

富士山直下の低周波地震の研究-異常を見逃さない火山活動の監視拡充に向けて-

楠城一嘉^{1,2,3}, 行竹洋平⁴, 熊澤貴雄³

1.静岡県立大学, 2.静岡大学, 3.統計数理研究所, 4.東京大学

1. はじめに

最後の富士山の噴火は約300年前の江戸時代、1707年の「宝永噴火」である。一方、5,600年前から今までに噴火した回数は180回を超えていて、平均で30年に1回噴火していたことがわかっており、その10倍の期間休んでいるという指摘がある(<https://www.nhk.or.jp/ashitanavi/article/2791.html>)。懸念される噴火に備えて、富士山の異常を見逃さない丁寧な監視に資する技術開発が望まれる。

2. 目的

本講演では、低周波地震に注目した火山活動を監視する技術開発について報告する。火山の下の液体のマグマが上昇して噴火に至るので、マグマが昇ってくる予兆があるか、マグマの様子を推定することが大事である。マグマは常に動いており、周りの岩盤を割ったり亀裂に入り込んだりして、火山に特有の低周波地震が発生する。例えば富士山の低周波地震のイメージは図1aである。本研究では、噴火のない時期の低周波地震の特徴を理解し、噴火に至る様な異常時との違いにいち早く気づける可能性を探りたい。

3. データと手法

地震観測点が全国に設置されており、地表付近の揺れのデータを常時収集している。本研究では、富士山周辺の16観測点で2003-2019年に記録されたデータを使用した。

本研究では、そのデータから地震波を検知するマッチドフィルタ法(MF法)を用いた。神奈川県温泉地学研究所は同手法を用いて箱根山の低周波地震を観測している¹⁾。

2003-2019年に観測された地面の揺れのデータから、気象庁が観測した低周波地震の波形と調和する波形をデータ処理で抽出した。雑音に混じるなどして気象庁では検知していない微小な低周波地震も拾うことができた(図1b)。

噴火前にはマグマなどの流体の移動により地殻内の力のバランスが崩れ地震活動に異常が見られる可能性がある。本研究では、検知した地震を統計処理し、地下にかかる力の具合を推定し、地震活動の活発化や静穏化を捉える手法を使用した^{2,4)}。多数の地震を検知する本研究だからこそ統計処理が使えることに着目した。結果の概要は以下の通り⁵⁾。

4. 結果

- ① MF法を使用した本研究は気象庁に比べ3倍程度多く低周波地震を検知した(図1b)。
- ② 統計解析の結果、低周波地震の活発化が見出され、また

地下にかかる力の具合が変化すると推定された。

- ③ ②で見られた変化のタイミングは、東日本大震災の原因となる2011年3月11日東北地方太平洋沖地震(マグニチュードM9.0)の4日後に富士山麓で発生した静岡東部の地震(M6.4)のタイミングと合致している。

- ④ 静岡東部の地震後、火山性微動は観測されず低周波地震は静穏と報告され

(https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/Report/108/kaiho_108_13.pdf)、富士山噴火の危惧は払拭されていたが、本研究により、富士山の火山活動は影響を受けていたことが分かった。

5. おわりに

4で得た結果は、これまでになく微弱な火山活動の変化を捉える技術ができつつあり、富士山の異常を見逃さない監視体制の拡充に貢献する可能性を示している。今後、本技術を

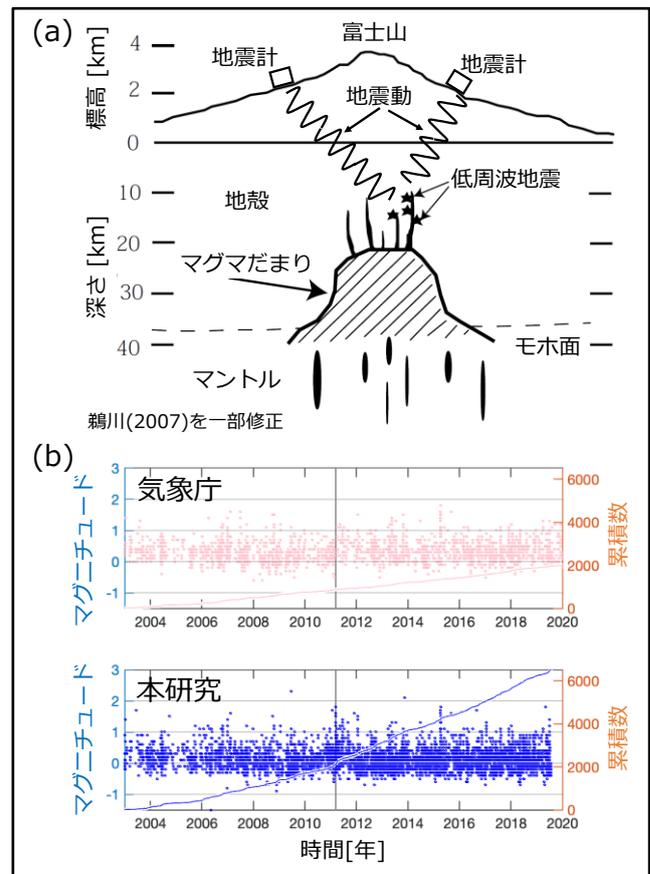


図1. (a)低周波地震のイメージ. (b)気象庁と本研究は低周波地震²⁾。東北地方太平洋沖地震と静岡東部の地震のタイミングは重なって見える(縦線)。

リアルタイムで運用する仕組みの開発を進めたい。

6. 謝辞

本研究では、気象庁一元化震源カタログ、および、気象庁、防災科学技術研究所、東京大学地震研究所、神奈川県温泉地学研究所観測点における地震波形記録を使用した。またJSPS科研費JP20K05050, JP21K04613, 22K03752, 20K11704の助成、中部電力株式会社「原子力に係る公募研究」の助成、公益社団法人ふじのくに地域・大学コンソーシアムの共同研究助成、一般財団法人WNI気象文化創造センター気象文化大賞に係る助成、文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」および「情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト(STAR-Eプロジェクト)」(JPJ010217)の助成を受けて実施した。

参考文献

1) Yukutake, Y., Abe, Y., Doke, R. (2019). Deep low-frequency

earthquakes beneath the Hakone volcano, central Japan, and their relation to volcanic activity. *Geophys. Res. Lett.*, **46(20)**, 11035-11043.

- 2) Kumazawa, T., Ogata, Y., Tsuruoka, H. (2019). Characteristics of seismic activity before and after the 2018 M6.7 Hokkaido Eastern Iburu earthquake. *Earth Planets Space*, **71**, 130.
- 3) Nanjo, K. Z. and Yoshida, A. (2018). A *b* map implying the first eastern rupture of the Nankai Trough earthquakes. *Nature Commun.*, **9(1)**, 1117.
- 4) Nanjo, K. Z. (2020). Were changes in stress state responsible for the 2019 Ridgecrest, California, earthquakes?. *Nature Commun.* **11**, 3082.
- 5) 楠城一嘉, 行竹洋平, 熊澤貴雄 (2022). 富士山の低周波地震の検知と統計解析, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月 24 -26 日 (札幌).