

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：17401
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2013～2015
課題番号：25400490
研究課題名(和文)ペルム紀海水ストロンチウム同位体組成変動の研究

研究課題名(英文)Sr isotope variation of Permian seawater

研究代表者

可児 智美 (Kani, Tomomi)

熊本大学・自然科学研究科・助教

研究者番号：60332863

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：海水ストロンチウム同位体比の顕生代最小値はペルム紀中期末で、同時期に大量絶滅事件も起きた。本研究では、先行研究のほとんどないペルム紀中期ガダルピアン世に中緯度域で堆積した石灰岩を対象に、生層序データとあわせてストロンチウム同位体分析を実施した。その結果、海水ストロンチウム同位体比顕生代最小値はウォーディアン期に開始し、中緯度陸棚礁崩壊がキャピタニアン期に起きたことが明らかになった。500万年以上の長期のストロンチウム同位体最小値は、寒冷化で氷床に大陸が覆われて、年代効果により高いストロンチウム同位体比を持つ大陸ケイ酸塩の風化侵食率低下が原因であり、大絶滅も寒冷化に起因するモデルで説明した。

研究成果の概要(英文)：The Permian minimum as the Phanerozoic lowest value of seawater Sr isotope ratio by and large contemporaneous with the major mass extinction around Middle/Late Permian boundary. We newly reported the continuous Sr isotope record with detailed biostratigraphic data for the Guadalupian (Middle Permian) carbonates deposited at mid-paleolatitude region. Previous geochemical studies are carried out for around low-latitudes because well-reserved strata deposited at particularly middle/high paleolatitude region are limited. The Sr isotope profile of carbonates obtained in this study clarified that the Permian minimum (ca. 5 m.y.-long) had began sometime in Guadalupian Wordian and the collapsed age of a mid-latitude reef is Guadalupian Capitanian. The Permian minimum could be caused by global cooling because the proportion of glacier-covered area regulate erosion/weathering rate of time-integrated highly radiogenic continental silicate. The mass extinction event may arise from the cooling.

研究分野：地球化学

キーワード：ペルム紀 ストロンチウム同位体 古海洋 大量絶滅 石灰岩

1. 研究開始当初の背景

海洋ストロンチウム同位体組成は、ペルム紀前期から急激に下降し、ペルム紀中期に古生代を通じて最小値 (“Permian minimum” : $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} < 0.7070$) を示し、その後トリアス紀にかけて急上昇したことが知られている (図1 参照)。顕生代全体より長期的傾向で見ると、古生代は下降傾向、中生代はその傾向は主に上昇に転じており、ペルム紀は海洋化学的物質循環システムで古生代から中生代型への転換点として位置づけられる。海水中での滞留時間が長いこと、海水ストロンチウム同位体組成は全海洋で均一と考えられる。そして、その同位体組成は、高い同位体比をもつ “大陸フラックス” と低い同位体比をもつ “マントルフラックス” のバランスによって決まる。これらのフラックスのバランスを大きく変化させた要因は、同時期に起きた顕生代最大の生物絶滅事件との関連があると考えられるも、当時の環境変化との因果関係は明らかになっていない。この古生代型から中生代型への生物相の劇的変化を引き起こした地球規模の表層環境の変化については、様々な因子が関与したと考えられ、当時の大気・海洋環境変化のメカニズムについて、化学組成や炭素同位体など各種地球化学プロキシを用いることにより解明が期待される。特に海水ストロンチウム同位体組成は、上記の通り、顕生代で最も大きく急激な変化を生じており、海洋化学サイクルもまた古生代型から中生代型への大転換点として、当時の環境変化を理解する最重要なデータであると考えられている。しかし、従来の研究は、海洋化学情報を記録する炭酸塩岩類の連続的地層が稀なため、堆積年代情報も十分ではない断片的な低緯度大陸棚の炭酸塩岩類に限られてきた。顕生代最大の環境変化を理解するためには、高精度の年代情報とあわせて各種地球化学プロキシデータの蓄積が求められ、研究代表者と連携研究者は、当時存在した超海洋パンサラッサの低緯度海山頂部で堆積した炭酸塩岩類の連続試料を採取し、ストロンチウム同位体分析や炭素同位体分析と詳細な生層序学的研究を開始し、世界で初めて超海洋中央部の平均的海水の経年変化を明らかにし、ストロンチウム同位体最小値の期間が、ペルム紀中期ガダルピアン世キャピタニアン期の最後まで継続し、500万年間以上の長期にわたることを明らかにした (Kani et al., 2008)。海水ストロンチウム同位体組成変化の要因や絶滅事件との関連など、環境変化の全体像の解明には、さらに、年代幅を拡大して信頼性の高い年代軸情報と合わせた連続的なストロンチウム同位体及びその他の地球化学プロキシデータを得ることが求められている。

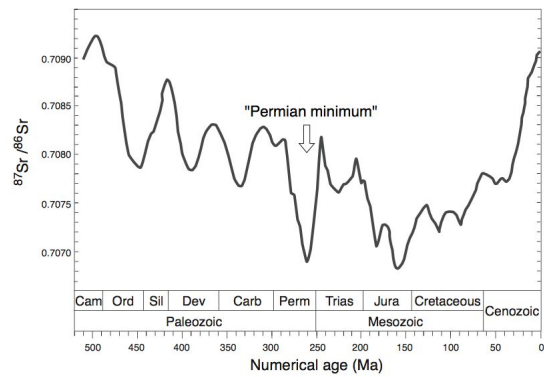


図1 顕生代の海水ストロンチウム同位体組成

2. 研究の目的

海洋化学サイクルの大転換期であるペルム紀海水ストロンチウム同位体最小値の開始時期を特定すること、生物層序データ、炭素同位体組成データと組みあわせて連続的に詳細な分析を実施することで、絶滅事件と当時の環境変動事件の因果関係について解明することを目的とし、研究を実施した。

3. 研究の方法

炭素同位体組成他の地球化学プロキシデータ解析と、時間軸情報としても重要な生層序学的データを組みあわせて、海洋化学サイクル変化や大絶滅を引き起こした表層環境変動の根本原因について解明を試みるため、ストロンチウム同位体最小値で特徴付けられるペルム紀中期ガダルピアン世キャピタニアン期とその前後、ペルム紀中期後期境界を含む世界各地の連続性の良い炭酸塩岩試料を対象とした。先行研究では、中/高緯度の情報はほとんど得られていないため、中緯度大陸棚が堆積場と考えられている東日本岩井崎と極東ロシアの炭酸塩岩と、低緯度大陸棚でガダルピアン世全体の連続性のよい中国四川省の炭酸塩を連携研究者が採取し、熊本大学の表面電離型質量分析計を用いて、同位体分析を実施した。微量元素組成分析は、東京大学のICPMSを用いた。炭素同位体分析と生層序研究は連携研究者が実施し、その結果とあわせて、環境変動全体像の包括的モデルの構築を試みた。

4. 研究成果

本研究期間で、ペルム紀中期-後期境界を含む東日本岩井崎石灰岩、南中国四川省Maokou石灰岩、クロアチアVelebit石灰岩、極東ロシアChandalez石灰岩を対象とし、低緯度/中緯度、遠洋/陸棚など堆積場の異なる炭酸塩岩の分析を実施した。その結果、海水ストロンチウム同位体比最小値は、ペルム紀中期ガダルピアン世Wordian期には開始していた、つまりこれまで考えられていたより

も古い時代から開始し、5000万年以上の長期間続いたことが明らかになった。これまで高/中緯度の炭酸塩の地球化学データはほとんど報告されていないが、本研究では、堆積場が当時存在したパンゲア超大陸縁辺の南中国地塊最北部の大陸棚で堆積したと考えられる岩井崎と極東ロシアの炭酸塩岩の分析し、これまでほとんどデータの得られていない中緯度域のストロンチウム同位体組成データと生物層序データをあわせて得ることに成功し、これまで不明であった中緯度陸棚礁崩壊時期がペルム紀中期ガダルピアン世キャピタニアン期に開始していたことが明らかになった。これまでにデータの得られていた低緯度超海洋中央部と中緯度の比較検討から、中緯度では先に堆積場の環境変化が起きた可能性を示し、超海洋中央部海山頂部炭酸塩岩で削剥が確認されたことも寒冷化に伴う海水準低下が妥当な解釈であること(Kofukuda et al., 準備中)からも、当時の大量絶滅が寒冷化によるものであり、また、ストロンチウム同位体組成変化も、寒冷化とその後の温暖化に伴う大陸氷床の増減を主因とする大陸風化率変化で説明できるモデルを提唱した(Kani et al., 2013; Kani et al. (投稿準備中))。

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 1件)

Kani, Tomomi, Hisanabe, Chihiro, Isozaki, Yukio, 2013. The Capitanian minimum of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio in the Permian mid-Panthalassan paleo-atoll carbonates and its demise by the deglaciation and continental doming. *Gondwana Research* 24, 212-221. 査読有

〔学会発表〕(計 10件)

Tomomi Kani¹ Yukio Isozaki² Yuri Zakharov³ Guadalupian (Middle Permian) Sr isotope profile and reef collapse in low/mid-latitude shelf carbonates in NE Japan and Primorye (Russia) The 26th Goldschmidt Conference 2016年6月27日 神奈川県横浜市横浜国際平和会議場

可児智美, 磯崎行雄, 林隆太郎 ペルム紀中期末における陸棚礁の崩壊:北上山地岩井崎石灰岩のSr同位体層序 日本地球惑星科学連合連合大会 2015年5月24日 千葉県幕張幕張メッセ

磯崎行雄, 可児智美, 林隆太郎 ペルム紀中期末の生相・環境変化:中緯度での

応答 日本地球惑星科学連合連合大会 2015年5月24日 千葉県幕張幕張メッセ

小福田大輔, 磯崎行雄, 猪郷久義, 可児智美, 石村豊穂 A remarkable sea-level drop and global cooling in the late Middle Permian: record from the mid-superoceanic limestone 日本地球惑星科学連合連合大会 2014年4月28日 神奈川県横浜市横浜国際平和会議場

可児智美, 磯崎行雄, 小福田大輔 Middle to Late Permian seawater Sr isotope variation linked to the glaciation/deglaciation 日本地球惑星科学連合連合大会 2014年4月28日 横浜国際平和会議場 神奈川県横浜市

可児智美, 磯崎行雄, 小福田大輔, 蓋盛拓海, 久鍋千尋 ガダルピアン世(ペルム紀)の海水ストロンチウムミニマム 日本地球惑星科学連合連合大会 2013年5月19日 千葉県幕張幕張メッセ

蓋盛拓海, 磯崎行雄, 可児智美, 鈴木淳, 石村豊穂 南中国四川省中部の中部ペルム系石灰岩の岩相・生・C-Sr同位体層序 日本地球惑星科学連合連合大会 2013年5月19日 千葉県幕張幕張メッセ

西田昂広, 磯崎行雄, 可児智美, 鈴木淳, 石村豊穂 パンサラッサ海中央部の海山起源ペルム紀石灰岩の岩相・生・C-Sr同位体層序 日本地球惑星科学連合連合大会 2013年5月19日 千葉県幕張幕張メッセ

小福田大輔, 磯崎行雄, 猪郷久義, 可児智美, 石村豊穂 超海洋中央部起源の石灰岩におけるG-L境界大量絶滅事件周辺の高分解能化学層序 日本地球惑星科学連合連合大会 2013年5月19日 千葉県幕張幕張メッセ

小福田大輔, 磯崎行雄, 可児智美, 久鍋千尋, 石村豊穂 A remarkable sea-level drop across the Guadalupian-Lopingian boundary (Permian) in the low-latitudes: unique hiatus detected on a mid-Panthalassan paleo-atoll complex 2013年10月27日米国デンバー

〔図書〕(計 0件)

〔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

6. 研究組織
(1) 研究代表者

可児智美 (KANI, Tomomi)
熊本大学・自然科学研究科・助教
研究者番号：60332863

(2) 研究分担者
()

研究者番号：

(3) 連携研究者

磯崎行雄 (ISOZAKI, Yukio)
東京大学・総合文化研究科・教授
研究者番号：90144914