

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20540453

研究課題名(和文) 房総半島に分布する海成堆積層を用いた、鮮新統～更新統における高精度基準層序の確立

研究課題名(英文) Establishment of a standard high-resolution Plio-Pleistocene stratigraphy using a detrital marine sequence distributed in the Boso Peninsula, Japan.

研究代表者

岡田 誠 (OKADA MAKOTO)

茨城大学・理学部・准教授

研究者番号：00250978

研究成果の概要(和文)：

古地磁気および底生有孔虫の酸素同位体を基に、南房総に分布する千倉層群の層厚約 500m にわたる層準における詳細な編年を行った。その結果、当該層準が Kaena 逆磁極亜帯を含む Gauss 正磁極帯上部および松山逆磁極帯下部に、得られた酸素同位体カーブは MIS G16-93 の間に対応することがわかった。さらにテフラ層 Okr1-15 を認定し、岩相、鉱物組合せおよびガラスの化学組成の類似性からその内 8 枚を本邦で報告されている広域テフラと対比した。また LR04 タイムスケールで MIS 104 とされていた Matuyama/Gauss 境界は、MIS 103 に当たることがわかった。

研究成果の概要(英文)：

Our research group has reconstructed magnetostratigraphy and oxygen isotopic stratigraphy for the Plio-Pleistocene Chikura Group distributed on the southern Boso Peninsula, Japan. The results indicate that, the studied sequence is comparable from the upper Gauss chronozone including the Kaena sub-chronozone to the lower Matuyama chronozone, and the oxygen isotopic curve is correlated between from MIS G16 through 93, which are derived by the LR04 standard curve. We define 15 tephra layers, named as from Okr1 to Okr15, in which 8 layers are identified as key tephra layers widely distributed in central Japan by means of lithologies, mineral assemblages and chemical compositions of glass shards. The Matuyama/Gauss boundary at this studied sequence is situated on MIS 103, not on MIS 104 that is described in the LR04 time scale.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：地質学

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：層序，古地磁気学，古海洋学，房総半島

## 1. 研究開始当初の背景

鮮新世は、北半球大陸氷床の形成・発達や、そうした気候変動に呼応して起こったであろう人類の誕生・進化といった、現在ある地球の姿を形作った時代である。最近、深海底コアを用いた古海洋学的研究から、北半球大陸氷床の形成開始が約3Ma前後であることや、ちょうどその時代に気候変動サイクルの周期が2万年から4万年へと変化したこと(Tiedemann, et al., 1994), また同時期にENSO (南方振動) が開始したらしいこと(例えば, Philander & Fedorov, 2003) 等がわかってきた。したがって、この時代における古海洋学を詳細に調べることは、現在ある地球の気候システムの成り立ちを理解する上で重要な鍵を握っている。

近年、通常の深海底堆積物と比べて堆積速度が桁違いに速い(10-20cm/kyr) ドリフト堆積体を用いた研究の重要性が増している。Bartoli, et al. (2006) は、アイスランド沖ドリフト堆積体の掘削コアから得られた超高解像度古海洋記録を用い、北半球大陸氷床の形成開始に伴うD-Oサイクルの出現を初めて報告した。今後、類似の研究が他の海域で進むことが期待されているが、解像度の高い古海洋学的研究を行うためには、その解像度に見合った精度の年代層序の存在が前提となる。そのためには、基準となる地層において、古地磁気学、微化石層序学、酸素同位体層序等の異なる層序学を組み合わせた“複合年代層序”を構築することが理想的である。そこでは、古地磁気層の境界や、微化石層序の基準面が、酸素同位体カーブのどの位置にあたるかを、必要とされる時間精度(数千年スケール)で詳細に決定できることが望ましい。しかし一般的な深海底堆積物コアにおいて、これらの3者が同時に良好なデータを提供することはまれである。

こうした壁を打ち破るためには、堆積速度が桁違いに速い陸原堆積物の堆積層を用いた研究が必要とされ、国内では、古くから層序学的研究が進んでいる房総半島上総層群において、いくつかの研究が行われてきた(Okada & Niitsuma, 1989; Pickering et al., 1999; 辻・他, 2005; Kameo et al., 2006等)。しかし上総層群では、黄和田層より下位における地層の古地磁気シグナルが非常に不安定であることが、申請者の予察的研究によって解っており、年代的には1Ma以前の精度の高い層序を編むことが難しくなっている。

これに対して、房総に分布する鮮新-更新統である

千倉層群は、堆積物供給源が伊豆島弧に非常に近いため、強く安定な古地磁気シグナルを担っている(小竹・他, 1995; 斎藤・他, 1997)。また微化石を多産し、層序学的研究や古海洋学的研究にも有望である(亀尾・他, 2003等)。近年、申請者の岡田により、千倉層群布良層において、古地磁気および底生有孔虫殻を用いた酸素同位体層序が構築され、同層準における詳細な堆積年代の決定がなされた(岡田・他, 2006年地質学会講演要旨)。

## 2. 研究の目的

本研究では、海洋酸素同位体層序および古地磁気層序、石灰質ナノ化石層序、広域テフラ対比に基づく複合層序を、房総に分布する鮮新-更新統千倉層群において構築することを目的としている。これにより、約3.5~1.5Maの間の千年スケール変動も読み出せる超高解像度の古海洋記録をほぼ連続的に得ることが可能となる。

## 3. 研究の方法

### 1: ルートマップおよび柱状図の作製

・ 本研究計画で購入予定のレーザー距離計、GPS連動PDAを活用することで縮尺1/500のルートマップおよび、縮尺1/50の柱状図を作製し、試料採取の再現性を飛躍的に向上させる。このことによって、後の研究者が希望する特定層準から追加試料を採取することが容易となる。

### 2: 分析用岩石試料採取

・ 有孔虫抽出用および石灰質ナノ化石分析用の岩石試料と同時に、必要に応じて同層準から古地磁気測定用の定方位試料の採取を行う。また広域テフラ対比のためのテフラ層採取も行う。

### 3: 有孔虫試料の抽出

・ 本研究計画で購入予定の真空凍結乾燥機を活用し茨城大で実施する。通常、試料乾燥時にはオープンを用いるが、この工程に真空凍結乾燥機を用いることで、作業効率を向上させ、かつ温度上昇による同位体値への影響の可能性を排除することができる。さらに凍結乾燥によって岩石試料の破壊が容易になるという効果もある。

・ 固結試料からの有孔虫化石抽出には、ナフサ法や硫酸ナトリウム法のように、薬品を

用い高温下で行う処理が施されるが、同位体値に影響が出ることが懸念される。本研究計画では、岩石試料を乾燥後にミル等で機械的に破壊する方法（辻・他，2005）を用いる。

- ・ 粉碎された試料を#250 メッシュで洗浄し、泥サイズ粒子を除く。

- ・ 残った砂サイズ粒子をマグネティックセパレーターに導入し、磁性鉱物を含む未破壊の泥粒子塊を取り除くことで、有孔虫化石等の生物源粒子を濃集させる。

- ・ 実体顕微鏡下で浮遊性および底生有孔虫化石を拾い出す。

#### 4:同位体測定

- ・ 有孔虫化石試料の酸素・炭素同位体分析を高知コアセンターに設置されている自動測定型の質量分析計 IsoPrime を用いて行う。

#### 5:古地磁気分析

- ・ 試料整形および測定共、茨城大学理学部で行う。

- ・ 測定は、帯磁率異方性・段階交流消磁・段階熱消磁を行う。

#### 6:テフラ層鑑定および化学分析

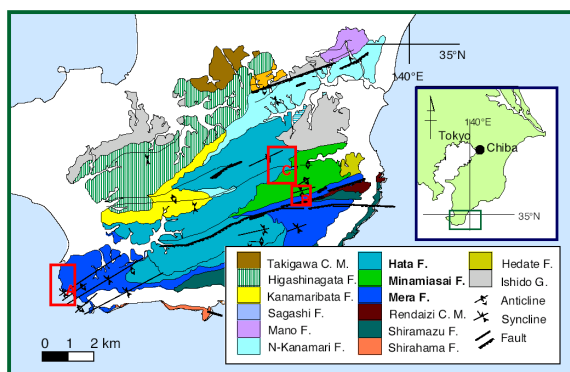
- ・ 必要な消耗品は茨城大で購入し、作業は首都大で行う。

上記の作業を計画された3年間にわたり以下のような順番で行った。

H20:布良層上部～南朝夷層（下図のエリアB）における古地磁気・同位体・微化石・テフラ分析。布良層本体（エリアA）の記録との対比。

H21:南朝夷層上部～畑層（エリアC）における古地磁気・同位体・微化石・テフラ分析

H22:全層準における複合層序構築



房総半島南端地域の地質図。小竹（1988）を一部改編

#### 4. 研究成果

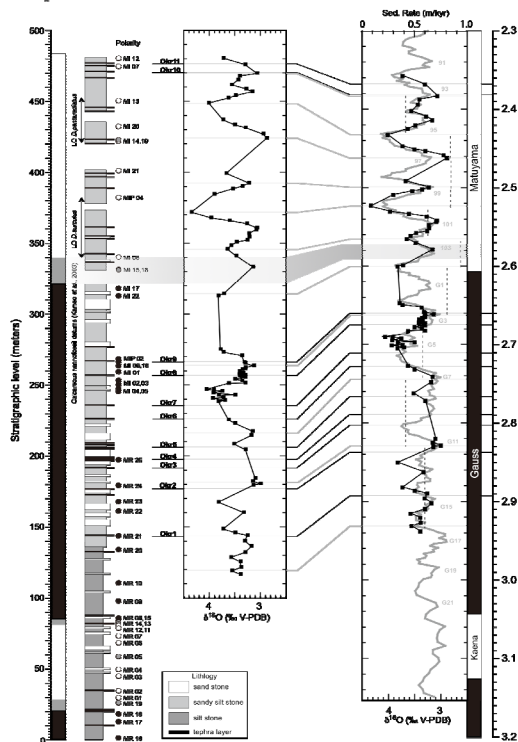
千倉層群布良層中～上部において、層厚約3 m間隔で計200層準から岩石試料を採取し、石灰質の有孔虫殻を抽出した。200層準のうち、150層準において同位体測定に十分な量の有孔虫殻が抽出され、いくつかの層準において複数種の底生有孔虫を拾い出した。これらをあわせ、本研究では合計200試料の同位体測定を行った。

種間校正後の酸素同位体値を用いたカーブを、当該地域で得られた古地磁気層序結果を基準とし、LR04酸素同位体標準カーブと対比することで、千倉層群布良層～畑層にかけての酸素同位体層序の構築を行った。その結果、本研究層準は約1.7～3.5Maの間における酸素同位体変動をほぼ連続的に記録していることがわかった。

古地磁気および底生有孔虫の酸素同位体を基に、千倉層群中～上部の層厚約1000mにわたる層準における詳細な編年を行った。その結果、当該層準がKaena逆磁極帯を含むGauss正磁極帯上部およびOlduvai正磁極帯を含む松山逆磁極帯下部に、得られた酸素同位体カーブはLR04酸素同位体標準カーブとの対比によりMIS G16～64の間に対応することがわかった。さらに千倉層群中部層準においてテフラ層0kr1-15を認定し、岩相、鉱物組合せおよびガラスの化学組成の類似性からその内8枚を本邦で報告されている広域テフラと対比した。またLR04タイムスケールでMIS 104とされていたMatuyama/Gauss境界は、MIS 103に当たることがわかった。これはATNTS2004で採用されている地中海の腐泥層序と整合的である。

本研究では、古地磁気層序および底生有孔虫化石による酸素同位体層序を基に、千倉布良層における鮮新統-更新統境界付近の詳細な年代モデルを構築した。これにより、当該年代周辺における超高解像度古海洋学的研究の実施への足がかりができたといえよう。また挟在する火山灰層の中から、広域テフラ対比の可能性が高い15枚のテフラ(0kr1-15)を認定し、0kr1-11について本研究で構築した年代モデルを用いて年代値を算出した。それらのうち計8枚については、岩相・鉱物組

合せ・化学組成の類似により中部日本で見られる広域テフラと対比することができた。この結果は、遠く隔たった地域間の明確な時間指標である広域テフラにより確かな年代値を与えることで、テフロクロロジーに基づく様々な環境変動時期の特定に寄与するだろう。さらにこれまで見解の相違があった Matuyama/Gauss 逆転境界と MIS との関係については、MIS103 に対比されることがわかった。この結果は、地磁気年代スケールの発展に寄与するものである。深海底コアにおける磁気逆転境界と MIS との対応関係については、Matuyama/Gauss 境界より以前について特に記録が少なく、今後千倉層群のように良質の記録が得られる地層で検証していく必要がある。



#### 千倉層群中部層準における複合層序の結果

上記成果の国内外における位置づけと想定されるインパクトを以下に示す。

- ・ 連続的かつ高分解能の基準層序  
千倉層群の平均堆積速度(約 60cm/千年)は、通常の深海底堆積物と比べ一桁大きいため、従来の年代層序の解像度を原理的には 10 倍にすることができる。また層序的に連続性が良く、およそ 1.5~3.5Ma の間の様々な層序学的記録をほぼ連続的に高い解像度で読み出すことが可能である。

- ・ 北西太平洋における古海洋記録の提供  
太平洋における連続的な古海洋記録のほとんどは赤道海域のものであり、特に北半球氷床の形成開始年代である 3Ma 前後のものはほぼ東赤道太平洋海域に限られている。したがって、千倉層群の記録は、北西太平洋における当時の様々な古海洋変動に関する世界的に見て貴重なデータを提供するだろう。

- ・ 国内広域テフラの年代決定  
近年、国内で対比が急速に進んでいる鮮新-更新統の広域テフラ(例えば町田・新井, 2003)の年代を非常に正確に求めることができる。特にこれまで房総半島における広域テフラ研究の空白域(三浦層群最上部~上総層群基底部; 約 3.5Ma-1.8Ma)をほぼ完全にカバーするため、国内の広域テフラ研究が飛躍的に進むと予想される。

#### 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)

[学会発表] (計 3 件)

- ① 所佳実・岡田 誠, 南房総千倉層群布良層上部における酸素同位体層序, 地球惑星連合 2011 年大会講演, 幕張メッセ (2011/5/25) .
- ② 畠山晃寿・岡田 誠, 南房総に分布する海成鮮新-更新統千倉層群における生物源オパール・炭酸塩のフラックス変動, 地球惑星連合 2011 年大会講演, 幕張メッセ (2011/5/25) .
- ③ 所佳実・松田瞳・内田剛行・岡田 誠, 南房総千倉層群布良層上部における酸素同位体層序, 日本地質学会第 117 年年会講演, 富山大学 (2010/9/19) .
- ④ 岡田 誠・所佳実・松田瞳・内田剛行, 南房総に分布する鮮新-更新統千倉層群の酸素同位体層序 (予報), 日本地質学会第 117 年年会講演, 富山大学 (2010/9/19) .
- ⑤ 岡田 誠, 古地磁気・同位体層序から見た房総半島上総層群および千倉層群, 2009 年度日本学術会議シンポジウム講演, 日本学術会議 (2010. 1. 22) .

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岡田 誠 (OKADA MAKOTO)  
茨城大学・理学部・准教授  
研究者番号：00250978