

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：32682

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25800288

研究課題名(和文) 化学指標の地理的パターンから復元する中生代温室期の異様な海洋・炭素循環

研究課題名(英文) Abnormal ocean circulation during Mesozoic green house era, reconstructed from geographic pattern of geochemical indicator

研究代表者

柿崎 喜宏 (Kakizaki, Yoshihiro)

明治大学・研究・知財戦略機構・研究推進員

研究者番号：20570633

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：中生代中期の炭素循環の記録は、これまで古太平洋海域から示されてこなかった。そこで本研究では、同時期の古太平洋地域の石灰岩(日本の鳥巢式石灰岩)に注目し、体系的な炭素同位体比の記録を示した。その結果、古太平洋海域の炭素同位体比の記録はテチス海と地域間対比が可能であることが判明した。両海域の炭素同位体比はジュラ紀後期に収束していくことから、大陸移動に関連した海洋循環の変動が想定される。

また本研究では、この時期の石灰岩から産出する厚歯二枚貝という特殊な二枚貝の研究も行った。本研究の結果、原始的な巻貝型厚歯二枚貝は波浪の及ばない静穏な環境に生息していたことが判明した。

研究成果の概要(英文)：Carbon isotope stratigraphy of the Late Jurassic and earliest Cretaceous was revealed from Torinosu-type limestone, which was deposited in a shallow-marine setting in the Paleo-Pacific Ocean, in Japan. The age-model was established using Sr isotope ratio and fossil occurrence. The composite ^{13}C profile from the two limestone sections can be correlated with the profiles of relevant ages from the Alpine Tethyan region. In addition, we found that ^{13}C values of the Torinosu-type limestone are $\sim 1\%$ lower than the Tethyan values in the late Kimmeridgian. This inter-regional difference gradually reduces and disappears in the late Tithonian. This isotopic homogenization is probably due to changes in the continental distribution and the global ocean circulation during this time.

In addition, I studied rudistid bivalve in Torinosu-type Limestone. I found primitive requieniidine rudists lived in shallow-water depositional environment in a calm setting on a small carbonate mound.

研究分野：地質学

キーワード：ジュラ紀 温室期 古太平洋 海洋循環 石灰岩 炭素同位体比 地域間対比 厚歯二枚貝

1. 研究開始当初の背景

(1) 中生代中期の海洋学的条件

中生代中期(ジュラ紀後期から白亜紀前期)には、海台の形成や中央海嶺などで大規模な火成活動が生じ、大気中に大量の二酸化炭素が放出された。この大気中の高 CO₂ 濃度と、パンゲア大陸分裂によって湿潤なモンスーン気候が拡大したために、陸上では風化・浸食作用が増大し、海洋への栄養塩流入が増加した(e.g. Weissert and Mohr, 1996)。また、温暖化による熱塩循環の停止によって、貧酸素となった海洋底に多量の有機物が埋没する事件(海洋底無酸素事変)が相次いだ(e.g. Weissert and Erba, 2004)。

このように、中生代中期は地球表層の炭素循環に大きな変化が生じ、温室期へ突入しつつある時代であった。同様に温暖化が進行している現代の地球表層の環境の有り様を議論する上で、この時代は重要な比較対象である。

(2) 厚歯二枚貝の意義

厚歯二枚貝(ヒップリテス目)はジュラ紀後期に出現した中生代中期に出現した大型の海生二枚貝である。厚歯二枚貝は極めて多様で特殊な形態を持つが、出現当初は巻貝を二つ合わせたような単純な外観をしていた(巻貝型厚歯二枚貝)。厚歯二枚貝はこの時期の特殊な海洋環境に適応し、繁栄した二枚貝の一群として注目される。

2. 研究の目的

(1) 中生代中期の古海洋学的研究

中生代中期の異常な炭素循環の復元は、テチス海域にあったヨーロッパや北米に分布する炭酸塩岩の化学層序の記録をもとに考察されてきた(e.g. Weissert and Mohr, 1996)。しかし、三方を陸地に囲まれた地中海であったテチス海のデータは当時の海洋環境を代表しているとは言いがたい(図 1A)。従って、当時の海洋面積の 7~8 割を占める

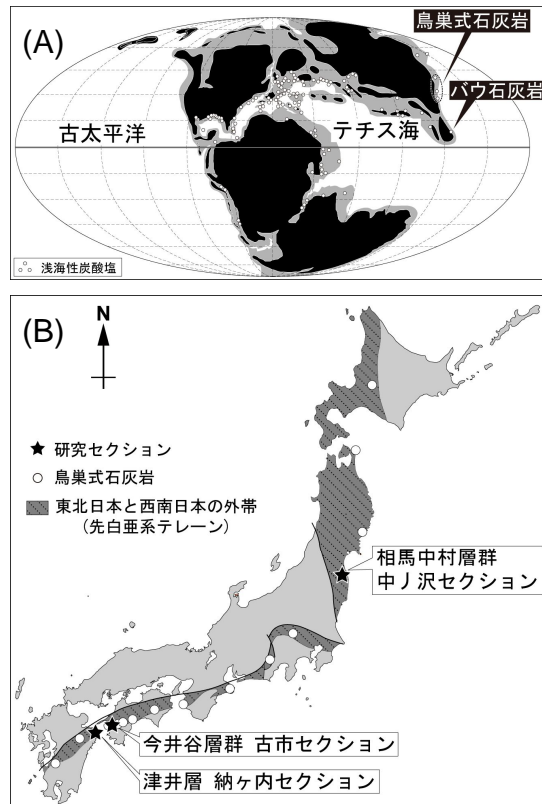


図 1. ジュラ紀後期の古地理図(A) (Leinfelder et al., 2002)と日本国内の鳥巢式石灰岩の分布(B).それぞれ研究地域の位置を示す。

古太平洋にあったアジア・太平洋地域での研究が重要であるが、炭酸塩岩を題材とした古海洋学的な研究例は数少なかった。

そこで本研究では、より広大な古太平洋海域で堆積した鳥巢式石灰岩とパウ石灰岩の試料をもとに、化学層序学・古海洋学的研究に取り組んだ。さらに、テチス海のデータとの比較を行い、最終的には当時の海洋循環と炭素循環を復元する。

(2) 巻貝型厚歯二枚貝の古生物学的研究

ジュラ紀後期の巻貝型厚歯二枚貝は形態の多様度が低く、大規模な厚歯二枚貝層を構築しないため、あまり注目されてこなかった。鳥巢式石灰岩やパウ石灰岩はジュラ紀後期から白亜紀前期に堆積した石灰岩体であり、巻貝型厚歯二枚貝の化石を多産する。そこで本研究では、鳥巢式石灰岩における巻貝型厚歯二枚貝の産状とパウ石灰岩における巻貝型厚歯二枚貝の産状を比較し、堆積学的・古生物学的議論を行った。

3. 研究の方法

(1) 野外調査と堆積学的な記載

マレーシアのパウ石灰岩(図 1A)と日本国内の鳥巢式石灰岩(図 1B)において、露頭のルートマップ・柱状図を作成し、基本的な地質学的情報を収集した。厚歯二枚貝などの大型化石が産出する場合は、その産状を写真やスケッチなどで記載した。そのうえで、なるべく等間隔になるように岩石試料を採取し、可能な限り大型化石試料を採取した。

採集した石灰岩・化石試料からは薄片を作成し、顕微鏡下で岩相の記載・観察を行なった。一部のセクションについては1試料あたり500ポイント前後の定量的な記載を行った。

(2) 大型化石(厚歯二枚貝)の定量的記載

厚歯二枚貝が多産する露頭では方形区法を使用して、大型化石の定量的な記載を行った。露頭表面のスケッチ(図 2A)から求められた各種の化石と石灰岩基質部の露出面積の比率を百分率に換算して定量的に示した(図 2B)。

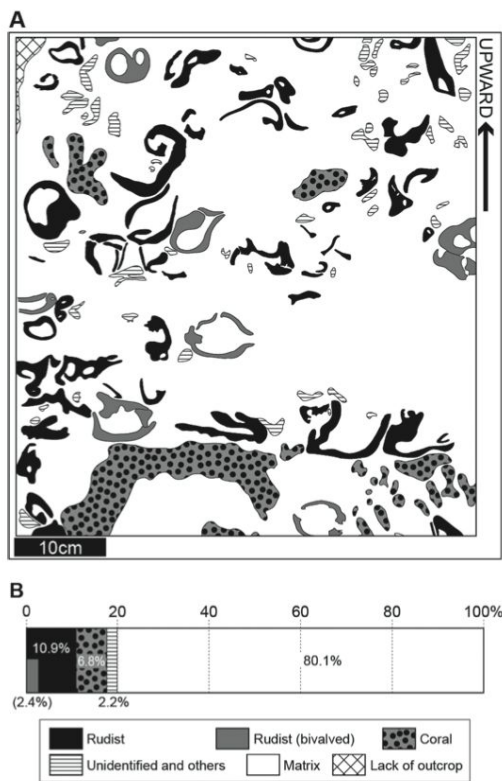


図 2. 方形区法による厚歯二枚貝層の露頭スケッチ(A)と定量データ(B)の例(柿崎ほか, 2015)。この記載は、大分県の上部ジュラ系津井層の鳥巢式石灰岩(納ヶ内セクション)にて行われた。

(3) 石灰岩の化学指標の分析

研磨した石灰岩チップの表面からマイクロドリルで粉末試料を削り出し、ガスベンチシステムに接続した質量分析計(Finnigan Mat DeltaPlus)で炭酸塩成分の炭素同位体比(^{13}C 値)を測定した。

4. 研究成果

(1) 炭素同位体比の地域間対比

鳥巢式石灰岩では代表的な2セクション(福島県, 相馬中村層群の中ノ沢セクションと愛媛県, 今井谷層群の古市セクション; 図 1B)から炭素同位体比を測定し、体系的な ^{13}C 値の層序プロファイルを示した。2セクションの堆積年代は生層序と Sr 同位体層序によってすでに明らかにされており(Kakizaki et al., 2012), それらのデータをアンカーポイントとして使用することで、同時期のテチス海のデータと対比した。そ

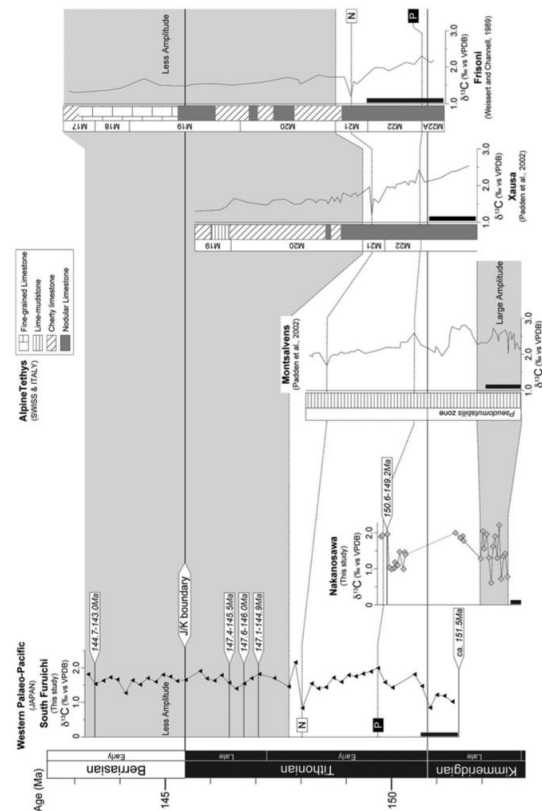


図 3 (図が横置きであることに注意)。鳥巢式石灰岩(中ノ沢セクションと古市セクション)とテチス海の炭素同位体比の地域間対比図(Kakizaki and Kano, 2014)。鳥巢式石灰岩の年代には Kakizaki et al. (2012)の Sr 年代を使用した。

の結果，3つの同位体異常をもとに，地域間対比が可能であることが確認された(図3, Kakizaki and Kano, 2014)。

本研究はテチス海域の炭酸塩セクションと鳥巢式石灰岩のセクションをピンポイントで地域間対比を行った最初の事例である。将来的にはこの手法を他の鳥巢式石灰岩に適用することで，これまで年代不詳とされてきた鳥巢式石灰岩の年代層序の分解能をさらに向上させることが期待できる。

(2) 炭素同位体比の差異と海洋循環

また，鳥巢式石灰岩とテチス海の¹³C値プロファイルを比較したところ，Kimmeridgian後期の鳥巢式石灰岩の¹³C値は同時期のテチス海の¹³C値に比べて1%ほど低い，Tithonian後期にはこの地域差は明確に収束していくことが判明した。この同位体比の均質化は同時期に進行しつつあった大陸分裂と海洋循環の変化に関係している可能性が高い(Kakizaki and Kano, 2014)。

(3) 巻貝型厚歯二枚貝の古生態

パウ石灰岩と大分県の鳥巢式石灰岩(納ヶ内セクション)では，大型化石の定量的な記載と，定量的な岩相記載を行った。その結果，パウ石灰岩と鳥巢式石灰岩の巻貝型厚歯二枚貝(*Epidiceras speciocum*)は炭酸塩マウンド内部の，波浪の及ばない静穏な環境に生息していたことが判明した(柿崎，2014; 柿崎ほか，2015)。この生態は厚歯二枚貝の祖先となったメガロドンや白亜紀の巻貝型厚歯二枚貝と共通している(柿崎ほか，2015)。

他の鳥巢式石灰岩における産出事例では，波浪の強い環境下に非巻貝型の厚歯二枚貝('Valletia' cf. *auris*)が生息していたことが知られている(柿崎ほか，2011)。本研究結果は，厚歯二枚貝の生態がジュラ紀後期の時点ですでに多様化しつつあったことを示している。

(4) 進行中の作業

本研究課題を進めてきた過程で，イオンクロマトグラフィー装置を使用することで，石灰岩中に含まれる金属イオン成分の定量に用いる新たな分析方法を見いだした。石灰岩中の金属イオン濃度は堆積環境や続成環境を推定するために有用である。現在はこの分析を進めており，石灰岩の堆積環境・生成条件についてより詳細な議論に取り組んでいる。

引用文献

柿崎喜宏ほか，2011．福井県立恐竜博物館紀要 **10**, 113-120.

Kakizaki et al., 2012. *Journal of Asian Earth Sciences* **46**, 140-149.

Kakizaki et al., 2013. *Journal of Asian Earth Sciences* **73**, 57-67.

Kakizaki and Kano, 2014. *Island Arc* **23**, 16-32.

柿崎喜宏ほか，2015. *地質学雑誌* **121**, 19-34.

柿崎喜宏，2014．日本地質学会 第121年学術大会講演要旨集 p. 138.

Leinfelder et al., 2002. In Kiessling et al. (eds.) *Phanerozoic Reef Patterns*, SEPM Special Publication 72, pp. 465-520, Society for Sedimentary Geology, Tulsa.

Weissert and Mohr, 1996. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **122**, 27-43.

Weissert and Erba, 2004. *Jour. Geol. Soc. London* **161**, 695-702.

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2件)

柿崎喜宏・古山精史朗・狩野彰宏, 2015, 大分県東部・四浦半島に分布する後期ジュラ紀の礁性石灰岩の堆積環境と厚歯二枚貝の産状. *地質学雑誌* **121**, 19-34. 査読有. DOI: 10.5575/geosoc.2014.0047

Kakizaki, Y., and Kano, A. 2014, Carbon isotope stratigraphy of Torinosu-type limestone in the western Paleo-Pacific and its implication to paleoceanography in the Late Jurassic and earliest Cretaceous. *Island Arc* **23**, 16–32. 査読有. DOI: 10.1111/iar.12056

〔学会発表〕(計 4 件)

柿崎喜宏, ジュラ紀後期の厚歯二枚貝の産状と生息環境. 炭酸塩コロキウム (葛生, 2014)

柿崎喜宏, ジュラ紀後期の Epidiceras(巻貝型厚歯二枚貝)の産状とその進化史的な意義について. 日本地質学会 (鹿児島大学, 2014)

柿崎喜宏・古山精史朗・狩野彰宏, 大分県・四浦半島の上部ジュラ系鳥巣式石灰岩から産出する厚歯二枚貝(ディセラス科)を含む礁性生物相. 日本地質学会 (東北大学, 2013)

柿崎喜宏・狩野彰宏, ボルネオ島北西部, 上部ジュラ系パウ石灰岩層の岩相と礁性生物相. 日本古生物学会 (熊本大学, 2013)

〔図書〕(計 0 件)

〔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

1) 柿崎喜宏 researchmap

(<http://researchmap.jp/kaki/>)

本ホームページ内で本研究課題の成果の一部を報告した。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柿崎 喜宏 (Yoshihiro Kakizaki)

明治大学・研究・知財戦略機構・研究推進員

研究者番号: 20570633

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし