

機関番号：18001

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21770089

研究課題名（和文）スナギンチャク目の多様性及び分布の理解へ

研究課題名（英文） Understanding zoanthid diversity and distribution: Utility as “indicator species” and sources of palytoxin

研究代表者

Reimer J・D (REIMER JAMES DAVIS)

琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構・特命准教授

研究者番号：20452956

研究成果の概要（和文）：本研究一つの目標は、多様性に関する達成することができた。同様に、フィールド（自然下）にパリトキシンを以前より明確に理解が得られた。モニタリング結果はまだ分析されているが、サンゴ礁の健全性を計る生物指標としてイワスナギンチャク類を使用できることが可能である。この研究の過程で、2つの新属、7新種、そして世界で最も深い水深で生息するスナギンチャク類が記載された。

研究成果の概要（英文）： We were able to completely achieve one goal focused on diversity. Similarly, the field (in situ) goal to more clearly understand palytoxin distribution was reached, with new information and data. Monitoring results are still being analyzed, and it may be *Palythoa* spp. can be used as an indicator species to monitor the health of coral reef organisms. In the course of this study, two new genera and seven species of Zoantharia were described, including the deepest in the world.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：無脊椎海洋生物学、分子分類学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：スナギンチャク類、生物多様性、パリトキシン、長期モニタリング、分子系統学

## 1. 研究開始当初の背景

近年、科学者や国民が生物多様性の重要性を理解するようになった。しかし、多くの分類群の生物多様性はまだ解明されていない。特に海洋生物に当てはまる。最近のグローバルなプロジェクトは、海洋生物の生物多様性を調査し始めている。ただし、まだ多くの未調査の分類があり、これらのグループが正しく理解されていないとして、保護されたようなグループでは絶滅の脅威は、通常よりも高くなると考えられている。

一つの研究とされていない生物分類群はスナギンチャク類である。スナギンチャク類はイシサンゴやイソギンチャク六放サンゴ亜綱内に関連する刺胞動物グループである。スナギンチャク類は、その内のほとんどは硬い骨格を分泌しないイソギンチャクに似ているが、イシサンゴと同様に群体を形成するスナギンチャク類は、一般的な海洋動物であり、多くの化学的研究の焦点とされる非常に有毒なパリトキシンの源です。しかし、スナギンチャク類の種多様性はよく理解されて

いない。

DNA マーカーを使用してスナギンチャク類の系統識別方法が最近開発されている。系統試験は、以前考えられていたよりもスナギンチャク類の多様性のより高いレベルを明らかにした。新しい標本が世界中から発見され続けているが、我々はまだスナギンチャク類の生物多様性の実際のレベルを推定することができていない。

## 2. 研究の目的

本研究で目的とした3点について、それぞれ記述する。

- 1) 西太平洋のスナギンチャク類の多様性の解明
- 2) イワスナギンチャク類の生息状況に関する長期モニタリング
- 3) パリトキシンを含有する種の特定、およびその要因物質と合成過程の解明

## 3. 研究の方法

- 1) 西太平洋におけるスナギンチャク類を採取して、形態学および遺伝学的 (COI, 16S rDNA) に、分類再検討する。新種の場合、記載論文を作成して投稿する。
- 2) 沖縄本島の5ヶ所にて、ベルト・トランセクト法で、イワスナギンチャク類の分布および面積の季節変化をモニタリングする (年4回調査する)。2年間以上、継続的にモニタリングを行う。その後、データの解析と分析を行う。
- 3) 琉球列島におけるイワスナギンチャク類を採取して、パリトキシンが入っているかどうかの調査を行う。更に、種内レベルでは、採取ポイントによって違いがあるかどうかを調べる。

## 4. 研究成果

- 1) 西太平洋のスナギンチャク類の多様性の解明

小笠原、久米島、台湾、八重山諸島、沖縄本島、台湾での採集に加え、オーストラリア (Census of Marine Life 中の CReefs プロジェクトの調査に参加)、コスタリカ、ケープ岬、大西洋、イラン、アフリカからも標本を得た。これらの結果として論文 14 編が受理され、2 新種を記載することができた。このうちの 1 つは日本海溝 (水深 5600 メートル) から得られた種で、スナギンチャク類の最深生息記録となった。2010 年 3 月には南西諸島のスナギンチャク相調査を行ない、未記載種を含む 200 以上の標本を採集できた。2011 年 3 月には沖縄島大浦湾のスナギンチャク相調査を行ない、未記載種を含む 50 以上の標本を採集できた。これらの結果に、準備中だったガラパゴス諸島産スナギンチャク類の調査報告を加えた、論文 17 編が受理さ

れ、2 新属 8 新種を記載することができた。これらの標本は現在解析中であるが、遺伝子解析については大部分が完了している。現在、2 編の論文がレビュー中である。

- 2) イワスナギンチャク類の生息状況に関する長期モニタリング

2009 年春に観察地点を設定し、以降、定期的にモニタリングを実施している。モニタリングは 2011 年末まで実施予定で、その後解析を行なう予定である。

- 3) パリトキシンを含有する種の特定、およびその要因物質と合成過程の解明

周年採集により得られたイワスナギンチャク類について、化学的な分析を行なっている。日本国内およびアメリカの研究者と共同で、DNA バーコーディングを用いて、パリトキシンを含有するスナギンチャク類の種を同定する試みを開始し、この研究経過に関する論文が最近 PLoS One に受理された。現在、1 編の論文が準備中である。

上記以外に、スナギンチャク類の同定と分類に関するワークショップを台湾とコスタリカで開催した。いずれも 30 名を超える参加者があった。

## 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 19 件)

1. James Davis Reimer, Mamiko Hirose, Kensuke Yanagi, Frederic Sinniger. 2011. Marine invertebrate diversity in the oceanic Ogasawara Islands: a molecular examination of zoanths (Anthozoa: Hexacorallia) and their *Symbiodinium* (Dinophyceae). Systematics and Biodiversity (in press). 査読有
2. Yuka Irei, Yoko Nozawa, James Davis Reimer. 2011. Distribution patterns of five zoanthid species in Okinawa Island, Japan. Zoological Studies (in press).
3. Takuma Fujii, James Davis Reimer. 2011. Phylogeny of the highly divergent family Microzoanthidae (Anthozoa, Hexacorallia) from the Pacific. Zoologica Scripta (in press). 査読有
4. Jonathan R. Deeds, Sara M. Handy, Kevin D. White, James D. Reimer. 2011. Palytoxin found in *Palythoa* sp. zoanths (Anthozoa, Hexacorallia) sold in the home aquarium trade. PLoS One 6: e18235. 査読有
5. James Davis Reimer, Sohta A. Ishikawa,

- Mamiko Hirose. 2011. New records and molecular characterization of *Acrozoanthus* (Cnidaria: Anthozoa: Zoanthidae) from Taiwan. Marine Biodiversity DOI 10.1007/s12526-010-0069-5. 査読有
6. James Davis Reimer, Masami Obuchi, Yuka Irei, Takuma Fujii, Yoko Nozawa. 2011. Shallow water brachycnemic zoanths (Cnidaria: Hexacorallia) from Taiwan: a preliminary survey. Zoological Studies 50: 363-371. 査読有
  7. Mamiko Hirose, Masami Obuchi, Euichi Hirose, James Davis Reimer. 2011. Timing of spawning and early development of *Palythoa tuberculosa* (Anthozoa, Zoantharia, Sphenopidae) in Okinawa, Japan. Biological Bulletin 220: 23-31. 査読有
  8. James Davis Reimer, Mamiko Hirose, Yuka Irei, Masami Obuchi, Frederic Sinniger. 2011. The sands of time: Rediscovery of the genus *Neozoanthus* (Cnidaria: Hexacorallia) and evolutionary aspects of sand encrustation in brachycnemic zoanths. Marine Biology 158: 983-993. 査読有
  9. Takuma Fujii, Shashank Keshavmurthy, Wenhua Zhou, Euichi Hirose, Allen Chen, James Davis Reimer. 2011. Coral-killing cyanobacteriosponge (*Terpios hoshinota*) on the Great Barrier Reef. Coral Reefs 30: 483. 査読有
  10. James Davis Reimer. 2010. Key to field identification of shallow water brachycnemic zoanths (Order Zoantharia: Suborder Brachycnemina) present in Okinawa. Galaxea 12: 23-29. 査読有
  11. Shusuke Ono, James Davis Reimer, Yoko Nozawa, Junzo Tsukahara. 2010. Long-term changes of an infra-littoral zone cnidarian community in the Taisho Lava Field, Sakurajima, Kagoshima, Japan. Galaxea JCRS 12: 15-22. 査読有
  12. James Davis Reimer, Takuma Fujii. 2010. Four new species and one new genus of zoanths (Cnidaria: Hexacorallia) from the Galápagos. ZooKeys 42: 1-36. 査読有
  13. Catalina Aguilar, James Davis Reimer. 2010. Molecular phylogenetic hypotheses of *Zoanthus* species (Anthozoa: Hexacorallia) using RNA secondary structure of the internal transcribed spacer (ITS2). Marine Biodiversity 40: 195-204. 査読有
  14. James Davis Reimer, MD Mafuzur Rahman Shah, Frederic Sinniger, Kensuke Yanagi, Shoichiro Suda. 2010. Preliminary analyses of cultured free-living *Symbiodinium* isolated from the oceanic Ogasawara Islands, Japan. Marine Biodiversity 40: 237-247. 査読有
  15. James Davis Reimer, Mamiko Hirose, Taiki Nishisaka, Frederic Sinniger, Gyo Itani. 2010. *Epizoanthus* spp. associations revealed using DNA markers: a case study from Kochi, Japan. Zoological Science 27: 729-734. 査読有
  16. James Davis Reimer, Frederic Sinniger. 2010. Unexpected diversity in Canadian Pacific zoanths (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia): a molecular examination and description of a new species from the waters of British Columbia. Marine Biodiversity 40: 249-260. 査読有
  17. Frederic Sinniger, Kevin Zelnio, Marco Taviani, James Davis Reimer. 2010. Presence of *Abyssoanthus* sp. in the Mediterranean Sea: indication of a new cold seep or of ecological tolerance of *Abyssoanthus* to non-chemotrophic environments? Cahiers de Biologie Marine 51: 475-478. 査読有
  18. James Davis Reimer, Frederic Sinniger. 2010. Discovery and description of a new species of *Abyssoanthus* (Zoantharia: Hexacorallia) at the Japan Trench: the world's deepest known zoanthid. Cahiers de Biologie Marine 51: 451-457. 査読有
  19. James Davis Reimer, Mamiko Hirose, Peter Wirtz. 2010. Zoanths of the Cape Verde Islands and their symbionts: previously unexamined diversity in the Northeastern Atlantic. Contributions to Zoology 79: 147-163. 査読有
- [学会発表] (計 44 件)
1. Pacificchem 2010, Honolulu, HA. December 15-20, 2010. Satoe Aratake, J. Tanaka, Y. Kawanishi, H. Maekawa, James Davis Reimer. Biodiversity of soft corals of the genus *Sarcophyton*. Poster.
  2. European ISRS, Wageningen, The Netherlands. December 14, 2010. Anna M. Addamo, James D. Reimer, Marco Taviani, Annie Machordom. Molecular Identification and phylogenetic status

- of *Desmophyllum dianthus* (Anthozoa, Hexacorallia). Poster.
3. European ISRS, Wageningen, The Netherlands. December 14, 2010. Frederic Sinniger, James D. Reimer. Comparing the hemispheres: Zoanthids in New Caledonia and Okinawa. Poster.
  4. Molecular Biological Society of Japan. December 7-10, 2010. Kobe. S Aratake, T Tomura, JD Reimer, J Tanaka, H Maekawa. Elucidation of adaptational evolution process of soft corals: chemical and genetic analysis of bioactive molecules produced by soft coral *Sarcophyton*.
  5. 13th Japan Coral Reef Symposium. Tsukuba. December 2, 2010. James Davis Reimer, Mamiko Hirose, Kensuke Yanagi, Frederic Sinniger. Diversity of zoanthids and their *Symbiodinium* from the Ogasawara Islands. Poster
  6. 13th Japan Coral Reef Symposium. Tsukuba. December 2, 2010. 伊礼由佳, James Davis Reimer. サンゴ礁性洞穴に生息する未記載スナギンチャクの分類及び繁殖生。Oral.
  7. 13th Japan Coral Reef Symposium. Tsukuba. December 2, 2010. 藤井琢磨, 水山 克, 中野 恵, 広瀬裕一, James Davis Reimer. 知られざる脅威? サンゴ礁を被覆する海綿 *Terpios hoshinota* の南西諸島における出現状況。Oral.
  8. 13th Japan Coral Reef Symposium. Tsukuba. December 2, 2010. Faria, D. G. ・加藤亜記, Reimer, J.D., 須田彰一郎. 琉球列島沿岸の *Nephroselmis* 属種の多様性。Poster
  9. 13th Japan Coral Reef Symposium. Tsukuba. December 2, 2010. 亀崎南帆, 比嘉真理恵, James Davis Reimer. 沖縄島におけるキクマメスナギンチャク *Zoanthus sansibaricus* の生息水深域に応じた形態変異及び共生藻との関係。Poster
  10. 13th Japan Coral Reef Symposium. Tsukuba. December 2, 2010. 式場はるか, James Davis Reimer. 沖縄島沿岸におけるイソバナ科の生息環。Poster
  11. 13th International Symposium on Marine Natural Products. Phuket, Thailand. October 17-22, 2010. S Aratake, T Tomura, H Maekawa, JD Reimer, J Tanaka. Chemical and genetic diversity of *Sarcophyton* and other soft corals.
  12. 6th Nihon Cnidarian Biologists. October 2, 2010. Nishihara, Okinawa. Catalina Aguilar, James Davis Reimer. The Melithaeidae (Cnidaria: Octocorallia) of the Ryukyu Archipelago: molecular and morphological examinations. Oral.
  13. 6th Nihon Cnidarian Biologists. October 2, 2010. Nishihara, Okinawa. 琢磨藤井, James Davis Reimer. 未記載スナギンチャク類の分類について。Oral.
  14. 6th Nihon Cnidarian Biologists. October 2, 2010. Nishihara, Okinawa. 伊礼由佳, James Davis Reimer. サンゴ礁性洞穴に生息する未記載スナギンチャクについて。Oral.
  15. 6th Nihon Cnidarian Biologists. October 2, 2010. Nishihara, Okinawa. 水山 克, James Davis Reimer. イワスナギンチャク属の産卵期調査に基づく網状進化の可能性。Oral.
  16. 2nd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Phuket, Thailand. June 19-24, 2010. T Fujii, JD Reimer. Phylogeny of undescribed zoanthid species in the Pacific. Poster. Award - Best student poster.
  17. 2nd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Phuket, Thailand. June 19-24, 2010. C Aguilar, M Nonaka, JD Reimer. The Melithaeidae (Cnidaria: Octocorallia) of the Ryukyu Archipelago: molecular and morphological examinations. Oral.
  18. 2nd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Phuket, Thailand. June 19-24, 2010. Y Irei, Y Nozawa, JD Reimer. Investigation of distribution of five zoanthid species in Okinawa, Japan. Poster.
  19. 2nd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Phuket, Thailand. June 19-24, 2010. JD Reimer. Examining biodiversity of understudied coral reef organisms: recent discoveries of "cryptic" zoanthids (Cnidaria: Hexacorallia) in Okinawa. Oral.
  20. 2nd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Phuket, Thailand. June 19-24, 2010. JD Reimer, M Mizuyama. Preliminary results of field surveys of *Terpios* outbreaks in the Nansei Islands, Japan. Oral.
  21. 2nd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Phuket, Thailand. June 19-24, 2010. SY Yang, A Alamaru, AME Noreen, F Stenfani, F Benzoni, D Obura, YT Lein, CH Chen, K Shashank, WKW Loh, A YangAmri, NV Wei, YY Chuang, O Taylor, A Macdonald, JD Reimer, CF Dai, A Abelson, CRC Sheppard, Y Loya, CA Chen. *Stylophora pistillata*

- associated with different *Symbiodinium* clades are deep-divergence lineages: acclimatization or cryptic species? Poster.
22. Rising Star Symposium 2010. January 22, 2010. Nishihara, Okinawa, Japan. James Davis Reimer. Examining global patterns of marine biodiversity: progress report using zoanths. Oral.
  23. Rising Star Symposium 2010. January 22, 2010. Nishihara, Okinawa, Japan. 小淵正美、J.D.ライマー、藤田喜久、中野義勝、上原剛、本川。達雄雌雄同体性ウミシダの繁殖生態。
  24. Rising Star Symposium 2010. January 22, 2010. Nishihara, Okinawa, Japan. Fujii T, Reimer JD. 2010. Phylogeny of undescribed zoanthid species distributed in the Pacific.
  25. Rising Star Symposium 2010. January 22, 2010. Nishihara, Okinawa, Japan. 廣瀬慎美子、小淵正美、J.D.ライマー。イワスナギンチャク (*Palythoa tuberculosa*) の初期発生過程の形態学的観察。
  26. International Symposium of Marine Genomics. Dec. 15-18, 2009. Naha, Okinawa, Takuma Fujii, James Davis Reimer. Phylogeny of undescribed zoanths found in the Ryukyus and the Galapagos. poster.
  27. International Symposium of Marine Genomics. Dec. 15-18, 2009. Naha, Okinawa, Catalina Aguilar, James Davis Reimer. Molecular Phylogenetic Hypotheses of *Zoanthus* Species (Anthozoa: Hexacorallia) Using RNA Secondary Structure of the Internal Transcribed Spacer 2 (ITS2). poster.
  28. International Symposium of Marine Genomics. Dec. 15-18, 2009. Naha, Okinawa, Satoe Aratake, Ryoma Yokokura, Yuichi Kawanishi, Hideaki Maekawa, James Davis Reimer, Junichi Tanaka. Chemical and genetic diversity of *Sarcophyton* soft corals. Dec. 15-18, 2009. poster.
  29. 7th International Workshop on the Protection and Restoration of the Environment and Natural Resources of the East China Sea (2009 ECS Workshop). December 3-4, 2009. Shanghai, China. Shuhei Yamasaki, Shigeto Taniyama, Gregory N. Nishihara, Ryosuke Haraguchi, James D. Reimer, Tomohiro Takatani, Osamu Arakawa. Toxicity of *Palythoa tuberculosa* in the Nansei Islands of Japan. poster.
  30. 12th Japan Coral Reef Symposium. November 27-29, 2009. Motobu, Okinawa, Japan. Mamiko Hirose, Masami Obuchi, James Davis Reimer. イワスナギンチャクの精子形成と初期発生過程の形態学的観察 (Spermatogenesis and early development of *Palythoa tuberculosa* (Anthozoa, Sphenopidae). (poster)
  31. 12th Japan Coral Reef Symposium. November 27-29, 2009. Motobu, Okinawa, Japan. Yu Miyazaki, James Davis Reimer. *Briareum* 属 (花虫綱・八放サンゴ亜綱) に見られる形態バリエーションについての分類学的検討。poster
  32. 12th Japan Coral Reef Symposium. November 27-29, 2009. Motobu, Okinawa, Japan. Yuka Irei, James Davis Reimer. サンゴ礁洞穴に生息する未記載スナギンチャクの分類及びX殖生態に関する研究。poster
  33. 12th Japan Coral Reef Symposium. November 27, 2009. Motobu, Okinawa, Japan. Takuma Fujii, James Davis Reimer. 狭空間に生息する未記載スナギンチャクの分類について。oral
  34. 12th Japan Coral Reef Symposium. November 29, 2009. Motobu, Okinawa, Japan. MMR Shah, Frederic Sinniger, James Davis Reimer, Soichiro Suda. 小笠原列島父島沿岸砂サンプルより分離された褐虫藻について。oral
  35. 12th Japan Coral Reef Symposium. November 29, 2009. Motobu, Okinawa, Japan. Sung-yin Yang, Chaolun Allen Chen, Chien-Hsun Chen, Yi-Ting Lein, Nuwei Vivian Wei, Yaoyang Chuang, Chang-Feng Dai, William K. Loh, Affendi Yang-Amri, Avigdor Abelson, Angus Macdonald, James Reimer, David Obura, Oliver Taylor, Charles Sheppard. *Stylophora pistillata* associated with different *Symbiodinium* clades are deep-divergence lineages: acclimatization or cryptic species? Oral.
  36. 10th Joint International Symposium between Pukyong National University and Nagasaki University. Pusan University, Pusan, Korea. October 29, 2009. Shuhei Yamasaki, Shigeto Taniyama, Ryosuke Haraguchi, James Davis Reimer, Tomohiro Takatani, Osamu Arakawa. Toxicity of the zoanthid genus *Palythoa* collected from the Yaeyama Islands, Okinawa Prefecture, Japan. (poster)
  37. CIMAR Workshop 2010. October 13, 2009.

- San Jose, Costa Rica. James Davis Reimer. Biology of zoanths: investigations using molecular and morphological techniques. (oral - invited).
38. 5th Nihon Cnidarian Biologists Meeting. September 11-13 2009. Yamagata. Takuma Fujii, James Davis Reimer. 未記載スナギンチャクの分類について (oral).
39. 5th Nihon Cnidarian Biologists Meeting. September 11-13 2009. Yamagata. Yuka Irei, James Davis Reimer. 沖縄島沿岸におけるスナインソギンチャク類の分布 (oral).
40. Topics of "Ignored" Invertebrate Diversity in Coral Reefs workshop. Taipei, Taiwan. September 7, 2009. James Davis Reimer. Guide to identifying shallow water zoanths in the northwestern Pacific using morphological and molecular approaches. (oral - invited).
41. 50th Anniversary Meeting of the American Society of Pharamcognosy. Honolulu, Hawaii, USA. July 5, 2009. Satoe Aratake, Ryoma Yokokura, Yuichi Kawanishi, Hideaki Maekawa, James Davis Reimer, Junichi Tanaka. Chemical and genetic diversity of *Sarcophyton* soft corals. (poster).
42. 4th Chemosynthesis Based Ecosystems Symposium. June 29, 2009. Onna, Okinawa. Frederic Sinniger, Kevin Zelnio, Marco Taviani, James Davis Reimer. Presence of *Abyssoanthus* sp. (Anthozoa: Zoantharia) in the Mediterranean Sea: an indication of ecological tolerance of *Abyssoanthus* to non-chemotrophic environments. (poster)
43. 4th Chemosynthesis Based Ecosystems Symposium. June 29, 2009. Onna, Okinawa. Catalina Aguilar, Frederic Sinniger, James Davis Reimer. Preliminary investigations of an undescribed deep-sea octocoral (Anthozoa: Octocorallia) from the Japan Trench. (poster).
44. 4th Chemosynthesis Based Ecosystems Symposium. June 29, 2009. Onna, Okinawa. James Davis Reimer, Frederic Sinniger. Preliminary results of examination of the world's deepest zoanths (Anthozoa: Zoantharia: Abyssoanthidae) at the Japan Trench. (poster).

[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：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
<http://web.me.com/miseryukyu/> (研究室ホームページ)

6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
Reimer J・D (REIMER JAMES DAVIS)  
琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構・特命准教授  
研究者番号：20452956