

氏 名	堂 面 春 雄 どう めん はる お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 260 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 44 年 1 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	An Experimental Study on the Unstable Natural Remanent Magnetization of Rocks as a Peleogeomagnetic Fossil (古地球磁気化石としての岩石の不安定な自然残留磁化に関する実験的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 初田甚一郎 教 授 吉 沢 甫 教 授 中 沢 圭 二

論 文 内 容 の 要 旨

10数年前山口県川尻岬の玄武岩溶岩流の最下部層で自然残留磁気 (NRM) が上向き (逆) 下向き (正) 両様の磁化を示す部分が入りまじって存在することが発見され、内外の古地磁気研究者間に大きな話題を提供したことがある。従来も 噴出時代のちがう溶岩では NRM が現在の地球磁場による磁化と逆方向のものが存在していて、地質時代に地球磁場の逆転があったとか、あるいは一たび磁化されたものが何らかの理由で磁化方向が反転するいわゆる自己反転とかが問題となり、幾つかの説が提出されているが、正逆磁化の混在については解決を与えていない。本論文は熱磁気分析・熱消磁・交流消磁・化学消磁など申請者が行なった実験結果をもとにこの問題を解明したものである。

NRM についていえば混在部分では正逆ほぼ同数存在するが、磁化の強さは正帯磁の試料では 10^{-2} emu/g 台のものはわずか10%余で、 10^{-3} 台のもの約60%、残りは 10^{-4} 台で、一方逆帯磁試料では最も弱い 10^{-4} 台のもの約70%弱で残りは 10^{-3} 台である。磁化方向のばらつきは正帯磁の方が著しい。熱磁気分析によってキュリー温度の頻度分布を求めてみると正帯磁のものでは三つの極大が現われ、中間温度の極大が圧倒的に優勢であるに反し、逆帯磁の試料では高低二カ所に著しい極大が現われるのみで、中間温度の極大は全くみられなかった。同様の傾向は川尻岬玄武岩全体についても認められる。熱消磁は無磁場においてまず試料を 600°C 以上にまで段階的に熱してNRMの変化を観察し、次に地球磁場の中で常温まで冷却したのであるが、その結果は正逆試料で著しい差が出た。すなわち逆帯磁のものでは約 250°C で正の極性が現われ、引き続き温度をあげると約 450°C で再び逆になるが、正常磁のものではかような極性の変化は起こらなかった。また NRM と冷却の際に得た熱残留磁気との強さの比は正帯磁試料の方が大であった。もちろん、以上の実験で試料を加熱する場合には金属箔で包んで大気による酸化を防いでいる。交流消磁では正帯磁試料は比較的弱い磁場 (例えば尖頭値 $3,000\text{Oe}$) 位でも容易に消磁されるが、強く磁化された (10^{-2} emu/g) 試料と逆帯磁試料では消磁はるかに困難であり、磁化方向の変化はどの場合にも著しくない。化学消磁は岩石試料をたがいに垂直な3方向の薄板に切り出し、同じ条件のもとに濃塩酸で溶蝕し、

各片の磁化方向の合成ベクトルがどのように変化するかをしらべた。この NRM の方向変化はステレオ投影図上で概ね大円に沿って現在の地球磁場の方向に移動するが、磁化の強さは正逆試料とも最初は急激に減じ、前者がさきにゆるやかになり後者は遅れるので磁化の強さの減り方は大である。X 線分析からはこの玄武岩中の強磁性鉱物はスピネル構造を有し、 Fe_3O_4 分の多いチタノマグネタイトで微量のイルメナイト、ヘマタイトを含むと推定される。単相のチタノマグネタイトが exsolve (離溶) してマグネタイトとウルベスピネルに分かれることは川井らの提唱したところであるが、上述の各種の実験結果は離溶現象が起こったことを有力に証明している。

すなわち、正帯磁の NRM は方向的ばらつきが多く、交流磁場で容易に消磁され不安定であるが、これは離溶の前後における母相と娘相の粒子の大きさで説明され、とくに逆帯磁試料のキュリー温度の頻度分布は離溶の起こった明らかな証拠といえる。また化学消磁で観察された現象は、NRM の大きな役割をするマグネタイトが酸に溶けやすくもう一方の娘相鉱物が溶け難いことを考慮すると、やはり離溶現象の起こったことを裏付けるものといえる。娘相の逆帯磁は Neél や Verhoogen の自己反転説で説明でき、結局正帯磁の母相と逆帯磁の娘相とのとりあわせ如何により帯磁方向の正逆混在を生じたものと解釈し、川尻岬玄武岩噴出当時の地球磁場は現在と同様の向きであって、離溶のほとんど起こらぬ場合は正帯磁、完全に近く起こった場合は逆帯磁で、これら両者が複雑に混交して正逆混在の野外現象をきたしたものと結論している。

論文審査の結果の要旨

かつて古地磁気学研究者間に話題を提供した川尻岬玄武岩の最下部層における自然残留磁気 (NRM) の方向の正逆混在のなぞを説くため、申請者は五百数十個の試料の磁化方向の測定、熱消磁、交流消磁、化学消磁、X 線分析等の実験を行ない、それらの結果から帰納的に興味ある結論を出している。混在部分では NRM の方向が正 (下向き) のものと逆 (上向き) のものがほぼ同数存在し、磁化の強さは正帯磁のものでは 10^{-2}emu/g 台のものはわずか 10% 余で、 10^{-3} 台のものが最も多く、残りは 10^{-4} 台であるが、逆帯磁試料では弱い 10^{-4} 台のものが最も多く、残余は 10^{-3} 台で、 10^{-2} 台のものはなかった。また 10^{-2} 台のものを除けば一般に正帯磁の試料の方が磁化方向のばらつき方が大であった。熱磁気分析によりキュリー点のスペクトラムを求めたところ、正帯磁の試料では三つの温度に頻度の極大が現われ、中間の極大が最も優勢であるに反し、逆帯磁試料では高低二カ所に著しい極大が現われるのみで、中間温度における極大は全く見られなかった。なお、この傾向は正逆混在部分以外の川尻岬玄武岩についても認められた。熱消磁は無磁場で段階的に温度を上げて試料の NRM の変化を観察し、次に地球磁場の中で常温まで磁場冷却を行なったのであるが、その結果は正逆両試料で著しい差が出た。すなわち逆帯磁のものでは温度をあげると約 250°C で正の極性が現われ、更に温度をあげると 450°C 付近で再び磁化方向の反転が起こって最初の方向 (逆) にかえるが、正帯磁の試料ではこのような反転は起こらない。また NRM と磁場冷却に伴って生ずる熱残留磁気との比も正帯磁試料の方が 3 倍以上も大である。

交流消磁で明らかになったことは、正帯磁試料では特に強い前記の 10^{-2} 台のものを除いては比較的弱い磁場でも容易に消磁されるが、逆帯磁試料と 10^{-2} 台のものでは消磁が困難で NRM がはるかに安定であ

る。また交流消磁では磁化方向の著しい変化は起こらない。化学消磁においては NRM の方向変化はステレオ投影図上で概ね大円に沿って現在の地球磁場の方向に移動する。磁化の強さは最初急激に減じるが、その減り方は正帯磁の方がすみやかで次の段階では逆帯磁の方が著しい。これらの実験結果を総合して申請者は以下のように考えている。

すなわち、川尻岬玄武岩噴出当時の地球磁場は現在と同じ向きで、その磁場によって母相のチタノマグネタイトが正方向に磁化されたが温度の降下とともに高低それぞれの温度にキュリー点をもつ娘相に離溶したと考えると、離溶によるミクロン程度の微細な配列となるので、Néel 説における N 型反転が可能になり、地球磁場による場合とは逆方向の磁性をもつことになる。娘相の逆磁性が離溶にとり残された母相の正磁性よりも優勢な部分では逆帯磁を示すことになる。このようにして母相と娘相の NRM が試料中において占める割合の組み合わせにより、正逆混在の現象を生じたものと解釈している。この溶岩層の直上の溶岩は逆帯磁、それより上の数層は正帯磁であって、熱磁氣的挙動は似ているが、直上層では固相分離が充分に行なわれたので逆帯磁を示し、それより上の層では有効な固相分離が行なわれなかったので正帯磁を示すと考えている。結局川尻岬玄武岩噴出の時代には地球磁場は終始現在のそれと同様の向きをもっていたのであって、逆帯磁層があるからといって直ちに地質時代における地球磁場の逆転の証拠とするのは危険であると警告している。

参考論文はいずれも岩石磁性、古地磁気学に関したもので主論文の基礎となったものが多い。特に参考論文その 5 の圧残留磁気に関する研究は独創的なものとして当時高く評価されたものである。

要するに本主論文は、なお他地域における同様の例についても追証すべき必要は残されているが、多年の謎であった川尻岬玄武岩の磁化方向の正逆混在について解答を与えるとともに、古地磁気学研究の再吟味の必要を促したもので、理学博士の学位論文として価値があるものと認める。