



A FUNDAMENTAL STUDY OF MAGNETIZING PROCESS IN HOMOGENEOUS SEDIMENTS BY THEORETICAL AND OBSERVATIONAL APPROACH

兵頭, 政幸

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1985-03-18

(Date of Publication)

2007-10-16

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙0966

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2000966>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍) ^{ひょう}兵 ^{どう}頭 ^{まさ}政 ^{ゆき}幸 (愛媛県)

学位の種類 学 術 博 士

学位記番号 学博ろ第1号

学位授与の要件 学位規則第5条第2項該当

学位授与の日付 昭和60年3月18日

学位論文題目 **A FUNDAMENTAL STUDY OF MAGNETIZING
PROCESS IN HOMOGENEOUS SEDIMENTS
BY THEORETICAL AND OBSERVATIONAL
APPROACH**
(堆積物の磁化機構に関する理論と実験観測による研究)

審 査 委 員 主査 教授 安 川 克 己
教授 杉 村 新 教授 斎 藤 正 徳
教授 松 本 治 弥

論 文 内 容 の 要 旨

岩石の磁気学は、地磁気の性質とその変遷の歴史の究明に大いに貢献してきた。その最大の貢献は、地磁気逆転の発見であるといえる。この逆転は繰り返しており、その歴史は、火山岩の残留磁化測定と同時にその岩石の放射性年代も測定するという方法をとって詳しく調べ上げられ、古地磁気層序として確立された。その後古地磁気学者達は、より詳細な地球磁場の挙動の追求に興味を移し、その安定性が確認されつつあった海底あるいは湖底の軟泥堆積物の残留磁化を測るようになった。これらの試料は、時間的に連続して地磁気を記録しており、最近はこの特徴を生かして、数百～数千年周期の地磁気永年変化を調べる研究が増えてきている。しかしながら、古地磁気層序では単に磁化の正逆の極性だけを調べればよかったのに対し、この永年変化の研究では、磁化の偏角、伏角の角度までも正確に求めることが要求され、その磁化機構を充分に把握しておく必要がある。

ここ数年来、堆積残留磁化に関する基礎実験も数多く行なわれ、その磁化機構もしだいに明らかにされ、堆積物の磁化から地磁気永年変化の得られる可能性についても論じられつつある。しかしながら、現実には、同一場所で採取した堆積物試料の磁化記録が全く異なるというような、古地磁気記録としての信頼性が損なわれそうな報告もある。このように、堆積物の残留磁化の性質には、実験結果をも含めてかなりの多様性があり、これらを統一的に説明できる理論は残念ながら無いのが現状である。本研究は、これら多様な堆積物の磁氣的性質を統一モデルで説明し、堆積残留磁化の古地磁気学的信頼性を高めることを目的としている。

本論文は二編から成る。第一編では、堆積物の磁化獲得機構を線形システム理論を使ってモデル化

し、堆積物の磁化から地磁気永年変化の引き出せる可能性について議論している。第二編では、中部～西南日本の湖、浅海から採取した柱状堆積物試料の古地磁気学的実験の結果を解析し、モデルの妥当性を検討した。さらに、モデルは堆積残留磁化から地磁気永年変化を取り出す新しい手法を与えており、その実用性も試している。最終的には、過去 11000 年間の地磁気の偏角、伏角の永年変化曲線を得た。

第一編

磁化獲得モデルは次の様にして作った。まず、今までに行なわれてきた堆積残留磁化に関する基礎実験の全ての結果をまとめ、その中から次に示す磁化機構に関する 3 つの重要な特徴を取り出した。

(1) 堆積物の残留磁化は PDRM 成分のみから成る。(2) 磁化の獲得はある深さ幅にわたっており、その獲得量の変化は深さ方向に単調減少の関数で表わすことができる。(3) ある深さからある深さまでの間に獲得された部分磁化には加法性が成り立つ。モデルはこれらを満足するように作った。その結果、磁化 $m(t)$ は次式に示すように地磁気変化 $f(t)$ とある関数 $r(t)$ とのたたみ込み積分の形で表わせることがわかった。

$$m(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) r(\tau-t) dt$$

ここで $r(t)$ は moment fixing function と呼び、ある堆積物中の全磁気モーメントの半分が固着される時間 $T\%$ (half fixing time) で決まる。

このモデルから次の様な堆積物の磁化に関する予測がされた。

- (a) 地磁気変化は、変形（振幅の減衰と位相のずれ）を受けて磁化の中に記録され、その変形の程度は $T\%$ の関数で表わせる。
- (b) 一樣な堆積物の磁化からは、元の地磁気の変化が deconvolution 法によって引き出せる。
- (c) 磁化強度には、地磁気強度に比例する成分以外に、磁化ベクトルの打ち消しによる強度減少の成分が存在する。

第一編では、モデルの応用として、深海底堆積物に記録された地磁気逆転時の磁化強度減少パターンを、地磁気強度は一定であったと仮定して、上述(c)の強度成分のみで説明してみた。その結果この方法でうまく説明できることがわかり、さらにこれを利用して $T\%$ に相当する深さ $Z\%$ (half fixing depth) を見積もることに成功した。

第二編

中部～西南日本の湖、浅海から採取した 7 本の不攪乱柱状堆積物の磁気的性質を調べ、その分析を行なった。その結果、次の様な特徴が見つかった。

(i) 7 本のうち 6 本については磁化方向の精密度パラメータ K と磁化方向の深さ軸上での変化率の間に負の相関（相関(a)）が、7 本のうち 5 本については K と残留磁化強度の間に正の相関（相関(b)）がある。

(ii) 相関(a)を示す試料の磁化の偏角、伏角曲線は互いに一致し、相関(b)を示す試料は磁化強度曲線が互いに一致する。

(iii) 相関(a)を示す試料の偏角、伏角曲線は好対比を示すが、変化の振幅が各々異なっている。

(iv) 段階交流消磁をすると、残留磁化方向が規則的に移動していく試料があり、この試料の消磁後の磁化方向曲線を見ると、消磁のステップ毎に変化の振幅は増大している。

これらの特徴は全て第一編で示した磁化機構で説明でき、さらに次の事がわかった。

- (1) 相関(a)(b)のパターンは、磁化が何らかの二次的擾乱を受けることなく一次成分を保持しているかどうかを判断する“内部一致”の指標として使える。
- (2) さらに相関の程度は、磁化記録の質の判定にも使える。
- (3) モデルの予測した(c)の打ち消し磁化強度変化成分は、Kと強い相関を示し、これを利用して試料毎のZ_Nを見積ることが出来る。
- (4) 堆積物の磁化、特にその変化曲線が平滑化されている磁化から古地磁気を復元するには、deconvolution 法は有効である。
- (5) 不安定な磁化の交流消磁に対するふるまいは、保持力の違う磁性粒子がその強さの順に固着されていくモデルで説明出来る。
- (6) 交流消磁は古地磁気復元の方法として deconvolution 法と等価に使える。

以上は磁化の一般的な性質であるが、最後に地球磁場の記録としての磁化記録を議論してみた。その結果は次のとおりである。

- (1) 偏角、伏角の永年変化は、考古地磁気学的に出されたものと一致する。
- (2) 強度変化については、考古地磁気学的に出されたものと一致しない。
- (3) 地磁気方向の永年変化から推定される non-dipole の動きは、過去 3000 年間東西両方向への移動が交互に起っている。また 7000 ~ 5500 年 B. P. の間は西方移動が卓越している。動きの周期はほとんど 500 ~ 1000 年である。

本研究は磁化機構を究明することを目的としていたが、新しい磁化強度成分の発見（地磁気逆転時におけるこの成分については、既に言われていた）や、相関を使った磁化の診断法の発見など実りの多い研究であった。deconvolution と、それと等価で実験的 deconvolution とも言える交流消磁によって地球磁場を取り出す手法は今後の堆積物を使った地磁気永年変化の研究に大いに貢献出来ることであろう。

論文審査の結果の要旨

堆積物は下程古く、上程新しい。もし堆積が連続的に行われたものならば、堆積物を上から順次下方へ調べることによって、環境の変化を連続的に過去へ遡って知ることができる。堆積物のもつ残留磁気は、堆積時の外部磁場の化石であれば、堆積物の磁化を下方へ順次測定することによって地磁気の変化の様子を過去へ遡って知ることができる。この意味で堆積物の磁化機構の研究は重要である。過去20年にわたって堆積物の磁化測定及びその磁化に関する基礎実験が数多く行われて来た。その結果、同一地点で採取された堆積物の磁化が必ずしも一致しない場合もあるなど、堆積物の残留磁化が

ら地磁気の永年変化を読み取るには可成りの問題があることが指摘され、あらためて堆積物の磁化機構を明らかにする必要性が痛感されていた。

本論文では堆積物を正しい地磁気変化に対するフィルターとして取扱うことによって、堆積物の空戦率、圧密、粒度など個々の細かい要素に関係なく、多様性の強い堆積物の残留磁化機構を統一的に説明し、逆に堆積物の磁化から地磁気の永年変化を読みとることに成功している。

まず現在までに行われた堆積残留磁化に関する基礎実験の結果から（１）堆積物の残留磁化はすべて堆積後に獲得される。（２）磁化獲得はある特定の深さで行われるのではなくて、獲得する深さには巾がある。（３）ある深さからある深さまでの間に獲得される部分磁化には加法性が成立つ、という三つの特徴をまとめ、堆積物はこれらを満足するフィルターであるとする。次いでこのフィルターを特徴づける関数を実験的に定め、堆積物の残留磁化を地磁気変化とこの関数の畳み込み積分で表わす。そしてこの考えを実際の堆積物の残留磁化に当てはめることによってその正しさを評価している。

最後に中部地方から近畿地方にかけて、７地点で採取した湖底堆積物、海底堆積物の磁化測定結果にこの考えを適用して整理した結果、偏角・伏角の変化の振巾の多様性など、これまで説明困難であった違いがすべて解消し、正しい地磁気永年変化曲線を得ることに成功している。

堆積物の残留磁化機構に関するこの研究の主要部分は既に学会誌に発表され、国際的に高く評価されている。論文提出者兵頭は本年８月プラハにおいて開催される IAGA 総会で、招待講演を行うことになっている。

以上のように本研究は今までその多様性の故に全く理論化されていなかった堆積物の残留磁化機構を明解な考えの下に理論化することに成功し、数多くの地点からの堆積物試料の磁化から西日本における地磁気永年変化を読み取ることに成功したものである。この研究の成果によって今後、今までに世界各地で測定されて来た堆積物の残留磁化を用いて、世界各地での地磁気永年変化を正しく求めることが可能となり、更にはどの程度の地磁気変化はどのような堆積物には記憶されないなど地磁気変化記録の分解能に関しても常に明確な指針を与えるであろう。このことは地球物理学の分野での重要性のみならず、海洋地質学、地球年代学ひいては考古学の分野でのこの研究の重要性を示すものと考えられる。

よって論文提出者兵頭政幸は学術博士の学位を得る資格があると認める。