

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25日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20403015

研究課題名（和文） フィリピンから産出する化学合成化石群集の成立条件の解明

研究課題名（英文） Fossil chemosynthetic assemblages from the Pliocene and Pleistocene sediments, Philippines.

研究代表者

間嶋 隆一 (MAJIMA RYUICHI)

横浜国立大学・環境情報研究院・教授

研究者番号：30202310

研究成果の概要（和文）：フィリピン、レイテ島北西部の海岸に沿って露出する鮮新統から更新統の海成層から産出する冷湧水性化学合成化石群集を調査した。これらの群集は東南アジアで最初に報告される冷湧水性化学合成化石群集である。化学合成化石群集は、メタン湧水を示唆する ^{13}C に枯渇した自生炭酸塩岩と共産し、多様な産状を示して産出する。Cambantug 岬ではシロウリガイの、また Antipolo 岬では大型ツキガイ類の自生群集が発見された。

研究成果の概要（英文）：We observed the fossilized chemosynthetic assemblages found along the coastal area of northwestern Leyte, Philippines where Pliocene to Pleistocene marine sediments are exposed. This is the first discovery of fossil cold-seep assemblages in Southeast Asia. The assemblages show considerable variations in their modes of fossil occurrence in association with ^{13}C -depleted authigenic carbonates indicating that they depended on methane seepages. In situ *Calymene* and large lucinid colonies have been discovered from the Cambantug Point and the Antipolo Point, respectively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2010年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2011年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
総計	12,600,000	3,780,000	16,380,000

研究分野：古生物学

科研費の分科・細目：層位・古生物学

キーワード：化学合成群集，新生代，フィリピン・レイテ島，メタン湧水，シロウリガイ類

1. 研究開始当初の背景

本研究は、東南アジアで最初に発見された冷湧水性化学合成化石群集の層序学的、古生物学的、地球化学的な解析を通して、後期新生代のフィリピン地域背弧海盆地でのメタ

ン湧水依存の化学合成群集の成立条件を明らかにする事を目的とした。冷湧水性化学合成化石群集は過去のメタン湧水の直接的証拠であり、地球温暖化に極めて重要な地圏、水圏、気圏間の過去の炭素循環を知る上で極めて重要な研究対象である。

2005年5月、連携研究者の加瀬友喜は、フィリピン、レイテ島からシロウリガイ類化石を多量に含む巨大な転石を発見した。この発見は東南アジアにおける最初の冷湧水性化学合成化石群集の発見である。東南アジア地域には広く海成新生界が発達するにもかかわらず、これまで化学合成化石群集はほとんど発見されていなかった。間嶋は、過去の東太平洋熱帯地域では化学合成生態系が成立しにくい条件が存在していたのではないかと推察していたが、この予想は見事に外れた。2005年12月に間嶋と加瀬が、また2007年3月に間嶋、加瀬、河瀉（連携研究者）がレイテ島の転石周辺を調査した結果、この付近一帯がまさに Cold Seep Paradise であることを見出した（間嶋ほか、2007）。

間嶋隆一・加瀬友喜・河瀉俊吾・AGUILAR, Yolanda M.・萩野恭子・前田正雄, 2007. フィリピン、レイテ島の冷湧水性化石群集, 地学雑誌, 116, 643-652.

2. 研究の目的

本研究は、詳細な地質調査と化石の産状記載、微化石の解析、古地磁気試料の解析、自生炭酸塩の炭素・酸素安定同位体比の解析によりフィリピンで発見した化学合成生態系の成立条件を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

以下に本研究の研究手法（内容）を箇条書きに列挙する。

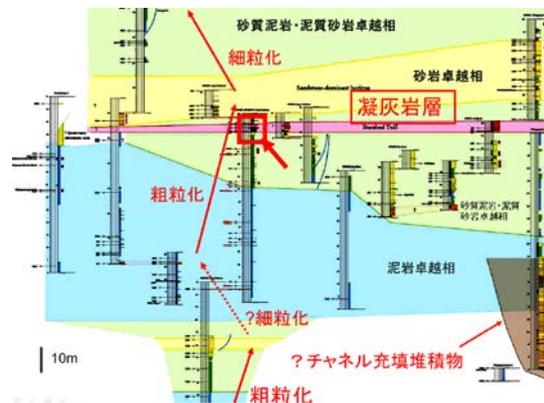
- (1) 調査地の化学合成化石群集産出地の確定。この確定のために、調査地全域をくまなく調査した。この際、各地点から産出する大型化石、自生炭酸塩、微化石解析用試料、古地磁気測定試料の採集を行った。観察地点は800箇所を上回り、試料採取地点は500箇所に達した。
- (2) 化学合成化石群集の産出層準を確定するために、露頭の良いルートを選定し、詳細な柱状図を作成した。
- (3) 石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫を解析して、調査地全体の堆積年代を推定した。
- (4) 底生有孔虫化石の解析から、化学合成化石群集の生息深度を推定した。
- (5) 古地磁気試料を採取し、堆積当時の地磁気極性の推定を試みた。
- (6) 自生的産状が確認された化学合成化石産出地点で、化石と自生炭酸塩の詳細な産状記載を行った。

- (7) 自生炭酸塩の炭素と酸素の安定同位体比を測定し、化学合成群集が依存していた湧水の性質を解析した。

4. 研究成果

以下の研究成果の概要を個別にまとめる。

(1) 調査地で作成した柱状図と化学合成化石産出層準。調査地は下位から上方粗粒化→上方細粒化→上方粗粒化→上方細粒化という2回の堆積サイクルを示し（下図）、化学合成化石群集は、2回目の上方粗粒化部に挟在する凝灰岩層の直下から最も多く産出する。この事実は、メタン湧水が浅海化に向かう途中で活発だったことを示唆する。更にこの層準には、多数の地滑り堆積物が発達し、メタン湧水、地滑り現象、化学合成群集の生息が密接な関係にあったことを示唆する。



(2) ナノ化石と有孔虫化石での年代推定。

①ナノ化石では以下の結果が得られている。

Cambantug A	Pleistocene (NN19C-F)
Cambantug B	Pleistocene (NN19A-B)
Cambantug C	Pliocene (NN15)
Tinago A	Pliocene (NN15)
Tinago F	Pleistocene (NN19F)
S-627	Pleistocene (NN19C-D)
Burabud E and D	Pleistocene (NN19E)

②有孔虫化石では以下の結果が得られている。

産地	“上限年代(Ma)”	“下限年代(Ma)”
S723	3.47	6.60
Tinago-A	2.75	4.08
Tinago-B	2.75	4.31
Tinago-C	2.75	3.33
Tinago-D	2.75	4.08
産地	“上限年代(Ma)”	“下限年代(Ma)”
Tinago-E	1.30	1.93
Tinago-F	1.30	1.93
Liog-liog A	0.61	4.08
Liog-liog B	3.47	4.08
Burabud		

Point-3	0.61	1.98
Burabud		
Point-4	0.61	1.98
Cambantug-C	1.77	1.98
Cambantug-B	1.77	1.98
Cambantug-A	1.30	3.35
Liog-liog H	1.30	3.35
Liog-liog G	1.30	1.98
Liog-liog F	0.61	3.35
Liog-liog E	?	4.08
Liog-liog D	1.77	3.33
Liog-liog C	?	4.08

ナンノ化石と有孔虫化石の年代には一部矛盾があり、現在検討中である。また、これらの化石の年代値では約 200 万年前から 300 万年前を示す地層が欠如しているという大きな問題が存在する。地層の観察から、大きな堆積の欠如を示す構造は認められず、堆積年代を考察する上での大きな問題となっており、現在試料の追加的な解析を行っている。

古地磁気試料を多数採取し、地磁気極性の解析を行ったが、初生残留磁化成分が極めて弱く、極性判断が出来る試料を得る事が出来なかった。

(3) 化学合成化石群集の産状記載。

化学合成化石群集が自生的に産出する化石産地で化石の産状記載を行った。以下の 2 か所の例を上げる。

① Cambantug 岬に露出するシロウリガイ類の自生的産状。

この地点には、現生のシロウリガイ類コロニーを彷彿させる見事な産状が観察された(下図)。

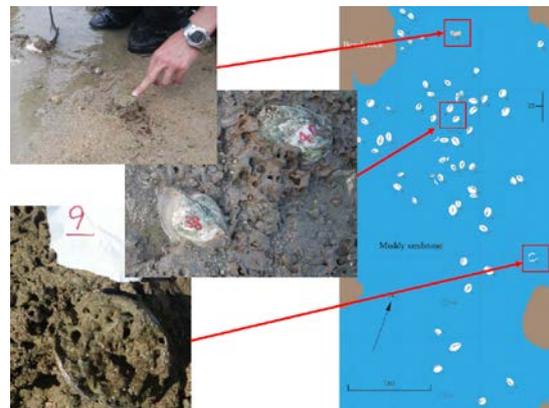


周囲に発達する自生炭酸塩の炭素安定同位体比は $-23.1\sim 37.2\text{‰}$ (vs VPDB) で、この群集がメタン湧水に依存して生活していた群集であることは確実である。このような見事なシロウリガイ類化石の自制的な産状は世

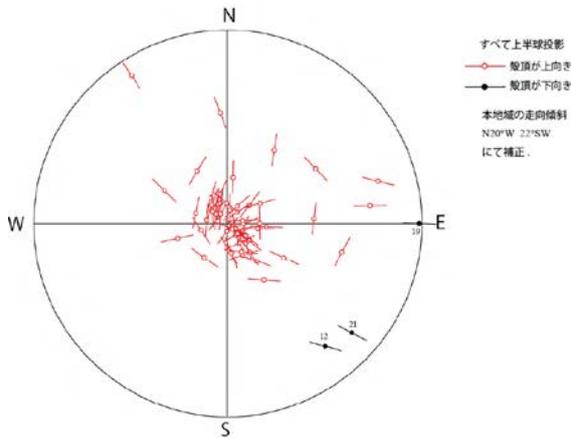
界的に見ても極めて少ない。この成果は、Majima et al. (2010)として公表されている。

② Antipolo 岬に露出する大型ツキガイ類の自生的産状。

この地点では殻の径が 15cm に達する大型ツキガイ類の自生的産状が海岸の平坦面で観察された。下の写真と図に示すようにツキガイ類は自生的産状を保ったまま、地層から露出していた。



これらのツキガイ類の殻頂方向を測定し、地層の傾斜を補正した図を次ページに載せる。この図から明らかなように、ツキガイ類は殻頂を層理面に対して真上に向けて配列しており、現生のツキガイ類の生息姿勢と一致している。ツキガイ類のこのような見事な自生産状を示す化石を研究代表者は知らない。



以上の2例が示すように、レイテ島の化学合成化石群集は、世界に例を見ない程見事な化石産状をしめす。

(4) 今後の課題

当初の研究計画の9割程度が達成されたと考えているが、後述する調査の途上で発見された新たな問題を今後解決していく必要がある。試料採取と露頭調査は、十分に行えた。採取した膨大な試料の解析が今後の課題である。残された最大の研究課題は、微化石層序で示された約200万年前から300万年前の地層の欠如である。欠如を示す地層の層準は全く整合的に地層が重なっており、大きな変動を示す堆積構造などの証拠は見いだせなかった。

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)

- ① Kozue Nishida, Rei Nakashima, Ryuichi Majima, Yoshinori Hikida, Ontogenetic Changes in Shell Microstructures in the Cold Seep-Associated Bivalve, *Conchocele bisecta* (Bivalvia: Thyasiridae), Paleontological Research, 査読有, vol. 15, 2011, 193-212 (Doi:10.2517/1342-8144-15.4.193)
- ② Ryuichi Majima, Robert G. Jenkins, Tomoki Kase, Yolanda M. Aguilar, Takehiro Nanjo, Ryoji Wani, Hideki Wada, Allan Gil S. Fernando and Hiroki Hayashi. In situ *Calypptogena* colonies from Pliocene back-arc basin fills in Leyte Island, Philippines, The Journal of the geological society of Japan. 査読有, Vol. 116, 2010, XV-XVI.

[学会発表] (計7件)

- ① 佐藤瑞穂・中島 礼・坂井三郎・間嶋隆二, 成長線解析によって明らかとなった化学合成二枚貝ツキガイモドキの成長サイクル, 日本古生物学会, 2012年1月21日, 群馬県富岡市.
- ② 岡田明莉・間嶋隆一・加瀬友喜・河潟俊吾・南條雄大・Maac-Aguilar, Yolanda・和仁良二・Fernando, Alan Gil S., フィリピン, レイテ島北西部の鮮新統から更新統に産出する底生有孔虫を用いた古水深の推定, 日本古生物学会, 2011年7月2日, 金沢大学.
- ③ 高橋正樹・ジェンキンズロバート・柴田知則・野崎篤・宇都宮正志・齋藤猛・佐藤圭・和田秀樹・伊左治鎮司・間嶋隆一, 千葉県茂原市国府関に露出する更新統笠森層(上総層群)から産出した世界で一番若い化学合成化石群集(0.57Ma), 日本地球惑星連合, 2011年5月22日, 幕張メッセ.
- ④ 佐藤圭・中島礼・間嶋隆一・藤倉克則・藤原義弘, 日本近海産キヌタレガイ類(二枚貝綱)の貝殻構造, 日本地球惑星連合, 2011年5月22日, 幕張メッセ.
- ⑤ 間嶋隆一・加瀬友喜・南條雄大・岡田明莉・野崎 篤・宇都宮正志・Aguilar, Yolanda M.・和仁良二・Fernando, Alan Gil S.・和田秀樹, フィリピン, レイテ島から産出した巨大なツキガイ類化石の自生的産状, 日本古生物学会, 平成23年1月29日, 高知大学.
- ⑥ 南條雄大・間嶋隆一・加瀬友喜・Maac-Aguilar, Yolanda.・Jenkins, Robert・和仁良二・河潟俊吾・和田秀樹・Fernando, Alan Gil S.・林広樹・楠稚枝・岡田明莉, フィリピン, レイテ島の化学合成化石群集産出層準の層序, 地球惑星連合, 平成22年5月24日, 千葉県幕張
- ⑦ 間嶋隆一・加瀬友喜・Maac-Aguilar, Yolanda・Jenkins, Robert・和仁良二・河潟俊吾・和田秀樹・Fernando, Alan Gil S.・林広樹・南條雄大・楠 稚枝・岡田明莉, フィリピン, レイテ島の化学合成化石群集産出層準の層序, 日本古生物学会, 平成22年1月31日, 滋賀県立琵琶湖博物館

6. 研究組織

(1) 研究代表者

間嶋 隆一 (Ryuichi Majima)
 横浜国立大学・環境情報研究院・教授
 研究者番号: 30202310

(2)研究分担者

岡田 誠 (Makoto Okada)
茨城大学・理学部・准教授
研究者番号：1 2 1 0 1 4 0 1

(3)連携研究者

加瀬 友喜 (Tomoki Kase)
国立科学博物館・地学研究部・研究主幹
研究者番号：2 0 1 2 4 1 8 3

河潟 俊吾 (Kawagata Shungo)
横浜国立大学・教育人間科学部・准教授
研究者番号：9 0 2 4 4 2 1 9

和田 秀樹 (Wada Hideki)
静岡大学・理学部・教授
研究者番号：2 0 1 2 6 7 9 1