

WNI 気象文化創造センター「第12回気象文化大賞」報告書

研究・活動テーマ | 地面の揺れのビックデータから富士山の火山活動監視

申込代表者 | 楠城一嘉 認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会理事

主たる共同研究・活動者 | 長尾年恭 認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会・理事

同会・富士山環境研究センター・シニアリサーチフェロー

研究・活動の概要

富士山は 1707 年の宝永噴火後、300 年以上も噴火がない。最近の研究で、2011 年東北地方太平洋沖地震の様な巨大地震後に火山噴火が起きる可能性が高まると指摘されており、その観点から富士山の監視は必要である。しかし、断続的に活発な桜島をはじめとしたごく僅かな例外を除き、近年日本全土の火山は活発ではなかったため、火山監視の従事者が手薄になり、その結果、2014 年御嶽山噴火の人的被害が膨らんだと見られている。以上から、富士山の監視は現在十分になされるべきであるが、社会的話題に比べて十分とは言えない。

本研究では、富士山周辺で常時稼働する多数の地震計で記録された揺れのビックデータに着目し、富士山の地下を監視する手法の確立を目指した。また本研究では、この監視結果を地域住民に公開する Web ページを作成した。これは、富士山噴火に至る異常時の評価結果を分かりやすく地域住民へ提供するためには、平時からのデータの持つ意味の説明に努める必要があるからである。本研究は、将来の富士山噴火への万全対応の基盤となり、火山リテラシーの向上にも貢献するのである。

成果は論文として公表し、メディアでも広く報道された。

現在、本研究を発展させて、解析の自動化、高速化と Web による情報提供の準リアルタイム化を目指す研究を行なっている。

以上より、助成申込書に記載した研究・活動の実施計画はほぼ完遂できたと考えている。

研究・活動の成果のポイント

- 富士山深部のマグマ活動と関係が指摘されている低周波地震を研究した。低周波地震は通常の地震に比べ、ゆっくりとした揺れを生じる地震である。また、富士山で起きる低周波地震の規模は非常に小さいため(マグニチュード $M=-1\sim 2$)、観測された揺れのデータに含まれるノイズに埋没して地震動と認識されない低周波地震がある。
- 雑音の中から地震動を検知するマッチドフィルタ法を導入した。2003 年 1 月～2019 年 7 月に富士山周辺の 16 観測点で記録した揺れのデータの中から、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、気象庁が観測していない低周波地震も拾うことができた。低周波地震を約 6,000 回検知し(図 1A)、気象庁の観測回数の約 3 倍であった。
- 2011 年 3 月 11 日東北沖地震($M9.0$)の 4 日後に富士山麓で発生した静岡東部の地震($M6.4$)の後、火山性微動は観測されず低周波地震は静穏と気象庁から報告され(参考 1)、富士山噴火の危惧は払拭されていたが、本研究で低周波地震が起きていたことが判明した(図 1B)。
- 地震活動を予測・評価するイータス(ETAS: Epidemic Type Aftershock Sequence)モデルを用いた結果、静岡東部の地震により活動が活発化したことを見出した(図 1C)。また、活動レベルは静岡東部

の地震前のレベルに戻っておらず、富士山のマグマシステムが変化したことが示唆された。

- 既往研究によると、静岡東部の地震でマグマ溜まり周辺の岩盤に亀裂が生じた可能性がある(参考 2)。本研究は、亀裂にマグマが入り込んだことで低周波地震の活発化が起きたと推測した。(図 2)。富士山周辺の地殻変動観測(GNSS や傾斜計)で捉えていないマグマシステムの微弱なシグナルを観測したのがこの研究である。
- 監視結果を地域住民に公開する Web ページを作成した。
 - <http://npofuji3776.blog.jp/archives/1082101246.html>
 - <https://shizuoka-earth.org/index.php/mountain/fuji6/>
 - <https://shizuoka-earth.org/index.php/mountain/earthquakes-graph/>
 - <https://www.u-shizuoka-ken.ac.jp/news/20230710/>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=QkeXI-GH4VE> (英語解説動画)

論文と発表

- Nanjo, K.Z., Yukutake, Y. & Kumazawa, T. Activated volcanism of Mount Fuji by the 2011 Japanese large earthquakes. *Sci Rep* **13**, 10562 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37735-4> (資料 1)
- 楠城一嘉, 地面の揺れのビックデータから富士山の火山活動監視, 一般財団法人 WNI 気象文化創造センター 第 12 回 気象文化大賞 成果発表会, 2023 年 5 月 23 日, オンライン開催(資料 2)

メディア報道(資料 3)

- 中日新聞 | <https://www.chunichi.co.jp/article/737489>
- NHK | <https://www3.nhk.or.jp/lnews/shizuoka/20230731/3030021029.html>
- Tii 技術情報 | <https://tiisys.com/blog/2023/07/11/post-124153/>
- TEAM 防災ジャパン(内閣府) | <https://bosaijapan.jp/news/> 【技術・仕組】 富士山噴火に備えたマグマ活動監視

参考

1. https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/Report/108/kaiho_108_13.pdf
2. <https://doi.org/10.1007/s00445-012-0679-9>
3. <https://www.nhk.or.jp/ashitanavi/article/2791.html>

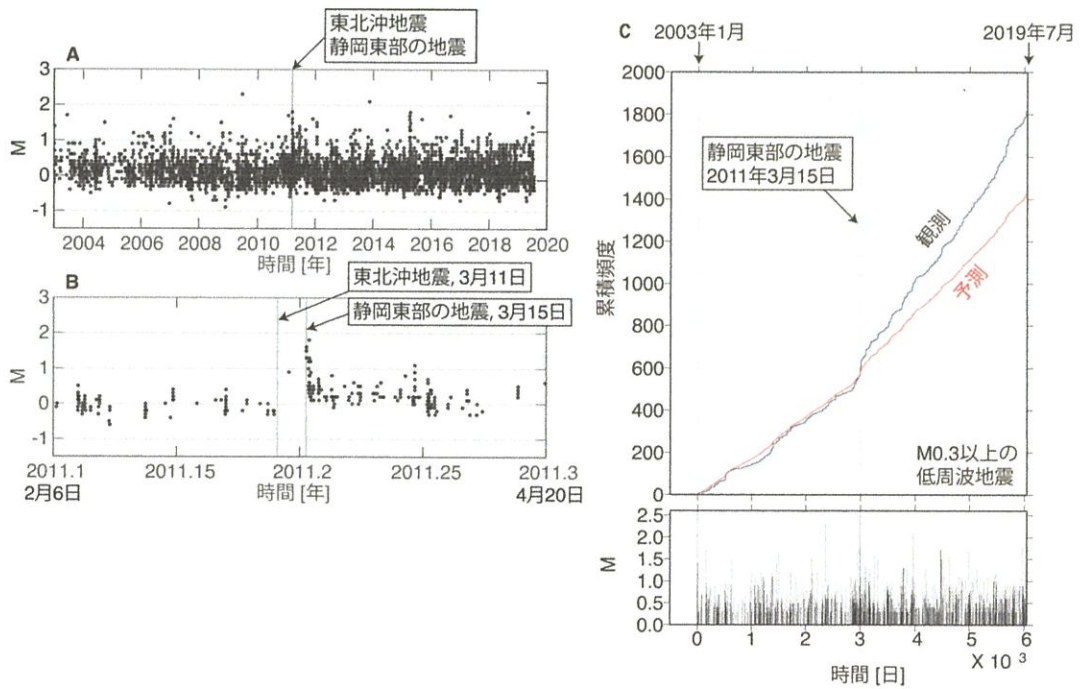


図1 | 富士山の低周波地震。(A)低周波地震のマグニチュード(M)を時間の関数としてプロット。縦線は2011年に起きた東北沖地震(3月11日)と静岡東部の地震(3月15日)のタイミングを示す。(B)これらの地震の前後に注目した図。2月6日(2011.1年)~4月20日(2011.3年)の低周波地震を使用した。静岡東部の地震の直後に低周波地震が起きている。(C)上パネル | 2003年1月~2019年7月の $M \geq 0.3$ の低周波地震の累積頻度を”観測”と呼ぶ(黒線)。ETASモデルの累積頻度を”予測”と呼ぶ(赤線)。予測は、静岡東部の地震(2,995日の縦線)までの観測にETASモデルをフィットさせ、その後、外挿したもの。もし同地震前後で変化がなければ、観測(黒線)と予測(赤線)はほぼ重なるはずだが、同地震後に活動が活発化したため観測(黒線)は予測(赤線)より上方に逸れている。下パネル | Mの時間変化。

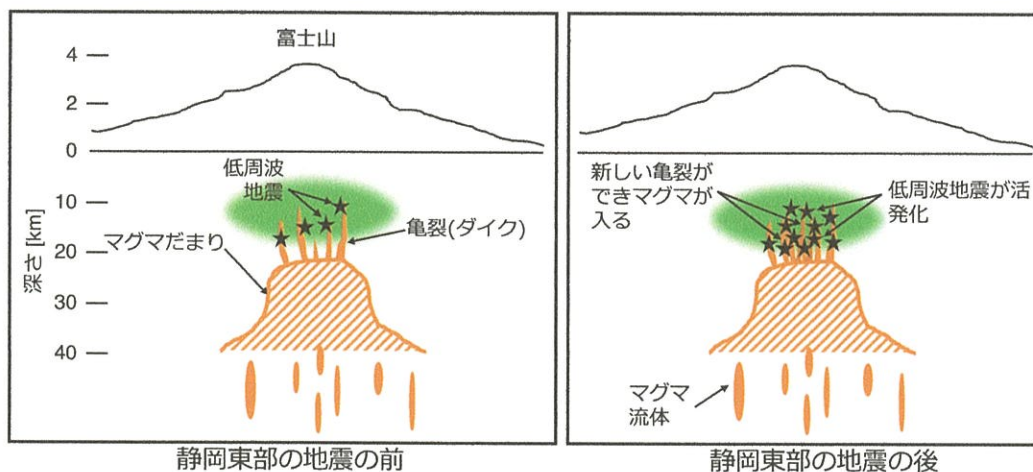


図2 | 富士山のマグマシステムのイメージ。静岡東部の地震によりマグマ溜まりの周りの岩盤に亀裂が生じ、亀裂にマグマが入り込んで低周波地震が活発化したことを示唆する。