

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25800249

研究課題名(和文)絶対古地磁気強度と大気放射性炭素濃度の関係性の研究

研究課題名(英文)Effect of geomagnetic intensity on the atmospheric 14C variation

研究代表者

望月 伸竜(Mochizuki, Nobutatsu)

熊本大学・大学院先導機構・准教授

研究者番号：60422549

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、炭素14年代が報告されている富士火山・阿蘇火山・東伊豆の溶岩流から採取した試料に対して、LTD-DHTショー法による古地磁気強度測定を適用することで、過去3万年間における信頼度の高い絶対古地磁気強度データの復元を試みた。10溶岩76試料の測定を行い、最終的には6溶岩から信頼度の高い古地磁気強度データを得た。本研究で得られた古地磁気強度データとこれらの溶岩の炭素14年代における大気放射性炭素濃度値の比較を行うことで、絶対古地磁気強度と放射性炭素濃度の間の関係性を定量的に捉えつつある。

研究成果の概要(英文)：The present study attempts to obtain reliable paleointensities from 14C dated lava flows and then discuss the relationship between the absolute paleointensity and atmospheric 14C. We sampled ten lava flows of 4-30 ka 14C ages of Fuji and Aso Volcanoes in Japan. These 14C ages were reported from the charred material in/below the lava flows or organic sediment below the lava flows in previous studies. Seventy-six samples were subjected to the LTD-DHT Shaw paleointensity experiment (Tsunakawa-Shaw experiment), and 64 of them passed the selection criteria. Consistency of paleointensity estimates was recognized for seven sites of six lava flows and the mean values were adopted as paleointensities. These paleointensity data and the 14C data reported for the same lava flows give a constraint on the relationship between virtual axial dipole moment and the atmospheric 14C.

研究分野：古地磁気学

キーワード：古地磁気強度 宇宙線生成核種 放射性炭素濃度 富士火山 阿蘇火山

1. 研究開始当初の背景

地球の磁場をつくりだしている地球ダイナモの理解を深め、さらに地球表層の磁場環境の変動史を正しく理解するためには、過去の地球磁場をベクトルとして精度よく復元する研究が必要である。とくに、ベクトルの大きさ(古地磁気強度)は、磁場エネルギーを反映する物理量であり、地球ダイナモを理解するには本質的なデータとなる。過去1万年間の古地磁気強度変動は、最も基礎的で重要な情報である。

海洋堆積物や氷床コア内部の宇宙線生成核種(Be-10, Cl-36, C-14)に基いて、太陽活動の変遷を調べる研究が近年目立ってきた。宇宙線入射量と雲の生成量の相関が指摘され、後者の気候への影響も提案されている(Svensmark, 2007)。宇宙線入射量は、太陽活動の強さと地球磁場強度の両者の影響を受ける(e.g. Masarik and Beer, 1999; Wagner et al., 2000)。したがって、より長周期の太陽活動変動を評価するためには、地球磁場強度変動の効果を分離する必要がある。過去5万年間の大気の放射性炭素濃度変動に現れる千年オーダー以上の長周期の変動は、地球磁場強度変動の影響と考えられるが、絶対古地磁気強度に基いた定量的な検討はない。次に述べるように、過去1.2万年間に限っても、既存データの質に問題があるからである。

過去1.2万年間における古地磁気強度データは、考古学試料によるものが多い。このデータセットは、データ数は多いがばらつきが大きい。このばらつきは、古地磁気強度の変動幅を示しているとは考えにくく、測定に伴う誤差の大きさを反映している。500-1000年の時間幅ごとに平均値を計算し、標準誤差をエラーバーとしてグラフを作り、古地磁気強度の変動曲線としている(Yang et al., 2000)。過去数千年間のデータについては、各時間幅のサンプル数は100-500であり、これらのエラーバー(=標準誤差:データ数の平方根に反比例)は小さく見えるが、実際のデータのばらつきは、測定誤差(10-20%)よりも大きく、データの質は明らかに低い。

研究代表者は、近年噴出した玄武岩質溶岩(地球磁場の観測値がある)に従来のテリ工法と新測定法(LTD-DHT ショー法)を適用して、それらの信頼性を検証する研究をすでに行った(e.g. Mochizuki et al., 2004)。従来法を適用した場合、試料の磁気的性質に依存して、観測値よりも最大100%も強いデータが得られた。一方、新測定法を適用した場合は、観測値の $\pm 10\%$ に多くが分布した。この新測定法は、室内加熱時の熱変質を補正する手順を含み、その補正が正しく機能している。これらの研究により、玄武岩質溶岩については新測定法の信頼性が確認できた。また、安山岩質溶岩についても同様に新測定法の信頼性が確認されている(Yamamoto and Hoshi, 2008)。これらの研究により、玄武岩質・安山岩質の溶岩から精度のよい古地磁気強度

を得ることが可能になり、研究代表者は地磁気逆転やエクスカージョンの新しい特質を把握し始めている。

2. 研究の目的

以上を踏まえ、本研究は、富士火山の溶岩(1万年前以降が大半)に新測定法を適用することで、信頼度の高い古地磁気強度データを得る。採取する溶岩は、加速器質量分析法による炭素14年代が得られていて、露頭の緯度・経度も論文に報告されている(山元ほか2005; 2007)ものを対象とする。これにより、日本における過去1万年間の絶対古地磁気強度の変動曲線を復元できる。

さらに、1~3万年前の他の火山の溶岩(約10枚)の測定も合わせて行い、古地磁気強度データを得る。前述の過去1万年間のデータに1~3万年前のデータを加えて、過去3万年間における絶対古地磁気強度と大気の放射性炭素濃度の関係性を把握する。

3. 研究の方法

平成25-26年度に富士火山や他の火山において炭素14年代が報告されている溶岩(3万年前以降の溶岩)を採取する。古地磁気方位測定と岩石磁気学的測定を行い、古地磁気強度測定に適した試料を調べる。つぎに新測定法(LTD-DHT ショー法)による古地磁気強度測定を開始する。平成26年度は実験補佐員を雇用することで、古地磁気強度測定を集中的に実施する。溶岩に報告されている炭素14年代に基いて、過去1万年間における絶対古地磁気強度変動を復元する。さらに、1-3万年前の溶岩から得たデータを追加することで、過去3万年における絶対古地磁気強度と放射性炭素濃度の相関を把握する。

4. 研究成果

(1) 富士火山・阿蘇火山・東伊豆の火山岩試料の古地磁気強度測定を行った。測定した76試料のうち64試料についてはデータ採用基準を満たす測定結果が得られた。

(2) 3試料以上の測定値が得られたのは11サイト(9溶岩)であった。測定値(データ数3以上)の標準偏差が測定値の平均の15%以下であったものを、測定値のまとまりが良いと判断し、7サイト(6溶岩)の測定値の平均を古地磁気強度データとして採用した。

(3) 得られた古地磁気強度とこれらの溶岩の炭素14年代における大気の放射性炭素濃度の比較を行った。大気の放射性炭素濃度データとしてIntCal13(Reimer et al., 2013)を参照した。その結果、絶対古地磁気強度と放射性炭素濃度の間の定量的な関係性を捉えつつある。また、本研究で得られた絶対古地磁気強度と放射性炭素濃度の関係性と既存のモデル計算の結果(Masarik and Beer, 2009)を比較することで、過去3万年間に

ける太陽活動度は、現在と同程度かそれよりもいくらか低いことが示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計6件)

Sato, M., Y. Yamamoto, T. Nishioka, K. Kodama, N. Mochizuki, Y. Usui, H. Tsunakawa, Pressure effect on magnetic hysteresis parameters of single-domain magnetite contained in natural plagioclase crystal, *Geophys. J. Int.*, 202, 394-401, doi: 10.1093/gji/ggv154, 2015. 査読有

Fujii, M., K. Okino, C. Honsho, J. Dymant, F. Szitkar, N. Mochizuki, M. Asada, High-Resolution Magnetic Signature of Active Hydrothermal Systems in the Back-Arc Spreading Region of the Southern Mariana Trough, *J. Geophys. Res., Solid Earth*, 120, 2821-2837, doi:10.1002/2014JB011714, 2015. 査読有

Sato, M., K. Seita, T. Miyagawa, N. Mochizuki, T. Kogiso, H. Tsunakawa, Basic properties of transition remanent magnetizations of magnetite in relation to the ambient field using granite samples, *Geophys. J. Int.*, 200, 25-34, doi: 10.1093/gji/ggu371, 2015. 査読有

望月伸竜, 絶対古地磁気強度とテフロクロノロジー: 相対古地磁気強度変動曲線の絶対値較正へ向けて, *月刊地球*, 130-135, 63, 2014. 査読無

Sato, M., Y. Yamamoto, T. Nishioka, K. Kodama, N. Mochizuki, H. Tsunakawa, Hydrostatic pressure effect on magnetic hysteresis parameters of multidomain magnetite: Implication for crustal magnetization, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 233, 33-40, 2014. 査読有

Nakamura, K., T. Toki, N. Mochizuki, M. Asada, J. Ishibashi, Y. Nogi, S. Yoshikawa, and K. Okino, Discovery of a new hydrothermal vent based on an underwater, high-resolution geophysical survey, *Deep-Sea Research I*, 74, 1-10, 2013. 査読有

[学会発表](計13件)

Mochizuki, N., S. Fujii, T. Hasegawa, Y. Yamamoto, T. Hatakeyama, M. Okada, H. Shibuya, Paleointensity determination of welded tuffs extruded

with tephra layers: A new approach to calibration of relative paleointensity stacks, Poster, 2015 AGU Fall Meeting, GP23A-1289, 14 December 2015, Moscone convention center, San Francisco.

Shibuya, H., N. Mochizuki, T. Hatakeyama, Secular variation between 5 and 10c CE in Japan: remeasurements of 2000 samples collected between 1960-70's from Sueki earthenware kilns in Osaka, Poster, 2015 AGU Fall Meeting, GP23A-1296, 14 December 2015, Moscone convention center, San Francisco.

Yamamoto, Y., N. Mochizuki, H. Shibuya, H. Tsunakawa, Tsunakawa-Shaw method - an absolute paleointensity technique using alternating field demagnetization, Invited talk, 2015 AGU Fall Meeting, GP11A-05, 14 December 2015, Moscone convention center, San Francisco.

穴井千里, 望月伸竜, 渋谷秀敏, A new method for Chemical Demagnetization of Carbonate rocks, ポスター発表, 地球電磁気・地球惑星圏学会第138回講演会, R004-P12, 2015年11月2日, 東京大学

渋谷秀敏, 望月伸竜, 畠山唯達, 陶器窯跡群試料を用いた近畿地方における地磁気永年変化の再検討(III), 口頭発表, 地球電磁気・地球惑星圏学会第138回講演会, R004-16, 2015年10月31日, 東京大学

望月伸竜, 佐藤雅彦, 富士火山溶岩による絶対古地磁気強度測定: 古地磁気強度と大気の放射性炭素の関係性, 口頭発表, 地球電磁気・地球惑星圏学会第138回講演会, R004-03, 2015年10月31日, 東京大学

望月伸竜, 藤井哲夢, 長谷川健, 岡田誠, 渋谷秀敏, 絶対古地磁気強度とテフロクロノロジー: 相対古地磁気強度変動曲線の絶対較正, 口頭発表(招待講演), 日本地球惑星科学連合2015年大会, M-IS34-13, 2015年5月28日, 幕張メッセ

渋谷秀敏, 望月伸竜, 畠山唯達, 陶器窯跡群試料を用いた近畿地方における地磁気永年変化の再検討(II), 口頭発表, 日本地球惑星科学連合2015年大会, S-EM34, 2015年5月24日, 幕張メッセ

望月伸竜, 渋谷秀敏, 弥頭隆典, 宮縁育

夫，阿蘇火山中央火口丘群における完新世溶岩流の古地磁気学的研究，ポスター発表，地球電磁気・地球惑星圏学会第136回講演会，R004-P007，2014年11月2日，キッセイ文化ホール

岡山和也，望月伸竜，和田穰隆，乙藤洋一郎，中新世後期における野間エクスカーション期間中の古地磁気強度の推定，口頭発表，地球電磁気・地球惑星圏学会第136回講演会，R004-10，2014年10月31日，キッセイ文化ホール

長谷川健，菅谷真奈美，岡田誠，望月伸竜，藤井哲夢，渋谷秀敏，下北半島沖海底コア C9001C に挟在する更新世テフラ群の同定，口頭発表，日本地球惑星科学連合2014年大会，2014年5月2日，パシフィコ横浜

阿比留拓哉，渋谷秀敏，望月伸竜，弥頭隆典，宮縁育夫，阿蘇火山中央火口丘群における火山岩・テフラの古地磁気学的研究，口頭発表，日本地球惑星科学連合2014年大会，2014年4月30日，パシフィコ横浜

藤井哲夢，望月伸竜，長谷川健，岡田誠，渋谷秀敏，溶結凝灰岩による絶対古地磁気強度測定：相対古地磁気強度と絶対古地磁気強度の対比，口頭発表，日本地球惑星科学連合2014年大会，2014年4月30日，パシフィコ横浜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

望月 伸竜 (MOCHIZUKI, Nobutatsu)

熊本大学・大学院先端機構・准教授

研究者番号：60422549

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし