

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540528

研究課題名(和文) パンサラサ高緯度海域における中生代海洋プレート層序の構築とシリカオーシャンの解明

研究課題名(英文) Reconstruction of Mesozoic Ocean Plate Stratigraphy and biogenic silica history in the high-latitude southern Panthalassa Ocean

研究代表者

相田 吉昭 (Aita, Yoshiaki)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号：90167768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：中生代のパンサラサ海の高緯度帯収束域において形成された付加体堆積物では、黒色チャート、赤色チャートから紫色・緑色頁岩に至る遠洋性から半遠洋性の海洋プレート層序が認められる。本研究は、ニュージーランド北島のモツタプ島において連続的な層序をもつ三畳紀前期から中期のチャート層についてHF処理したスラブ堆積面のSEM観察により堆積構造と珪質生物源堆積物の堆積相区分を行い、生物源シリカの変遷過程とチャートの堆積過程を明らかにした。また紫色頁岩中の炭酸マンガノジュールから産出する放散虫群集について全種解析を行った結果、35属91形態種が区分され、高緯度海域に固有な属の種多様度が高いことが判明した。

研究成果の概要(英文)：The bedded chert section on Motutapu Island, near Auckland is comprised of black laminated chert and red chert. Based on conodont biostratigraphy, the black chert is Spathian and the red chert is early to middle Anisian in age. In order to unravel the sedimentary facies and microstructure of the bedded chert, high-resolution SEM observations were carried out on HF-treated chert slabs that were collected through the section. Three microfacies have been recognized: ordinary pelagic chert facies (G2), pelagic siliceous clay facies (E1/E2) and biogenic siliceous constituent facies (G1) comprising abundant sponge spicules and radiolarian shells. Facies G2 has a high biosiliceous component (10-30%) which appears as mostly dissolved and/or poorly preserved microfossils. Facies E1/E2 has a siliceous clay matrix with a low content (1-10%) of biosiliceous shells and spicules. Facies G1 is characterized by densely packed, non-emented sponge spicules and spherical radiolarian shells.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：海洋プレート層序 パンサラサ海 高緯度帯 三畳紀 層状チャート 生物源シリカ 堆積相 放散虫化石

1. 研究開始当初の背景

三畳紀からジュラ紀にかけて、 Gondwana大陸の縁辺には巨大な海洋であるパンサラサ海が接し、南半球高緯度に大陸縁辺一島弧一海溝系が配置する古地理が復元されている。この時期に海洋生態系とくに表層の植物プランクトンの進化的変化が起こり、海洋環境が珪酸質の海洋 (silica ocean) から炭酸塩質の海洋 (carbonate ocean) に大きく変化したことは地球進化史上、海洋環境の転換点という意味で特筆すべき事変である。しかしながら、この事変がいつ、どこで起こったのか、またどのような地質現象として記録されているのかに関しては、ほとんど明らかにされていない。一方、珪酸質海洋から炭酸塩質海洋への変換の詳細解明の鍵となる事象として、古生代から新生代を通じて海洋表層および中層における放散虫の繁栄が想定される。珪質殻を有する放散虫の繁栄および多様な固有種の変遷過程は、当時の海洋の表層生態系の変化およびこれに呼応した中層水の変化を示す生物学的事変を反映すると考えられる。したがって、三畳紀中期からジュラ紀初期にかけて、放散虫殻を多く含むチャートや珪質泥岩中における、放散虫種群の組成変化や固有種の生層序にもとづく種多様性の変化など生物学的事変は、有力な年代および海洋環境トレーサー候補となることが推測されている(相田ほか,2009)。しかしながら、中生界の深海堆積物中に生じた、このような海洋表層生態系の大変化に対して、地質学的・古生物学的トレーサーを用いて現象や原因を解明する系統だった研究はこれまで行なわれていないのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究では、

- (1) 三畳紀からジュラ紀のパンサラサ海の高緯度帯収束域において形成された付加体堆積物の野外調査を行い、チャートや珪質泥岩層の堆積岩石学的解析および放散虫化石層序に基づいて海洋プレート層序を構築し、その付加年代を明らかにする。
  - (2) パンサラサ高緯度海域で、放散虫固有種が、なぜ長期にわたり繁栄しどのように多様性を維持してきたのかを明らかにする。
  - (3) 当時のシリカオーシャンの表層と中層の海洋環境の変化を詳細な放散虫の群集解析から復元する。
- これらを解明することを目的とした。

3. 研究の方法

- (1) ニュージーランド北島において、海洋プレート層序を有する付加体の調査および試料採取を3回実施した。

① モツタプ島の調査(2011年11月19-29日)

三畳紀のチャート、珪質泥岩、塊状砂岩からなる海洋底プレート層序が好露出しており、それらの層序断面から連続的な岩石試料を多数採取した。

② モツタプ島およびアローロックス島の調査(2012年2月28日-2月13日)

三畳紀中期の赤色層状チャート層序断面から試料を採取。

③ モツタプ島の調査(2013年11月12-25日)

黒色葉理チャートを連続的に採取し、珪質泥岩層に胚胎する炭酸マンガノジュールを採取した。

(2) 層状チャートは研磨した岩石スラブと薄片を作成して、岩相・色測定・堆積構造記載を行い、また HF 処理した堆積断面について高精細 SEMM 観察に基づいて、堆積相区分および堆積相解析を行った。

(3) 放散虫試料の処理および群集解析を行った。産出する全放散虫種について SEM 観察を行い電子画像データベースを構築し、コスモポリタン種/固有種に区分して固有種の多様度を検討した。

4. 研究成果

本研究では、以下のような成果が得られた。

- 1) ニュージーランド北島、オークランド北東に位置するモツタプ島西岸の Administration Bay には、三畳紀前期から中期を示す海洋プレート層序が露出しており、コノドントや放散虫化石により以下のような層序断面をもつことが明らかになった。下位から、黒色葉理チャート・黒色珪質頁岩(Spathian)、赤色層状チャート(early Anisian)、赤紫色・緑色頁岩、炭酸マンガノジュールを含む紫色頁岩(late Anisian)、緑色珪質頁岩、そして塊状砂岩に至る(図1)。

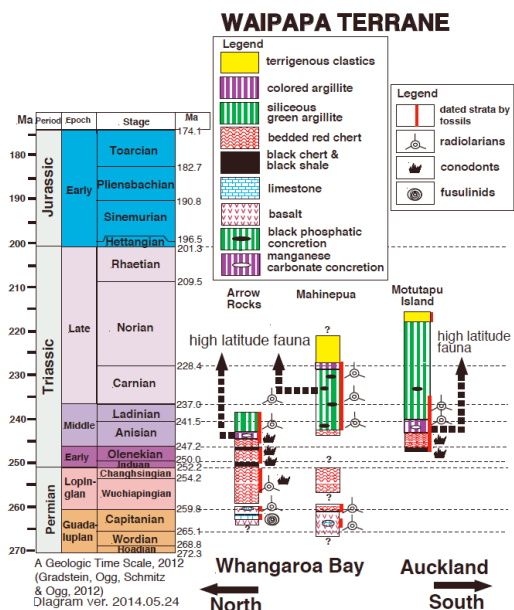


図1. ワイパパ帯におけるモツタプ島およびアローロックス島の海洋プレート層序断面の対比

2) モツタブ島の海洋プレート層序の最下部に当たる黒色葉理チャート・黒色珪質頁岩層(層厚2.92m)はグローバルな Spathian の OAE 層準に相当し、ワイヘケ島やアローロック島の層序とも対比することが可能である(図1).

3) 赤色層状チャート層の堆積過程と堆積機構を解明するために、チャートスラブ研磨面や岩石薄片の観察とともに、フッ化水素酸(HF)処理したチャート単層の堆積断面の堆積構造と生物源構成物の種類や特性について高精細 SEM による観察を行った。とくに ADC セクション(3.0m)および ADA セクション(6.7m)を分析中である。その結果、層厚 3~5cm のチャート単層中に、様々な堆積過程の履歴を示す堆積構造が複数存在していることが判明した。

① チャート単層の堆積構造を明確に分類するため、ADC セクションの堆積相 (Microfacies) 区分を行った。珪質生物遺骸(海綿骨針や放射虫殻)の密集層を G1 相、珪質化石含有量 10~30% の高珪質粘土層を G2 相、珪質化石含有量 1~10% の低珪質粘土層を E 相、シルトサイズの基質からなる部分を D 相、異常堆積層を F 相と区分した。さらに無構造な G1-1, G2-1, E1 相と平行葉理をもつ G1-2, G2-2, E2 相に区分した。これらの堆積相の重なりからいくつかの異なる堆積プロセスを考察できるようになった。

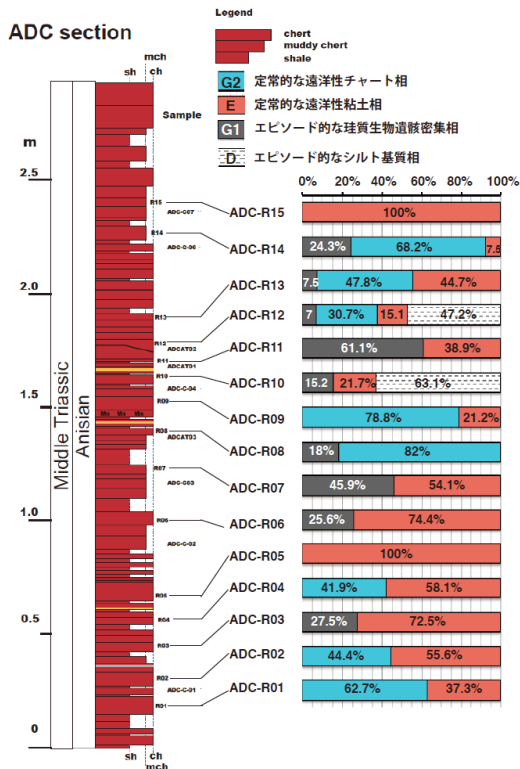


図2. ADC セクションにおけるチャート単層の堆積相の層位的変動(相田ほか, 2013).

② ADC セクションの中下部 (0-1.3m)では定常的な遠洋性粘土相(E-2 相)と定常的な遠洋性チャート相(G2-1 相)との組合せからなり、上方へ

E-2 相の割合が高くなり、G1 相は 18%~46%と変動し非定常的に挟まれる。中上部(1.5-2.3m)では G2-2 相から E-2 相や D 相が増加して、G1 相は 7%~61%に変動し、エピソード的に挟まれることで特徴づけられる(図2)。

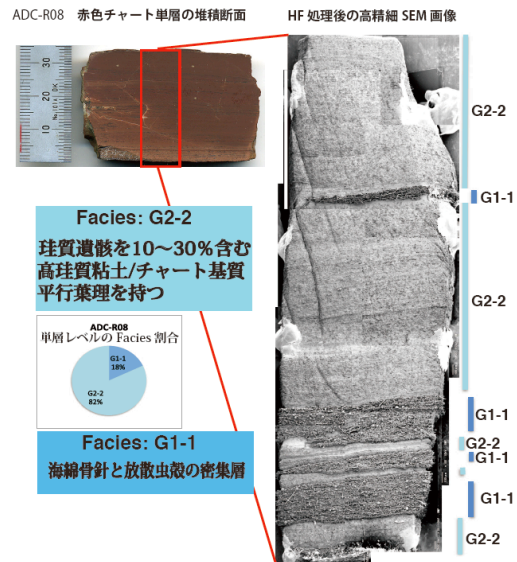


図3. ADC-R08 のチャート単層の堆積断面(3.5cm)の高精細 SEM 画像と岩相区分

③ G1 相の生物遺骸は、大量の海綿骨針を主体として大型球状の放射虫殻を含み、上下の定常的なチャート G2 相に比べて、保存状態が非常に良好であることが特徴的である(図3)。特に保存状態の良い G1 相は、海底表面の海綿や海中のプランクトンである放射虫が大量に発生して、その遺骸が短期間に大量に堆積することで形成される非定常相であると判断される。一方、G2 相は長い時間をかけ定常的に粘土や放射虫殻が少しずつ堆積するため、生物遺骸は溶解作用を受けてしまい、保存状態が悪くなったと考えられる。

4) モツタブ島の海洋プレート層序の上部に当たる紫色頁岩に胚胎する炭酸マンガノジュールから産出する三疊紀中期の放射虫化石群集について、全種解析を行った。その結果 35 属 91 形態種に区分された。本群集は *Glomeropyle* 属、*Hozmadia* 属、*Parentactinia* 属、厚い外殻をもつ多節筒状ナセラリアの未記載属種の多産出によって特徴づけられる。コスモポリタン属として *Parentactinia* 属、*Silicamiger* 属、*Hozmadia* 属が認められた。高緯度海域に産出する固有属種は *Glomeropyle* 属および多節筒状ナセラリアのグループである。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Grant-Mackie, J.A., Yamakita, S., Matsumoto, T., Hori, R.S., Takemura, A., Aita, Y., Takahashi, S., and Campbell, H.J., A probable shark dorsal fin fragment from the Early Triassic of the Arrow Rocks sequence, Whangaroa, northern New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 査読有, 2014  
DOI:10.1080/00288306.2014.889722
- ② Takahashi, S., Kaiho, K., Hori, R. S., Gorjan, P., Watanabe, T., Yamakita, S., Aita, Y., Takemura, A., Spörli, K.B., Kakegawa, T., and Oba, M., Sulphur isotope profiles in the pelagic Panthalassic deep sea during the Permian-Triassic transition. *Global and Planetary Change*, 査読有, 2013, 105: 68-78.  
DOI:10.1016/j.gloplacha.2012.12.006
- ③ Hollis, C.J., Lüer, V., Aita, Y., Boltovskoy, D., Hori, R.S., O'Connor, B.M., and Takemura, A., Phylum Radiozoa radiolarian. Gordon, D.P. (Ed.) *New Zealand Inventory of Biodiversity. Volume 3 Kingdoms Bacteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi*. Canterbury University Press, 査読有, 2012, 288-305.
- ④ Hori, R. S., Yamakita, S., Ikehara, M., Kodama, K., Aita, Y., Sakai, T., Takemura, A., Kamata, Y., Suzuki, N., Takahashi, S., Spörli, K.B., and Grant-Mackie, J.A., Early Triassic (Induan) Radiolaria and carbon-isotope ratios of a deep-sea sequence from Waiheke Island, North Island, New Zealand. *Palaeoworld*, 査読有, 2011, 20: 166-178.
- ⑤ Suzuki, N. and Aita, Y. Radiolaria: achievements and unresolved issues: taxonomy and cytology. *Plankton & Benthos Research*, 査読有, 2011, 6(2): 69-91.

[学会発表] (計 16 件)

- ① 渡辺理世・河潟俊吾・鈴木紀毅・上栗伸一・相田吉昭. 赤道太平洋における始新世中期-後期の放散虫化石 *Lampterium* 亜属の形態変遷. 日本古生物学会第163回例会, 2014年1月25日. 兵庫県立人と自然の博物館.
- ② 相田吉昭・田村隼人・山北 聡・竹村厚司・堀利栄・高橋 聡・K. Bernhard Spörli・Hamish J.Campbell, ニューゼaland北島, モツタブ島に分布する中部三疊系層状チャートの堆積過程. 日本地質学会第120年学術大会, 2013年9月16日. 東北大学
- ③ 相田吉昭・田村隼人・山北 聡・竹村厚司・堀

- 利栄・高橋 聡・K. Bernhard Spörli・Hamish J.Campbell, 高精細SEMによる中部三疊系層状チャートの堆積過程の観察: ニューゼaland, モツタブ島の事例. 日本地質学会第120年学術大会, 2013年9月16日ポスター発表. 東北大学
- ④ 堀 利栄・池田昌之・山北 聡・池原 実・小玉一人・竹村厚司・相田吉昭・酒井豊三郎・高橋 聡・Spörli, K.B.・Campbell, H.・Hollis, C., ニューゼaland遠洋P/T境界層における環境変動解析. 日本地質学会第120年学術大会, 2013年9月16日. 東北大学
- ⑤ 山北 聡・竹村厚司・相田吉昭・堀 利栄・鎌田祥仁・鈴木紀毅・高橋 聡・Campbell, H.・Spörli, K.B. 前期三疊紀のコノドント古生物地理: platformed gondolellidsは悪環境下で不利なのか? 日本古生物学会2013年年会, 2013年6月30日. 熊本大学
- ⑥ 相田吉昭, ニューゼalandの地質と地熱資源. ニューゼaland学会創立20周年記念シンポジウム, 2012年12月1日. 招待講演, 佛敎大学柴野キャンパス
- ⑦ 相田吉昭・那須由紀恵・田村隼人・品川美里・山北 聡・竹村厚司・堀 利栄・高橋 聡・K. Bernhard Spörli・Hamish J.Campbell, 深海掘削からニューゼaland陸域の遠洋性堆積岩の微化石研究へ-MRC再構築とその意義. 2012年度MRC研究集会, 2012年11月17日. 国立科学博物館(つくば)
- ⑧ Yoshiaki Aita, Atsushi Takemura, Rie S. Hori, Satoshi Yamakita, Satoshi Takahashi, Hamish J. Campbell and K. Bernhard Spörli, An ocean plate stratigraphy and endemic radiolarian faunas in the Triassic and Jurassic sequences, Waipapa Terrane, New Zealand. 13th INTERRAD-A conference on Fossil and Recent Radiolarians. 2012年3月26日. Cadiz, Spain

[図書] (計 12 件)

- ① 相田吉昭・谷村好洋, 東海大学出版会, チャレンジャー号の探検航海. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 15-21, 2012.
- ② 相田吉昭・谷村好洋, 東海大学出版会. デイスカバリー号の南大洋プランクトンの科学調査航海. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 22-24, 2012
- ③ 相田吉昭, 東海大学出版会 エルンスト・ヘッケルの人物像: 放散虫の造形に魅せられるまで. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 25-28, 2012.

- ④ 谷村好洋・相田吉昭, 東海大学出版会, 深海掘削と微化石リファレンス・センター. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 43-50, 2012.
- ⑤ 鈴木紀毅・大金 薫・相田吉昭, 東海大学出版会, 放散虫. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 76-91, 2012.
- ⑥ 相田吉昭・谷村好洋, 東海大学出版会, 生物岩としてのチャートと珪藻土. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 185-189, 2012.
- ⑦ 鈴木紀毅・相田吉昭, 東海大学出版会, 放散虫の進化系列. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 200-205, 2012.
- ⑧ 相田吉昭, 東海大学出版会, 微化石の「示準化石」と「示相化石」. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 223-225, 2012.
- ⑨ 相田吉昭, 東海大学出版会, 微化石研究者への道. 微化石-顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. 谷村好洋・辻 彰洋(編著), 312-320, 2012.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://agri.mine.utsunomiya-u.ac.jp/hpj/deptj/plaj/Lab/Geology/column2.html>

ニュージーランドの地質についての調査・研究について紹介している。

<http://agri.mine.utsunomiya-u.ac.jp/hpj/deptj/plaj/Lab/Geology/nzresearch.html>

本科研費 基盤研究(C)による 2011 年 11 月および 2012 年 2-3 月の調査概要と研究成果についてすでに報告している。なお、2013 年 11 月および 2014 年 2-3 月の調査概要と研究成果については、近々更新アップロードする予定である。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

相田 吉昭 (AITA YOSHIAKI)  
宇都宮大学・農学部・生物資源科学科・教授  
研究者番号：90167768

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし

\*研究協力者

ニュージーランドの地質調査および試料採取においては、以下の研究者の協力を受け感謝する次第である。

K. Bernhard Spörl博士 (University of Auckland)

J. A. Grant-Mackie博士 (University of Auckland)

H. J. Campbell博士 (GNS Science)