

令和元年6月17日現在

機関番号：32702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K05600

研究課題名(和文) フィリピン群島浅海性貝類群の鮮新・更新世の地域的大量絶滅イベントの解明

研究課題名(英文) Plio-Pleistocene local mass extinction of marine molluscs in the Philippine Archipelago

研究代表者

加瀬 友喜 (Kase, Tomoki)

神奈川大学・理学部・教授

研究者番号：20124183

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：フィリピン群島を含む東南アジア熱帯島嶼周辺の海域は、種多様性の高い生物多様性のホットスポットである。本研究は、新生代化石群の時空的変遷から、フィリピン群島での新生代後期の浅海性貝類群の地域的大量絶滅の存在を提起し、その要因を解明することを目的としている。フィリピン各地の新生代化石包含層の探索、微化石年代解析と貝類を中心とする無脊椎動物化石の網羅的発掘を実施し、当地域の新生代古生物研究のためのコレクションの構築を進めた。未だ研究途上にあるが、貝類化石から鮮新世から更新世の間で大量絶滅が認められ、一方、微化石の貝形虫では、鮮新世に種多様性が上昇したことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

熱帯インド・西太平洋地域の生物多様性ホットスポットの起源について、現生生物を用いた様々な研究がある。一方古生物研究は、年代の明らかな化石群が少ないため、研究が進んでいない。本研究ではフィリピン群島で化石を多産する地層が多数見出され、微化石年代が明らかになり、徹底した発掘により古生物研究の基礎となるコレクションの構築を行なった。この地域の化石記録から、従来の説とは異なり、この地域の多様性ホットスポットの成立は最近の地質時代の出来事であり、鮮新世以降に浅海生物な大量絶滅事件があったことが示された。この成果は、今後の地球温暖化に対する熱帯海洋生物の呼応を予測する鍵となる。

研究成果の概要(英文)：The waters around the Southeast Asian tropical islands, including the Philippines archipelago, are known as the most diverse biodiversity hotspot over the world. This study aims to clarify the origin of this highest biodiversity hotspot and the presence of the local mass extinction events on the basis of the late Cenozoic molluscan and other invertebrate fossils. Based on extensive search for Cenozoic fossil-bearing beds, microfossil age dating and extensive collecting of invertebrate fossils in the Philippines, a large collection and its data base were established to promote paleontological researches on the Cenozoic paleontology of this area. Although still under research, a local mass extinction event has been strongly suggested by fossil molluscs between the Pliocene and Pleistocene, while studies of microfossil ostracods showed that the biodiversity jump occurred within the Pliocene.

研究分野：層位・古生物学

キーワード：古生物地理 新生代 東南アジア 軟体動物 古生態 貝形虫 多様性 絶滅

1. 研究開始当初の背景

東南アジア熱帯島嶼の生物多様性の起源は生物地理学の中心的課題で、「進化の中心説」, 「種の集積地説」, 「分布の重複地説」, 「生残り中心説」など多く仮説があるが, 未だ統一した学説はない. 近年この地域は, 生物多様性のホットスポットとして様々な分野の研究者の注目を集めている. インドネシア海路の閉鎖やオーストラリア大陸の北上など, 本島嶼の多様性創出に関わる重要な新生代地史事変があり, 当地域の多様性創出の解明にはこの地域の新生代地史や古環境変動に関する研究が必要不可欠である. しかし, 当島嶼の新生代古生物群の研究は19世紀後半~20世紀前半にオランダ人によるインドネシアでの研究があるが, フィリピン群島の新生代古生物研究は少なく, 化石群産出層の年代情報も不十分である. 近年, この地域の種多様性の起源を地史や古生物群の解析から解明する国際研究プロジェクトが開始され, 代表者らもこの国際共同研究グループと連携し, 調査・研究を進めている. 東南アジア熱帯島嶼の多様性研究にはオランダのライデン自然史博物館のインドネシア貝化石コレクションのようなコレクションが不可欠であり, フィリピン群島産の貝類化石の網羅的なコレクションの構築が急務である.

代表者らはフィリピン群島とインドネシアのジャワ島の新生界の層序研究と古生物標本の収集を継続的に進め, 化石貝類の分類, 浮遊性有孔虫とナノ化石などの微化石による年代解析, 化石サンゴ骨格の安定同位体分析による海洋環境復元などを手がけてきた. 本島嶼は中~高緯度地域に比べて後期新生代の顕著な海洋環境変動はなく, カリブ海の新生代海洋生物群に見られる大量絶滅イベントも知られていない. しかし, これまでの調査研究で, 後期新生代の絶滅イベントの存在に関する予察的な知見が得られており, 今後の研究課題となっていた. また, 代表者らは, フィリピン群島周辺海域に生息する貝類群の祖先の最古の記録は漸新世後期で, 中新世中期以降の各時代の豊富な浅海性~沖合性化石群を見出している.

2. 研究の目的

フィリピン群島やインドネシアを含む東南アジア熱帯島嶼地域は, 陸海域ともに種多様性の最も高い生物多様性のホットスポットである. 本研究では, 当地域の新生代後期貝類の網羅的なコレクションを構築し, その変遷史, とくに従来知られていないフィリピン群島の鮮新世末から更新世にかけて生じた浅海性貝類群の地域的大量絶滅の存在の提起とその要因を解明し, 当地域の多様性創出に関する諸仮説を検証することを目的としている.

3. 研究の方法

(1) 野外調査と試料収集

代表者らは過去15年に渡る調査でフィリピン群島各地の漸新世最後期から更新世の多くの新たな化石群を見だし, それらの年代や堆積環境を明らかにするとともに, つくば市の国立科学博物館総合研究棟にコレクションの構築を進めている. しかし, これまでに網羅的に収集されたコレクションはルソン島中部の下部鮮新統のタルタロ層(3Ma; 約200種)などの一部の地域や時代の化石群のみであるため, 漸新世以降の各時代の徹底した発掘が必要である. 本研究ではネグロス島カンドニ地域, セブ島, ボホール島, ルソン島などで貝化石を豊富に含む浅海性層の調査と化石標本の収集を行う. なお化石の収集に当たっては, 地層中の種多様度を推定するため, 新たな種の追加がほぼなくなるまで発掘を継続する. また, 貝形虫やコケムシ類などの分類群の研究のための堆積物試料も併せて収集し, それらをそれぞれの分類群を専門とする国内外の研究者に提供する.

(2) フィリピン群島の新生代化石貝類コレクションの構築

野外調査で収集した化石の剖出作業は国立科学博物館で進め, 標本の整理と登録作業は研究協力者の栗原, 芳賀らと協力して進める. 標本はおもに国立科学博物館に収蔵し, 大まかな属レベルの同定を行い, 分類研究を進める. これらの標本は国立科学博物館の統合データベースに組み込み, 分類研究等のためのコレクションとして公開する.

(3) 微化石による年代決定

フィリピン群島各地の調査で得られた堆積物試料を研究協力者の林とFernando に提供し, 浮遊性有孔虫とナノ化石による高精度年代解析を行う. 林は東部赤道太平洋エルニーニョ海域の深海掘削コアを分析しており, その成果との比較検討によって年代を決定するとともに, 西部赤道太平洋暖水塊がフィリピン島嶼域の浅海環境に与えた影響も検討する.

(4) 新生代古生物の分類学的研究

フィリピンの新生代貝類は1000種を超える見込みで, 相当数の新種がある. 一部は既に報告し, 更新世の種(約600種)は80%同定が済んでいる. しかし, 3年間で全種の分類研究を終えるのは不可能であり, 本研究ではスイシュウガイ科やテングニシ科など, 化石群を構成する主要な幾つかの科について代表者と研究協力者が分担して分類研究を進める. また, 堆積物

試料を処理し、貝形虫は香港大学の安原盛明氏、大型有孔虫はオランダのライデン自然史博物館のW. Renema氏、コケムシ化石はロンドン自然史博物館のE. Di Martino氏に研究を委託する。

4. 研究成果

フィリピン群島各地で現地調査を行い、新たな貝化石群集を見出し、徹底した標本試料収集を進めた。それらはルソン島北部のカガヤン堆積盆の上部中新統（カバガン層）、イロコス盆地の下部鮮新統（未区分層）、中部ルソン盆地の下部鮮新統（タルタロ層）、パナイ盆地の上部中新統（ディンレ層とコリアン層）、更新統（カバチュアン層）、ネグロス盆地の中部中新統（未区分層）、ピサヤ盆地の下部中新統（セブ島の上部マリオボグ層、ボホール島の未区分層）、上部鮮新統（セブ島のバリリ層、ボホール島のセビリャ層）などである。収集作業に当たっては、それぞれの地点の含化石層の種多様性を網羅するため、同一産地を複数回訪れ、新たな種の追加が殆ど確認出来なくなるまで発掘を行った。これらの試料は国立科学博物館で剖出作業と同定作業を進め、併せて種の鑑定も進めている。ただし、個体数、種数とも膨大であり、今後も作業が必要である。これらの新生代貝類化石は国立科学博物館、フィリピン鉱山地質局とフィリピン国立博物館に保管され、一部は国立科学博物館の統合データベースで公開している（<http://www.kahaku.go.jp/research/specimen/index.html>）。

ミンダナオ島ダバオ市周辺地域の第四系産の貝類は研究協力者の芳賀が中心となって種同定を進め、現在までに巻貝類370種、二枚貝類193種、掘足類11種の合計574種を確認した。これらのうち絶滅種と鑑定されたものは巻貝類27種、二枚貝類13種、掘足類1種の合計41種で、絶滅率はおよそ7%となる。これらの貝類574種の中には鑑定の不確かなものもあり、今後の鑑定次第では絶滅種が若干増える可能性があるため、得られた絶滅率は最低値と見るべきである。Stanley et al. (1980: *Geology*, 8:422-426)は日本列島と北米西海岸の主にカリフォルニア地域の新生代貝類群（亜熱帯～冷温帯）の絶滅を解析し、更新世前期では10%～40%の範囲内であることを明らかにしている。従って、ダバオ産の更新世貝類群はこれらの地域と比べやや低いことになる。一方、ルソン島の下部先進党のタルタロ層（3.5～3.8 Ma）はフィリピン群島でのこの時代で最も豊富な化石群であり、現在も同定作業を継続しているが、微小な種も含めておよそ200種が確認された。ダバオ地域の更新世の化石群に比べ、種多様性はかなり低いことになる。これまでにリュウテン科、スイショウガイ科、テングニシ科、オニツノガイ科、イモガイ科等に所属する種の同定を進め、またそれ以外の分類群は仮の道程ではあるが、絶滅種は80%を超えることが判明した。以上のことから、中期鮮新世から更新世にかけてフィリピン群島周辺の浅海域で貝類の大規模な絶滅イベントがあったと考えられる。これは、鮮新世末～更新世にかけてカリブ海で生じた浅海域の大量絶滅に匹敵する。

リュウテン属巻貝は、東南アジア熱帯島嶼で最も種多様性が高く、周辺地域に向かって種多様性が減じる現生海洋生物の普遍的な種多様性勾配を示す代表的な例である。この研究を通して、インドネシアとフィリピン群島のリュウテン同属は中新世で3種、鮮新世では1種のみで現在よりもはるかに多様性が低いことが判明した。一方、かつてフィリピン海プレートの熱帯域で形成され、その後北上した伊豆半島と静岡県相良地域の中新世石灰岩の化石種を検討した結果、従来知られている種も含めると6種識別された。リュウテン同属は岩礁に生息するために化石に残りにくい巻貝とされるが、この研究で調査した地層から比較的多く産出している。これは死後ヤドカリなどに砂泥底に運搬されるためと思われる。従って、インドネシアやフィリピン群島での中新世～鮮新世の低い種多様性は、化石記録の不完全性とは考えられない。その結果、リュウテン属巻貝の新生代種多様性勾配も低緯度から高緯度に向かって高くなる現在とは異なっていたと考えるのが妥当と思われる。東南アジア熱帯島嶼の現在のリュウテン属巻貝の高い多様性は、鮮新世以降に成立したと考えられる。

本研究では浅海性化石群を対象としているが、レイテ島の後期鮮新世～前期更新世の深海性冷水性化学合成貝類群についても検討した。これは世界でも類のない多様な化石群で、13新種を含む23種が識別された。浅海域と同様に、鮮新世の種は大部分が絶滅種であり、鮮新世から更新世の絶滅事変は新海域にも及んでいた可能性が高い。現在論文として執筆中である。

東南アジア熱帯島嶼のマングローブ林に生息する貝類には、豊富なマングローブ植物を栄養源として大型化した貝類が含まれる。このような特異な生態系の出現は、この生物区の多様性の成立と深い関係があると思われる。本研究により、ネグロス島とセブ島の上部漸新統～下部中新統からマングローブ性大型巻貝のセンニンガイや新種の大型のキバウミナ科巻貝の未知種を見出した。今回の発見により、東南アジア型のマングローブ性貝類群集が漸新世後期にまで遡ることが明らかとなった。

熱帯太平洋の貝形虫も年代の明らかな化石群が乏しいため、これまで研究の進んでいなかった分類群である。本研究では、香港大学の安原氏らのグループとの共同研究で、ジャワ島、ボルネオ島とフィリピン群島の中新世以降の含貝化石層中の貝形虫を検討した。この調査で得られた堆積物試料中にも貝形虫は豊富に産出し、併せて中高緯度に位置する日本列島各地の豊富な化石記録と比較することで、新生代を通じての西太平洋域における種多様性の時空変化を明らかにすることが可能である。検討の結果、始新世～漸新世で低かった低緯度地域で種多様性が中新世～鮮新・更新世まで徐々に増大して鮮新世と更新世でもっとも多様性が高くなり、現

在はやや減少しているというパターンが得られた。また、新生代における貝形虫種多様性の緯度勾配は比較的平坦で、現在の浅海海洋生物で普遍的に見られる高緯度から熱帯に向かって種多様性が最大となるパターンとは異なることが示された。

ジャワ島の中期中新世レンバン層から豊富なコケムシ群集を見出し、ロンドン自然史博物館の Di Martino 氏らとの共同研究で検討した。その結果、3 新種を含む 12 種が識別された。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

Kase, T., Tomida, S., Inoue, K. & Kadota, m., in press. New species of *Turbo* (*Marmarostoma*) from the Miocene limestone in central Japan: a window into the Miocene marine biodiversity in the northern Philippine Sea. *Palaeontological Research*.

Shin, C. P., Yasuhara, M., Iwatani, H., Kase, T., Fernando, A. G. S., Hayashi, H., Kurihara, Y. & Pandita, H., in press. Neogene marine ostracod diversity and faunal composition in Java, Indonesia: Indo-Australian Archipelago diversity hotspot and the Pliocene diversity jump. *Journal of Crustacean Biology*, vol. 39, p. 244-252. doi.org/10.1093/jcbiol/ruy110

Di Martino, E., Taylor P. D., Fernando, A. G. S., Kase, T. & Yasuhara, M., in press. First bryozoan fauna from the middle Miocene of Central Java, Indonesia. *Alcheringa* doi.org/10.1080/03115518.2019.1590639.

Kase, T., Isaji, S., Aguilar, Y. M. & Kiel, S., 2019. A large new *Wareniconcha* (Bivalvia: Vesicomidae) from a Pliocene methane seep deposit in Leyte, Philippines. *The Nautilus*, vol. 133, p. 1-5.

Ishikawa, M., Kase, T. & Tsutsui, H., 2018. Deciphering deterministic factors of predation pressures in deep time. *Scientific Reports*, doi:10.1038/s41598-018-35505-1.

Yasuhara, M., Iwatani, H., Hunt, G., Okahashi, H., Kase, T., Hayashi, H., Irizuki, T., Aguilar, Y. M., Fernando, A. G. S. & Renema, W., 2017. Cenozoic dynamics of shallow-marine biodiversity in the Western Pacific. *Journal of Biogeography*, vol. 44, p. 567-578. doi.org/10.1111/jbi.12880

〔学会発表〕(計 5 件)

安原盛明, 岩谷北斗, Hunt, G., 岡崎久世, 加瀬友喜, 林 弘樹, Aguilar, Y. M., Fernando, A. G. S. & Renema, W. 2018. 西太平洋における新生代浅海生物多様性変動. 日本古生物学会 2018 年会 (東北大学).

古澤明輝, 間嶋隆一, 加瀬友喜, 林 弘樹, Aguilar, Y. M. & Fernando, A. G. S., 2017. フィリピン、レイテ島北西部に分布する新第三系の浮遊性有孔虫群集と古海洋. 日本古生物学会 2017 年会 (北九州市自然史・歴史博物館).

Magtoto, F., Fernando, A. G. S., De Silva, P., Kase, T., Majima, R. & Hung, C.-Y., 2016. Paleoenvironmental significance of chemosynthetic bivalves in Sison, Pangasinan. 2016 NIGS Research Symposium, University of the Philippines, Quezon City (Philippines).

Yasuhara, M., Iwatani, H., Hunt, G., Okahashi, H., Kase, T. et al., 2016. Cenozoic dynamics of shallow marine biodiversity in the Western Pacific. 8th Biennial Conference of the International Biogeography Society, University of Arizona, Tucson (USA).

Yasuhara, M., Iwatani, H., Hunt, G., Okahashi, H., Kase, T. et al., 2016. Cenozoic dynamics of shallow marine biodiversity in the Western Pacific. AGU Fall Meeting, Moscone Conventional Center, San Francisco (USA).

〔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：
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：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

国立科学博物館標本・資料統合データベース <http://www.kahaku.go.jp/research/specimen/index.html>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：栗原 行人
ローマ字氏名：(KURIHARA yukito)

研究協力者氏名：林 弘樹
ローマ字氏名：(HAYASHI hiroki)

研究協力者氏名：芳賀 拓真
ローマ字氏名：(HAGA takuma)

研究協力者氏名：アギラー ヨランダ
ローマ字氏名：(AGUILAR yolanda)

研究協力者氏名：フェルナンド アラン
ローマ字氏名：(FERNANDO allan)

研究協力者氏名：ヒタ パンディタ
ローマ字氏名：(HITA pandita)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。