

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 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21540483

研究課題名（和文） 菱鉄鉱中のアンモノイド化石の保存・産状

研究課題名（英文） Modes of ammonoid occurrence and preservation in siderite concretions

研究代表者

前田 晴良 (MAEDA HARUYOSHI)

京都大学・理学研究科・准教授

研究者番号：10181588

研究成果の概要（和文）：北海道・上部白亜系中の菱鉄鉱ノジュールを産する貧酸素環境の層準等から、*Sphenoceras naumanni* のセンサス群集を発見した。これらは合弁で、非常に薄く壊れやすい後耳が保存されており、当時の個体群がそのまま埋没・固定された可能性が高い。底生生物の活動に不適な環境下で、逆に生態情報を保ったままの化石群が保存されるという逆説的な結果は、今後のイノセラムス類の古生態復元の上で重要なヒントとなる。

研究成果の概要（英文）： Well preserved census assemblages of *Sphenoceras naumanni* were newly discovered from several unfossiliferous horizons including oxygen-depleted environments, in which siderite nodules were formed. Still retaining their life-habit, they seemed to be buried and preserved *in situ*. The paradoxical result that the fossil individuals lived in unsuitable condition retained much original ecological information would be a tip to reconstruct paleoecology of inoceramid bivalves in further research.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：層位・古生物学

キーワード：イノセラムス、化石、産状、センサス群集、タフォノミー、菱鉄鉱ノジュール

1. 研究開始当初の背景

河口～デルタ相の堆積物中には、菱鉄鉱（siderite: FeCO_3 ）ノジュールが形成され、しばしば保存良好な化石を含む。このような菱鉄鉱ノジュールは、硝酸還元を行う嫌気的細菌による有機物の腐敗が引き金とな

り、続成の極めて初期に形成されたと考えられる。しかし硫酸塩が豊富に存在する海中では嫌気的な環境下では硫酸還元が起きやすく、大半の鉄イオンが硫化鉄（ FeS_2 ）として消費される。そのため、海成層中では菱鉄鉱ノジ

ジュールが形成される化学的領域が非常に限られ、希にしか存在しないと考えられてきた。

ところが早川浩司（早川，2001など）は、海成の白亜系蝦夷層群中に化石を含む菱鉄鉱ノジュールを産する層準があることをいち早く見つけた。しかし彼は惜しくも夭折した。

申請者は、早川の後を受けて菱鉄鉱ノジュールと化石群の保存・産状の関係を各地で観察した。予察的な調査の結果、菱鉄鉱ノジュールは、世界各地の海生白亜系にも広く分布し、さらに菱鉄鉱ノジュールが生成される環境では、通常的环境に比べ、アンモナイトやイノセラムスなどの化石群の構成や個体サイズが大きく異なることを見いだした。

2. 研究の目的

本研究では、まず白亜系の沖合泥岩相の詳細な産状観察やタフォノミーの分析をとおして、菱鉄鉱ノジュールを胚胎する地層の堆積環境を明らかにする。さらに菱鉄鉱ノジュール中に保存されるアンモナイトやイノセラムス化石群の特徴や、それに固有の産状を明らかにし、その成因を探る。

以上の観察を通して、これまでほとんど注目されなかった海成層中の菱鉄鉱ノジュールの形成環境と、特異な底生化石群の産状との関連性について初めてタフォノミーの視点からメスを入れることを目的とする。

3. 研究の方法

おもに北海道北西部・達布-羽幌地域の蝦夷層群の菱鉄鉱ノジュールを含む層準（コニアシアン階-下部カンパニアン階）を調査し、堆積構造、化石群の保存・産状、および化石群の構成を厚さcmレベルで精査した。

化石の産状、特に例外的に生態情報を残す *Sphenoceras naumanni* の化石群については、層理面が露出する露頭で詳細なマッピ

ングを行い、合弁・離弁、個体サイズ、殻の埋没姿勢、後耳の保存の有無を観察した。また、持ち帰った化石層サンプルの垂直切片および薄片を作成し、写真撮影とスケッチを行った。

菱鉄鉱ノジュールについては、岩石切片および薄片観察に加え、粉末X線解析によって組成を調べた。

4. 研究成果

北海道の達布・古丹別・羽幌地域に分布する白亜系上部蝦夷層群を中心に、本邦の中生界で菱鉄鉱ノジュールおよびそれに関連する *Sphenoceras naumanni* の産状を調査した。その結果、蝦夷層群の沖合泥岩相のうち、セノミアン階の一部、コニアシアン階-サントニアン階にかけてのいくつかの層準中に、黄色-黄褐色を呈する菱鉄鉱ノジュールがかなり豊富に含まれていることを確認した。これらの層準は、平行葉理泥岩、ないし塊状無層理泥岩で特徴付けられるが、いずれも生物擾乱に乏しく、イノセラムスを除く底生生物化石に極めて乏しい。これは白亜紀中期に発達した Oceanic Anoxia（広域貧酸素水塊）の影響下で堆積したことを示唆する。

さらに上部コニアシアン階の菱鉄鉱ノジュール中、およびサントニアン階の化石に乏しい泥岩母岩中から、例外的に生態情報がよく残された *S. naumanni* 化石群が産することがわかった。この化石群は数個体-50個体よりなり、合弁あるいは開いた状態で量殻が揃うバタフライ型で産するばかりでなく、非常に薄く壊れやすい後耳（ear）がよく保存されているのが特徴である（図1）。

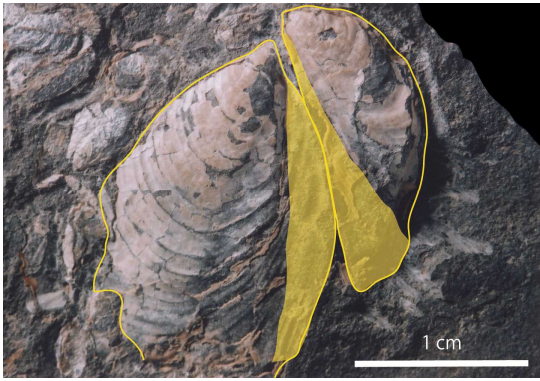


図1. 後耳(黄色)が保存された *S. naumanni*.
(Iwade and Maeda, 投稿中)

通常、後耳は保存の良い石灰質ノジュール中でさえも保存されないことが多い。したがって、後耳の保存は、失われやすい生態情報が保存された産状か否かを計る重要なバロメーターとなることがわかった。

他方、殻のサイズ分布は多モード型であり、異なる年齢群が識別できる可能性がある。これらは堆積物の流入によって当時の個体群が瞬時に生き埋めになり、固定されたセンス群集である可能性が高い。

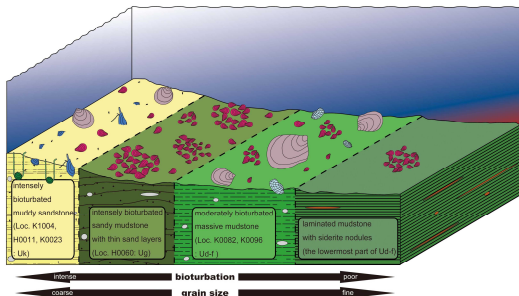


図2. *S. naumanni* の生息環境復元図。(Iwade and Maeda, 投稿中)。環境が好適で生物活動の活発な浅海域(左2つ)では、多数の個体が生息しているが、生物擾乱や死後の運搬のため、生態情報はあまり保存されていない。これに対し、劣悪な生息環境下では、生物擾乱が少なく、また遺骸が急速に堆積物中に埋没して固定されるため、逆に個体群オリジナルの生態情報がよく残されている。

いずれにしても、堆積物の頻繁な流入(図2の右から2番目)、あるいは溶存酸素に乏しい貧酸素環境(図2の右端;菱鉄鉱ノジュールの生成域)など底生生物の活動に不適な環境下で、逆に生態情報を保ったままの化石群が保存されているという逆説的な結果が得られたことは、今後、イノセラムス類の古生態を復元する上で重要なヒントとなる。

一方、アンモノイド化石と菱鉄鉱ノジュールの関係については、米国自然史博物館のN. Landman 博士の協力を得て研究を進めた。特に、北米サウスダコタ州に分布する上部白亜系 Pierre Sahle 層から産する異常巻アンモノイド: *Jelezkytes speedeni* に焦点を当ててそのサンプルを分析した。その結果、同層上部の Elk Butte 部層では、同種のアンモノイドが、通常の石灰質ノジュールに加えて菱鉄鉱ノジュール中にも保存されるという2種類の保存・産状が見られることを確認した。さらに、石灰質ノジュール中に比べ、菱鉄鉱ノジュール中に含まれる *J. speedeni* は、同一種のマクロコンク同志で比べても約1.5倍とサイズが異常に大きいことがわかった(図3, 4)。

アンモノイドの殻は、見かけ上、石灰質ノジュール中の方(図3)が良好で、菱鉄鉱中のものは圧密を受けて潰れている(図4)。しかし詳細に観察した結果、菱鉄鉱は析出した絶対量が少なく、死殻の表面を薄く覆う程度であったため、後の続成の過程で圧密を受けたものであり、結晶化そのものは、むしろ石灰質ノジュールより早い段階で起きていたことがわかった。これは、今後、菱鉄鉱ノジュール中の化石の軟体部保存のメカニズムを明らかにする上で参考になる。

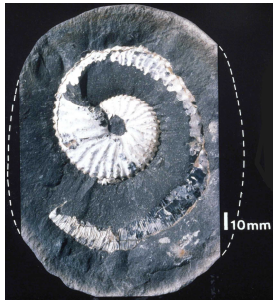


図3. 石灰質ノジュール中の *J. speedeni* <マクロコンク>.

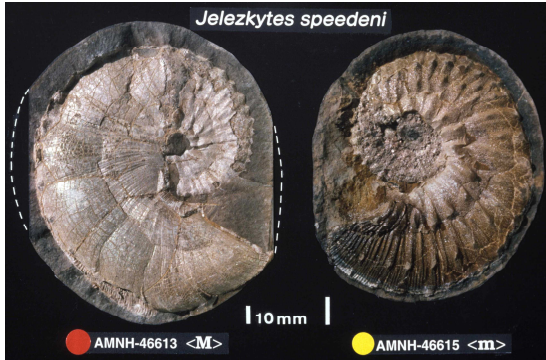


図4. 菱鉄鉱ノジュール中の *Jelezkytes speedeni*. 左がマクロコンク;右がマイクロコンク. 石灰質ノジュール中から産する同種のマクロコンク (図4) より殻サイズが約 1.5 倍大きい.

他方、蝦夷層群の *Polyptychoceras* 等の異常巻アンモノイドの殻サイズの増大と菱鉄鉱ノジュールの分布との関係についても調査を進めた。その結果、北米 Elk Butte 部層と同様に両者の関係を示唆するデータが得られつつあった。しかし、一昨年秋の集中豪雨で観察対象の露頭が埋没したため、その後十分なデータ数を得ることができず、確証を得るには至っていない。本件については、今後、調査を継続して検証を進める必要がある。

一方、以上の観察とは別に、本研究の過程で、予想外の発見があった。すなわち、水流の影響で局部的に流入し、海底に集積した糞粒ペレット濃集層において微小動物の遺骸の軟体部がリン酸カルシウムにより交代され、驚くほど精細に立体的状態 (3D) で保存されるという別の化石化プロセスである。この発見は予想外で、これまで全く知られてい

なかった化石化過程である。よって、今回の基盤研究 (C) の成果は、菱鉄鉱ノジュールの成因に加え、糞粒ペレット層中におけるリン酸カルシウムによる軟体部 3D 保存という未知の化石化過程の解明 [基盤研究 (B), No. 24340129] を進めてゆく上でも重要なヒントとなる。

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 7 件)

- ① 岩出昌, 前田晴良, 下林典正, 2011, 北海道達布地域の上層蝦夷層群に含まれる菱鉄鉱質ノジュール中の *Sphenoceras naumanni* (Yokoyama) の産状. 三笠市立博物館紀要, 15 巻, p. 13-23. 査読無
- ② Kumagae, T., Maeda, H., and Komatsu, T., 2011, Paleocology of *Inoceramus amakusensis* Nagao et Matsumoto, 1940 (Bivalvia) in a Late Cretaceous shallow clastic sea: the Himenoura Group, Kyushu, Japan. *Cretaceous Research*, vol. 32, p. 738-749, DOI: 10.1016/j.cretres.2011.05.002. 査読有
- ③ Maeda, H., Tanaka, G., Shimobayashi, N., Ohno, T., and Matsuoka, H., 2011, Cambrian Orsten Lagerstätte from the Alum Shale Formation: Fecal pellets as a probable source of phosphorus preservation. *Palaeos*, vol. 26, p. 225-231, DOI: 10.2110/palo.2010.p10-042r. 査読有
- ④ Gengo, T., Taniguchi, H., Maeda, H., and Nomura, Sin-ichi, 2010, Original structural color preserved in and ancient leaf beetle. *Geology*, vol. 38, p. 127-130, DOI: 10.1130/G25353.1. 査読有
- ⑤ Misaki, A. and Maeda, H., 2010, Stratigraphy of the mid- to upper Cretaceous System in the Aridagawa area, Wakayama, southwest Japan. *Island Arc*, vol. 19, p. 517-529, doi: 10.1111/j.1440-1738.2010.00727.x. 査読有
- ⑥ Maeda, H., Kumagae, T., Matsuoka, H. and Yamazaki, Y., 2010, Taphonomy of large *Canadoceras* (ammonoid) shells in the Upper Cretaceous Series in South Sakhalin, Russia. *Paleontological Research*, vol. 14, p. 56-68, DOI:

- 10.2517/1342-8144-14.1.056. 査読有
- ⑦ Nishimura, T., Maeda, H., Tanaka, G. and Ohno, T., 2010, Taxonomic evaluation of various morphologic characters in the Late Cretaceous desmoceratine polyphyletic genus "Damesites" from the Yezo Group, Hokkaido and Sakhalin. Paleontological Research, vol. 14, p. 33-55, DOI: 10.2517/1342-8144-14.1.033. 査読有

[学会発表] (計4件)

- ① 岩出 昌, 前田晴良, 北海道羽幌・古丹別地域の白亜系上部蝦夷層群から産出するイノセラムス類 *Sphenocerramus naumanni* (Yokoyama)の産状と古生態. 日本古生物学会第161回例会, 2012年1月21日, 群馬県立自然史博物館.
- ② 前田晴良, 重田康成, 2011, 蝦夷層群研究の展望. 日本古生物学会第160回例会・松本達郎会員追悼シンポジウム「白亜紀研究の進展」招待講演, 2011年1月28日, 高知大学.
- ③ 御前明洋, 前田晴良, 白亜紀後期異常巻アンモノイド *Pravitoceras sigmoidale* とそれに付着する二枚貝の産状. 日本古生物学会2010年年会, 2010年6月12日, つくば国際会議場.
- ④ 野村真一, 前田晴良, 原田繁男, 田中源吾, 北海道上部白亜系からのミョウガガイ *Stramentum* 属の産出. 日本古生物学会2009年年会, 2009年6月28日, 千葉大学.

[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

<http://www.kueps.kyoto-u.ac.jp/~web-bs/maeda/> [成果のアップを準備中]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

前田 晴良 (MAEDA HARUYOSHI)

京都大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号: 10181588