

平成22年 6月 1日現在

研究種目：基盤研究（A）（海外）
 研究期間：2006～2009
 課題番号：18253007
 研究課題名（和文）複合的アプローチによる東南アジア熱帯島嶼の生物多様性の起源の解明
 研究課題名（英文）Multidisciplinary approach for the origin of biodiversity in the tropical Southeast Asian islands
 研究代表者
 加瀬友喜（KASE TOMOKI）
 国立科学博物館・地学研究部・研究主幹
 研究者番号：20124183

研究成果の概要（和文）：フィリピンとインドネシアの新生代及び現生の海生無脊椎動物群を様々な研究手法で検討し、地球上で最も高い東南アジア熱帯島嶼の種多様性の成立過程を検討した。本研究により、多くの新たな新生代化石群を見いだされ、微化石解析から年代が明らかとなり、インドネシア海路を挟む東西の地域が過去には独立の生物地理区であったこと、鮮新世の温暖期には恒常的にエルニーニョ現象が存在したことなど、多くの新知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：This research project aims to clarify the origin of high marine biodiversity of the tropical Southeast Asian islands based on multidisciplinary studies of fossil and modern invertebrates from Philippines and Indonesia. The results include the discovery of previously unknown Cenozoic fossil assemblages, new age controls for the fossil assemblages based on microfossil analyses, segregation of marine biota between the east and west of Indonesian Seaway in Neogene times, the presence of a permanent El Niño event, etc.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2007年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2008年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2009年度	5,800,000	1,740,000	7,540,000
2010年度	0	0	0
総計	26,600,000	7,980,000	34,580,000

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：層位・古生物学

キーワード：東南アジア熱帯島嶼、軟体動物、フィリピン、インドネシア、新生代、多様性、古生物地理、微化石年代

1. 研究開始当初の背景

東南アジア熱帯島嶼は、海洋、陸上とも世界で最も種多様性の高い地域である。その多様性の起源に関する研究は長年の生物地理学研究的の中心的課題であり、近接する日本列

島の生物相の起源にも深く関わる問題である。東南アジア熱帯島嶼を含む熱帯インド・西太平洋地域では1世紀以上に渡る種多様性の研究があり、最近では様々な分類群の分子系統地理学的研究が行われ、様々な種分化

の様相が明らかになりつつある。東南アジア熱帯島嶼の極めて高い種多様性の起源に関する学説には、1)「進化の中心説」、2)「種の集積地説」、3)「分布重複地説」、4)「生き残り中心説」などがあり、未だ統一した学説はない。東南アジア熱帯島嶼とその周辺地域の地史は極めて複雑である。すなわち、オーストラリア大陸の北上、インド大陸の北上に伴うヒマラヤ山脈の形成、島嶼の出現と多数のプレート運動によるその後の移動、インドネシア海路の閉鎖(3-4 Ma)、地球規模の環境変動など、当地域は様々な変動を経て現在に至っている。当地域に現在生息する多様な生物群はこれらの地質的事変と深く関わって成立したもので、東南アジア熱帯島嶼の化石群にはその成立の過程が記録されているはずである。従って、東南アジア熱帯島嶼の古生物群の解明は、当地域の多様性の起源を明らかにするための重要な情報を提供すると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、以下の異なる手法の研究から、東南アジア熱帯島嶼の多様性の起源を明らかにすることを目的としている。

(1) 新生代貝類の時空分布の解明

豊富に産出する始新世以降の貝類化石を中心に分類学的研究をおこない、時空分布を明らかにする。インドネシアではオランダ人研究者による膨大な研究があり、本研究ではフィリピンとインドネシア(ジャワ島)での徹底した試料収集を行う。

(2) 地球化学的手法による新生代海洋環境、特にサンゴ礁発達史の解明

東南アジア熱帯島嶼の海洋地形的特徴の一つは、生物に多様な生活の場を提供するサンゴ礁の発達である。当地域では中新世以降造礁性サンゴ群集が断続的に産出し、その発展と衰退は同地域の種多様性の起源に多大な影響を与えたと考えられる。少なくともフィリピン群島では鮮新世においてはサンゴ礁がほとんど消滅しており、本研究では造礁性サンゴ酸素安定同位体測定を行い、同地域の新生代浅海海洋環境の時代的変遷からサンゴ礁の発展と衰退の要因を明らかにし、この地域の著しく高い種多様性を生み出した環境的背景を探る。

(3) 新生代浅海性貝類の古生態学的研究

東南アジア熱帯島嶼の最大の古海洋事変は300~400万年前に生じたインドネシア海路の閉鎖で、この事変が海洋生物にどのような影響を与えたか、興味ある問題である。幸いにもフィリピンとインドネシアにはこの時代前後の豊富化石群がある。本研究では2つの地域の中新世から鮮新世の潮間帯から

潮下帯上部の貝類群集を生態学的立場から比較を試みる。

(4) 分子系統地理学的研究

東南アジア熱帯島嶼とその周辺海域の生物の種分化パターンは、これらの地域の地史と深く関連しているはずである。すなわち種分化パターンは、その分類群が出現した場所や出現時の古地理や古海洋環境(海流系など)、さらにはその後の海洋環境変動に強く影響を受けていたと考えられる。本研究では東南アジア熱帯島嶼およびその周辺海域に生息する貝類の分子系統地理学的研究を行う。

3. 研究の方法

(1) 東南アジア熱帯島嶼の新生代の貝化石群の時空的変遷を明らかにするため、フィリピン及びインドネシア(ジャワ島)の現地調査を行う。貝化石群の年代は、層序と微化石の解析により明らかにする。また、新生代貝類の全容の明らかにするため、種分類を行う。

(2) 東南アジア熱帯島嶼のサンゴ礁発達史を解明するため、サンゴ礁石灰岩の年代を決定する。また、保存の良い化石サンゴ骨格を用いて、酸素安定同位体解析から、鮮新世および完新世の温暖期のサンゴの成長様式を明らかにする。

(3) インドネシア海路を挟んで東西に位置するフィリピン地域とジャワ島の貝類化石群の古生態学的解析を行う。

(4) 現生アマオブネガイ目とカサガイ目巻貝の分子系統地理学的解析を行う。

4. 研究成果

(1) フィリピン産のオウムガイ化石が、現生種オウムガイに同定され、その微化石年代が更新世前期であることを明らかにした。これはオウムガイの最古の化石記録であると同時に、その出現が新生代更新世であることを示している。

(2) 東南アジアを含む熱帯インド・太平洋の海底洞窟産現生巻貝のコハクカノコガイ科を検討し、4新属4新種を含む6属9種を見いだした。特異な環境に生息する巻貝でも、東南アジア熱帯島嶼を中心とする地域で種多様性が最大で、周辺地域に向かって減少することを明らかにした(図1)。サンゴや他の海生動物と同様に、コハクカノコガイ科のような特異な生態をもつ動物でも、東南アジア熱帯島嶼が多様性の中心であることを示した。

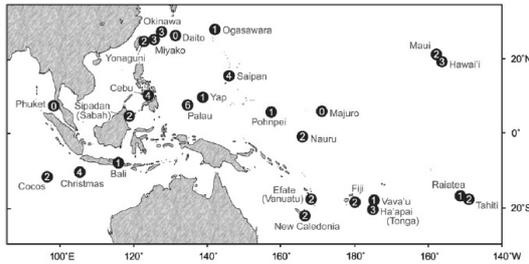


図1. インド・西太平洋のコハクカノコガイ科巻貝の分布(Kano and Kase, 2008)

(3)中新世中期は地球規模の温暖期で、熱帯性の巻貝ビカリアは東南アジアから北海道南部まで分布する。本研究では、フィリピンとインドネシアのビカリア産出層の微化石年代から、フィリピンでは漸新世後期から中新世後期にまで生存することが明らかとなった。特に分類に関しては、紫外線を用いて殻の色紋様の復元から、日本産と東南アジア産の種ではほぼ様であり、同一種である可能性が示唆された。

(4)フィリピン産新生代化石甲殻類の分類研究をおこない、6新種を含む17属20種を見いだした。これらのうち、更新世前期の種レベルまで同定された8種のうち4種は絶滅種である。

(5)フィリピンのボホール島で、未知の浅海性貝類群集を見だし、ナノ化石の解析からそれが後期中新世の堆積物であることを明らかにした。

(6)フィリピン・レイテ島の上部中新統～鮮新統から東南アジア初の冷湧水化学合成群集を発見した。また、レイテ島及び日本列島から産出したスエモノガイ科の *Nippono-thracia* 属の再検討し、それがツキガイ科に所属し、冷湧水性化学合成群集特有の二枚貝であることを示した。また、台湾沖から知られる大型のツキガイ類の *Meganodontia acetabulum* が発見され、この種が冷湧水性化学合成群集の貝類であることが証明された。さらに、これまで大西洋にのみ知られていた *Wareniconcha* 属などが見いだされた。レイテ島では、冷湧水性化学合成群集が約10kmに渡って鮮新統のほぼ同一層準に点在して分布し、現生の冷湧水性化学合成群集を構成する群集がすべて見いだされ、世界で最も種多様性の高い冷湧水性化学合成化石群集と見なされる。

(7)フィリピン各地の新生界を調査し、漸新世後期から更新世の多くの新たな化石群を見だし、層序と浮遊性有孔虫とナノ化石の解析でそれらの年代を明らかにした(図2)。漸新

世から鮮新世後期の貝化石群は、多くは絶滅種で、更新世の貝化石群には僅かに絶滅種はあるが、大多数は現生種であり、鮮新世から更新世にかけて絶滅イベントがあることが示唆された。

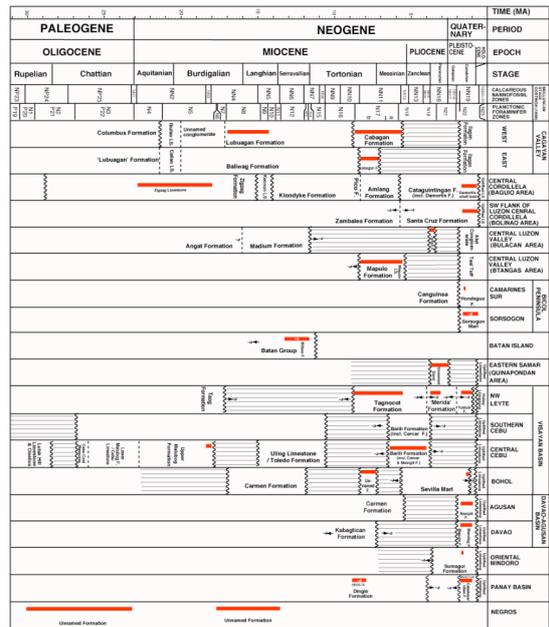


図2. フィリピンの化石貝類含有層の分布の年代。赤線は、化石群の年代の上限と下限を示す(未公表)。

(8)インドネシアの後期新生界は貝化石群に基づき下位からレンバン階、プレアングル階、オデン階、チェリボン階、ソンド階、バンタム階に区分され、年代はそれぞれ前期中新世、中期中新世、後期中新世、中期鮮新世、後期鮮新世、更新世とされている。今回、それぞれの階の模式地域の堆積物試料中の微化石分析をほぼ完了し、プレアングル階はナノ化石のNN9帯(後期中新世前期)、オデン階はナノ化石のNN11帯(前期鮮新世)、チェリボン階とソンド階は前期鮮新世最後期あるいは後期鮮新世最前期で同一時代、バンタム階3.59Maと1.95Maで鮮新世後期であることが判明した(図3)。以上の結果は、東南アジア熱帯島嶼の新生代の貝類群の変遷を明らかにする上で重要である。予察的ではあるが、新生代後期に成立したインドネシア海路(Indonesian Seaway)の東西のフィリピン群島とインドネシアのジャワ島海域は、鮮新世においては貝類群の種構成が著しく異なり、生物地理的には区別される。しかし、更新世以降現在では、両海域は同一生物地理区と見なされる。この生物地理学的イベントは、東南アジア熱帯島嶼の多様性の起源の謎を解く1つの鍵となる可能性がある。

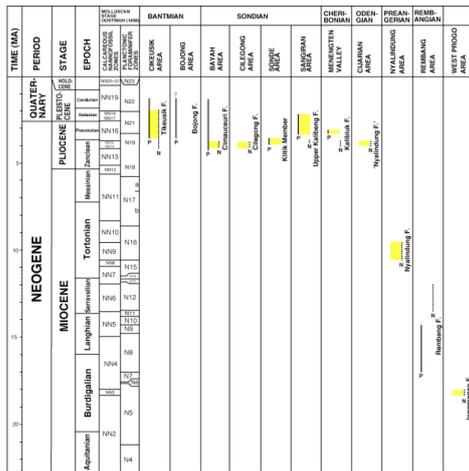


図3. ジャワ島の上部新生界の貝類化石群の年代。実践は浮遊性有孔虫年代、破線はナノ化石年代で、黄色は化石群の推定される年代の上限と下限を示す(未公表)

(9) 新生代鮮新世の温暖期 (5~3 Ma) の全世界の平均気温と大気中二酸化炭素濃度はかなり高く、今後予測される地球温暖化に伴う地球の気候システムの理解する上でのアナログとなる。鮮新世の温暖期のエルニーニョ・南方振動 (ENSO) については異論が多く、その理由は低緯度の同時代の表面海水温の季節変動の情報がない為である。本研究では、フィリピン、ルソン島の鮮新世中期 (約3.5Ma) の2つの化石サンゴ骨格の酸素安定同位体比解析により、世界で初めて鮮新世温暖期にエルニーニョ現象の存在を示した。この温暖期は地球が今後数百年以内に遭遇する状況に似ており、将来の温暖期の地球システムの検討する上で重要な情報となる。成果は現在、投稿中である。

(10) 東南アジア熱帯島嶼を含む北西太平洋地域の現生カサガイ目巻貝の網羅的分子系統解析を行い、現在結果を解析中である。

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 24 件)

- ① Husana, D. E. M., Naruse, T. & Kase, T., 2010. A new species of the genus *Karstarma* (Decapoda: Brachyura: Sesarimidae) from anchialine caves in the Philippines. The Raffles Bulletin of Zoology, v. 58, p. 419-427 (査読有)
- ② Husana, D. E. M., Naruse, T. & Kase, T., 2009. Two new species of the genus *Sundathelphusa* from the Western Samar, Philippines (Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae). Journal of Crustacean Biology, v. 29, p. 419-427 (査読有)

y, v. 29, p. 419-427 (査読有)

③ Ubukata, T., Kitamura, A., Hiramoto, M. & Kase, T., 2009. A 5,000-year fossil record of larval shell morphology of submarine cave microshells. Evolution, v. 63, p. 295-300 (査読有)

④ Shimamura, M., Hyeong, K., Yoo, C. M., Watanabe, T. (他2名), 2008. High resolution stable isotope records of scleractinian corals near Ishigaki Island: The ir implication as a potential paleoclimatic recorder in middle latitude regions. Geoscience Journal, v. 12, p. 25-32 (査読有)

⑤ Shirai, K., Kawashima, T., Sowa, K. & Watanabe, T., 2008. Minor and trace element incorporation into branching coral *Acropora nobilis* skeleton. Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 72, p. 5386-5400 (査読有)

⑥ Hyeong, K., Shimamura, M., Watanabe, T. (他3名), 2008. Evaluation of Jeju/Tsushima hermatypic corals as sea surface temperature (SST) recorders. Ocean and Polar Research, v. 30, p. 351-359 (査読有)

⑦ Fernando, A. G. S., Kase, T. (他3名, 5番目), 2008. Late Miocene calcareous nanofossils from Danao, Bohol (Vicayan Basin), Philippines. Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Tokyo, Ser. C, v. 34, p. 29-40 (査読無)

⑧ Karasawa, H., Kato, H., Kase, T. (他3名), 2008. Neogene and Quaternary crabs (Crustacea: Decapoda) from the Philippines. Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Tokyo, Ser. C, v. 34, p. 53-78 (査読無)

⑨ Kase, T., Kurihata, Y. (他4名), 2008. Reconstruction of color markings in *Vicarya*, a Miocene potamidid gastropod (Mollusca) from SE Asia and Japan. Paleontological Research, v. 12, p. 345-353 (査読有)

⑩ Wani, R., Kurihara, Y., Kase, T. (他5名, 5, 8番目), 2008. First discovery of fossil *Nautilus pompilius* Linnaeus, 1758 (Nautilidae, Cephalopoda) from Pangasinan, northwestern Philippines. Paleontological Research, v. 12, p. 89-95 (査読有)

⑪ Kano, Y. & Kase, T., 2008. Diversity and distributions of the submarine-cave Neritiliidae (Gastropoda: Neritimorpha). Organisms Diversity and Evolution, v. 8, p. 22-43 (査読有)

⑫ Kase, T., Kurihara, Y. (他3名), 2008. Age refinement of the Sonde molluscan fauna, East Java, Indonesia. National Museum of

Nature and Science, Memoir, no. 45,
p. 127-138 (査読無)

⑬Kurihara, Y., Kase, T. & Hagino, K., 2008. First occurrence of the genus *Acmaea* (Patellogastropoda: Mollusca) from the Miocene of Japan and its paleo-biogeographic implications. *The Veliger*, v. 50, p. 39-47 (査読有)

⑭渡邊 剛, 2007. 造礁性サンゴの骨格構造と化学組成. *地質ニュース*, no. 632, p. 29-34 (査読無)

⑮間嶋隆一・加瀬友喜・(他4名), 2007. フィリピン, レイテ島の化学合成化石群集. *地学雑誌*, v. 116, p. 643-652 (査読有)

⑯Kase, T. & Kurihata, Y., 2007. Middle Miocene seep-related thraciid *Nippono-thracia gigantea* (Shikama, 1968) from central Japan is a large lucinid bivalve (Lucinoidea: Mollusca). *The Veliger*, v. 49, p. 294-304 (査読有)

⑰Kitamura, A., Yamamoto, N., Kase, T., (他8名), 2007. Potential of submarine-cave sediments and oxygen isotope composition of cavernicolous micro-bivalve as a late Holocene paleoenvironmental record. *Global and Planetary Changes*, v. 55, p. 301-306 (査読有)

⑱Ishikawa, M. & Kase, T., 2007. New ichnogenus and species *Polydoichnus subapicalis*: a taphonomic signature in gastropod shells. *Journal of Paleontology*, v. 81, p. 1476-1485 (査読有)

⑲Ishikawa, M. & Kase, T., 2007. Multiple predatory drill holes in *Cardiolucina quadrata* (Prasad, 1932) (Bivalvia: Lucinidae): Effect of conchiolin sheets in predation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 254, p. 508-522 (査読有)

⑳Kase, T. & Aguilar, Y. M., 2007. v. 254, *Bulacanites obtusiplicatus* gen. et sp. nov., a large lucinid bivalve (Mollusca) from the Pliocene of central Luzon, Philippine. *Memoir of the National Science Museum(Tokyo)*, no. 44, p. 175-183 (査読無)

[学会発表] (計 13 件)

①南條雄大、間嶋隆一、加瀬友喜 (他 9 名) . フィリピンレイテ島北西部海岸線の化学合成化石群集産出層の層序. *地球惑星科学連合 2010 年大会*. 幕張. 2010 年 5 月 24 日

②栗原行人、加瀬友喜 (他 3 名) . 日本および東南アジアの漸新・中新統におけるテチス系腹足類 *Melongena lainei* (Basterot) の初産出記録とその古生物地理学的意義. *日本古生物学会第 159 回例会*. 滋賀県草津市.

2010 年 1 月 31 日

③間嶋隆一、加瀬友喜 (他 6 名) . 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. *日本古生物学会第 159 回例会*. 滋賀県草津市. 2010 年 1 月 31 日

④渡邊 剛. High-resolution reconstruction of paleoclimates using stable isotopes and trace elements in daily to annual bands of biogenic carbonates. *Western Pacific Paleocceanography Workshop I*, 台湾. 2010 年 1 月 12 日

⑤Putra, T. E., 渡邊 剛 (他 3 名) . Stable isotopes and trace elements systematic study in Simeulue Island Porites corals: the uplifted corals due to December 2004 and March 2005 Sumatra earthquakes. *日本地質学会札幌支部年会*, 札幌. 2009 年 5 月 30 日

⑥Fernando, A. G. S., Kase, T. (他 4 名 5 番目) . Late Miocene calcareous nanofossils from Danao, Bohol (Visayan Basin). *GEOCON*, Manila. 2008 年 12 月

⑦岨康輝、渡邊 剛、加瀬友喜 (他 5 名 8 番目) . 軟エックス線写真・非破壊蛍光 X 線地殻コアロガー (TATSCAN) を利用した迅速なサンゴ骨格生長量・化学組成変動分析による古環境解析手法の開発 *日本地球化学学会 2008 年年会*. 東京. 2008 年 9 月 19 日

⑧渡邊 剛、加瀬友喜 (3 番目) 、Aguilar, Y. M. (10 名) . 中期鮮新世温暖期のエルニーニョイベントの周期性: 化石サンゴ年輪の酸素同位体からのアプローチ. *日本古生物学会*. 大阪市立大学. 2007 年 6 月 30 日.

⑨Kurihara, Y., Kase, T. & Aguilar, Y. M. Invasion and extinction events of Pectininae (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae) in the Neogene of Japan. *9th International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy*. Tsukuba. 2007 年 10 月 2 日

⑩渡邊 剛、加瀬友喜 (他 8 名 3 番目) . 中期鮮新世温暖期のエルニーニョイベントの周期性; 化石サンゴ年輪の酸素同位体比からのアプローチ. *日本古生物学会 2007 年年会*. 大阪. 2007 年 6 月 30 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加瀬 友喜 (KASE TOMOKI)

国立科学博物館・地学研究部・研究主幹
研究者番号: 20124183

(2) 研究分担者

渡邊 剛 (WATANABE TSUYOSHI)

北海道大学・理学 (系) 研究科・講師
研究者番号: 80396283

千葉 聡 (CHIBA SATOSHI)
東北大学・生命科学研究科・准教授
研究者番号:10236812

狩野泰則 (KANO YASUNORI)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号:20381056
(H18~20→H21 連携研究者))

(3)連携研究者
栗原行人 (KURIHARA YUKITO)
三重大学・教育学部・准教授
研究者番号:10146578

筒井牧子 (TSUTSUI MAKIKO)
早稲田大学・教育・総合科学学術院・学振特別研究員
研究者番号:00446577