

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 28 日現在

機関番号：10101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2011 ～ 2012

課題番号：23840002

研究課題名（和文）前期白亜紀の太平洋における絶滅頭足類ベレムナイトの分布ダイナミクスの解明

研究課題名（英文）The Early Cretaceous paleobiogeography of belemnites in the Pacific

研究代表者

伊庭 靖弘（IBA YASUHIRO）

北海道大学・大学院理学研究院・助教

研究者番号：80610451

研究成果の概要（和文）：絶滅頭足類ベレムナイトは、白亜紀当時の大型遊泳生物の中で最も敏感に地球環境変動に反応し、絶滅・適応放散を繰り返してきたグループである。本研究では、中生代最大の海洋であった太平洋域での層序・化石記録を用いて、ベレムナイトのグローバルな分布変動の解明を目指した。研究の結果、1)バレミアン期に北太平洋旋廻の存在を示唆する特異的分布パターンがあったことや、2)白亜紀中期の温暖化最初期に同期した熱帯型属の全球的分布拡大現象の存在など、これまで知られていないグローバルな分布変動が明らかになった。

研究成果の概要（英文）：Belemnites, an extinct group of cephalopods, flourished in Mesozoic oceans. The rich and continuous fossil record of belemnites offers the potential for understanding the evolutionary dynamics of nektonic biota and its environmental factors. This study reveals two major biogeographic changes in the Early Cretaceous belemnites in the Pacific; 1) Occurrence of pandemic distribution of Tethyan-type belemnites, which can be correlated with the beginning of the Mid-Cretaceous global warming, and 2) An enigmatic distribution pattern of the Barremian belemnite in the NW and NE Pacific, indicating an existence of the “Cretaceous North Pacific Gyre”.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：層位・古生物学

科研費の分科・細目：研究活動スタート支援

キーワード：白亜紀 古生物地理 頭足類

1. 研究開始当初の背景

ベレムナイトは後期三畳紀から白亜紀末

まで繁栄したイカ類に近縁な絶滅頭足類の一群でその内殻は世界中から豊富に産出す

る。ベレムナイト研究は、層序・化石記録の連続性に優れる欧州において進展し、1990~2000年代に海水準変動や気候変動に対応する絶滅や分布変動が体系的にまとめられてきた。現在では中生代の遊泳生物の進化史を示すモデル生物として注目を集めている。このような重要性を背景として世界中でベレムナイト研究が進展してきたにも関わらず、中生代最大の海洋であった北太平洋のデータは1950年代以降無く、これがグローバルなベレムナイト進化史解明の妨げになってきた。この問題点を踏まえて、2010年より太平洋でのベレムナイト化石の解明を目的に研究を開始した。研究の第一段階として前期白亜紀のアルビアン期(約1億年前)の北太平洋におけるベレムナイトの層序分布を解析した。研究の結果、北太平洋においてベレムナイトがグローバルな絶滅(白亜紀末)よりも3500万年も前に絶滅していたことがわかった(Iba et al., 2011)。絶滅の要因として寒冷化とベーリング海峡の閉鎖による分断を指摘し、さらにこの絶滅が北太平洋での現生型頭足類(イカ・タコ類)の出現・進化に大きく寄与していたことを示した(Iba et al., 2011)。上述の研究で太平洋におけるベレムナイト研究の重要性を指摘することができたが、一方で、太平洋で解明されたのはアルビアン期末の絶滅のみである。白亜紀には地球史上最大の温暖化や繰り返し生じた海洋無酸素事変など、地球規模の環境変動の存在が指摘されており、太平洋におけるベレムナイトの分布変動・進化史の理解は、長時間軸の環境変動とそれに対するグローバルな生物の応答を解明する観点から重要である。

2. 研究の目的

究極の温室時代であった白亜紀(1.5~0.65億年前)の生命圏に関する研究は、現在世界的な注目を集めている。本研究は、白亜紀最大の海洋でありながら研究の空白地帯となっていた太平洋におけるベレムナイトの分布変動を明らかにすることで、当時を代表する遊泳生物の進化史を理解し、真のグローバル生物イベントの提唱を目指した。本研究は、太平洋地域の前期白亜紀を対象とした広域的な野外調査と詳細な時間軸上での群集解析に立脚し、上述の目的を達成する具体的なテーマとして1)北太平洋旋廻の成立過程とベレムナイト分布ダイナミクスの解明(バレミアン期)、2)温暖期初期に発生したベレムナイト群集の全球的均一化現象(アプチアン~アルビアン期)の解明を設定した。

3. 研究の方法

白亜紀前期(バレミアン~アルビアン:1.3~

1億年前)の海洋環境に対する遊泳生物の変動を明らかにするために、1)赤道-北太平洋地域のベレムナイト産地における広域的な地質調査・標本採集および国内外の研究所における標本調査、2)形態観察による種レベルでの分類学的検討、3)精密な時間軸上でのベレムナイト群集変遷および分布変動を解析し、4)この結果を従来の研究で明らかにされている環境変動と比較し、分布変動の背後にある環境変動を特定する。

4. 研究成果

(1) 野外調査・標本調査

太平洋域においてバレミアン~アルビアンまでを対象として、野外地質調査・標本採集および各研究所に収蔵されている標本調査を広域的に行った。具体的には、赤道太平洋を代表するフィリピンセブ島およびカラモアン地域、北西太平洋では、北海道各地、東北太平洋岸、関東山地、千葉県銚子、和歌山県、熊本県、北西太平洋では、北部カリフォルニア、北部太平洋では南アラスカを対象とし、赤道太平洋から北太平洋まで広域的にカバーした。調査の結果、600を超える個体数を得た。これらほとんどの地域で、先行研究ではベレムナイトの産出が知られておらず、本研究によってはじめて豊富な産出が確認された。層序研究が未確立なものについては、アンモノイド類を用いた生層序を確立した。

(2) テーマ1:バレミアン期のベレムナイト分布ダイナミクス

室内では入手したベレムナイト標本の切片を作成し、研磨した後、分類の基準になる形質の鏡下での観察・計測を行い、種レベルでの分類を行った。その結果、北西太平洋(銚子、関東山地、和歌山、徳島、熊本)ではBelemnopseidae科の*Hibolithes*属のみがベレムナイト群集を占有し、一方、北西太平洋(カリフォルニア)と北部太平洋(南アラスカ)では、Cylindroteuthididae科の*Acroteuthis*属が群集を占有していることがわかった。これは、北太平洋東西両岸において科レベルで群集が大きく異なっていることを示している。また、両属ともに新種が認められた。これら両地域のベレムナイト群集は、同時代のヨーロッパのベレムナイト群集と比較して単純な構成であることがわかった。文献調査から、バレミアン期におけるベレムナイトの汎世界的分布をまとめたところ、*Hibolithes*は低緯度域(熱帯-亜熱帯)、*Acroteuthis*は高緯度域(寒帯)に特徴的に分布していた属であったことが示された。すなわち、北西太平洋には、広く低緯度(熱帯~亜熱帯)タイプの属が、北東太平洋には高緯度タイプの属のみが分布していたこと

になる。この北太平洋東西両岸での特異的分布の背後にある環境として、現在の北太平洋旋廻に比較される大規模な海流系が当時も存在した可能性が指摘された。

現在の海洋にある5つの旋回(Gyre:還流)のうち最大のものが北太平洋に存在する。この北太平洋旋回はグローバルな熱・物質輸送のほか、海洋生物の移動や分布も制御していることが知られている。例えば北西太平洋における黒潮は生物多様性の中心である東南アジアから熱帯性生物を北上させ、北東太平洋のカリフォルニア寒流は、寒流系の生物群集の移入を制御している。近年注目を集めている複数の海洋循環シミュレーション研究において、白亜紀にも北太平洋旋回に対応する大規模な還流系の存在が復元されているが(Poulsen and Huynh, 2006),これに対応する海洋生物の分布が示されたことはない。本研究によって白亜紀最大の海洋に存在した大規模な旋廻の存在の可能性をはじめて示すことができた。

(3) テーマ2:ベレムナイト分布の全球的均一現象

一方、アプチアン後期～アルビアン期になると北西太平洋では、*Hibolites* から *Neohibolites*, 北東太平洋では、*Acroteuthis* から *Neohibolites* への大規模なターンオーバーが認められた。この時期の太平洋両岸では、*Neohibolites* 属のみが多産することがわかった。さらに、両岸において共通する種も存在する可能性が高く、この時期に *Neohibolites* のみがか北太平洋域に広域的に分布し、ベレムナイト群集が“均一化”していたことが明らかになった。さらに、この *Neohibolites* の北太平洋での広域的分布は、赤道太平洋域を代表するフィリピンのアルビアン階でも確認できた。*Neohibolites* は先行研究によってその分布パターンから熱帯系の属であると考えられている。本研究でも、*Neohibolites* が、浅海性石灰岩やテチス型動物群と共産することから熱帯-亜熱帯域での生息を支持する結果が得られた。

従来、アプチアン～アルビアン期の古地中海域や北極海域のベレムナイト群集において *Neohibolites* が卓越するようになることから、既存のベレムナイト生物地理区が崩壊し、均一化されたことが知られている。今回この生物地理学的再編が白亜紀最大の海洋である太平洋にも追跡できることが明確となり、*Neohibolites* の広域的分布は、グローバルな現象であったことがはじめて明らかとなった。さらに、同様の傾向をもつ熱帯型生物群の広域的分布現象が、ベレムナイト以外の分類群(アンモナイトやネイシア類、厚歯二枚貝類など)でも同期し起きていることも本研究によって初めて明らかとなった。白亜紀

中ごろにはアプチアンにはじまりチューロニアン付近をピーク(約0.93億年前)とする温暖期が存在しており(Steuber et al., 2005など)、そのピーク期に発生した絶滅イベントなどがこれまで盛んに議論されてきた。一方、温暖期最初期のアプチアン～アルビアンにおいても *Neohibolites* をはじめとする熱帯型生物群の全球的分布拡大現象という興味深いバイオイベントが起こっていることが本研究により明らかになった。このような大型生物の分布の均一化は地球生命史上知られてない。アプチアン～アルビアンにおけるベレムナイト群集の全球的均一化現象は、生命史を考える上で重要な新しいタイプのバイオイベントである可能性が高い。この現象のさらなる解明は白亜紀にとどまらず、今後の進化学的・古生物地理学的研究に従来想定されていない新たなモデルを提供することにつながる可能性がある。

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)

[雑誌論文] (計6件)

①Hoffman, R., Iba, Y., Kawabe, F., Mutterlose, J., First occurrence of *Pictetia* (Ammonoidea) from the Albian of Japan and its systematical implications. *Bulletin of Geosciences*, 査読有, in press.
doi 10.3140/bull.geosci.1379

②Sano, S., Iba, Y., Skelton, P.W., Aguilar-Perez, J., Tanabe, K., First record of *Immanitas* (Bivalvia, Hippuritida) from northern California, USA. *Caribbean Journal of Earth Sciences*, 査読有, 45巻, 2013, 77-84.

③佐野晋一・伊庭靖弘・佐藤裕一郎・田中均, 大分県東部に分布する下部白亜系小坂層の地質年代の再検討, 福井県立恐竜博物館紀要, 査読有, 11巻, 2012, 19-25.

④Iba, Y., Sano, S., Mutterlose, J., Kondo, Y., *Belemnites* originated in the Triassic – A new look at an old group, *Geology*, 査読有, 40巻, 2012, 911-914.
doi:10.1130/G33402.1

⑤ Sano, S., Skelton, P.W., Watarai, M., Iba, Y., Kondo, Y., Sato, Y., First record of an Early Barremian caprinid rudist from Japan – implications for the palaeobiogeography of the Caprinidae (Bivalvia). *Palaeontology*, 査読有, 55, 2012, 843-851.
doi: 10.1111/j.1475-4983.2012.01156.x

⑥ Iba, Y., Sano, S., Tanabe, K, A Tethyan bivalve, *Neithea* (Cretaceous pectinid) from northern California, and its biogeographic implications, *Paleontological Research*, 査読有, 15巻, 2011, 62-67.
doi:10.2517/1342-8144-15.2.079

[学会発表] (計 6 件)

① 佐野晋一・O. S. Dzyuba, 伊庭靖弘, 伊左治鎮司, 蜂矢喜一, 北浦嗣豊, 岐阜県荘川地域御手洗層産ベレムナイト, 日本古生物学会 2012 年年会, 2012 年 6 月 30 日, 名古屋大学.

②伊庭靖弘, 太平洋から再考するベレムナイト進化史, 棚部一成教授退官記念ミニシンポジウム「パレオバイオロジー: 生命進化史の解説」2012 年 3 月 8 日, 東京大学

③ Iba, Y., Mutterlose, J., Tanabe, K., Sano, S., Misaki, A., Terabe, K., Belemnite extinction and the origin of modern cephalopods 35 m.y. prior to the Cretaceous-Paleogene event, 4th International Symposium "Coleoid Cephalopods Through Time", 2011年9月7日, Natural History Museum, Stuttgart, Germany.

④ Iba, Y., Sano, S., Kondo, Y., Mutterlose, J., Earliest Jurassic belemnites from Japan: A reassessment of coleoid radiation, 4th International Symposium "Coleoid Cephalopods Through Time", 2011年9月7日, Natural History Museum, Stuttgart, Germany.

⑤ 伊庭靖弘・佐野晋一・近藤康生・Joerg Mutterlose, 北太平洋からみるベレムナイトの初期進化史, 日本古生物学会 2011 年年会, 2011 年 7 月 3 日, 金沢大学.

⑥ 佐野晋一・伊庭靖弘・O.S.Dzyuba・蜂矢喜一郎・林常喜・水野吉昭・北浦嗣豊, 福井県九頭竜地域産ボレアル要素ベレムナイト *Cylindroteuthis* について, 日本古生物学会 2011 年年会, 2011 年 7 月 2 日, 金沢大学.

[図書] (計 1 件)

① 伊庭靖弘, 東海大学出版会, 項目: ベレムナイト, 東大古生物学-化石からみる生命史, 2013, 271-276.

[その他]
ホームページ等
<http://ibayasuhiro.com/Publications.html>

6. 研究組織
(1) 研究代表者
伊庭 靖弘 (IBA YASUHIRO)
北海道大学・大学院理学研究院・助教
研究者番号: 80610451

(2) 研究分担者
なし

(3) 連携研究者
なし

