

# 2023年度における富士山における全磁力・地震データ解析の進捗状況 (SR05)

長尾年恭<sup>1,2</sup>, 鴨川 仁<sup>1</sup>, 上嶋 誠<sup>3</sup>, 楠城一嘉<sup>1</sup>

1. 静岡県立大学グローバル地域センター, 2. 富士山環境研究センター, 3. 東京大学地震研究所

## 1. はじめに

最後の富士山噴火は約300年前の江戸時代の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回を超えており、平均で30年に1回噴火していた事もわかっている。火山学の常識として富士山は極めて若い火山で、将来噴火が発生する事は100%確実と考えられている。首都圏に近い事から、噴火はIT化された日本に極めて大きな被害を与えると考えられている。

## 2. 地磁気観測の状況

現在、富士山には火山監視を目的として、微小地震観測やGNSS地殻変動観測が気象庁や国土地理院、防災科学技術研究所等により行われている。火山噴火予測の高精度化のためには、原理的にマグマの上昇を捉える事のできる地磁気観測が有用であるが、残念ながら地磁気観測は富士山ではごく一部でしか行われていない。そこで本NPOのファシリティを用いて、山頂ないし山腹で地磁気観測を行うべく、まず御殿場口新五合目の太郎坊に2020年10月に最初の全磁力観測点を設置した。2021年度には太郎坊周辺の電磁環境調査や、LPWA (Low Power Wide Area) 通信を用いたデータ表示システムの作成、主成分解析(PCA)および独立成分解析(ICA)を組み込んだ地磁気データ解析システムの雛形を作成した。2022年度夏も、コロナによる影響がまだ大きく残っており、山頂での活動が100%コロナ前に戻ったと言えない状況であった。そのためまずは将来の山頂付近での観測点候補地選定作業を8月に実施した。具体的には山頂から宝永火口周辺にかけて徒歩で鉛直方向の全磁力勾配を計測し、電磁環境を評価し、八合目付近にも観測点候補地となりうる地点がある事を確認した。2023年度は、マグマ上昇のモデル計算を行ない、現在の火山性地震の発生地点を勘案し、そこからマグマが山頂およびそのまま上昇した場合について、いずれのケースも静岡県側五合目付近で、かなり効率的にマグマ上昇による地磁気変化を捉えられる事が判明した。

もし五合目付近で観測ができれば、山頂ないし八合目付近では物理的に研究者は年に2ヶ月ほどしかアクセスできないのに対し、五合目近傍であれば、年のうち8ヶ月ほどはメンテナンスが可能となり、2024年度から五合目近傍に、太郎坊に次ぐ二番目の観測点設置を計画している(図1)。

## 3. 地震データ解析

地震観測については、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対象として研究を行なっている。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=-1~2)、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と認識されない低周波地震が存在する。そのため、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。その結果、雑音に混じるなど、気象庁が観測できていない低周波地震を検出する事に成功した。これまで低周波地震を約6,000回検知し、これは同一期間に気象庁が検出した地震回数の約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活動は静穏と気象庁から報告され、すぐに富士山噴火につながる事は無いと当時判断された。我々は地震活動を予測・評価するETAS (Epidemic Type Aftershock Sequenceの略)モデルを用いて解析した結果、静岡東部の地震により活動が活発化していたことを見出した(図2)。さらに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。この結果はすでに学術雑誌<sup>1)</sup>に掲載された。

## 参考文献

- 1) Nanjo, K. Z., Yukutake, Y., & Kumazawa, T. (2023). Activated volcanism of Mount Fuji by the 2011 Japanese large earthquakes. Scientific Reports, 13 (1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37735-4>

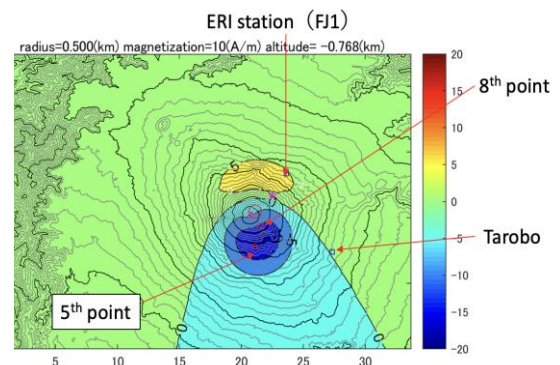


図1 モデル計算により、静岡県側五合目近傍がマグマ上昇による全磁力変化を捉えるのに適している事が判明した。モデルは半径500mの球状の高温の領域(マグマ溜りを想定)が、山頂へ向けて上昇するものとした。上図は海拔 - 0.768kmに球の中心が到達した時の地磁気変化である。2024年度以降、図中の5<sup>th</sup> pointと示される近傍で、新規全磁力観測点の構築を目指す予定である。

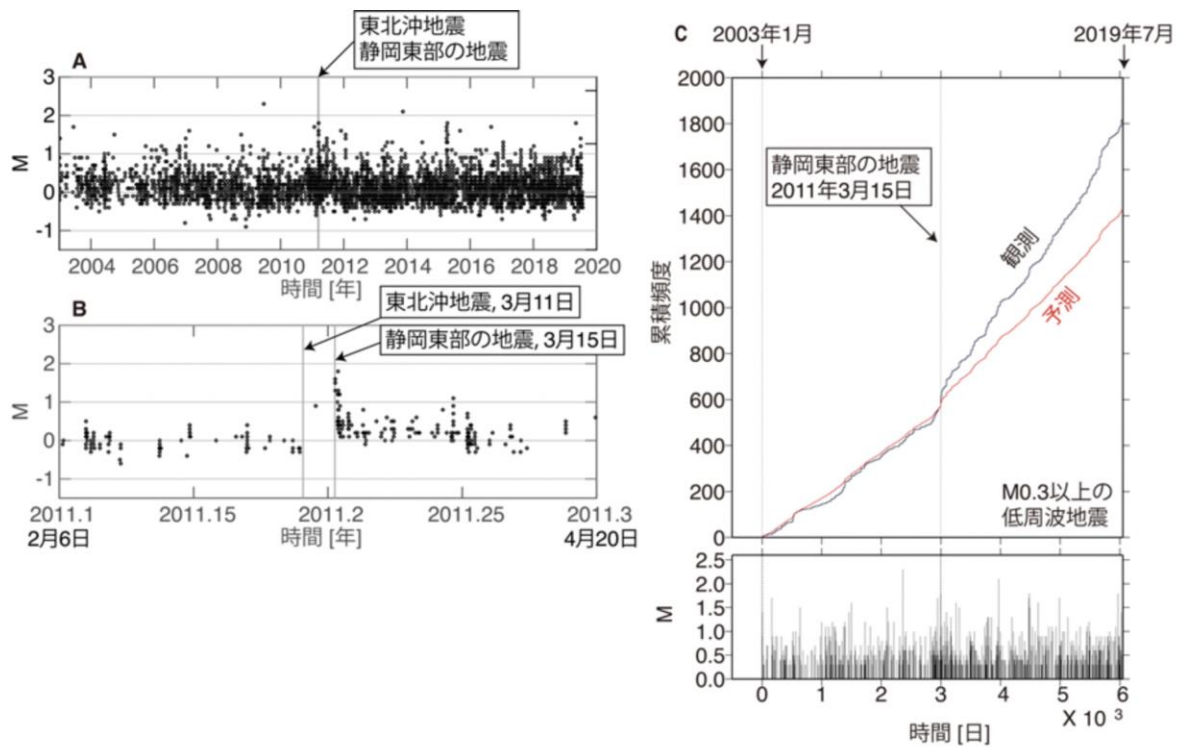


図2: 富士山の低周波地震

- (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.