

平成 31 年 5 月 6 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K13564

研究課題名(和文)古地球磁場強度研究の新試料の開拓：海底堆積物中の火山ガラス

研究課題名(英文) Investigation of new samples for paleomagnetic field strength research: volcanic glass in marine sediments

研究代表者

山本 裕二 (YAMAMOTO, Yuhji)

高知大学・教育研究部総合科学系複合領域科学部門・教授

研究者番号：00452699

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：古地磁気強度絶対値(API)変動研究の新たな試料として海底堆積物中に普遍的に含有される「火山ガラス」に着目し、綱川・ショー法を用いたAPI推定の検討に取り組んだ。とくに、日本周辺の海洋コアに広く含有される広域テフラである始良Tn(AT)火山灰を対象とした。この火山灰に対応する入戸火砕流堆積物から抽出した20～30メッシュ(595～841 μ m)の軽石型火山ガラス粒子からのAPI測定に成功し、約25 μ Tという平均APIを得た。換算した仮想地心軸双極子モーメントの大きさは、世界各地の海底堆積物によるPISO-1500標準曲線の26-29kaの期間における強度値とよく一致する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界で初めて、海底堆積物中の火山ガラスからのAPI推定の検討に取り組んだ点が学術的意義である。結果的に、陸上の火山ガラスからのAPI測定が可能であることを示すに留まったが、将来的には海底堆積物中の火山ガラスからのAPI測定も可能になると期待される。従来にはない新たな試料から古地磁気強度変動研究にアプローチすることが可能になり、風化・浸食により消失してしまうことの多い陸上火山岩だけでは網羅し得ない時期のAPIの大量推定が可能になり得る。人工衛星による情報通信に多大な恩恵を受けている文明生活には、将来の地磁気変動予測が欠かせない。予測のためには過去の地磁気変動史の解明が重要であり、社会的意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：We focused on "volcanic glass" widely contained in marine sediment as a new sample to investigate absolute paleointensity (API) variation, and examined an applicability of the Tsunakawa-Shaw method to volcanic glasses for API estimation. Aira-Tn (AT) widespread tephra was selected as a target. Successful API results were obtained from pumice-type volcanic glass particles (20-30 mesh), giving average API of about 25 microT. The equivalent virtual axial dipole moment was consistent with the relative paleointensity at 26-29 ka in the PISO-1500 curve from marine sediments.

研究分野：古地磁気学

キーワード：地磁気 古地磁気

1. 研究開始当初の背景

古地球磁場変動の解明は、地球システム、とくに外核の進化過程を知る上で重要である。磁場方位の変動についてはその様子が比較的よく明らかになってきている。その成果の一例が「地磁気極性逆転年表」であり、過去約 1 億 6 千万年間の正・逆磁極期の具体的時期が明らかになっている(Cande & Kent, 1995; Ogg, 2012)。しかし、磁場強度（古地磁気強度）の絶対値変動については未だ研究が発展途上である。

この大きな理由として、対象として利用可能な地質試料が限られていることが挙げられる。古地磁気強度絶対値を推定する場合、これまでは主に陸上に噴出した過去の溶岩（陸上火山岩）のみが利用可能とされてきたが、近年、研究代表者を含む日本の研究グループは新たな試料候補として火山灰に含まれる「火山ガラス」に注目している。火山ガラスは陸上火山岩とは異種の地質試料であるが、火山灰の噴出時に熱残留磁化(TRM)を獲得し、理想的には古地磁気強度絶対値(API)が推定可能と考えられる。実際、当該研究グループは、阿蘇火山起源の溶結凝灰岩(過去約 9-27 万年)の陸上露頭から火山ガラスを採取・分析し、API が推定可能であることを報告している(Mochizuki et al., 2013)。

過去の火山噴火に伴う火山ガラスは、日本近海の海底堆積物中にも普遍的に含有されていることが知られている(e.g. 菅沼ほか, 2006)。陸上と異なり、これらの火山ガラスは風化・浸食の影響を受けることなく長期間にわたって保存される。

2. 研究の目的

本研究では、海底堆積物中にも含有される火山ガラスから API を推定するための手法の検討に取り組む。風化・浸食の影響により消失してしまうことの多い陸上火山岩からは推定不可能な時期の API の情報を、火山ガラスから推定可能にすることを旨とする。

3. 研究の方法

日本周辺の海洋コアに普遍的に含有される広域テフラの 1 つである始良 Tn 火山灰をターゲットとし、①宮崎県で採取された入戸火砕流堆積物の非溶結部から採取した試料、②高知県西部で採取した試料、③四国沖と④東シナ海で採取された海洋コアに狭在するテフラ層、の 4 地点から採取した試料を分析対象とした。採取した試料を篩分けして 30・40・50 メッシュサイズ (595~841・420~595・297~420 μm) の粒子を抽出し、超音波洗浄機で洗浄した後に自然乾燥させた。その後、実体鏡を用い火山ガラス粒子を選別した。

これらの粒子の磁化測定を行うため、Sato et al. (2015) を参考に磁化測定用試料を作成した。具体的には、火山ガラス粒子を個々にメンディングテープで挟み込み、一辺約 5 mm 四方の正方形に切り分け形状を整えた。磁化測定のために試料座標系を設定する必要があるため、切り分けた正方形のテープのそれぞれの頂点の 1 つに赤く印を付け、その隣の頂点には黒で印を付けた。正方形のテープの凡そ中心に位置する粒子を原点とし、赤い頂点方向に x 軸、黒い頂点方向に y 軸、x-y 平面に対して鉛直方向を z 軸とする座標系を設定した。

選別した火山ガラス粒子が、“ブランク” に比して有意に大きい自然残留磁化(NRM)強度を持つか検討するために、超伝導磁力計(2G 社 Model 760R)を用いて、準備した試料の NRM 測定及びブランク測定を行った。綱川・ショー法による API 測定のため、有意な NRM をもつ試料から更に試料を選定して段階交流消磁を行うとともに、非履歴性残留磁化 (ARM) ・等温残留磁化 (IRM) ・TRM の着磁と段階交流消磁を行った。これらの磁化測定にあたっては、3D プリンターで測定用ホルダーを制作し、先端の試料固定部に目印を設けることにより、磁力計の測定座標系を可視化した。

4. 研究成果

(1) NRM 強度

全ての試料の測定結果を図 1 に示す。NRM 測定“ブランク”の平均強度は 6.6~17 pAm^2 であったため、20 pAm^2 以上の磁化強度を持つ粒子を「有意な磁化」を持つ粒子として認定した。

入戸火砕流堆積物から抽出した塊状火山ガラス粒子は測定試料 324 個に対して有意な磁化を持つ試料は 26 個、全体の約 8.0% であった。ほとんどの試料の磁化強度はブランクの平均強度と同程度であったが、中にはブランクの 100 倍近い強い磁化を持つものも存在した。軽石型火山ガラスは、測定試料 88 個に対して 67 個、全体の約 76% の試料が有意な磁化を保持していた。

塊状火山ガラスと比べて、同じ火山ガラスでありながら多くの試料が有意な磁化を保持していると言える。

高知県西部の露頭から採取し抽出した 30 メッシュサイズのバブルウォール型火山ガラス粒子は、測定試料 345 個に対して有意な磁化を持つ試料は 16 個、全体の約 4.6%であった。ほとんどの試料の磁化強度はブランクの平均強度と同程度であったが、中にはブランクの 10 倍近い強い磁化を持つものも存在した。30 メッシュサイズの軽石型火山ガラスは、測定試料 159 個に対して 16 個、全体の約 10%の試料が有意な磁化を保持していた。バブルウォール型火山ガラスと比べると、同じ火山ガラスでありながら、やや多くの試料が有意な磁化を保持していると言える。40 メッシュサイズのバブルウォール型火山ガラス粒子は、測定試料 420 個に対して有意な磁化を持つ試料は 2 個、全体の約 0.48%であった。ほとんどの試料の磁化強度はブランクの平均強度と同程度であった。40 メッシュサイズの軽石型火山ガラスは、測定試料 240 個に対して 8 個、全体の約 3.3%の試料が有意な磁化を保持していた。

四国沖で採取されたコアから分取し抽出した 40 メッシュサイズの軽石型火山ガラス粒子は、測定試料 10 個に対して有意な磁化を持つ試料は 3 個、全体の約 30%であった。50 メッシュサイズのバブルウォール型火山ガラス粒子は、測定試料 2 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。50 メッシュサイズの軽石型火山ガラスは、測定試料 4 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。

東シナ海で採取されたコアから分取し抽出した 30 メッシュサイズの軽石型火山ガラス粒子は、測定試料 15 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。40 メッシュサイズのバブルウォール型火山ガラス粒子は、測定試料 10 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。40 メッシュサイズの軽石型火山ガラスは、測定試料 26 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。50 メッシュサイズのバブルウォール型火山ガラス粒子は、測定試料 14 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。50 メッシュサイズの軽石型火山ガラスは、測定試料 22 個に対して有意な磁化を持つ試料は無かった。

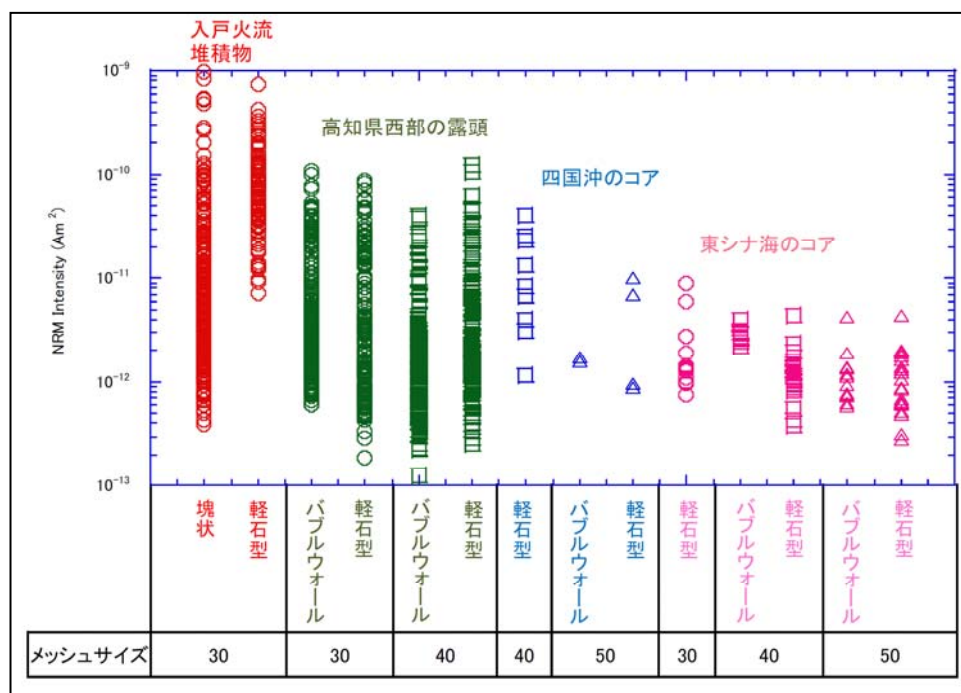


図 1: 火山ガラス粒子の NRM 強度測定結果

(2) 綱川・ショー法による API 測定

「有意な磁化」を持つ粒子について NRM の段階交流消磁を行ったところ、入戸火砕流堆積物から抽出した 30 メッシュサイズの塊状火山ガラス粒子については、安定な残留磁化を持つ試料があることが分かった。これらから 7 試料を選び綱川・ショー法を用いて古地磁気強度実験を行った。代表的な測定結果の例を図 2 に示す。一定の基準に基づいて合格と判断した結果は、ARM による補正では 1 個、IRM の補正では 4 個であり、後者による API 平均値は約 25 μT となった。この強度は仮想地心軸双極子モーメントに換算すると約 50 ZAm^2 であり、世界各地の海底堆積物から推定された過去 0-1.5 Ma の相対古地磁気強度 (RPI) を複合させて得られた PISO-1500 標準曲線 (Channell et al., 2009) の 26-29 ka の期間における強度値とよく一致する。

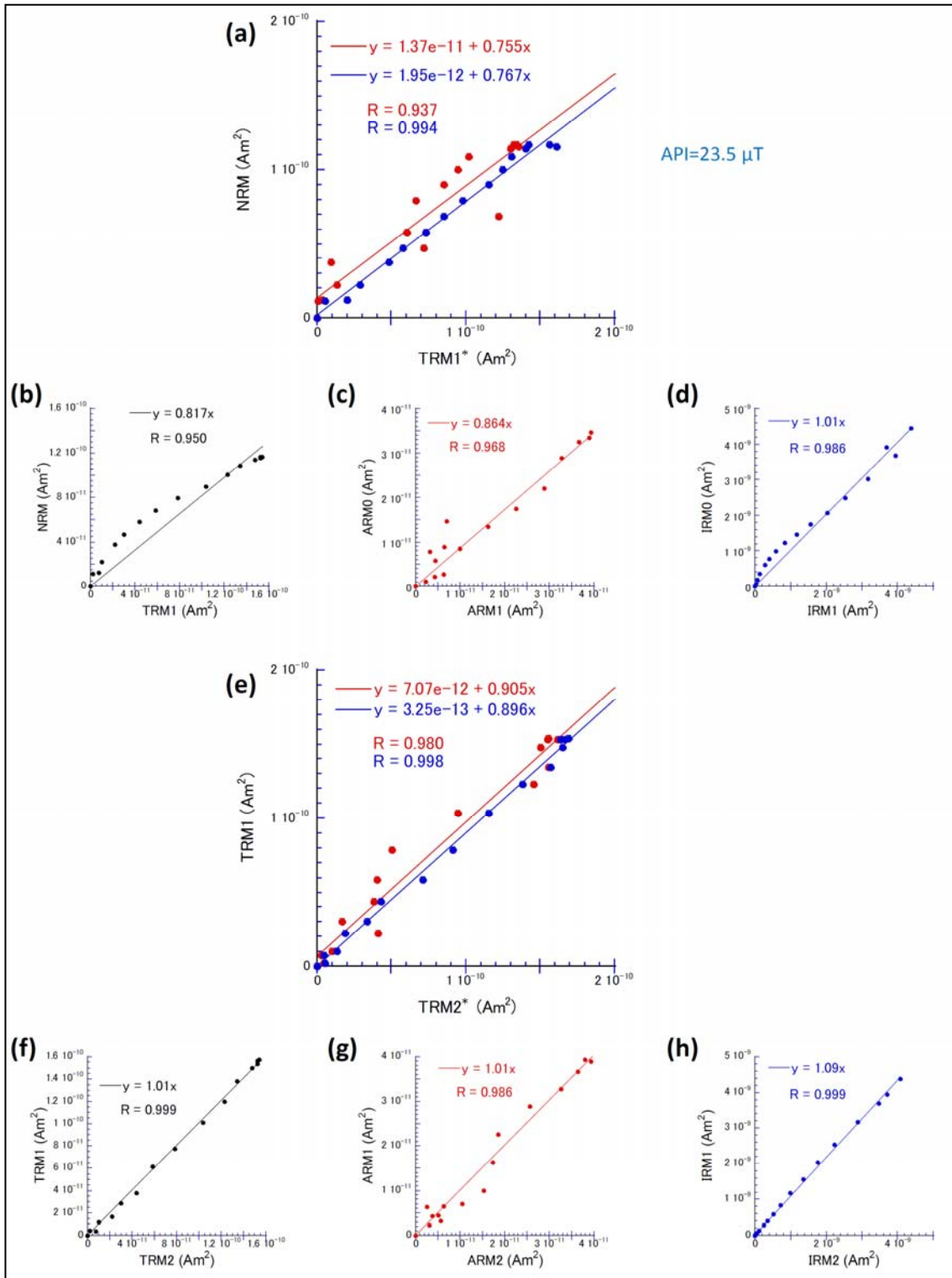


図 2: 網川・ショー法による古地磁気強度実験の結果の例

(a) 1 回目加熱実験の結果。(b)~(d)のグラフに示す結果を複合させることで得られており、ARM 補正を赤、IRM 補正を青で示している。
 (e) 2 回目加熱実験の結果。(f)~(h)のグラフに示す結果を複合させることで得られており、ARM 補正を赤、IRM 補正を青で示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

- ① 武田 大海, 山本 裕二, 佐藤 雅彦
「始良 Tn テフラを構成する火山ガラス粒子の岩石磁気特性の系統的検討」
地球電磁気・地球惑星圏学会第 142 回講演会, 2017 年
- ② 武田 大海, 山本 裕二, 佐藤 雅彦
「高知県西部の露頭から採取した降下火山灰を構成する粒子の岩石磁気特性」
JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017 年
- ③ 武田 大海, 山本 裕二, 佐藤 雅彦, 川畑 博
「入戸火砕流堆積物から抽出した粒子の古地磁気強度絶対値の推定へ向けて」
地球電磁気・地球惑星圏学会第 138 回講演会, 2016 年
- ④ 武田 大海, 山本 裕二, 佐藤 雅彦, 川畑 博
「入戸火砕流堆積物から抽出した粒子の自然残留磁化とその起源の検討」
日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：村山 雅史

ローマ字氏名：(MURAYAMA Masafumi)

所属研究機関名：高知大学

部局名：教育研究部総合科学系複合領域科学部門

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：50261350

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：武田 大海

ローマ字氏名：(TAKEDA Hiromi)

研究協力者氏名：佐藤 雅彦

ローマ字氏名：(SATO Masahiko)

研究協力者氏名：川畑 博

ローマ字氏名：(KAWABATA Hiroshi)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。