

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20540461

研究課題名（和文） 堆積物地球磁場強度を使ったタイムスケールの高精度化に関する研究

研究課題名（英文） Sediment Paleointensity record with a high precision time scale

研究代表者

金松 敏也 (KANAMATSU TOSHIYA)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・技術研究副主幹

研究者番号：90344283

研究成果の概要（和文）：

本研究課題の狙いは、堆積物に記録された地球磁場強度の記録を、酸素同位体曲線のように詳細なタイムスケールとして広く適応できるよう基礎研究する事であった。そのため堆積物磁化獲得機構のフィルタリング機構を一般化することが必要で、それが顕著に現れる堆積速度の遅い堆積物に着目し、その変動パターンを計算で表せるよう一般化する基礎を築こうとした。

研究成果の概要（英文）：

This study aims to clarify a property of sediment paleo-geomagnetic intensity record in a lower sedimentation rate for a wide application of the record as time scale such as isotope stratigraphy, and to model its filtering function of sediment remanent magnetization recording.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：古地磁気・岩石磁気学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物学

キーワード：堆積物磁場強度，堆積残留磁化獲得モデル

1. 研究開始当初の背景

近年、堆積物コアから地球磁場強度の記録を読み取る研究が進み、2百万年程度までの地磁気強度の時間変化標準曲線が構築されつつある（Guyodo&Valet, 1999, Hong et al., 2003, Yamazaki&Oda, 2005など）。そして、この標準曲線を時間スケールとして、サブミランコビッチレベルで年代モデルを立て、高解像度で古海洋変動を解析しようとする考

えもでてきた(例えばChannell et al., 2006)。この手法は、酸素同位体比曲線の方法と同様に標準曲線とのパターンマッチングにより年代モデルを構築するが、海洋変動とは全く独立した地球磁場強度の記録を使うため、大きく離れた海域間（海洋変動の歴史が全く違う海域）での対比も可能であり、さらにデータ解析も迅速であるため堆積コアの強力な年代ツールとして期待されている。

しかし、実際に詳細な年代ツールとしてこれを適応しようとした場合、取得データと真の地球磁場強度変動記録（標準曲線）の間に相違が生じる事が考えられる。これは堆積物の地磁気の記録が海底面ではすぐ始まらず、ある程度の圧密が進んだ深度において徐々に起こりはじめる(Hamano, 1980 など)という記録固定の特殊性による事が考えられる(その深度は数 cm から数十 cm 程度と多説)。すなわち地磁気の堆積物への記録は実際の堆積年代より遅れ、さらにある時間範囲の積分として記録され、フィルタがかかった情報として取得される。

地球磁場強度の堆積物への記録は、解像度である堆積速度と、記録固定が起こる深度によって支配されている。実際の深海底においては生物擾乱が起こるため、さらに磁化獲得開始が起る深度がある程度深いと考えられる(Teanby and Gubbins, 2000 など)。また堆積作用は多かれ少なかれ海洋変動・古気候変動に左右されるため、記録される速度が一定という事はなく変動が伴うはずである。堆積物自身のフィルタリング効果に、こういった深海底堆積作用が加わり、堆積物への地球磁場強度記録は、さらに実際の地球磁場強度の記録と相違が生じてくると考えられる。

しかし逆にこういったパラメータがどのように記録に影響を与えているか分かれば、正確な地球磁場変動を知る事ができ、年代を求める事ができる。これにはまず、(1)天然のデータにどのようなフィルタがかかっているか知る必要がある。この現象は実験室で再現するのが難しい長時間変化のため、自然界のサンプルの記録を観察する必要がある。特に大きなフィルタ効果がある遅い堆積速度の記録を選ぶことにより、特徴づけを容易にする事ができると考える。(2)同時に、自然の記録を復元できるような記録固定深度と堆積速度変化をパラメータとした計算モデルを構築する。図には堆積速度のみが変化した場合、実際の地磁気強度変化が地層にどのように記録されるかを計算した結果を示した。堆積速度が遅くなると記録は平滑化されるだけでなく、年代の相違(図では新しい記録がより古い年代の地層に記録される)が大きくなる事が予測できる。実際の記録を復元できる計算モデルを立てることにより記録固定深度と堆積速度変化を求める。これにより地球磁場強度変動との時間差が分かり、詳細な年代モデルを構築する事ができると考える。

2. 研究の目的

本研究課題の狙いは、堆積物の地球磁場強度を使った年代法を酸素同位体曲線のように一般化する事を目指すための基礎研究である。この手法は処理が同位体の手法に比べ

簡便であること、古海洋と独立した情報による年代スケールであること、炭素 14 年代法の限界(5 万年)を超えて詳細な年代決定ができる可能性があること等、その利点は多い。堆積物の地球磁場強度を使った年代法を確立するために最も重要なポイントは堆積物の磁化獲得機構を一般化する事と考える。堆積物の磁化獲得機構の最大の特徴は記録のフィルタリングであり、従ってこの特徴を捉えるのに、その効果が著しく現れる遅い堆積物の記録に着目し、その特徴を計算モデルで解く事により一般化する基礎を築こうとするものである。実際に明らかにする事としては、検討した試料を使い精度高い年代モデルを立て、さらに構築した方法により既存のデータを使い精度の高いタイムスケールを提案する事である。このために具体的に以下の事をおこなう。

(1) 自然のデータの収集：類似する堆積環境にある堆積速度の遅い堆積物(1cm/kyr 以下程度)より相対古地磁気強度のデータを取得する。堆積速度の影響を知るため、できるかぎり多くの堆積速度の違うコアを収集する。

(2) データのモデリング化：類似する堆積環境のため、記録固定の深度が同様であると考え、堆積物の相対古地磁気強度を、例えば指数関数的に起こるとした Hyodo(1983)等を参考にして、計算により復元できるモデルを求め、試料の堆積速度変化、記録固定深度を求める。これを使い、堆積物の正しい年代を推定する。

3. 研究の方法

堆積試料を採取し、まず相対磁場強度の記録を取得する。対象とする試料として、還元環境での磁性鉱物の溶解の可能性を排除するために、常に酸化的環境で堆積し、また、ゆっくりした堆積速度の堆積物を選択する。このためフィリピン海盆で既に採取されている試料とさらに、新たに試料を採取した。磁性鉱物は岩石磁気学の実験の結果により、マグネタイトであることが分かっている。一方で、記録固定が徐々に起こりはじめるような計算モデルを組み立て、コアの記録と真の磁場強度記録の相違を支配する要因である堆積速度変化、記録固定深度を、実際のデータに合わせる作業を行い、その結果得られる年代値を使い、各コアの年代モデルが適正であるか、他の物性値の時間変化が、コア間で整合的であるか検証する。これにより、地球磁場強度曲線をタイムスケールとして適応しようとした場合に、より精細な時間を与える事ができる。

4. 研究成果

すでに提案されている磁化獲得機構モデリ

ング化を使い、堆積速度の変化に対してどのように磁化強度パターンが変動するか計算を行った。その結果、堆積速度が遅くなるほどカーブの振幅が小さくなり対比が困難になる。さらに磁気データから推定される年代と、実際の堆積層の年代のずれが堆積速度に応じて大きくなる傾向が分かった。このことは対象となる年代モデルを構築するためには、基準曲線と対比する必要があるが、曲線同士の対比をおこなえたとしても、実際の堆積層の年代からのずれを含んでおり、それは堆積速度に支配されている事を示している(図1)。

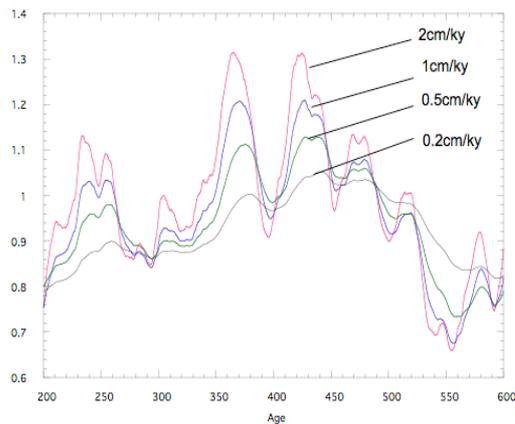


図1: 200-600kyの地球磁場強度が堆積速度を変化させた場合に堆積物にどのように記録されるかを示した。

また実際に堆積速度の遅いフィリピン海プレートの表層堆積物を採取し、磁気層序および、岩石磁気学的シグナルを酸素同位体データと対比することにより年代モデルを構築した。自然残留磁化を規格化することにより、地磁気強度を計算した。取得した地磁気強度データは千年で1.2から0.4cm/ky程度の堆積速度であるが、基準データと対比が可能である(図2)。

さらに基準曲線(SINT800)と比較した場合、観測された記録の振幅は、変動に多様性が見られる。計算の検討結果を参照すると、この変化は堆積速度の変化で説明でき、計算によって作られる堆積速度を変化させた場合の磁気強度曲線は、実際にフィリピン海から得られた地磁気曲線のパターンと良く合わせる事ができる。従って堆積物から得られる地磁気強度曲線に見られる振幅の変動は堆積速度によって変化されている可能性が考えられる(図3)。

以上の結果をまとめると、1cm/ky以下の遅い堆積速度でも地磁気強度のデータにより年代を与える事ができる。しかし基準曲線と対比する場合は、堆積速度の遅い堆積物ではスムージングがかかり対比が難しくなる。天

然の試料で0.4cm/kyでも比較がある程度できるが、簡単な計算では0.2cm/ky程度だと難しくなる可能性がある。また遅い堆積物では、実際の年代と地球磁場強度の年代にずれが発生すると考えられるので、地球磁場強度以外他の年代値を使い、ピークや振幅が実際のシグナルとどの程度違う可能性があるか、今後十分に検討する必要がある。

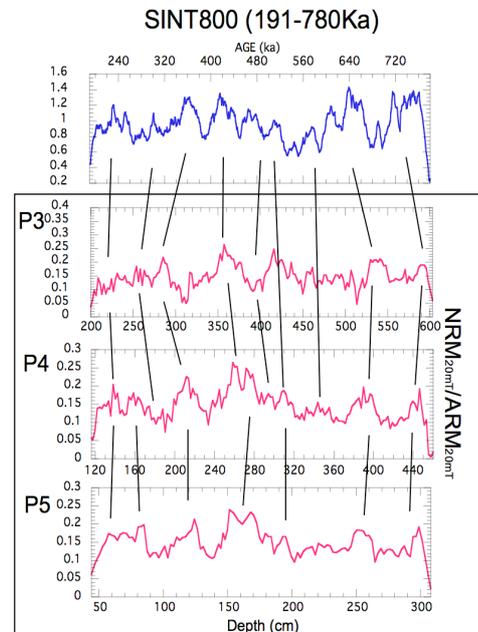


図2: 地球磁場強度のデータ. P3, P4, P5の平均の堆積速度は1.24, 0.53, 0.43cm/ky. SINT800が基準曲線. 堆積速度が遅くなるほどパターンがスムーズになり、細かい対比が難しくなる様子が見られる。

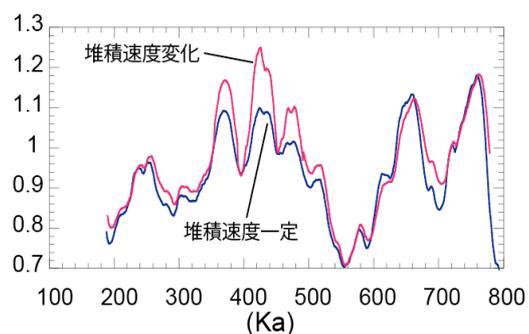


図3: 堆積速度が一定と考えた場合と堆積速度が変わっている場合の記録の違い、堆積速度を変化させるだけで、その記録の振幅が変化する。

天然の試料を検討した結果、堆積速度が遅い堆積物も堆積速度がある程度変化している可能性が指摘できた。これは古海洋変動による生物生産フラックスの変動や、古気候変動による陸源物質のインプット(エオリア

ン)の変動を反映しているのかもしれない。これについては、他の分野の研究例からその可能性を検証する必要がある。

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6件)

- ① Toshiya Kanamatsu and Duane Champion
Rock-magnetostratigraphy of Hawaiian archipelagic sediments: Timing of giant submarine landslides of the Hawaiian Ridge. Submarine Mass Movements and Their Consequences, Vol. V (Springer), in press. 査読有
- ② Toshiya Kanamatsu, Gary Acton, Helen Evans, Yohan Guyodo, Masao Ohno
Pleistocene Paleomagnetic and Rock magnetic records from IODP Site U1312 on the southern flank of the King's Trough, 2010, Proceedings of the IODP volume 303/306. Expedition Research results, 2010 査読有
- ③ T. Kanamatsu, M. Ohno, G. Acton, H. Evans, Y. Guyodo, Rock magnetic properties of the Gardar Drift sedimentary sequence, Site IODP U1314, North Atlantic: Implications for bottom current change through the mid-Pleistocene, Marine Geology, 265, 31-39, **2009**, 査読有
- ④ Suganuma, Y., Yamazaki, T., and Kanamatsu, T., South Asian monsoon variability during the past 800 kyr revealed by rock magnetic proxies. Quat. Sci. Rev., 28, 926-938, **2009**. 査読有
- ⑤ Yamazaki, T., Kanamatsu, T., Mizuno, S., Hokanishi, N., and Gaffar, E. Z.
Geomagnetic field variations during the last 400 kyr in the western equatorial Pacific: Paleointensity-inclination correlation revisited, Geophysical Research Letters, 35, doi:10.1029/2008GL035373, **2008**, 査読有
- ⑥ Ohno, M., Murakami, F., Komatsu, F., Guyodo, Y., Acton, G., Kanamatsu, T., Evans, H.F., and Nanayama, F., Paleomagnetic directions of the Gauss-Matuyama polarity transition recorded in drift sediments (IODP Site U1314) in the North Atlantic. Earth, Planets Space. 60 e13-e16, **2008**, 査読有

[学会発表] (計2件)

- ① Properties of anisotropy of magnetic

susceptibility in slope sediments, Kumano Trough, Site IODP C0001, Expedition 315 Toshiya Kanamatsu ほか, アメリカ地球物理学会 2008 Fall Meeting, 2008年12月17日, サンフランシスコ

② 熊野沖沈み込み帯 IODP Expedition 315 で掘削されたコアの古地磁気・岩石磁気記録 (金松敏也), 第124回地球電磁気・地球惑星圏学会, 2008年10月9日(仙台)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金松 敏也 (KANAMATSU TOSHIYA)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・技術研究副主幹
研究者番号: 90344283