcanic tremor, harmonic tremor, Sakurajima, non-linear oscillation, self-excited oscillation, spectral analysis