

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23654173

研究課題名(和文) 蛇紋岩の残留磁化の起源：新たな古地磁気学研究対象になるか？

研究課題名(英文) Magnetization process of serpentine

研究代表者

乙藤 洋一郎 (Otofuji, Yo-ichiro)

神戸大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：90160895

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)： 蛇紋岩を、西南日本弧では、大江山・九頭竜川・白馬・親不知の4か所で、東北日本弧では常陸太田において、古地磁気学のために試料採取を行った。残留磁化測定は、magnetiteが磁化を担っていることを明らかにした。Peridotiteが熱水変質しmagnetiteが析出しているときに残留磁化を獲得したことを示唆した。

西南日本弧の桜江・大江山・九頭竜川の蛇紋岩の残留磁化は、偏角約60°を示し、そのほかの地域では、現在の地磁気方向のみでなく、逆極性の磁化も記録していることが分かった。蛇紋岩化する熱水変質は、西南日本が回転した15Ma以前から現在までのいろんな時期に起こっていることが分かった。

研究成果の概要(英文)： Serpentine is collected at four areas in Southwest Japan (Oheyama, Kuzuryu-river, Hakuba, Oyashirazu) and at Hitachi Ohta in Northeast Japan. Remanent magnetization of serpentine is carried by magnetite. Remanent magnetization of serpentine is probably acquired by magnetite which occurs during hydro-thermal alteration of peridotite.

Remanent magnetizations of serpentine at Sakurae, Oheyama and Kuzuryu-river show easterly deflected directions from the north ($D=60-90$ degree; $I=50$ degree) which is parallel to the remanent magnetization of igneous rocks in Southwest Japan with ages older than 15Ma. Serpentine at these areas acquired the remanent magnetization before Southwest Japan experienced clockwise rotation. Serpentine from other areas reveal variable directions in the remanent magnetization; such as, present geomagnetic field direction and reversed directions. We conclude that serpentinization occurs at many times in various periods prior to 15 Ma and between 15Ma and present.

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：地質学

キーワード：蛇紋岩 古地磁気学 岩石磁気学 西南日本弧 東北日本弧

1. 研究開始当初の背景

蛇紋岩の源岩は、超塩基性岩である。蛇紋岩化作用を受けると、磁化をもたない超塩基性岩が、マグネタイトをもつ蛇紋岩になるので、新たに残留磁化を獲得することになる。蛇紋岩は、蛇紋岩化作用がおこったときの地球磁場の情報を与える可能性に富むので、蛇紋岩は古地磁気学には、とても重要な岩石であると考えられる。たとえば、超塩基性岩の起源が始生代であり、蛇紋岩化作用が始生代であれば、蛇紋岩の残留磁化から始生代の地球磁場の情報を取り出すことも可能である。

しかし、蛇紋岩の磁化は、蛇紋岩化作用のときに獲得した残留磁化なのだろうか？この疑問に対して、大上段から研究した研究者は皆無である。

2. 研究の目的

蛇紋岩の残留磁化が、過去の地球磁場の記録である可能性を追求する。蛇紋岩の残留磁化の起源をさぐり、いつ蛇紋岩は残留磁化を獲得するのかを問うために、次の二つの質問に研究の焦点をあてる。

(a) 超塩基性岩類が水と反応し、蛇紋石と磁鉄鉱が生成される蛇紋岩化作用を受けたときに初生磁化を獲得するのか？

(b) 蛇紋岩化作用後に再磁化をするのか？

3. 研究の方法

蛇紋岩の残留磁化の獲得時期を探るために、日本弧の回転運動の時期を時計として用いることがメリットなので、日本弧に分布する蛇紋岩を研究する。

蛇紋岩の磁化獲得時期を、次のようにして判断する。

東北日本弧では；(1) 15Maより若い時代の岩石の残留磁化は北(偏角0度；伏角60度)を向くこと、(2) 15Ma-70Maの岩石の残留磁化は、西北方向(偏角310度；伏角60度)を示すこと、(3) 70Maより古い岩石の残留磁化は西方向で浅い伏角値(偏角280度；伏角10度)を示す。

西南日本弧では；(1) 15Maより若い時代の岩石の残留磁化は北(偏角0度；伏角50度)を向くこと、(2) 15Ma-70Ma岩石の残留磁化は、東北方向(偏角60度；伏角50度)を示すこと、(3) 70Maより古い岩石の残留磁化はより大きな東北方向(偏角80度；伏角50度)を示す。

4. 研究成果

(1) 岩石試料採取

2011年度

西南日本弧の蛇紋岩に注目した。長野県・白馬岳東部の岩岳に分布する岩体から2か所(北緯36度43分、東経137度51分)、新潟県・糸魚川の歌谷川上流(親不知)に分布する岩体から1か所(北緯36度59分、東経137度45分)福井県・九頭竜湖岸に分布する岩体から2か所(北緯35度51分、東経136度41分)の5か所から、計51個の蛇紋岩を採取した。

2012年度

西南日本弧の蛇紋岩に注目した。京都府・大江山に分布する岩体から3か所(北緯35度28分、東経135度09分)計24個の蛇紋岩を採取した。

2013年度

東北日本弧の蛇紋岩に注目した。茨城県・日立大田に分布する岩体から2か所(北緯36度34分、東経140度34分)計16個の蛇紋岩を採取した。

試料はこぶし大の岩石として採取。方位づけは磁気コンパスで行った。採取地点の磁場は、International Geomagnetic Reference Field (International Association of Geomagnetism and Aeronomy Working Group V-MOD, 2010)で推測した。

(2) 磁化測定

こぶし大の岩石から、直径22.5mm、長さ22mmの試料を取り出した。試料の磁化測定は、複数取出し、神戸大学のspinner magnetometer (Natsuhara Giken SMM-85)でおこなった。それぞれの試料に対して、熱消磁(Natsuhara Giken TDE-91C)と交流消磁(Natsuhara Giken DEM93)を実行した。

(3) 測定結果

【白馬・親不知】消磁する前の残留磁化方向が、いろんな方向を示した。交流消磁を施すと、三つの方向に、残留磁化方向は収束した。

現在の方向あるいは地心双極子方向、偏角120度、伏角68度、そして偏角180度、伏角30度、であった。1番目のように最近に磁化を獲得した蛇紋岩も存在することが分かった。2番目の方向には正・逆の両帯磁を示す岩石が見つかった。この方向は、信頼のおける古地磁気を示している可能性があり、西南日本の回転以前に獲得されたかもしれない。

【大江山】交流消磁に対しては、方向は変えずに、磁化強度は徐々に減少していった。交流消磁を施した試料の残留磁化の平均値は偏角48.5度、伏角64.3度となった。この値は30-35Maの西南日本の残留磁化方向であ

る偏角 65.9 度、伏角 48.6 度とおおむね平行であり、同じような時計回り偏角を示した。大江山の蛇紋岩は、現在の磁化ではなく、西南日本が時計回り回転運動をする以前に磁化を獲得したと結論した。

【九頭竜湖岸】熱消磁で残留磁化は 580 でなくなり、マグネタイトが磁化を担っていることがわかった。残留磁化は、熱、交流消磁に対しては、その方向は変えずに、偏角 90° ~ 120°、伏角 50° 下向きであった。この方向は、30-35Ma の西南日本の残留磁化方向である偏角 65.9 度、伏角 48.6 度よりやや大きい東振りを示すものの、時計回り偏角を示した。

【阿武隈山地】2 か所の蛇紋岩は、残留磁化の方向と消磁に対する挙動が異なっていた。MI 11 のサイトのほとんどの岩石は、580 で磁化を失い、マグネタイトが磁化を担っていることがわかった。このことは、20m T の交流消磁でほとんどの磁化を失う実験事実と調和的である。磁化方向は偏角 0°、伏角 50° であり、近年に磁化を獲得した残留磁化である。一つの試料は、300 までは正帯磁であったがそれを越える高温の消磁で偏角 200°、伏角 - 10° を示した。MI 12 のサイトの岩石は、ゲートサイトの磁化が消磁されると、すべて上向き伏角をしめす方向を指した。偏角方向は北西 300° から北東 40° の間に分布していた。阿武隈の蛇紋岩は、東北地方の白亜紀で観察できる、偏角 - 50° の方向と異なる向きを示した。

(4) 考察

大江山と九頭竜川の岩体の磁化方向は、30-35Ma の西南日本の残留磁化方向である偏角 65.9 度、伏角 48.6 度で特徴づけられる、東向き偏角を示し、伏角の大きさも同程度である。このことは、大江山と九頭竜川の岩体の磁化方向が、15Ma 以前磁化を獲得したことが強く示唆される。熱消磁は 580 のプロッキング温度を示し、磁化を担っているのがマグネタイトであることを示す。これらのことは、15Ma 以前にペリドタイトが上昇し、熱水変質により蛇紋岩となり、その後は変質等の影響を受けずに、蛇紋岩化した時期の磁化を担っていると推測される。西南日本に分布する蛇紋岩から、15Ma 以前の西南日本の残留磁化方向を特徴づける、東向き偏角約 60 度が見つかったのは、初めてである。白馬の蛇紋岩は、現在の方向を示す場合が多い。このことは、西南日本が時計回り回転を行った 15 Ma 以降に磁化獲得したことを強く示唆する。親不知や日立の残留磁化は、磁化を担っているのがマグネタイトであるもの、15Ma 以前の西南日本や東北日本と特徴づける残留磁化方向ではなかった。これらの方向については、15Ma 以前でももっと古い時代に磁化した可能性、15Ma 以降の磁場変動期に磁化したもの

の磁場変動期であった可能性、あるいは 15Ma 以降に磁化を獲得した後、さらにマグネタイトが変質し 2 次的に磁化を獲得し、不安定な磁化しかとりえなかった可能性など、複数の可能性が出て聞けるが、可能性と得でいできる決定的なデータを獲得するにはいたらなかった。

(5) 結論

西南日本弧の白馬の蛇紋岩は、現在の方向を示し、近年の蛇紋岩化が最近起こったことを示している。

西南日本でも大江山と九頭竜川から、15Ma 以前に西南日本弧が大陸周辺部にあるときに蛇紋岩化した岩石を発見した。現在地表に分布する蛇紋岩は、15Ma 以降に熱水変質をうけて生じたものばかりでないことがわかった。すくなくとも、蛇紋岩の磁化方向から、蛇紋岩化した時代を、15Ma 以前判定できることがわかった。プラグマティカルではあるが、古地磁気学的手法で、ペリドタイトが熱水変質を被り蛇紋岩となった時期を、荒っぽい時計ではあるが 1 以前と以後と二つの時代として、判別できるようになったと結論できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

乙藤 洋一郎 (OTOFUJI, Yo-ichiro)
神戸大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号：90160896

(2) 研究分担者

宇野 康司 (UNO Koji)
岡山大学・大学院教育学研究科・准教授
研究者番号：10510745

研究分担者

佐藤 鋭一 (SATO Eiichi)
神戸大学・大学教育推進機構・助教
研究番号：40609848

(3) 連携研究者

()

研究者番号：