

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 6 日現在

機関番号：34501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540552

研究課題名(和文) 放散虫サイズとチャートの岩相・化学組成の変化は古生代末環境変動の復元に有効か

研究課題名(英文) Is there any correspondence between radiolarian sizes and chemical components on a chert section in latest Paleozoic

研究代表者

桑原 希世子 (Kawahara, Kiyoko)

芦屋大学・教育学部・講師

研究者番号：20507131

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：古生代末の大量絶滅に至るグローバルな海洋環境変動を解明するために、パンサラッサ遠洋域に堆積した最上部ペルム系層状チャートに含まれる放散虫サイズと、チャートの化学組成や岩相との関係を検討した。放散虫アルバイレラのサイズの変動と直接同期するような、チャートの化学組成の変動は現時点では見いだせなかった。しかし、化石群集帯ネオアルバイレラ・オブティマ帯、および化石帯を代表するアルバイレラ・トリアンギュラリスの生存期間は、海洋の酸化還元状態と呼応関係にあることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Global palaeo-oceanic environmental changes may lead the mother of mass extinction in latest Palaeozoic. To understand this environment, radiolarian Alabaillellid sizes, chemical analysis and lithostratigraphy were examined in the same radiolarian bedded chert section, comprehensively. Remarkable correspondence was not found between chemical components and the fluctuation of radiolarian mean test sizes. Chemostratigraphy revealed the Neoalabaillella optima assemblage zone and the range of Alabaillella triangularis are an interval of comparatively oxic-environment.

研究分野：数物系科学

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：古海洋

1. 研究開始当初の背景

放散虫化石を多く含む層状チャートは、チャート単層の厚さの律動性周期が数万年から数十万年のミランコビッチサイクルと一致することから、生物生産量と気候変動との関連を示すものと指摘されてきた。層状チャートの珪質部は、当時の遠洋域にいた放散虫の生物生産性を反映している上に、堆積場の環境も記録している。たとえば、層状チャートの希土類元素組成の層序変化から堆積場の酸化還元状態の経年変動が復元され、ペルム紀-三畳紀境界での大規模な無酸素事変が提唱された。

ペルム紀新世放散虫のなかで示準化石として最も役立つのがアルバイレラである。進化速度が早いので高精度の年代決定に威力を発揮し、個体数が多いため見つけやすく、世界各地で産することから対比もたやすい。アルバイレラの古生物学的研究で次のような知見が得られていた。

- (1) 各種の平均殻サイズが、層状チャート 10 数層、数十万年の周期で増減する。
- (2) 同年代に生存した 2 種を比較すると、サイズ変動は同期する。
- (3) サイズの大きい時期に、群集中のアルバイレラの割合が増加する。
- (4) サイズの大きい時期に、層状チャートの単層の厚さが増加する。

以上から、アルバイレラの殻サイズ変動は、放散虫の成長や個体数変化に関わる生物生産性の変化、ひいては海洋環境の長周期変動と関係するものと推測された。しかし放散虫サイズや群集変化がどのような要因に直接支配されているのかは、化石の研究だけでは解明できず、憶測の域を出なかった。そこで、チャートの化学組成分析や堆積岩岩石学的検討を組み込み、放散虫サイズに影響を及ぼす具体的な因子は何かを探ることを試みることにした。

2. 研究の目的

古生代末の大量絶滅に至るグローバルな海洋環境変動を解明するために、パンサラッサ遠洋域に堆積した最上部ペルム系層状チャートに含まれる放散虫サイズと、チャートの化学組成や岩相との関係を詳細に検討する。放散虫サイズの変動が、生物生産性を支配する栄養塩類の溶存量、陸源フラックスの相対的変動、あるいは海洋の酸化還元状態などどのようにリンクしているのかを明らかにする。

3. 研究の方法

美濃帯の最上部ペルム系層状チャートの珪質部を単層ごとに採取した同一試料で、次の古生物学的、地球化学的および堆積岩岩石学的研究を展開する。

- (1) アルバイレラのサイズ計測
- (2) 全放散虫群集の構成種数とアルバイレラ頻度の検討

(3) チャート全岩試料の主成分元素・微量元素分析

(4) 岩石薄片とエッチング面の堆積構造の観察

それぞれの経時変化を比較検討し、放散虫サイズと呼応する因子を抽出する。得られたデータを説明するモデルを作成し、古生代末の大量絶滅に至るグローバルな海洋環境の経年変動を明らかにする。

4. 研究成果

岐阜県関市板取地区で、野外調査と試料採取を行い、合計 3 つのセクションの試料を整えた。いずれのセクションでも、最上部ペルム系の灰緑色層状チャートを主体とし、その上位に三畳系(?) 黒色珪質粘土岩が累重する。それぞれ層厚にして 3 メートル余りのセクションをとり、50 試料程度、完全連続試料を採取した。

チャート試料は、3 セクションの全てについて、フッ酸処理法により放散虫化石抽出作業を行った。

(1) アルバイレラのサイズ計測: 2 セクションにおいて、それぞれ平均殻サイズが、層状チャート 10 数層、数十万年の周期で増減する。殻上部高が 100~120 マイクロメートルの幅で 2 周期の変動がある。なお計測個体数が少なく、試料の追加検討が必要である。

(2) 群集組成の検討: 3 セクションの化石帯は、ネオアルバイレラ・オプティマ放散虫群集帯である。今回の試料の化石保存が中程度であったため、全放散虫群集の構成種数・アルバイレラ頻度の検討の検討にはやや不適であり、これらの検討は行っていない。

(3) 元素分析: 1 セクションのチャート試料について蛍光 X 線分析装置 (XRF) および誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いて、全岩化学分析を行った。その結果、海洋の酸化還元状態の指標となると考えられている V, Ni, Cu, Mo, U の含有量はいずれも類似した挙動を示すことが明らかとなった。これらの元素含有量は、セクション最下位で元素含有量が高い傾向が認められ、還元的な環境であったことを示唆している。セクション中位層準では、元素によってはいくつかの変動ピークを示すものの、全体としてより酸化的な環境に移行していったと考えられる。最上部の P/T 境界・黒色頁岩直下のチャートでは、これらの元素がいずれも高い値を示し、堆積した環境が還元的となったことを示している。一方、Th/U 比のパターンは、上記の元素含有量のパターンのミラーイメージを示し、やはり最下位と最上位で最も還元的な環境、それ以外では基本的には酸化的な環境であったことが示唆される。

(4) 岩石学的研究: 堆積岩岩石学的にみて、チャート岩相に顕著な変化は見られなかったが、灰緑色チャートが上位でより暗色のチャートへと移行する傾向がある。岩石薄片の堆積構造についての検討は終えられていない。

エッチング面の堆積構造は未検討である。

本課題の重要な着目点となる、元素組成の変動と、放散虫殻サイズの変動の呼応について、詳しい検討は終えられなかった。放散虫殻サイズの変動に一致するような明瞭な変動は現時点では見いだせていないが、今後これらの対応関係を明らかにしていく予定である。

当初、予想していなかった知見として、化学分析値の示す酸化還元環境の変動が、放散虫化石群集帯のネオアルバイレラ・オプティマ帯、およびアルバイレラ・トリアンギュラリスの生存期間と、よく一致することが判明した。すなわち、ネオアルバイレラ・オプティマ帯の下位においては還元的環境、ネオアルバイレラ・オプティマ帯で酸化的環境、P/T境界付近で還元的環境となったことを示す。放散虫の構成種の大きな入れ替わりが、海洋環境変動のうち酸化還元環境に支配されている可能性が高い。

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10件)

- (1) Algeo, T.J., Kuwahara, K., Sano, H., Bates, S., Lyons, T., Elswick, E., Hinnov, L., Ellwood, B., Moser, J., Maynard, J., 2011, Spatial variation in sediment fluxes, redox conditions, and productivity in the Permian-Triassic Panthalassic Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 308, 65-83. 査読有.
DOI: 10.1016/j.palaeo.2010.07.007
- (2) 藤永公一郎・野崎達生・中山健・加藤泰浩, 2011, 高知県安芸地域に分布する層準規制型 Fe-Mn 鉱床のレアアース資源ポテンシャル. *資源地質*, 61 巻, 1-11. 査読有.
- (3) Haraguchi, S. Ishii, T., Kimura, J. -I. and Kato, Y., 2012, The early Miocene (~25 Ma) volcanism in the northern Kyushu-Palau Ridge, enriched mantle source injection during rifting prior to the Shikoku backarc basin opening. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163, 483-504. 査読有.
- (4) Kato, Y., Fujinaga, K., Nakamura, K., Takaya, Y., Kitamura, K., Ohta, J., Toda, R., Nakashima, T. and Iwamori, H., 2011, Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements. *Nature Geoscience*, 4, 535-533. 査読有.
DOI: 10.1038/NGE01185
- (5) Kojima, S. and Sano, H., 2011, Permian and Triassic submarine landslide

deposits in a Jurassic accretionary complex in central Japan. In: Yamada, Y., et al. (eds.) *Submarine Mass Movements and Their Consequences, Advances in Natural and Technological Hazards Research* 31, 639-648, Springer, 査読有.

DOI: 10.1007/978-94-007-2162-3_57

- (6) Sano, H., Kuwahara, K., Yao, A., Agematsu, S., 2012, Stratigraphy and age of the Permian-Triassic boundary siliceous rocks of the Mino terrane in the Mt. Funabuseyama area, central Japan, *Paleontological Research*, 16, 124-145. 査読有.
- (7) Sano, H., Onoue, T., Orchard, M.J., Martini, R., 2012, Early Triassic peritidal carbonate sedimentation on a Panthalassan seamount: the Jesmond succession, Cache Creek Terrane, British Columbia, Canada. *Facies*, 58, 113-130. 査読有.
DOI: 10.1007/s10347-011-0270-4
- (8) Sano, H., Wada, T., Naraoka, H., 2012, Late Permian to Early Triassic environmental changes in the Panthalassic Ocean: Record from the seamount-associated deep-marine siliceous rocks, central Japan, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 363-364, 1-10. 査読有.
- (9) 高谷雄太郎・中村健太郎・加藤泰浩, 2012, 実験的手法に基づく鉱物トラッピング進行速度の予測-日本国内における CO2 貯留候補地選定へ向けた一指標-. *Journal of the Mining and Materials Processing Institute of Japan*, 128, 94-102. 査読有.
- (10) 安川和孝・加藤泰浩, 2011, 大気-海洋ボックスモデルによる暁新世/始新世境界温暖化極大の発生原因の定量的検討. *地質学雑誌*, 117 巻, 217-237. 査読有.

[学会発表](計7件)

- (1) Kato, Y., 2012/3/18, Deep-sea sediments in the Pacific Ocean as a new mineral resource for rare-earth elements and a monitor for mantle activity. Dynamics and Evolution of the Earth's Interior: special emphasis on the role of fluids. 鳥取県三朝.
- (2) Kuwahara, K., 2012/3/26, Decrease in size of *Imotoella triangularis* just before the Permian-Triassic boundary (preliminary report). 13th International Conference of Fossil and Recent Radiolarians. スペイン, 過ディス.

- (3) Kuwahara, K. and Yao, A., 2011/9/6, Permian-Triassic transition strata and Radiolarian record from Japan -A case study of the Gujo-hachiman section-. Geobiology and environments of siliceous biomineralizers- Lille. フランス, リール.
- (4) 佐野弘好, 桑原希世子, 八尾昭, 上松佐知子, 2014/1/24-26, 放散虫化石群集と珧質岩相から見たパンサラッサ海深海底のP-T境界環境変動. 日本古生物学会第163回例会シンポジウム. 兵庫県立人と自然の博物館.
- (5) 佐野弘好・桑原希世子・八尾昭・上松佐知子, 2012/9/15-17, パンサラッサ海起源のペルム紀・三畳紀境界遠洋性珧質岩層の岩相・化石層序の比較. 日本地質学会第119年学術大会. 大阪府立大学.
- (6) Sano, H., Wada, T. and Naraoka, H., 2012/3/26, Permian-Triassic boundary environmental crisis and its impact on Permian radiolarians in the mid-Panthalassic ocean. 13th International Conference of Fossil and Recent Radiolarians. スペイン, カディス.
- (7) 八尾昭・佐野弘好・桑原希世子・上松佐知子, 2011/10/29, 美濃帯P/T境界層における放散虫化石群集. 11年放散虫研究会松山大会. 愛媛大学.

〔図書〕(計1件)

- (1) 木庭元晴, 宇井忠英, 貝柄徹, 桑原希世子, 2014, 地震と火山のメカニズム. 古今書院. ページ未確定.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 取得年月日:
 国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

桑原 希世子 (KUWAHARA, Kiyoko)
 芦屋大学・教育学部・講師
 研究者番号: 20507131

(2) 研究分担者

加藤 泰浩 (KATO, Yasuhiro)
 東京大学・工学系研究科・教授
 研究者番号: 40221882

佐野 弘好 (SANO, Hiroyoshi)
 九州大学・理学研究院・教授
 研究者番号: 80136423

(3) 連携研究者

()

研究者番号: