

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K05683

研究課題名（和文）火山近傍テフラの残留磁化の基礎研究：磁化獲得過程と古地磁気記録としての信頼性

研究課題名（英文）A basic study on remanent magnetization of volcanic ash layer

研究代表者

望月 伸竜（Mochizuki, Nobutatsu）

熊本大学・大学院先端科学研究部（理）・准教授

研究者番号：60422549

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：火山近傍の火山灰層の残留磁化についての研究はほとんどないが、その残留磁化が堆積直後の古地磁気方位を記録しているならば、古地磁気永年変化の研究を飛躍させる可能性がある。そこで、本研究では火山近傍の火山灰層の残留磁化の基礎研究を行った。雲仙火山などで採取した火山灰の測定結果によれば、火山灰の残留磁化の伏角は、当時の地磁気伏角と比べてほぼ同じものもあれば、いくらか浅いものがあった。一方で、火山灰の残留磁化の偏角は当時の地磁気偏角にほぼ一致している。当時の地磁気方位を精確に記録しているものといくらかずれるものがあり、それらの理由については今後の研究で検討する必要性が明確になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により火山近傍の火山灰が安定な残留磁化を持っていることが確認された。いくつかの火山灰層の残留磁化は地磁気伏角よりもいくらか浅いものがあり、この要因については検討が必要ではあるものの、細粒火山灰層は堆積当時の地磁気方位に平行な残留磁化を獲得しているようだ。古地磁気方位の復元には、火山岩や火砕流堆積物だけではなく、火山灰層も利用できる可能性が見えてきたといえる。

研究成果の概要（英文）：Remanent magnetization of volcanic ash layers is clearly understood, but the remanent magnetization has the potential to record the paleomagnetic field and to be a new recorder to recover paleomagnetic secular variations. We conducted a fundamental study on remanent magnetizations of volcanic ash layers. Paleomagnetic analyses show that inclinations of the remanent magnetizations are consistent or shallower than that of the paleomagnetic field when the volcanic ash layer formed. On the other hand, declinations of the remanent magnetizations are consistent with the paleomagnetic field. The reasons for the differences between the remanent magnetization and the paleomagnetic field are unclear; the shallow inclination may be related to local magnetic anomaly, sedimentation/compaction processes, etc.

研究分野：古地磁気学

キーワード：火山灰 堆積残留磁化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

過去の研究により、巨大カルデラ噴火において噴出した広域テフラの残留磁化方位(堆積残留磁化の方位)は、同時に噴出した火砕流堆積物の溶結部から得た残留磁化方位(熱残留磁化の方位 = 古地磁気方位)と一致することが報告されている(Reynolds, 1979; 中島・藤井, 1995, 1998; Hayashida et al., 1996; Fujii et al., 2001)。すなわち、広域テフラは堆積直後の古地磁気方位を記録することが証明されている。ただし、広域テフラの残留磁化獲得過程については、未知のままである。

一方、頻繁に起きる小規模な噴火によって、火山近傍(数 km 以内)に降下・堆積したテフラについては、古地磁気学的な研究がほとんどない。唯一、Yukutake et al. (1964a, b)が伊豆大島火山のテフラの残留磁化方位を測定し、溶岩から得た古地磁気方位との比較を行い、火山近傍テフラが古地磁気方位を記録する可能性を指摘している。しかし、当時は交流消磁や熱消磁を適用していないので、“残留磁化方位”は二次磁化の影響を受けている可能性もあり、データの信ぴょう性が不十分である。

2. 研究の目的

火山近傍のテフラが堆積後に残留磁化を獲得するとの指摘は以前からあり、古地磁気永年変化の復元には、従来から広く用いられる溶岩流だけでなく、テフラも活用できる可能性がある。しかし、テフラの磁化獲得過程や古地磁気記録としての信頼性についての研究はなく、火山近傍テフラに対する古地磁気測定は進展していない。本研究では、溶岩あるいは火砕流堆積物との対比がついている伊豆大島・開聞岳などのテフラ層を採取し、溶岩あるいは火砕流堆積物から復元した信頼度の高い古地磁気方位と比較することで、火山近傍テフラの古地磁気記録としての信頼性(精度・確度)を評価する。

3. 研究の方法

固化していない火山灰層の残留磁化方位を調べるためには、まずは火山灰層を精度よく定方位採取する方法を確立する必要がある。中島・藤井(1995, 1998)は、まず火山灰露頭に直角の角度を杭で固定し、角度にプラスチックキューブ用の治具を手で押さえて固定しつつ、露頭面に垂直方向にプラスチックキューブを挿入するという方法を用いていた。定方位は、露頭に固定された角度の向きを測定していた。この方法は個々のプラスチックキューブの定方位をしているわけではない。

熊本大学の研究グループでは、平成 25 年度以降に阿蘇火山においてテフラの自然残留磁化測定を始めた。柔らかいテフラ(火山灰)を精度よくサンプリングする治具を作成した。我々の方法は、治具を露頭に固定した上で、キューブを治具の内側に沿って露頭面に挿入する、また、定方位は露頭に固定された治具の面で行う、というものである。この方法は、個々のプラスチックキューブを 1 度よりも良い精度で定方位ができるので、岩石のコア試料と同レベルの定方位といえる。この手法により、火山灰の残留磁化を測定した研究成果も発表している(長谷川ほか, 2018)。開発当初は木製の治具であったが、現在はアルミ・樹脂製に改良している。また、当初 10cc プラスチックキューブを利用していたが、IODP などでも広く使用されている 7cc キューブに替えた。7cc プラスチックキューブで採取した試料は段階交流消磁に用いる。また、熱消磁を行うために、アルミキューブ試料も採取している。7cc キューブ・アルミキューブそれぞれに専用の治具とサンプルケースを用意して、試料採取・残留磁化測定の際に、試料の定方位精度が落ちないようにしている。本課題においては、雲仙火山の平成噴火、阿蘇中岳の 2016 年噴火、開聞岳の仁和噴火の火山灰層を採取して測定した。

4. 研究成果

阿蘇中岳で採取した 2016 年 10 月噴火で噴出・堆積した粘土質火砕物(火山灰)、雲仙火山の 1991-1992 年の噴火によって畑に堆積した火山灰試料の古地磁気学的測定を行った。これまでに得たデータによれば、火山灰の残留磁化は、地球磁場方向に、ほぼ一致する場合(図 1)といくらか伏角が浅くなる場合があるようである。残留磁化の偏角については、当時の値にまずまず近い値をもつ傾向がある。過去の研究により、巨大噴火によって噴出した広域テフラの残留磁化方位(堆積残留磁化の方位)は、当時の古地磁気方位と一致することが報告されている。本研究では、より小規模な噴火で形成された火山近傍の火山灰層を対象にしたが、広域テフラの結果とはいくらか違う、測定結果であった。

広域テフラと火山近傍の火山灰とは、構成粒子や堆積過程が異なることに違いの要因があるかもしれない。いくつかの試料については、露頭レベルで何らかの地質学的効果(たとえば圧密)を受けたことが前述の違いに関係するかもしれない。現段階では火山灰の残留磁化の伏角が当時の地磁気方位よりも浅いデータは何らかの理由による例外であると推察しているが、今後の研究では、火山灰層の残留磁化はどのような分布をもつか、もし地球磁場方位から系統的にずれる現象が起きるならば、その要因は何かを注意深く検討すべきことが明確になった。当時の地球

磁場が火山岩や地磁気観測から精確に把握できることも重要である。同じ火山灰層を複数の露頭で採取して、測定結果の信頼性をクロスチェックする必要もある。調査地点周辺におけるローカルな磁気異常の程度も磁場観測により把握しておく必要があった。

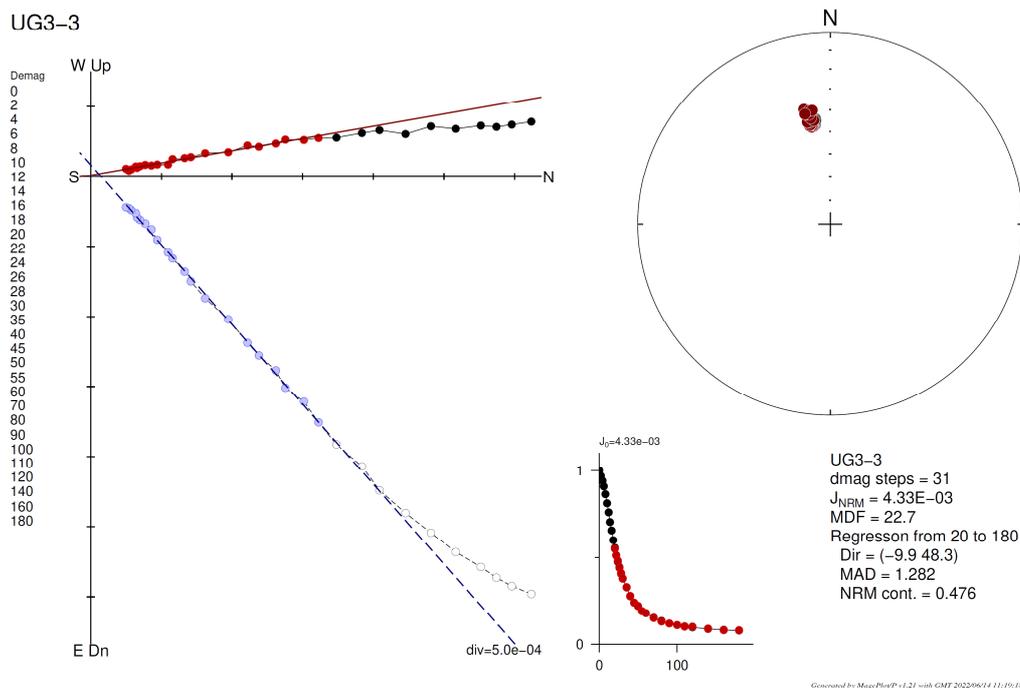


図 1. 雲仙火山平成噴火の火山灰試料 UG3-3 の段階交流消磁の結果。20mT 以上の保磁力成分が特徴的な残留磁化を保持している。残留磁化方位は噴火時の地球磁場とほぼ同じである。

引用文献

- Fujii, J., Nakajima, T. and Kamata, H., Paleomagnetic directions of the Aso pyroclastic-flow and the Aso-4 co-ignimbrite ash-fall deposits in Japan. *Earth Planets Space*, 53, 1137-1150, 2001.
- 長谷川健, 望月伸竜, 大岩根尚, 堆積物から超大規模噴火の継続時間を読み取る方法, *地学雑誌*, 127(2), 273-288, doi:10.5026/jgeography.127.273, 2018.
- Hayashida, A., Kamata, H. and Danhara, T., Correlation of widespread tephra deposits based on paleomagnetic directions: link between a volcanic field and sedimentary sequences in Japan. *Quaternary International*, 34-36, 89-98, 1996.
- 中島 正志, 藤井 純子, 始良 Tn テフラの古地磁気方位, *第四紀研究*, 297-307, 1995. https://doi.org/10.4116/jaqua.34.4_297
- 中島 正志, 藤井 純子, 阿蘇 4 火山灰および阿蘇火砕流堆積物の古地磁気方位, *第四紀研究*, 371-383, 1998.
- Reynolds, R. L., Comparison of the TRM of the Yellowstone Group and the DRM of some Pearllette ash beds, *J. Geophys. Res.*, 84, 4525-4532, 1979.
- Yukutake, T., SAWADA, M., YABU, T., Magnetization of Ash-fall Tuffs of Oshima Volcano, Izu, I Magnetization of Ash-fall Tuffs, *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, 16, 178-182, 1964.
- Yukutake, T., NAKAMURA, K., HORAI, K., Magnetization of Ash-fall Tuffs of Oshima Volcano, Izu, II Application to Archaeomagnetism and Volcanology, *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, 16, 183-193, 1964.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 長谷川 健、柴田 翔平、小林 哲夫、望月 伸竜、中川 光弘、岸本 博志	4. 巻 66
2. 論文標題 北海道東部、摩周火山の7.6kaカルデラ形成噴火過程：地質学・岩石学・古地磁気学的手法による高分解能推移復元とLow aspect ratio ignimbrite (LARI) の認定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 火山	6. 最初と最後の頁 187 ~ 210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18940/kazan.66.3_187	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 穴井 千里、宮縁 育夫、宇津木 充、吉川 慎、望月 伸竜、渋谷 秀敏、大倉 敬宏	4. 巻 66
2. 論文標題 古地磁気・岩石磁気学的手法を用いた阿蘇火山中岳火口周辺域の完新世噴出物の分類と噴火年代の再検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 火山	6. 最初と最後の頁 171 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18940/kazan.66.3_171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Mochizuki Nobutatsu, Fujii Satomu, Hasegawa Takeshi, Yamamoto Yuhji, Hatakeyama Tadahiro, Yamashita Daisuke, Okada Makoto, Shibuya Hidetoshi	4. 巻 572
2. 論文標題 A tephra-based approach to calibrating relative geomagnetic paleointensity stacks to absolute values	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 117119 ~ 117119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2021.117119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sato Masahiko, Terada Takuma, Mochizuki Nobutatsu, Tsunakawa Hideo	4. 巻 20
2. 論文標題 Experimental Evaluation of Remanence Carriers Using the Microcoercivity Unblocking Temperature Diagram	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 5177 ~ 5191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GC008534	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Singer Brad S., Jicha Brian R., Mochizuki Nobutatsu, Coe Robert S.	4. 巻 5
2. 論文標題 Synchronizing volcanic, sedimentary, and ice core records of Earth's last magnetic polarity reversal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaaw4621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaw4621	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Okayama Kazuhiro, Mochizuki Nobutatsu, Wada Yutaka, Otofujii Yo-ichiro	4. 巻 287
2. 論文標題 Low absolute paleointensity during Late Miocene Noma excursion of the Earth's magnetic field	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of the Earth and Planetary Interiors	6. 最初と最後の頁 10~20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pepi.2018.12.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Anai Chisato, Mochizuki Nobutatsu, Shibuya Hidetoshi	4. 巻 70
2. 論文標題 Reductive chemical demagnetization: a new approach to magnetic cleaning and a case study of reef limestones	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0954-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 長谷川健, 望月伸竜, 大岩根尚	4. 巻 127
2. 論文標題 堆積物から超大規模噴火の継続時間を読み取る方法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地学雑誌	6. 最初と最後の頁 273-288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5026/jgeography.127.273	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Nobutatsu Mochizuki, Satomu Fujii, Takeshi Hasegawa, Yuhji Yamamoto, Tadahiro Hatakeyama, Daisuke Yamashita, Makoto Okada, Hidetoshi Shibuya
2. 発表標題 TA-TOR: a new approach to calibrating relative geomagnetic paleointensity stacks to absolute values
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 望月伸竜, 穴井千里, 馬場章, 渋谷秀敏
2. 発表標題 古地磁気永年変化層序: 火山噴出物層序研究への貢献
3. 学会等名 日本地質学会第128回学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 健, 柴田 翔平, 小林 哲夫, 望月 伸竜, 中川 光弘, 岸本 博志
2. 発表標題 北海道東部, 摩周火山の7.6 ka噴火: 爆発的カルデラ形成過程とLow aspect ratio ignimbriteの発生
3. 学会等名 日本地質学会第128回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 穴井 千里, 宮縁 育夫, 宇津木 充, 吉川 慎, 望月 伸竜, 渋谷 秀敏, 大倉 敬宏
2. 発表標題 古地磁気・岩石磁気学的手法を用いた阿蘇火山中岳火口周辺域の完新世噴出物の分類と噴火年代の再検討
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 健, 望月 伸竜, Gravley Darren, 楠 稚枝, 岡田 誠, 下司 信夫, Kosik Szabolcs, 柴田 翔平, 金田 泰明
2. 発表標題 古地磁気方位と永年変化を利用した大規模カルデラ噴火の継続時間の推定: 始良カルデラとMamaku/Ohakuri ignimbritesの例
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 穴井 千里, 望月 伸竜, 宮縁 育夫, 宇津木 充, 渋谷 秀敏, 大倉 敬宏
2. 発表標題 Paleomagnetic study of Holocene lava flow age at Nakadake volcano in Aso caldera, Kyushu Japan: Contribution to establish the Eruption history
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Haotian Liu, Nobutatsu Mochizuki, Tesfaye Kidane, Aneha Atnafu, Masakazu Fujii, Ryohei Yoshimura, Shin-ichi Kagashima, Yo-ichiro Otofujii, Naoto Ishikawa
2. 発表標題 Paleomagnetic study of volcanic rocks across the spreading axis in the Tendaho Graben in the Afar depression
3. 学会等名 球電磁気・地球惑星圏学会第148回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chisato Anai, Yasuo Miyabuchi, Mitsuru Utsugi, Nobutatsu Mochizuki, Hidetoshi Shibuya, Takahiro Ohkura
2. 発表標題 Paleomagnetic study of Holocene lava flow age at Nakadake volcano in Aso caldera, Kyushu Japan: Contribution to establish the Eruptive history
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月伸竜, 穴井千里, 治田有里紗, 渋谷秀敏
2. 発表標題 支笏カルデラ噴火堆積物の古地磁気学的測定: 古地磁気永年変化にもとづく堆積物の時間スケールの推定
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第146回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川 健、望月 伸竜、大岩根 尚
2. 発表標題 鬼界カルデラ形成噴火における時間間隙: 古地磁気方位と地磁気永年変化からの推定
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 望月 伸竜、長谷川 健、中川 光弘
2. 発表標題 支笏カルデラ噴火堆積物の古地磁気学的測定: 大規模噴火堆積物の時間間隙の推定へ向けて
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	長谷川 健 (Hasegawa Takeshi) (00574196)	茨城大学・理工学研究科(理学野)・准教授 (12101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	渋谷 秀敏 (Shibuya Hidetoshi) (30170921)	同志社大学・研究開発推進機構・嘱託研究員 (34310)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関