

本州中部，師崎層群（前期中新世堆積物）の日間賀層から得られた古地磁気結果 Paleomagnetic results from the Himaka Formation of the Morozaki Group (Early Miocene sediments), central Honshu

星 博幸^{1*}, 並河知器¹

Hiroyuki Hoshi^{1*}, Tomoki Namikawa¹

¹ 愛知教育大学

¹ Aichi University of Education

We present new paleomagnetic results from the sedimentary rocks of the lowest formation (Himaka Formation) of the Lower Miocene Morozaki Group. The paleomagnetism of the upper formations of the group has been previously reported, but there have been no published data for the Himaka. Oriented cores were collected from 16 stratigraphic sites (horizons) from the ca. 90 m sequence on the Saku-shima (Saku Island), 4 sites from the ca. 110 m sequence on the Himaka-jima (Himaka Island), and 2 sites from the ca. 60 m sequence on the southeastern tip of the Chita Peninsula. The sampled sites consist mostly of felsic fine tuff layers, with minor siltstone units. Cylindrical specimens were subjected to stepwise alternating-field or thermal demagnetization in order to extract characteristic remanent magnetization (ChRM) components. With the exception of a few sites where the remanent magnetization has been seriously affected by a normal-polarity secondary overprint, the Himaka Formation sites have reverse-polarity ChRM directions. Taking the magnetostratigraphy of the upper formations of the Morozaki Group into consideration, the Himaka Formation is correlative with Chronozone C5Dr (18.056-17.533 Ma). The site-mean ChRM directions are marked by a paleo-declination that is consistently southwest (reverse polarity). This is compatible with site-mean directions of the upper formations and can be explained by assuming a clockwise tectonic rotation. The paleo-declination of the Himaka Formation is deflected 10-20° counterclockwise relative to the strike of the nearby Median Tectonic Line (MTL). This is also the case for the Shitara area (ca. 70 km to the northeast) and the Chichibu area (Kanto Mountains), indicating that the MTL had the same strike direction in these three areas in the late Early Miocene.

キーワード: 古地磁気学, 日間賀層, 師崎層群, 中央構造線, 回転運動, 前期中新世

Keywords: paleomagnetism, Himaka Formation, Morozaki Group, Median Tectonic Line, tectonic rotation, Early Miocene

コリマ-オモロン地塊（極東ロシア）の白亜紀の古地磁気学 Paleomagnetic study of the Okhotsk-Chukotka Volcanic Belt at Magadan, Kolyma-Omolon Superterrane, Russia

乙藤 洋一郎^{1*}, 正垣 源¹

Yo-ichiro Otofuji^{1*}, Gen Shogaki¹

¹ 神戸大学

¹ Kobe University

Post-Cretaceous tectonic deformation of Eurasian continent can be estimated by comparison of Cretaceous paleomagnetic pole positions from its western and eastern extreme areas. We choose the Kolyma-Omolon Superterrane as one of the eastern extreme. Late Cretaceous ignimbrites are collected at 19 sites from the Kholchan Suite in the Okhotsk-Chukotka Volcanic Belt at the north of Magadan (60.4N, 151.0E) in the terrane. Characteristic paleomagnetic directions are isolated from 16 sites by AF demagnetization and their primary nature is ascertained through presence of both normal and reversed polarities. Late Cretaceous paleomagnetic direction after tilt correction is $D=17.6$, $I=82.5$, $k=13.1$, $a95=10.5$, $N=16$ at Magadan, corresponding to a paleomagnetic pole at Long. = 166.7, Lat. = 72.4, $A95=18.9$. This pole falls on the pole position for the Chukotka, indicating the Kolyma-Omolon Superterrane and Chukotka behaved as a tectonic unit since Late Cretaceous. Compared with Late Cretaceous poles from Europe and the Mongolia block, pole positions from the Mongolia block, Eurasia and Magadan are arranged from the north to south along longitude of 170E. Disagreement of pole positions of western and eastern extreme areas suggests occurrence of deformation of the Eurasian continent later than Late Cretaceous. Pole positions from the Kolyma-Omolon-Chukotka block and Mongol block implies southward displacement of the Kolyma-Omolon-Chukotka block and northward displacement of the Mongol block. Continuation of closure of the Mongol-Okhotsk Ocean is one of post-Cretaceous tectonic deformation aspects within Eurasian continent.

キーワード: 古地磁気, テクトニクス, 白亜紀, アジア大陸

Keywords: paleomagnetism, tectonics, Cretaceous, Asian continent

熱消磁装置付き 3 成分スピナー磁力計 ”tspin” の改良 Updated three-component spinner magnetometer with thermal demagnetizer ”tspin”

福間 浩司^{1*}, 河野 長²
Koji Fukuma^{1*}, Masaru Kono²

¹ 同志社大学理工学部, ² 東京工業大学グローバルエッジ研究院
¹Dept. Env. Sys. Sci., Doshisha Univ., ²Global Edge Institute, Tokyo Institute of Technology

”tspin”と呼ばれる熱消磁装置を備えた 3 成分スピナー磁力計が、熱消磁とテリ工法を含めたルーチンの残留磁気測定に使用できるようになった。オリジナルな装置のデザインと球面調和解析に基づくデータ処理は既に河野ほか (1991) によって開発されている。

”tspin”では、標準サイズ (1 インチ) 試験片の 3 つの残留磁化成分を、試験片の向きを変えずに、単一のフラックスゲートセンサーによって測定することができる。石英管ホルダーに取り付けられた試験片について、従来のスピナー磁力計のように 1 つの軸のまわりに回転させ、回転軸に垂直な面内の磁化成分を得るだけでなく、軸に沿って平行移動させることにより軸方向の磁化成分も得ることができる。今回、石英管を回転軸にチャックで接続するようにデザインを変えたので、レーザーレベルを使用して正確に試験片の方位をセットした上で、面内成分の偏角を較正することができた。実効感度は現在 $5E-8 \text{ Am}^2$ であるが、磁気シールドルーム内に設置した場合は 1 桁改善されるだろう。

700 まで加熱できる電気炉がフラックスゲートセンサーと同じ μ メタルシールド内に設置されており、冷却位置は炉とセンサーの間に置かれている。測定後、試料片はすでに次のステップの温度に維持されている炉内に挿入される。この手順により試料片に対して常に同じ加熱処理を行うことができ、テリ工法実験の zero-field と in-field での加熱の再現性を保つために特に重要である。ダミーの玄武岩試料に K 型熱電対を取り付けることによって、温度較正を行った。

現在、段階熱消磁とテリ工法を伴う測定を LabVIEW で作成したソフトウェアを使用して自動的に行うことができる。ソフトウェアを実行する前に、温度ステップと炉内での滞留時間を指定するだけである。Zijderveld 図と Arai 図は測定の途中でディスプレイ上に描画される。試験片の向きを変える必要がなく、加熱、冷却および測定の間 μ メタルシールドから試験片を取り出すことなく測定できるため、Zijderveld 図と Arai 図上で非常に美しい直線を見ることができる。”tspin”を導入することによって、骨の折れるテリ工法による古地磁気強度実験をはるかに容易かつ正確に実行できるようになった。

キーワード: 古地磁気強度, テリ工法, 磁力計, 熱消磁

Keywords: paleointensity, Thellier method, magnetometer, thermal demagnetization

IODP 第320次航海によりルイビル海山列から得られた火山岩類の岩石磁気 Rock magnetism of the volcanic materials recovered from Louisville Seamounts during IODP Expedition 330

山本 裕二^{1*}, 山崎 俊嗣², 星 博幸³

Yuhji Yamamoto^{1*}, Toshitsugu Yamazaki², Hiroyuki Hoshi³

¹ 高知大学海洋コア総合研究センター, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 愛知教育大学

¹Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo,

³Aichi University of Education

Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 330 recovered volcanic materials from seamounts along the northwestern part of the Louisville hotspot track (50-74 Ma). The recovered materials include basalts which are considered to be erupted under subaerial or shallow submarine conditions. We have been trying absolute paleointensity measurements on them, and we in parallel have studied rock magnetic properties to assess the paleointensity results. In the present study we mainly focus on thermomagnetic properties.

Thermomagnetic analyses using a magnetic balance (Natsuhara Giken NMB-89) in vacuum condition have been made on 57 rock chips from Site U1372, 28 chips from Site U1373, 140 chips from Site U1374, 44 chips from Site U1376, and 19 chips from Site U1377 (288 chips in total). The resultant curves can be classified into the five types (A, B, C, D, and E).

Type A: almost reversible thermomagnetic curves observed in 38 specimens. They show a single phase of Ti-poor titanomagnetite with T_c (Curie temperature) higher than ~ 500 degC.

Type B: almost reversible thermomagnetic curves recognized in 18 specimens. The difference from type A curves is existence of Ti-rich titanomagnetite phases with T_c lower than ~ 500 degC, in addition to the high T_c ($> \sim 500$ degC) phase.

Type C: somewhat irreversible thermomagnetic curves found in 49 specimens. They show a single phase of Ti-poor titanomagnetite with T_c higher than ~ 500 degC, however, cooling curves result in reduction in induced magnetization relative to heating curves in most cases. At ~ 50 degC, amount of the reduction is about 20-60 percent.

Type D: irreversible thermomagnetic curves seen in 50 specimens. They are usually characterized by two phases of titanomagnetite, one with moderate Ti content ($T_c \sim 150$ -300 degC) and the other with low Ti content ($T_c > \sim 450$ degC). Cooling curves outweigh heating curves in most cases.

Type E: irreversible thermomagnetic curves occurred in 133 specimens. They exhibit relatively low T_c (~ 200 -300 degC) components followed by bumps of high T_c (~ 400 -500 degC) in heating curves. The bumps are considered to originate from inversion of titanomaghemite. Cooling curves outweigh heating curves in most cases.

Some of the selected specimens will be analyzed using scanning electron microprobe and other instruments. We will report these results together with the thermomagnetic ones.

IODP Site C0012 で採取された海底玄武岩質岩石の岩石磁気 Rockmagnetism of submarine basaltic rocks from IODP Site C0012

小田 啓邦^{1*}, 山本 裕二², 山本 由弦³, 林 為人³, Xixi Zhao⁴, Huaichun Wu⁶, 鳥居雅之⁶, 金松 敏也³, 石塚 治¹
Hirokuni Oda^{1*}, Yuhji Yamamoto², Yuzuru Yamamoto³, Weiren Lin³, Xixi Zhao⁴, Huaichun Wu⁶, Masayuki Torii⁶, Toshiya Kanamatsu³, Osamu Ishizuka¹

¹ 産業技術総合研究所地質情報研究部門, ² 高知大学, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ University of California, Santa Cruz, ⁵ China University of Geosciences, Beijing, ⁶ 岡山理科大学

¹ Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ² Kochi University, ³ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴ University of California, Santa Cruz, ⁵ China University of Geosciences, Beijing, ⁶ Okayama University of Science

The IODP Expeditions 322 & 333 penetrated sediments-basement boundary and recovered successive cores at Site C0012 situated on a topographic high named Kashinosaki Knoll. The collected basement samples are composed of alternating beds of pillow basalts and hyaroclastite and were retrieved by rotary core barrel drilling system. Paleomagnetic measurements on basaltic basement rocks from Site C0012 show that the stable magnetization has reversed polarity. Rock magnetic experiments were conducted to understand the magnetic minerals contributing to the primary magnetization. Thermomagnetic curves during heating in air shows a hump around 500degC which cannot be seen for the curve in vacuum, Ar or He atmosphere. This can be interpreted as a result of oxidation of the magnetic mineral. The results in air, vacuum, Ar and He show maximum curvatures at 326degC, 332degC, 328degC and 303degC, which might show a Curie temperature of the natural magnetic mineral (titanomaghemite). The peaks at around 402degC, 392degC and 424degC in vacuum, Ar and He might correspond to break down (decomposition) of magnetic minerals (titanomaghemite) by heating. A hump at 493degC for the heating curve in He could not be resolved enough in the heating curve up to 527degC. This might be a result of the multiple heatings and heating rates, which suggest the progressive production of titanomagnetite (from titanomaghemite) and subsequent hematite production (reduction in magnetization intensity). Low-temperature magnetic measurements were also conducted and will be interpreted together with Curie temperatures.

キーワード: 岩石磁気, 海底玄武岩, 低温磁性, キュリー温度, Kashinosaki Knoll

Keywords: rock magnetism, submarine basalt, low temperature magnetometry, Curie temperature, Kashinosaki Knoll

阿蘇火山中央火口丘群における完新世火山噴出物の古地磁気学的研究 Paleomagnetic study of the Holocene volcanic rocks from post-caldera central cones of Aso Volcano

弥頭 隆典¹, 望月 伸竜^{2*}, 宮縁 育夫³, 久保田 恭平⁴, 渋谷 秀敏¹

Takanori Yato¹, Nobutatsu Mochizuki^{2*}, Yasuo Miyabuchi³, Kyohei Kubota⁴, Hidetoshi Shibuya¹

¹ 熊本大学自然科学研究科, ² 熊本大学大学院先導機構, ³ 熊本大学教育学部, ⁴ 御船中学校

¹Department of Earth and Environmental Sciences, Kumamoto University, ²Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, ³Faculty of Education, Kumamoto University, ⁴Mifune Junior High School

地磁気方位は緩やかに(200年に十数度程度)変動しているので(永年変化)形成年代が近いと推定されている火山岩の古地磁気方位を比較することで、両者の形成時期にどの程度の時間差(例:数十年以内/以上、数百年以上)があったのかを見積もることができる。その際には、精度の良い(95%信頼限界の小さい)古地磁気方位データを得た上で議論する必要がある。本研究では、阿蘇火山の火山活動史に新しい制約を与えることを念頭に、阿蘇火山中央火口丘群の若い溶岩流・スコリアの古地磁気方位測定を行った。これらの溶岩・スコリアは、過去のテフラ層序学的な研究(e.g. Miyabuchi, 2009)によれば鬼界アカホヤテフラ(7300年前)以降に噴出したとされている。

本研究では、7ユニットにおいて25サイトをもうけて定方位サンプリングを行った。得られる古地磁気方位の信頼性を確認するため、6つのユニットでは複数のサイトをもうけた。全25サイトのうち19サイトからは95%信頼限界が5度以下の精度の良い平均方位(古地磁気方位)が得られた。6サイトでは、平均方位の95%信頼限界が5度以上であった。これらの6サイトの自然残留磁化強度は強い傾向があった。このことから、局所的な磁気異常が自然残留磁化方位のばらつきの原因になった可能性がある。以降の議論には、信頼度の高いデータを用いる。

阿蘇火山地質図(小野・渡辺, 1985)において1枚に区分されていた溶岩の各サイトの平均方位を比較したところ、異なる方位が得られた例があった。杵島岳溶岩・往生岳溶岩・中岳新期山体溶岩には、形成時期が数十~数百年以上離れた複数回の溶岩流が含まれていると考えられる。また、上米塚スコリア・杵島岳溶岩の2サイト・往生岳溶岩の2サイト・中岳新期山体溶岩の2サイトから得られた平均方位は95%信頼限界の範囲で一致した。この古地磁気方位の一致は、複数の火口から同時期(数十年以内)に広範囲に溶岩流が流下した可能性を示唆している。テフラ層序学的な研究の結果を踏まえるならば、この同時噴火イベントは、3000~5000年前に起きたと推定される。

キーワード: 古地磁気方位, 阿蘇火山, 溶岩, スコリア, 同時噴火

Keywords: paleomagnetic direction, Aso Volcano, lava, scoria, simultaneous eruptions

秋田県一ノ目潟の堆積物に記録された完新世の古地磁気永年変化 Paleomagnetic secular variation record from the Holocene sediment of the Ichi-no-megata marr, Akira Prefecture

林田明^{1*}, 安樂和央¹, 秦雪絵¹, 藤岡紀子¹, 山田和芳², 篠塚良嗣³, 米延仁志⁴, 五反田克也⁵, 原口強⁶, 安田喜憲⁷
Akira Hayashida^{1*}, Kazuhiro Anraku¹, Yukie Hata¹, Noriko Fujioka¹, Kazuyoshi Yamada², YOSHITSUGU SHINOZUKA³,
Hitoshi Yonenobu⁴, Katsuya Gotanda⁵, Tsuyoshi Haraguchi⁶, Yoshinori Yasuda⁷

¹同志社大学工学部, ²早稲田大学, ³北海道大学, ⁴鳴戸教育大学, ⁵千葉商科大学, ⁶大阪市立大学, ⁷東北大学
¹Doshisha University, ²Waseda University, ³Hokkaido University, ⁴Naruto University of Education, ⁵Chiba University of Commerce, ⁶Osaka City University, ⁷Tohoku University

The Ichi-no-megata is a maar lake located in the Oga Peninsula, Akira Prefecture, which has a maximum water depth about 45 m. In 2006, core samples of the sub-bottom sediments were obtained at three holes in the central part. The core sediments, mostly composed of laminated clay or silt intercalating sandy turbidite layers and tephra deposits, provided a composite sedimentary profile of about 37 m long. Results of tephra analysis and radiocarbon dating suggested that the interval above the volcanic products from the adjacent San-no-megata maar (23.7 to 32.3 m deep) covers a time period since about 25 ka with a nearly constant sedimentation rate about 0.71 m/ky.

Using pass-through methods, we measured magnetic susceptibility and natural remanent magnetization (NRM) of u-channel samples. The magnetic susceptibility data confirmed the hole-to-hole correlation based on lithologic observations. Stepwise AF demagnetization of the NRM showed that the remanence is essentially composed of a single stable component. Because the studied sequence comprises of core segments typically about 80 cm long, a continuous record of declination change was not obtained. Inclination data is characterized by an average value about 50 degree and amplitudes comparable with a paleomagnetic secular variation (PSV). In particular, the inclination variation above 9 m deep shows a good similarity with the Holocene PSV record reported from Lake Biwa. Occurrence of the Kikai-Akahoya tephra (7.3 ka) in both sequences support correlation of the two records, suggesting usefulness of PSV records in high-resolution stratigraphic correlation at a regional scale.

キーワード: 古地磁気永年変化, 年縞堆積物, 残留磁化, 初磁化率

Keywords: paleomagnetic secular variation, annual verve, remanent magnetization, magnetic susceptibility

岡山県備前市佐山地区2古窯から導き出された古地磁気方位と強度 Paleodirections and intensities from two old kilns in Okayama prefecture

北原 優^{1*}, 玉井 優¹, 畠山 唯達¹, 鳥居 雅之¹, 山本 裕二²

Yu Kitahara^{1*}, Yutaka Tamai¹, Tadahiro Hatakeyama¹, Masayuki Torii¹, Yuhji Yamamoto²

¹ 岡山理科大学, ² 高知大学

¹Okayama University of Science, ²Kochi University

須恵器窯などの窯業遺跡から発掘される考古資料は、1000 を超える高温で焼成されているため、非常に保存性の良い熱残留磁化を記録している。また、その年代は発掘される土器から良く分かっているものが多い。従って、考古地磁気学は過去数百年から数千年の地磁気永年変化を調べるために広く利用されている。しかし、現在公開されている日本における地磁気永年変化の標準曲線に使用されているデータの個数は、方位が 682 個、強度が 63 個と少ない。本研究は、岡山県備前市に位置する 2 基の窯跡（佐山新池 1 号窯跡、佐山東山奥窯跡）より焼土試料を採取し、操業当時の古地磁気方位と強度を決定し、考古地磁気データベースの充実に寄与することを目的として行った。

古地磁気方位は、両窯跡より採取した焼土試料（床および壁面；残留磁化強度 $10^{-1} \sim 10^1$ A/m）を 0 ~ 100mT の範囲で段階交流消磁をしながら残留磁化測定をして主成分を決定した。その結果、求められた平均磁化方向は、新池（n=59）が $D = -13.8 \pm 1.8^\circ$, $I = 51.6 \pm 1.6^\circ$ 、東山奥（n=24）が $D = -11.6 \pm 2.8^\circ$, $I = 46.7 \pm 1.9^\circ$ となった。また、両地点ともに、データが非常に高い集中を示している（新池： $\alpha_{95} = 1.1^\circ$, $k = 261.7$ 東山奥： $\alpha_{95} = 1.9^\circ$, $k = 253.7$ ）。

岩石磁気学的分析によって、両窯跡の焼土試料の残留磁化を担う磁性鉱物はマグネタイトが多数を占め、過熱による変質の影響も少ないことが分かった。これは、この試料が通常の古地磁気強度測定で使われる IZZI 法と綱川 ショー法に適していることを示しているため、この 2 つの手法を用いて古地磁気強度測定を行った。その結果、IZZI 法による平均磁化強度は、新池（n=4）が $61.3 \pm 3.2 \mu\text{T}$ 、東山奥（n=8）が $53.6 \pm 7.1 \mu\text{T}$ となり、ショー法による強度は、新池（n=2）が $54.1 \pm 10.6 \mu\text{T}$ 、東山奥（n=2）が $67.1 \pm 10.7 \mu\text{T}$ となった。

以上のことから平均磁化方向に関しては、上述の結果を標準曲線（畠山ら, 2012）上に記載し、考古学年代（新池が 8 世紀後半、東山奥が 9 ~ 11 世紀と推定されている。）と比較すると誤差の範囲で一致している。また、平均磁化強度に関しては標準曲線（Yoshihara et al., 2003）上に記載すると、IZZI 法による強度の方がより考古学年代に近い値を示す傾向が見られる。このことから、今回の試料に関しては IZZI 法の方が測定に適していると考えられる。

キーワード: 考古地磁気学, 古地磁気方位, 古地磁気強度, 須恵器窯

Keywords: Archaeomagnetism, Paleomagnetic direction, Paleomagnetic intensity, Old kilns of Sueki Potteries

三瓶日影山溶岩における Laschamp エクスカーションの探索

Searching a paleomagnetic record of the Laschamp excursion in the Hikageyama lava of the Sanbe volcano

西山 洋人^{1*}, 林田 明², 沢田 順弘³, 檀原 徹⁴, 河野 重範⁵

Hiroto Nishiyama^{1*}, Akira Hayashida², Yoshihiro Sawada³, Tohru Danhara⁴, Shigenori Kawano⁵

¹同志社大・院・理工学研究科・数理環境科学, ²同志社大・環境システム, ³島根大学, ⁴京都フィッション・トラック(株),
⁵島根県立三瓶自然館

¹Sci. Environ. Math. Model., Grad. Sci.&Engi., Doshisha Univ., ²Dept. Environ. Sys. Sci., Doshisha Univ., ³Shimane University,
⁴Kyoto Fission Track Ltd., ⁵Shimane Nature Museum of Mt.Sambe

Laschamp エクスカーションは、フランス Chaîne des Puys (Massif Central) の溶岩から初めて発見された後期ブルネ正磁極期の地磁気エクスカーションである。最近では Singer et al. (2009) により、溶岩の放射年代測定値およびグリーンランド氷床コア、堆積物との対比から Laschamp エクスカーションの年代値として約 41 ka が得られ、亜間氷期の Dansgaard-Oeschger (D-O) 10 と関連していることが分かっている。また、西南日本の広域テフラである三瓶池田火山灰 (SI) は、43 - 46 ka の年代値までさかのぼる証拠となる。これより、Laschamp エクスカーションが、SI の上位にあたる火山岩や連続した堆積物に記録されていることが期待される。

そこで、本研究では SI の供給源である池田軽石堆積物の上位にあたる三瓶日影山溶岩について古地磁気測定を行った。9 地点から定方位試料を採取して、スピナー磁力計により自然残留磁化 (NRM) を測定した。段階交流消磁 (AFD) より、ほとんどのサンプルは磁化成分が 1 つであったが、一部のサンプルでは交流磁場のピーク 100 mT まででは消磁できない、かたい残留磁化を示すことが分かった。そして、試料のジルコン結晶からはフィッション・トラック (FT) 年代として 36 \pm 7 ka が得られた。

9 地点のなかから日影山東部の 4 地点で一致したサイト平均方位が得られ、これは伏角が浅く偏角が東寄りの特異なものであった。これらのサイト平均は古地磁気永年変化の幅を超えるものであり、仮想地磁気極 (VGP) は地理的北極からずれたアメリカ北東部 約 50 N 100 W と求められた。したがって、Laschamp エクスカーションの期間に噴出した可能性のある三瓶日影山溶岩が、特異な地球磁場を記録したものであると推定される。

キーワード: 地磁気エクスカーション, Laschamp エクスカーション, 仮想地磁気極, 三瓶日影山溶岩

Keywords: Geomagnetic excursion, Laschamp excursion, Virtual geomagnetic pole, Hikageyama lava

A preliminary study on the geomagnetic paleointensity experiments using single zircon crystal

A preliminary study on the geomagnetic paleointensity experiments using single zircon crystal

佐藤 雅彦^{1*}, 山本 伸次², 綱川 秀夫³, 山本 裕二⁴, 岡田 吉弘³, 大野 正夫¹

Masahiko Sato^{1*}, Shinji Yamamoto², Hideo Tsunakawa³, Yuhji Yamamoto⁴, Yoshihiro Okada³, Masao Ohno¹

¹九州大学, ²東京大学, ³東京工業大学, ⁴高知大学

¹Kyushu University, ²Tokyo University, ³Tokyo Institute of Technology, ⁴Kochi University

Geomagnetic paleointensity data provides critical information such as thermal evolution of the Earth [1]. Also a state of geomagnetic field closely relates to a surface environment [2]. It is pivotal to know the variation of geomagnetic field intensity throughout the history of the Earth.

Paleointensity have been intensively recovered from whole rock samples for several decades [3]. Recently, high-sensitivity superconducting quantum interference device (SQUID) magnetometer has enabled us to measure natural remanent magnetization (NRM) of single silicate crystal extracted from a rock sample [4], increasing the success rate of the paleomagnetic experiments. However, until now, we have not yet obtained enough data to resolve billion-year-scale geomagnetic field variation, and need to obtain more paleointensity data, especially older than 5 Ma [3].

In the present study, we focus on a single zircon crystal. Since river sand originates in rocks widely distributed in river basin, detrital zircons in the sand have various ages [5]. If the geomagnetic paleointensity can be measured using the single zircon crystal, we will probably obtain paleomagnetic data enough to resolve the long-term geomagnetic field variation.

Zircon crystals used in this study were sampled from sands of Nakagawa River, Tanzawa Mountain. We have conducted a suite of basic rock-magnetic measurement on assemblage of 26 zircon crystals: isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition, stepwise alternating field demagnetization (AFD) of saturation IRM (SIRM), and low-temperature cycle using a Magnetic Property Measurement System (MPMS). Magnetic properties of the zircon crystals have been resulted in as follows: (1) the crystals contain nearly pure magnetite (Fe_3O_4), and they are in both single-domain (SD) and multi-domain (MD) states, (2) SIRM intensity is about $1 \times 10^{-3} \text{ Am}^2/\text{kg}$ ($1 \times 10^{-3} \text{ Am}^2/\text{kg} \times 1 \text{ mg} = 1 \times 10^{-9} \text{ Am}^2$), and (3) SIRM has high-coercivity fraction up to 20 mT.

Existence of the SD magnetite contained in the zircon crystals has the potential to recover the paleomagnetic information. Taking into account the existence of MD magnetite, stepwise-demagnetization after low-temperature demagnetization (LTD) is an efficient approach for paleomagnetic measurement. Now, our plan is to conduct LTD/stepwise-AFD measurement of NRM and IRM for single zircon crystal by using SQUID magnetometer. On the basis of the rock-magnetic studies and the NRM/IRM measurements, we will discuss the feasibility of the paleointensity experiment using single zircon crystal.

References: [1] Stevenson, D. J. et al. (1983), *Icarus* 54, 466. [2] Kulikov, Y. N. et al. (2007), *Space Sci. Rev.* 129, 207. [3] Kono, M. (2007), *Geomagnetism: Treatise on Geophysics*, pp. 608. [4] Tarduno, A. J. et al. (2006), *Rev. Geophys.* 41, RG1002. [5] Rino, S. et al. (2008), *Gondwana Res.* 14, 51.

キーワード: Single Zircon Crystal, Geomagnetic Paleointensity

Keywords: Single Zircon Crystal, Geomagnetic Paleointensity

溶結凝灰岩の古地磁気強度測定: 屈曲した NRM-TRM1* プロットについての検討 Paleointensity determination of welded tuffs: Investigation on the curved NRM-TRM1* plots

藤井 哲夢^{1*}, 望月 伸竜², 長谷川 健³, 岡田 誠³, 渋谷 秀敏¹

Satomu Fujii^{1*}, Nobutatsu Mochizuki², Takeshi Hasegawa³, Makoto Okada³, Hidetoshi Shibuya¹

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科, ² 熊本大学大学院先端機構, ³ 茨城大学理学部理学科

¹ Department of Earth and Environmental Sci., Kumamoto Univ., ² Priority Org. for Innovation and Excellence, Kumamoto Univ.,

³ Department of Earth Sci., Faculty of Sci. Ibaraki Univ

広域テフラには、酸素同位体比年代スケールの測定されている海洋堆積物コア中に確認されているものがある。そのような広域テフラに対比される溶結凝灰岩を用いることで、得られた絶対古地磁気強度を酸素同位体層序に対比することができる。即ち、絶対古地磁気強度と酸素同位体比年代スケール上の相対古地磁気強度を年代誤差なく比較できる可能性がある。このことを踏まえて、我々は広域テフラを伴う溶結凝灰岩を用いた古地磁気強度測定を進めている。前回の連合大会では、入戸・船倉・加久藤・今市・耶馬溪溶結凝灰岩の計5ユニット(11サイト)(それぞれ広域テフラの AT, K-Ah, Kkt, Ss-Az, Ss-Pnk に対比される)の LTD-DHT ショー法による古地磁気強度測定の結果を報告した。

その後、上記に加えて11ユニット(19サイト)のサンプリングを行い、古地磁気強度測定を進めている。現在までに、サンプリングした計16ユニット(計30サイト)の内、9ユニット(18サイト)から古地磁気強度を得た。一方で、合格基準を満たす試料がなく、データが得られないサイトが8サイトある。そのようなサイトは、NRM-TRM1* プロットが上向きに屈曲する傾向があり、合格基準の1つである相関係数 r_N が0.995を下回ることによって棄却されることが多い。我々はNRMに原因があると考え、それらのサイトのブロック温度分布と保磁力分布に注目した。その結果、屈曲したNRM-TRM1* プロットを示すサイトにおいては、ブロック温度分布のピークが2つ見られる傾向がある。一方で、直線的なNRM-TRM1* プロットを示すサイトにおいては、ブロック温度分布のピークが比較的1つに集中する傾向がある。これらのサイトに対して岩石磁気学的測定を行い、NRM-TRM1* プロットが屈曲する原因を議論する予定である。

キーワード: 古地磁気強度, 溶結凝灰岩, LTD-DHT ショー法, ブロック温度, 岩石磁気

Keywords: paleointensity, welded tuff, LTD-DHT Shaw method, blocking temperature, rock magnetism

地磁気の直接観測による地球中心核モデリング：外核表面におけるトロイダル磁場分布

Modelling the Earth's core from geomagnetic observations: toroidal magnetic field near the core surface

浅利 晴紀^{1*}

Seiki Asari^{1*}

¹ ドイツ・ポツダム大学

¹ University of Potsdam, Germany

本研究の主題は、人工衛星を用いた地磁気の直接観測による中心核の構造およびダイナミクスの解明である。本発表では、外核表面でのトロイダル磁場分布の推定について報告する。トロイダル磁場は、核内部で卓越し、球殻ダイナモにおいて重要な役割を果たし得る。従って、地球ダイナモを含む核のダイナミクスを理解する上で、その分布を知ることが望ましい。しかし、トロイダル磁場は、地球表面（およびその上）では直接観測されない。そのため地球深部におけるトロイダル磁場の分布は、ポロイダル磁場のように単純な下方接続によって推定することができない。

今回の推定では、電磁流体の力学理論を観測に組み合わせる方法を考案し実施する。主磁場の永年変動モデルから外核表面の流体の流れを逆推定する手法は、既に確立されている。そこで、この逆推定の際に「磁衡流平衡」を制約として仮定し (Asari & Lesur, 2011)、得られた磁衡流モデルからローレンツ力の水平成分の分布を計算する。ローレンツ力からは、外核表面におけるポロイダル電流の水平成分が導かれる。これを核-マントル境界での境界条件とし、マントル内で誘導方程式を解くことにより、核表面におけるトロイダル磁場の分布を求める。

上記の手順は、関連するパラメータを球面調和関数で展開することにより、全てスペクトル領域で行われる。主磁場モデルには、人工衛星 CHAMP の観測データに基づいた GRIMM2 (2000.0年-2010.0年) を使う。導かれるトロイダル磁場には不確定性が伴う。流れのモデル推定に任意性があるためである。そこで、磁衡流モデルを連続的に地衡流へと近づけようとして制約を変化させながら、様々なトロイダル磁場分布を推定することにする。

推定されたポロイダル電流分布は、別に行われた数値ダイナモ実験の結果との比較により評価される。これは、電流に関して他に先験的情報が殆ど無いためである。両者に特徴的な類似性が見られるのは、磁衡流モデルが地衡流にある程度近づけられた際である。このときポロイダル電流は、地衡性の弱い低緯度に集中し、地理赤道に並行に伸びた収束/発散を持つ。一方、磁衡性の強い磁衡流モデルは却下される。高緯度にも目立った電流が存在し、数値実験と共通した電流分布の特徴が見られない。採用された磁衡流モデルに伴うトロイダル磁場は、低緯度で方位角成分に強い磁束を持つような分布となる。これは、外核表面付近の上昇流のシナリオとも一貫する。すなわち、核-マントル境界におけるポロイダル磁場が大西洋半球の赤道域で特に強いのは、トロイダル磁場が同地域の上昇流により歪められ核表面から出現することに依る、というものである。

キーワード: 地球中心核, ダイナモ, 地球磁場, 人工衛星磁場観測, 外核の流れ, 逆推定

Keywords: core, dynamo, geomagnetic field, satellite magnetic observation, core flow, inversion