

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 6 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：25400500

研究課題名(和文) テチス海東域で生じた中古生代の海洋底無酸素事変に伴う絶滅から回復イベント

研究課題名(英文) Extinction to recovery intervals in the Paleozoic and Mesozoic ocean anoxic events, eastern Tethys

研究代表者

小松 俊文 (Komatsu, Toshifumi)

熊本大学・自然科学研究科・准教授

研究者番号：40336201

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)：テチス海東域における海洋生物の絶滅やその後の回復から放散の過程を解明することを研究の目的として、ベトナムのデボン系～石炭系とペルム系～三畳系を調査した。本研究ではコノドントなどの化石と安定炭素同位体比などの分析データを用いて、詳細な地質年代を明らかにし、大量絶滅や海洋無酸素事変などのイベント層を特定した。さらに堆積相解析を用いて、堆積環境を復元し、化石の記載や化石群集の識別および生息域の復元などを行なってデボン紀・石炭紀境界と前期三畳紀のインデュアン・オレネキアン境界、スミシアン・スパシアン境界などで生じた地質・古生物学的なイベントや堆積環境、海生動物群集の変遷などについて報告した。

研究成果の概要(英文)：We geologically investigated in the Paleozoic and Mesozoic fields, Southeast and East Asia, mainly in the Devonian to Carboniferous and Permian to Triassic in Vietnam. We revealed geologic ages in detail on the basis of conodont biostratigraphic data, and reported mass extinction events and global anoxic to dysoxic events around Devonian-Carboniferous boundary (DCB), the Lower Triassic Induan-Olenekian boundary (IOB) and Smithian-Spathian boundary (SSB). The depositional environments and fossil assemblages in several sections intercalating with DCB, SSB and IOB were reconstructed by facies analysis and paleosynecological study methods. Finally we discussed about natural histories of marine organisms after extinction events thorough recovery intervals to adaptive radiations each depositional environments.

研究分野：層位・古生物学

キーワード：層位・古生物学 地質学 古環境 進化 適応放散

1. 研究開始当初の背景

(1) 中国大陸には、古生代から三畳紀の GSSP を多数含む地層が広く分布しており、調査対象とするベトナムの地質は、それらの南方延長にあたる。しかし、ベトナムの地質や層序については、研究がほとんど進んでおらず、国際的にはあまり知られていない現状がある。

(2) テチス海西域における大量絶滅後の海洋生物相の回復や放散に関する研究は、ヨーロッパなどで古くから行なわれ、二枚貝類の回復から放散パターンについても多数の研究が報告されている。これに対してテチス海東域での研究は、近年になって南中国で進められているものの、ベトナムなどの東南アジアでの研究はほとんど知られていない。

2. 研究の目的

ベトナムなどの東南アジアの地質や層序を明らかにして、古生代後期～中生代に生じたテチス海東域における海洋生物の大量絶滅やその後の回復から放散の過程を解明することを研究の目的とする。調査の対象は、主にデボン系～石炭系とペルム系～三畳系で、大量絶滅や絶滅が生じたと考えられる地層を含むセクションでアンモノイドやコノドント、二枚などの化石と地層の特徴、化学分析や堆積学的なデータに基づいて研究を進める。

3. 研究の方法

地質調査を実施して、柱状図やルートマップの作成、化石および分析用の岩石試料を採取することが研究の根幹である。採取した大型化石は、室内で剖出作業を行い、他の研究機関に保管されているタイプ標本や文献などと比較しながら同定を進めた。微化石は、フ

ッ酸や酢酸、ボロンなどで薬品処理を施して抽出し、実体顕微鏡や電子顕微鏡を用いて同定を行った。分析は TOC や安定炭素同位体比などの測定を主体とし、化石データと合わせて地質年代や海洋無酸素事変などのイベント層を明らかにした。さらに堆積相解析を用いて堆積環境を復元し、その上で二枚貝などの化石群集の識別および生息域の復元を行ない、それらの時代的な変遷を示した。

4. 研究成果

1) ベトナムのデボン系-石炭系における研究成果

ベトナムのデボン系～石炭系の調査は、主に北部ベトナムのハーザン省やハロン湾にあるカットバー島で実施した。上部デボン系のフランスニアン境界とファーマニアン境界 (FFB) で生じた海洋生物の大量絶滅やデボン紀-石炭紀境界 (DCB) の絶滅イベントについて調査を進めた結果、カットバー島南東部でコノドント化石を用いて DCB を確認した。さらに、この境界付近には、TOC が 5～6wt.% に達する黒色泥岩が発達しており、海洋無酸素水塊が拡大していたことや、その影響が波浪限界付近の浅海域にもあった可能性などが明らかになった (Komatsu et al., 2014)。安定炭素同位体比は、黒色泥岩中で顕著な正のシフトが確認でき、有機物や硫化物などの分析結果でも、還元的な環境を指示する複数のデータが得られ、森林火災に伴う炭質物や土壌の流入があった証拠なども見つかった。

FFB を含む上部デボン系の研究では、ハーザン省のドンバン地域で良い結果が得られたが、コノドント化石の産出量が少なかったことや露頭状態が悪かったため、分析用の良い

試料を得ることが出来なかった。そのため、露頭状態の良い周辺地域で調査を進めた結果、大量のコノドント化石やテナキュロイド、オストラコーダなどを得ることができた。現在はコノドント化石の抽出と同定を進めており、近い将来にはFFBを特定できると考えている。

2) ベトナムの下部三畳系における研究成果

ベトナムのランソン地域で、下部三畳系のインデアアン - オレネキアン境界 (IOB) がキーコン川沿いに露出するランソン層の上部とバンルーセクションに分布するバックテウイ層の下部に挟まれていることを明らかにした (Maekawa et al., 2015, 2016a)。オレネキアン階中のスミシアン - スパシアン境界 (SSB) は、バックテウイ層から見つかったアンモノイド (*Tirolites* cf. *cassianus*) の初産出層準によって明らかになった (図 1)。ランソン地域では、*Novispathodus* ex gr. *waageni*, *Novispathodus* ex gr. *pingdingshanensis*, *Icriospathodus collinsoni* からなる 3 つのコノドント帯が本層中に認められた。SSB は *N.* ex gr. *pingdingshanensis* conodont 帯に挟まれている (Shigeta et al., 2014)。

堆積相解析を用いて古環境を復元した結果、ランソン地域のバックテウイ層最下部に潮汐堆積物や波浪堆積物からなる浅海層が分布していることが明らかになった (Komatsu et al., 2014; 小松ほか, 2014)。これらの浅海層は、土石流堆積物を伴う孤立型プラットフォームの斜面相から海盆縁辺相に深海化する堆積物で覆われている。また、プラットフォームの斜面相から海盆縁辺相の境界付近では、有機物に富んだ暗灰色から黒色の石灰岩と泥岩が堆積し、この堆積物中に SSB が挟まれて

いることが明らかになった (Komatsu et al., 2013, 2014)。安定炭素同位体比の正のシフト (-2.3‰ ~ +5.7 ‰) も、この有機物に富む暗灰色から黒色の石灰岩と泥岩中に観察され、最上部スミシアン亜階の *Xcenoceltites variocostatus* アンモノイド層と *N.* ex gr. *pingdingshanensis* コノドント帯に記録されており、このパターンは SSB で良く知られている汎世界的な正のシフトに対比できる。*X. variocostatus* アンモノイド層の上部とこれを覆う *T.* cf. *cassianus* アンモノイド層の TOC は、約 0.3 to 0.88 wt% で推移し、最下部スパシアン亜階で最大 (0.88 wt%) となる。このような高い TOC 値は、生物攪乱が無く、単一の化石群や黄鉄鉱の密集などで特徴づけられる暗灰色 - 黒色の石灰岩と泥岩に記録されており、これらの堆積物が無酸素 - 貧酸素環境下で堆積したことを示唆する。アンモノイドやコノドントの多様性は、スミシアン亜期後期の無酸素 - 貧酸素環境の拡大に伴って低下し、その後のスパシアン亜期における海洋環境の回復と共に種数が増加することが知られている。バックテウイ層でも概ね同様の傾向が確認できたが、これらの分類群の種数の増加は無酸素 - 貧酸素環境の回復を待たずに始まっている可能性が認められた。

上記以外のベトナムの下部三畳系に関する研究成果は、2016 年にベトナム国立自然博物館から出版されたプロシーディングにオストラコーダなどの産出報告を行っている (Tanaka et al., 2016; Maekawa et al., 2016b)。

3) ベトナムと日本の中生界における研究

古生界や三畳系に隣接して分布する北部 - 中部ベトナムのジュラ系 - 白亜系の陸成層で調査を進めた結果、中部ベトナム西部のクア

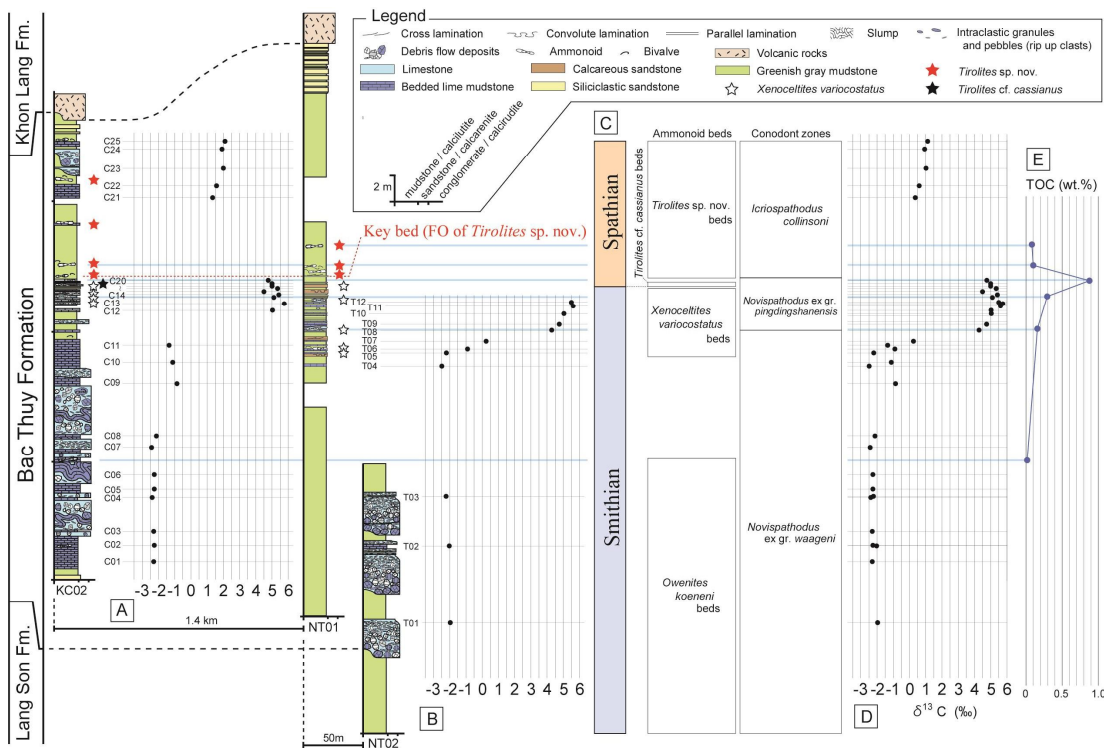


図1. ベトナムに分布するバックテウ層のスマシアン-スパシアン境界。ランソン地域の柱状図 (A, B), アンモノイドとコノドント化石帯 (C), 安定炭素同位体比の変動パターンと (D) TOC の変動パターン。

ンビン省で中部ジュラ系～白亜系のマガキ類などを含む転石を採取した。地質年代の詳細は不明であるが、海域が内陸部まで広がっていた可能性を示唆するデータであるため、古地理を考える上で重要な試料となった (Komatsu et al., 2016)。今後は現地調査を実施して産出地点の特定や追加試料の採取を行い、日本などの先行研究と比較する必要がある。北部ベトナムのソンラ省に分布する白亜系の河川層では、大型化石を採取する事が出来なかったが、比較的保存状態の良い花粉化石や生痕化石を含んでいることがわかり、保存状態の良い節足動物の生痕化石 (Scoyenia) については記載を行った (Nara et al., 2016)。

日本国内の中生界の研究成果については、二枚貝やコケムシ、アンモノイドなどの報告などを行った (Komatsu, 2013; Dick et al., 2013; Tsujino et al., 2013; Miyake et al., 2016)。これらの報告は、今後、東アジアや東南アジアの中生界を研究する上で重要な基礎データとなるだろう。

5. 主な発表論文等

【学術論文 査読有】

- 1) Miyake, Y., Tsutsumi, Y., Miyata, K., Komatsu, T., LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of acidic tuff from the Eocene Akasaki Formation, Amakusa, Kumamoto Prefecture, western Kyushu, Japan: implications for the age of the land mammal fauna in Japan. **Paleontological Research**, Refereed Journal, 2016 (in-press)
- 2) Komatsu, T., Tsuihiji, T., Manabe, M., Nguyen, H. H., Nguyen X. H., Tran, V. Y., Nguyen, T. M., The true oyster *Crassostrea* from the Cha Lo area, Quang Binh Province, central

- Vietnam. **Proceedings of the 2nd National Scientific conference of Vietnam Natural Museum System**, Refereed Journal, 2016, **286-292**.
- 3) Nara, M., Komatsu, T., Kusuhashi, N., Takanobu, T., Manabe, M., Nguyen, H. H., Doan, D. H., Nguyen, B. H., Nguyen, T. M., The first record of the trace fossil *Scoyenia gracilis* White from Cretaceous non-marine deposits of Northwest Vietnam. **Proceedings of the 2nd National Scientific conference of Vietnam Natural Museum System**, Refereed Journal, 2016, **216-222**.
- 4) Maekawa, T., Komatsu, T., Shigeta, Y., Dang T. H., Dinh C. T., Nguyen, D. P., Upper Induan and Lower Olenekian conodont assemblages from the lowest part of the Bac Thuy Formation in the Ban Ru area, Northeastern Vietnam. **Proceedings of the 2nd National Scientific conference of Vietnam Natural Museum System**, Refereed Journal, 2016, **193-207**.
- 5) Maekawa, T., Komatsu, T., Ichida, M., Dang T. H., Dinh C. T., Permian fossiliferous limestone boulders in debris flow deposits in the Lang Son Formation, Deo Lan section, northeast Vietnam. **Proceedings of the 2nd National Scientific conference of Vietnam Natural Museum System**, Refereed Journal, 2016, **208-215**.
- 6) Tanaka, G., Komatsu, T., Maekawa, T., Early Triassic ostracods from the Co Noi section, Son La area, Northwestern Vietnam. **Proceedings of the 2nd National Scientific conference of Vietnam Natural Museum System**, Refereed Journal, 2016, **278-285**.
- 7) Williams, M., Wallis, S., Komatsu, T., Tanaka, G., Oji, T., Clark, N., Dragons, brimstone and the geology of a volcanic arc on the island of the last Samurai, Kyushu, Japan. **Geology Today**, Refereed Journal, **32**, 2016, 21-26.
- 8) Nguyen, D. P., Tran, N., Tran, T. V., Swennen, R., Komatsu, T., Tran, H. D., Nguyen, X. P., The presence and significance of Carbonate grains of the Chang Pung Formation in Lung Cu, Dong Van, Ha Giang. **Journal of Geology**, Refereed Journal, 2015, **11**, 1-7.
- 9) Maekawa, T., Komatsu, T., Shigeta, Y., Dang T. H., Dinh C. T., First occurrence of Early Triassic conodonts from the Lang Son Formation, northeastern Vietnam. **Paleontological Research**, Refereed Journal, **19**, 2015, 312-320.
- 10) 小松俊文・前川 匠・重田康成・高橋 修・田中源吾・Dang, T. H. , 北部ベトナムに分布するナンバンジャン海盆南部の下部三畳系 . **化石** , 査読有 , 2014 , **96** , 1-2.
- 11) Komatsu, T., Naruse, H., Shigeta, Y., Takashima, R., Maekawa, T., Dang T. H., Dinh C. T., Nguyen D. P., Nguyen H. H., Tanaka, G., Sone, M., Lower Triassic mixed carbonate and siliciclastic setting with Smithian to Spathian anoxic to disoxic facies, An Chau basin, northeastern Vietnam. **Sedimentary Geology**, Refereed Journal, **300**, 2014, 28-48.
- 12) Komatsu, T., Kato, S., Hirata, K., Takashima, R., Ogata, Y., Oba, M., Naruse, H., Ta, H. P., Nguyen, D. P., Dang, T. H., Doan, N. T., Nguyen, H. H., Sakata, S., Kaiho, K., Konigshof, P., Devonian-Carboniferous transition a Hangenberg Black Shale

equivalent in the Pho Han Formation on Cat Ba Island, northeastern Vietnam.

Palaeogeography, Palaeoclimatology,

Palaeoecology, Refereed Journal, **404**, 2014, 30-43.

- 13) Tsujino, Y., Shigeta, Y., Maeda, H., Komatsu, T., Kusuhashi, N., Late Triassic ammonoid *Sirenites* from the Sabudani Formation in Tokushima, Southwest Japan, and its biostratigraphic and paleobiogeographic implications. ***Island Arc***, Refereed Journal, **22**, 2013, 549-561.
- 14) Dick, M.H., Komatsu, T., Takashima, R., Ostrovsky, A.N., A mid-Cretaceous (Albian-Cenomanian) shell-rubble bryozoan fauna. ***Journal of Systematic Palaeontology***, Refereed Journal, **12**, 2013, 401-425.
- 15) Komatsu, T., Palaeoecology of the mid-Cretaceous siphonate bivalve genus *Goshoraia* (Mollusca, Veneridae) from Japan. ***Palaeontology***, Refereed Journal, **56**, 2013, 381-397.
- 16) Komatsu, T., Shigeta, Y., Dang, T.H., Dinh, C.T., Maekawa, T., Tanaka, G., *Crittendenia* (Bivalvia) from the Lower Triassic Olenekian Bac Thuy Formation, An Chau Basin, Northern Vietnam. ***Paleontological Research***, Refereed Journal, Refereed Journal, **17**, 2013, 1-11.

〔図書(図鑑)〕(計1件)

- 1) Shigeta, Y., Komatsu, T., Maekawa, T., Dang, T. H. (Eds), Olenekian (Early Triassic) stratigraphy and fossil assemblages in northeastern Vietnam. ***National Museum of Nature and Science Monograph***, **45**, 2014,

1-309.

〔学会発表〕

- 1) 小松俊文, 前川 匠, 重田康成, 高嶋礼詩, Dang, T. H., イベント層の識別と野外調査: ベトナムに分布する下部三畳系バクトゥイ層のスミアン-スパシアン境界. 日本古生物学会 2014 年年会講演予稿集, 九州大学(福岡市), 2014 年 6 月 27 日, 5p.
- 2) Maekawa, T., Komatsu, T., Shigeta, Y., Dang T.H., Smithian-Spathian conodonts and ammonoids from the Lower Triassic Bac Thuy Formation, northeastern Vietnam. ***Abstract Volume and Proceedings of the Third International Symposium of the International Geosciences Program Project 589, Tehran, Iran***, 21, Oct., 2014, 1p.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小松俊文 (Komatsu, Toshifumi), 熊本大学・自然科学研究科・准教授
研究者番号: 40336201

(2) 研究分担者

高嶋礼詩 (Takashima, Reishi), 東北大学・学術資源研究公開センター総合学術博物館・准教授
研究者番号: 00374207

重田康成 (Shigeta, Yasunari), 独立行政法人国立科学博物館・地学研究部・研究主幹
研究者番号: 30270408