

研究種目：基盤研究 (B)
研究期間：2006～2009
課題番号：18340165
研究課題名 (和文) 白亜紀以降に起きた化学合成群集の進化の解明—メタン湧水場の地下構造に照らして
研究課題名 (英文) Evolution of chemosynthetic communities since the Cretaceous era, with special reference to subbottom structure of methane-seep sites
研究代表者
延原 尊美 (NOBUHARA TAKAMI)
静岡大学・教育学部・准教授
研究者番号：30262843

研究分野：地質学・古生物学
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：層位・古生物学, 化学合成生態系, メタン湧水, 深海生物, 白亜紀, 新生代, 進化, 海洋生態

1. 研究計画の概要

化学合成群集とは、地下から供給されるメタンや硫化水素を共生バクテリアに利用させてエネルギーを得る大型無脊椎動物の群集のことをいう。化学合成群集を構成する分類群は、白亜紀以降大きく変化したことが知られている。とくに、優占種が腕足類から二枚貝へと置換したことや、新生代にはいつてシロウリガイ類が爆発的に放散をとげたことは注目されている。しかしながら、その原因については未だ明らかにされていない状況にある。

本研究は化学合成群集の時代変化の原因を解く鍵として、メタン湧水場における地下構造や地下流体の挙動に着目する。湧水の流量や様式が群集構成に影響を及ぼすことは、現生の群集で報告されている。しかしながら、地質時代における湧水サイトでの流体様式を復元し、それと群集構造を対比させた研究例は少ない。群集構造の時代変化がどのような特性の湧水場で認められるのかを解明することが、本研究の目的である。

この目的を達成するため、以下の研究課題を設けた。

(1) 白亜紀および新生代の大規模なメタン湧水性石灰岩体について、露頭観察やボーリング調査、安定同位体比の分析をもとに、化学合成群集が生息していた地下構造を復元する。白亜紀の代表として高知県四万十市の佐田石灰岩、新生代の代表として長野県の中新統赤怒田・穴沢石灰岩を研究対象とした。

(2) それぞれの石灰岩体において、化石群集の構成や産状を復元した地下構造と対比

させ、湧水様式が群集構造に及ぼす影響についてのモデルを構築する。

(3) 他地域の湧水性石灰岩体についても上記のモデルとの比較を行い、化学合成群集の分類構成が大きく変化した白亜紀以降の湧水の挙動・地下構造の特性を抽出する。

2. 研究の進捗状況

(1) 高知県の白亜系佐田石灰岩については、研究分担者らと合同調査を行い、これまで不明だった岩相型や化石群集の概要をとらえ、学術誌に公表した。その後、石灰岩露頭およびその周囲の地形測量を行い、一部について、岩相型と化石群集の対応関係を詳細に追跡した。

(2) 長野県の中新統赤怒田・穴沢石灰岩体については、研究分担者と予備調査を行った後、地形測量、足場を組んでの崖面の観察スケッチ、ボーリングコア調査を実施した。その結果、1) 巨大な石灰岩体の正体は、小規模な石灰岩体が癒着しつつ成長した複合岩体であること、2) 高間隙水圧による破碎・流動が断続的に繰り返され、湧水は、拡散的浸出モードと噴出モードとを繰り返したこと、3) 拡散的浸出モードはシロウリガイ類の散在的産状で特徴づけられ、噴出モードの時はシロウリガイ類およびシンカイヒバリガイ類の密集産状が伴われることが明らかとなった。この地下構造モデルについては、学会発表を行った。

(3) 各石灰岩体について、研磨断面・岩石薄片を作成し、炭酸塩鉱物相の晶出順序、石灰化前後の物性（破碎・流動・攪拌時の固結

度)について比較・検討した。その結果、湧水性石灰岩の岩相は、石灰化・固結後に破碎をうけたと考えられる脆性変形の優勢な部分と、固結前に流動変形をうけた延性変形の優勢な部分とに大きく二分された。各鉱物相の炭素・酸素安定同位体比を測定したところ、このような破碎や流動変形時には、いずれもメタン湧水の影響があったことが確認された。

以上のように、それぞれの石灰岩体について、岩相型と化石群集との対応がほぼとらえられ、地下構造、湧水挙動、群集変化についてのモデルを構築することができた。共同研究者によって、他地域の化学合成化石群集や現生のメタン湧水性生態系の研究が進められているが、それらの成果と比較をすすめ、モデルを討議してゆく段階に入ったところである。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

「白亜紀と新生代の代表的な巨大湧水性石灰岩体について、化石群集と岩相との対応関係をとらえる」という作業はほぼ達成でき、一部を学術誌に公表した。中新統赤怒田・穴沢石灰岩については、群集構造を支配する湧水様式のちがいを、岩石学的特徴として読み取ることに成功し、湧水場の地下構造の履歴を解説しつつある。これらをもとに、湧水場の地下構造のモデルを構築することができた。モデルについては学会発表の段階である。これらのことから、おおむね順調に研究は進展しているといえる。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 白亜系佐田石灰岩については、分布範囲の広大なことから詳細なマッピングを完成させるには膨大な時間が必要である。そこで、代表的化石相にしぼって地下構造復元のための調査を行い、湧水様式を検討することとした。

(2) 他地域のメタン湧水性石灰岩体(新潟県の中新統小萱層、北海道の中新統望来層、静岡県の新鮮統掛川層群など)と、群集構造や岩相について比較を行う。後2者は、佐田石灰岩や赤怒田・穴沢石灰岩体とは異なり、小規模石灰岩体からなり、シロウリガイ類優占でシンカイヒバリガイ類を欠くことでその群集が特徴づけられる。この群集構造は、赤怒田・穴沢石灰岩の周縁部のものと類似する。そこで周縁部を補足調査し、それらの岩体間で岩石組織や安定同位体比のデータを比較することで、小規模石灰岩体における湧水様式を特定し、シロウリガイ類の繁栄した湧水場の広がりをも明らかにする予定である。

5. 代表的な研究成果

(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 14 件)

- ① 延原尊美・恩田大学・菊池直樹・近藤康生・松原 啓・天野和孝・ジェンキンズ ロバート・疋田吉識・間嶋隆一 (2008) 高知県四万十市の上部白亜系佐田石灰岩の岩相と化石群集. 化石, no. 84, p. 47-60. (査読有)
- ② Kiel, S., Amano, K. & Jenkins, R. G. (2008) Bivalves from Cretaceous cold-seep deposits on Hokkaido, Japan. Acta Paleontologica Polonica, vol. 53, p. 525-537.(査読有)
- ③ Kaim,, A., Kobayashi, Y., Echizenya, H., Jenkins, R. G., & Tanabe, K. (2008) Chemosynthesis-based associations on Cretaceous plesiosaurid carcasses. Acta Paleontologica Polonica, vol. 53, p. 97-104. (査読有)
- ④ Jenkins, R. G., Kaim, A. & Hikida, Y. (2007) Antiquity of the substrate choice among acmaeid limpets from late Cretaceous chemosynthetic-based communities. Acta Paleontologica Polonica, vol. 52, p. 369-373.(査読有)

[学会発表] (計 19 件)

- ① 延原尊美, 長野県の中新統別所層に挟在するメタン湧水性穴沢石灰岩体の内部構造, 日本古生物学会第 158 回例会, 2009.1.31, 琉球大学理系複合棟.
- ② Nobuhara, T., Comparative anatomy of seep carbonates in Japanese Neogene muddy slope facies: Light on vesicomid bivalve radiation. The 33rd International Geological Congress, Oslo, 2008.8.9, Norway Trade Fairs and Convention Centre, Lillestrom, Norway.
- ③ Nobuhara, T., Anatomy of methane-seep carbonate mounds in the lower Middle Miocene Bessho Formation, Nagano Prefecture, central Japan. 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 2008.5.27, 幕張メッセ国際会議場.
- ④ 延原尊美, 白亜紀以降におきた化学合成群集の進化の背景をさぐる:石灰岩体の内部構造に注目して. 日本地球惑星科学連合 2007 年大会, 2007. 5. 22, 幕張メッセ国際会議場.