

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02490

研究課題名(和文) サンゴ礁回復の鍵となるトワイライトゾーン：異なる水深間のサンゴ連結性と環境適応

研究課題名(英文) Twilight zone- a key for coral reef recovery: vertical connectivity and depth adaptation of corals

研究代表者

波利井 佐紀 (Harii, Saki)

琉球大学・熱帯生物圏研究センター・准教授

研究者番号：30334535

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,600,000円

研究成果の概要(和文)：サンゴ礁深場(30m以深)は温暖化による高水温の影響を受けにくく、浅場生物のレフュジア(避難地)として期待されている。本研究では一部の浅場で死滅したトゲサンゴをモデルとし、鉛直加入構造と適応、集団遺伝構造、深場環境を調べ、深場から浅場へと回復する可能性を明らかにした。深場の本種は繁殖周期が浅場よりも短く分散の機会が少なく、また浅場では新規加入がなく移植幼体も強光条件では生存できなかった。一方、中間水深では新規加入や幼体の成長がみられ、また浅場では光の当たらない影(弱光)条件ではより生存が可能であった。遺伝的には本種には複数のクレードがあり、一部のクレードでは鉛直的な交流がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、夏季の異常な水温上昇によりサンゴの白化が頻発しサンゴ礁が衰退している。サンゴ礁深場は比較的水温が低く保たれていることから、サンゴなどが生残している場所として期待されている。本研究によりトゲサンゴでは、深場から浅場への直接的な浮遊幼生の加入はおこりにくいことが明らかとなった。一方で、浅場の岩陰などの弱光環境や中間水深への定着を介することで、本種の分布が浅場方向へと広がり、遺伝構造からも長期的には浅場へと回復する可能性が示された。深場にサンゴが生残していても浅場の回復には時間がかかることが見込まれ、深場も含めて長期的な視野で適切にサンゴ礁を保全していくことが重要だろう。

研究成果の概要(英文)：Mesophotic Coral Ecosystems are considered as refuges for shallow corals from bleaching and expected to act as a larval source for recovery for shallow reefs. In this study, we examined larval recruitment and adaptation from deep to shallow, genetic structures between depths, and deep environments to reveal shallow reef recovery potential from the mesophotic coral, *Seriatopora hystrix*. We found that reproductive seasons are shorter with increasing depth, suggesting less opportunity for larval recruitment. The species did not recruit nor survive in shallow water conditions. On the other hand, they recruit mid-water, deep depths or shaded condition in shallow, and partially grew. High genetic diversity was observed in this species for all depths with no clear partitioning of haplotypes among depths/locations. Overall, we suggest that mesophotic larvae of this species may not recruit directly to shallow water, but recruit and recover slowly via mid-water depth as stepping stone.

研究分野：海洋生物学

キーワード：深場サンゴ生態系 レフュジア 加入 集団遺伝構造 海洋環境

1. 研究開始当初の背景

サンゴ礁は生物多様性や生産性の高い海域として、非常に重要な海洋生態系である。しかし現在、サンゴ礁は気候変動等の環境ストレスにより急激に衰退している。特に、1998年に温暖化に伴う高水温による大規模な白化(サンゴと藻類の共生が崩壊し白くなる現象)がおり、世界的に浅場サンゴ類が死滅した。

一方、光が弱い環境の海洋トワイライトゾーン(水深30~150m、以後「深場サンゴ生態系」)は、アクセスの困難さから研究は非常に遅れている。近年、光が弱いことに加え、比較的水温が低いことから、異常高水温下における浅場サンゴ類のレフュジア(絶滅から逃れて生き残った場所、避難地)となる可能性が指摘されたが、仮説止まりであった(レフュジア仮説, Glynn 1996)。その後、世界各地で深場サンゴ生態系の種多様性解明が進んだものの、深場に適応した種の記録しかされていない。研究代表者らは、沖縄水深30~50m付近のサンゴ群集調査を行ったところ、同海域の浅場では白化でほぼ死滅したトゲサンゴ *Seriatopora hystrix* の大群落を発見し、レフュジア仮説を証明した。しかしながら、生き残った深場サンゴ群集は浮遊幼生の供給源として、衰退した浅場群集の回復に寄与する可能性があるものの、生態学的な知見はわずかである。また、世界のサンゴ礁研究は浅場が中心のため、深場海域が長期的にはどのような環境かは明らかではない。

2. 研究の目的

本研究では、レフュジアとしての深場サンゴ群集が浅場サンゴ礁の回復に寄与するかを実証することを目的とした(図1)。そのために、沖縄瀬底島のトゲサンゴをモデルとし、1) 深場から浅場へ幼生が分散し加入するかを鉛直的な加入構造および、幼体と成体を異なる水深へ移植し、その生態生理学的特性の差異から適応過程を検討し、2) 集団遺伝構造を異なる水深と近隣海域の遺伝的な類似性を明らかにし、3) 現在と過去の水温・塩分・光量の変化を連続測定とサンゴ年輪解析を合わせて調べ、深場が浅場サンゴの生息に適した環境かどうかを評価する。

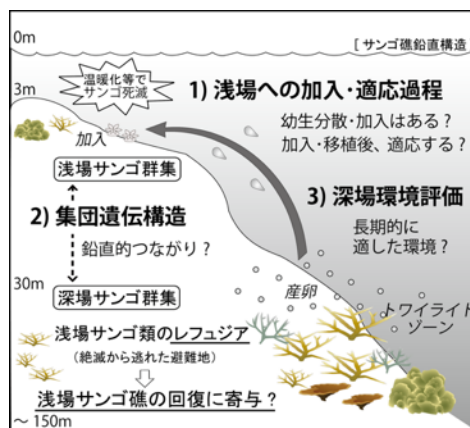


図1 本研究の概念図

3. 研究の方法

調査は、沖縄瀬底島周辺および石垣島周辺海域を重点的に行なった。対象種には、瀬底島周辺でレフュジア仮説を支持するトゲサンゴ(図2)をモデルとし、一部の項目ではハマサンゴ属 *Porites* を用いた。

(1) 深場トゲサンゴの浅場への加入・適応過程

沖縄瀬底島を中心に、サンゴ幼体の加入調査、および幼体と成体移植を行った。調査には潜水作業が欠かせないが、深場では短時間しか作業ができない。そのため、詳細な設置地点を安全に決めるため、遠隔操作型水中ビデオ(ROV, 水中ドローン)で調査海域周辺を網羅的に観察して決定した。その後も本装置を活用して周辺を撮影し、適宜観察を行った。

① 加入調査

幼生放出時期の前に、異なる3水深(3, 20, 40m)に定着基盤をブロックに取り付けて設置し、9月にこれらを回収した(図3)。回収した定着基盤は実体顕微鏡で観察を行い、サンゴ幼体が確認されたら写真を撮り、エタノールに保存した。その後、分子マーカーを用いて種判別(種または属レベル)を行った。

② 深場トゲサンゴ幼体と成体の移植実験

深場トゲサンゴの幼体と成体が浅場環境に適応可能かどうかを、異なる水深にそれぞれ移植して生残と成長、環境適応の指標となる光合成能、蛍光タンパク質発現の違い等を調べた。幼生を安定的に得るため、はじめにトゲサンゴの繁殖周期の詳細を明らかにした。また予備実験として、琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設の屋外流水水槽で光条件を制御し、サンゴ小片を飼育し、上記の項目に加えて共生褐虫藻の遺伝子型を調べた。さらに、室内実験において異なる光環境での幼体の定着率を明らかにした。



図2 本研究でモデルとした瀬底島水深約40mのトゲサンゴ

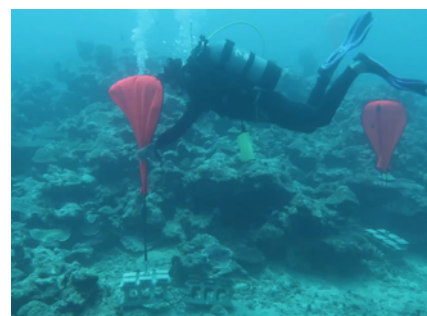


図3 サンゴの加入調査の様子(水深40m付近)

(2) トゲサンゴの集団遺伝構造

瀬底島周辺および石垣・西表島周辺海域のトゲサンゴを異なる水深から採取し、ゲノム DNA を抽出した。トゲサンゴの遺伝的多様性を明らかにするため、核リボソーム遺伝子 ITS2 領域およびミトコンドリア ORF 領域を増幅させ、シーケンスにより配列を決定した。さらに集団間の遺伝的な類似性とクローン構造を明らかにするのに有効な高度多型分子マーカー（マイクロサテライトマーカー）を用いてジェノタイプングを行った。

(3) 深場環境評価

瀬底島沖にて水温・塩分・水深を鉛直的に記録する CTD 計および光子計を用いて測定を行い、調査海域の環境の鉛直構造を明らかにした。また、水温を連続測定するロガーを異なる 3 水深に設置し、記録した。この他、深場から採取した年輪を記録するハマサンゴを用いて骨格中の酸素同位体比などを測定し、環境復元を試みた。

4. 研究成果

(1) 深場トゲサンゴの浅場への加入・適応過程

① 異なる水深へのサンゴ加入

全体でトゲサンゴを含む 5 属（ミドリイシ属 *Acropora*、コモンサンゴ属 *Montipora*、ハナヤサイサンゴ属 *Pocillopora*、トゲサンゴ属 *Seriatopora*、ハマサンゴ属 *Porites*）の加入が確認された。水深別では最も浅い水深（10m）で加入個体数も多く、トゲサンゴを除く上記除くがすべて確認された。一方、トゲサンゴ属は水深 20m, 40m でのみ加入がみられた。この他に水深 40m ではミドリイシ属サンゴの加入が優占した。このうち 1 個体については、浅場でみられた成体のミドリイシと遺伝子型が一致した。

② 深場トゲサンゴ幼体と成体の移植実験

瀬底島の深場（水深約 40m）のトゲサンゴの幼生放出時期は 5 月下旬～8 月であった（Prasertia et al. 2017, PLOS ONE）。これは同海域で報告されている期間よりも短い。放出された幼生は浅場よりも小型であり、すぐに定着する能力があった（図 4）。

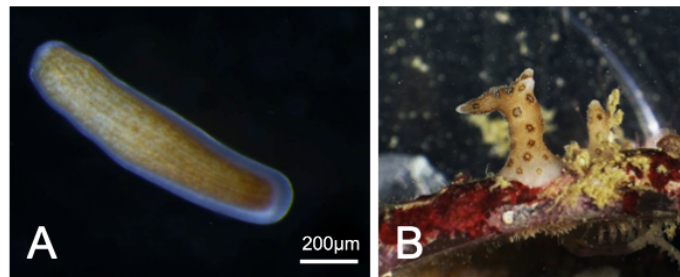


図 4 深場からのトゲサンゴ幼生 (A) と定着後成長した幼体 (B)

また幼体、成体を異なる水深に移植したところ、浅場（水深 10m）では移植後 1 ヶ月目にはすべて死亡した。一方で中間水深（20m）および深場（水深 40m）では幼体、成体共に一部が生残り、成長がみられた。これらの光合成能を調べたところ、浅場に移植した幼体、成体ではどちらも F_v/F_m が低下し、光阻害を受けている可能性が示唆された。これは成体を用いた水槽実験でも観察された。共生褐虫藻の遺伝子型は大きな変化はみられなかった。さらに、幼体では定着基盤の裏側や浅場でも岩陰である光の弱い環境に移植した個体は、基盤の上側（光の強い環境）の個体よりも長く生き残り、成長するものがいた（図 4、Sinniger & Harii 2018）。

(2) トゲサンゴの集団遺伝構造

トゲサンゴからは ITS2 領域、ORF 領域ともに複数のハプロタイプが得られ、遺伝的に多様であることがわかった（図 5）。これらは大きく 3 つの遺伝的系統に分けられ、どの水深からもこれらの系統が含まれていたことから遺伝的な交流があることが示唆された。またマイクロサテライト解析でも 3 つの系統に分かれ、地理的または水深が異なる集団間で有意な遺伝構造がある系統とない系統が確認された。

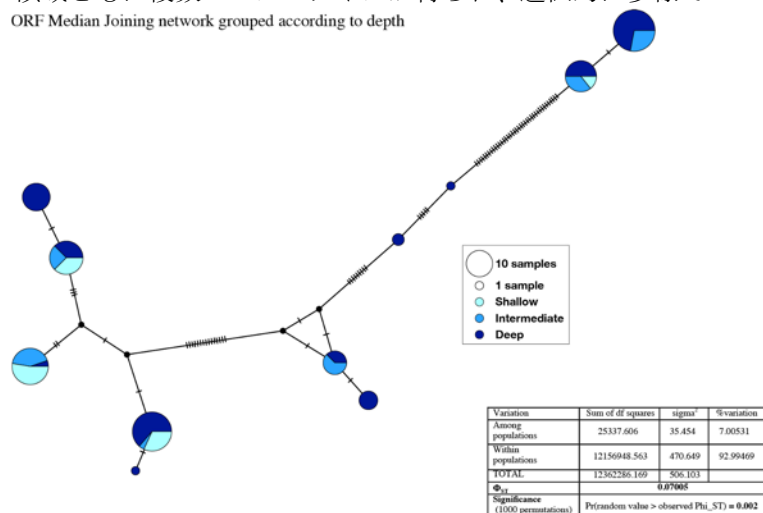


図 5 ハプロタイプネットワーク (ORF 領域)。色の違いは水深の違いを示す（濃いほど水深が深い）。

Sinniger et al. (2017)を改変

(3) 深場環境評価

水温の連続観測から夏季に浅場と深場の水温差が最も大きくなり、表層では8月に約30℃、水深40mでは26℃程度と低かった。また2016年には平年よりも表層水温が高くなり浅場ではサンゴの白化がみられた。一方、この時の水深40mの水温は28-29℃と低く、当調査海域でもレフュジア仮説を裏付けた。光量は水深40mでは表層の10%以下に減衰した。さらにハマサンゴ骨格の酸素、炭素安定同位体比の解析の結果、水深40mでは季節変動が大きいことが示唆された(Watanabe et al. 2019)。

(4) まとめ

研究期間中、沖縄の深場サンゴ生態系では浅場サンゴ類が白化した環境でも水温は低く保たれており、深場のレフュジア仮説を支持した。しかし、今回モデルとした深場のトゲサンゴは繁殖周期が浅場よりも短く分散・加入の機会が少ないこと、仮に浅場へ分散しても光が強い環境では生残可能性が低いこと、定着基盤を用いた調査から浅場の加入がみられなかったことから、浮遊幼生の分散・加入を通じた直接的な浅場サンゴ礁の回復は起こりにくいことが明らかとなった。一方で中間地点(水深20m付近)へは幼体が加入し、その後も生残することが証明された。長期的には本種で鉛直的な遺伝的交流が確認されたことから、中間水深を介して徐々に浅場へと回復する可能性が考えられた。本研究では、深場にサンゴが生残しても浅場への回復には時間がかかることが見込まれ、長期的に深場も含めて適切に保全していくことが重要なことが示唆された。今後は幅広い水深帯に生息するサンゴ種についても調べ、深場レフュジアから浅場の回復にどのように寄与していくのか詳細に検討する必要がある。

本研究の成果はこれまでに国内外の学術会議や査読付き国際誌で公表した他、英文書籍(Springer-Nature社)でも沖縄の深場サンゴ生態系について紹介をした(図6, Sinniger & Harii 2018; Sinniger et al. 2019; Watanabe et al. 2019)。またこれらの研究成果が評価され、2018年にはアメリカで開催されたGordon Research Conferenceの関連の学術集会“Mesophotic Coral Ecosystems”に招聘され、情報交換や密な議論を行い国際的なネットワークを形成した(図6)。

アウトリーチとして、本研究の取り組みがNHK(サイエンスZERO、沖縄ニュース)で紹介された他、Ocean News Letter(笹川財団 海洋政策研究所)に寄稿した。



図6 研究成果の一部。英文書籍“Mesophotic Coral Ecosystems”の表紙(左)およびGordon Research Conferenceの参加者(右)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Sinniger F, Ritzelle LA, Prasetia R, Rouze H, Digga E, Harii S	4. 巻 -
2. 論文標題 Overview of the mesophotic coral ecosystems around Sesoko Island, Okinawa, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Galaxea, Journal of Coral Reef Studies	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Sinniger F, Prasetia R, Yorifuji M, Bongaerts P, Harii S	4. 巻 4
2. 論文標題 Seriatopora diversity preserved in upper mesophotic coral ecosystems in Southern Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 155
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fmars.2017.00155	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Prasetia R, Sinniger F, Hashizume F, Harii S	4. 巻 12(5)
2. 論文標題 Reproductive biology of the deep brooding coral <i>Seriatopora hystrix</i> : Implications for shallow reef recovery	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0177034
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0177034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hata T, Madin JS, Cumbo VR, Denny M, Figueiredo J, Harii S, Thomas CJ, Baird AH	4. 巻 7
2. 論文標題 Coral larvae are poor swimmers and require fine-scale reef structure to settle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2249
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-017-02402-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Prasetia R, Sinniger F, Harii S	4. 巻 19
2. 論文標題 First record of spawning in the mesophotic <i>Acropora tenella</i> in Okinawa, Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Galaxea, Journal of Coral Reef Studies	6. 最初と最後の頁 5-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3755/galaxea.19.1_5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Rosenberg Y, Doniger T, Harii S, Sinniger F, Levy O	4. 巻 26
2. 論文標題 Canonical and cellular pathways timing gamete release in <i>Acropora digitifera</i> , Okinawa, Japan.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mol Ecol	6. 最初と最後の頁 2698-2710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mec.14062	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tzu-Hao Lin, Akamatsu T, Sinniger F, Harii S	4. 巻 253
2. 論文標題 Exploring coral reef biodiversity via underwater soundscapes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biological Conservation	6. 最初と最後の頁 108901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biocon.2020.108901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Eyal-Shaham L, Eyal G, Sakai K, Nozawa Y, Harii S, Sinniger F, Bronstein O, Ben-Zvi O, Shlesinger T, Loya Y	4. 巻 9
2. 論文標題 Repetitive sex change in the stony coral <i>Herpolitha limax</i> across a wide geographic range	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2936
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-37619-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yorifuji M, Harii S, Nakamura R, Fudo H	4. 巻 5
2. 論文標題 Shift of symbiont communities in Acropora tenuis juveniles under heat stress	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e4055
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.4055	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計47件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 27件)

1. 発表者名 Harii S
2. 発表標題 Reproductive ecology of mesophotic corals in Okinawa and implication for shallow reef recovery
3. 学会等名 Gordon Research Conference- Mesophotic Coral Reef Ecosystems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sinniger F
2. 発表標題 Corals Across Depths: Status of the Deep Reef Refugia Hypothesis in the Highly Diverse Japanese Mesophotic Coral Reef Ecosystems
3. 学会等名 Gordon Research Conference- Mesophotic Coral Reef Ecosystems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rouze H, Sinniger F, Harii S
2. 発表標題 Symbiotic communities associated to corals from mesophotic vs. shallower coral ecosystems in Okinawa (Japan): implications for the coral-guilds depth adaptation
3. 学会等名 Gordon Research Conference- Mesophotic Coral Reef Ecosystems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamazaki A, Yoneta S, Watanabe T, Sinniger F, Harii S, Tsunogai U, Watanabe T
2. 発表標題 Coral sclerochronology and geochemistry in mesophotic corals: environmental or physiological changes?
3. 学会等名 The General Assembly 2018 of the European Geosciences Union (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村 崇, 小島香菜, Mariyam Shidha Afzal, 石持みずき, 児玉 悠仁, 徳田侑大
2. 発表標題 石西礁湖でのミドリイシ属における大規模白化の影響
3. 学会等名 第21回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石持 みずき, 中村 崇
2. 発表標題 コクビミドリイシにおける産卵への光量影響について
3. 学会等名 第21回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sinniger F, Pichon M, Muir P, Prasetia R, Rouze H, Harii S
2. 発表標題 High mesophotic coral biodiversity in Okinawa and its implications for the Deep Reef Refugia Hypothesis
3. 学会等名 4th Asia-Pacific Coral Reef Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sinniger F, Pichon M, Muir P, Prasetia R, Rouze H, Harii S
2. 発表標題 Overlapping coral diversity between shallow and mesophotic ecosystems: Perspectives on the Deep Reef Refugia Hypothesis in the North-West Pacific
3. 学会等名 4th World Conference on Marine Biodiversity (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noguchi N, Kitano Y, Ueno M, Harii S, Sinniger F, Kurihara H, Yasuda N
2. 発表標題 Changes of hidden lineages in the coral <i>Seriatopora hystrix</i> before and after coral bleaching in 2016 around Sekisei lagoon in Okinawa
3. 学会等名 The Third Asian Marine Biology Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Motai S, Kawano J, Harii S, Watanabe T, Nagai T
2. 発表標題 The mineralogical features of aposymbiotic coral skeletons cultured in seawater varied Mg/Ca molar ratios
3. 学会等名 14th International Symposium on biomineralization (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 波利井佐紀, Prasetia R, Sinniger F, 中村崇
2. 発表標題 Can deep coral juveniles adapt to the shallow depth and contribute to reef recovery?
3. 学会等名 日本生態学会 第65会札幌大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 史宗艶, Heloise R, 依藤実樹子, Sinniger F, 波利井佐紀
2. 発表標題 Quantitative changes in the symbiont types hosted by coral juveniles under thermal stress
3. 学会等名 日本生態学会 第65会札幌大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 依藤実樹子・山下洋・鈴木豪・川崎貴之・岡田亘・中村良太・不動雅之・波利井佐紀
2. 発表標題 沖ノ鳥島の水柱に出現する褐虫藻の多様性
3. 学会等名 日本藻類学会 第42回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Prasetia R, Sinniger F, 中村崇, 波利井佐紀
2. 発表標題 A hope for shallow reef recovery? Adaptation of deep Seriatopora to shallow conditions
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sinniger F, Pichon M, Prasetia R, Rouze H, 波利井佐紀
2. 発表標題 Is Okinawa a hot spot of mesophotic coral biodiversity in the world?
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野口七海, 波利井佐紀, Sinniger F, 長井敏, 上野光弘, 安田仁奈
2. 発表標題 八重山諸島周辺における稚サンゴを含むトゲサンゴの遺伝構造
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 波利井佐紀
2. 発表標題 サンゴ生態系の保全・活用について
3. 学会等名 沖縄港湾空港技術特別講演会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Harii S
2. 発表標題 Shift of coral distribution under climate change: Latitudinal and vertical transplant experiments of juveniles
3. 学会等名 Tara Pacific in Okinawa 2017; A workshop for biodiversity and coral reef conservation (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Kana Kojima
2. 発表標題 Potential contribution of lab-field research on resilience of coral reef ecosystem
3. 学会等名 Tara in Okinawa 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 崇
2. 発表標題 石西礁湖の状況について
3. 学会等名 環境省 白化緊急対策会議（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 崇
2. 発表標題 大規模白化現象とサンゴ礁生態系での課題・対策
3. 学会等名 サンゴ礁に関する地域住民向け講演会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 崇, 小島香菜, 池内絵里, 石持みずき, 児玉悠仁
2. 発表標題 石西礁湖のサンゴ群集と大規模白化現象
3. 学会等名 第51回ビブリオシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小島香菜, Mariyam Shidha Afzal, 石持みずき, 八木美沙希, 徳田侑大, 中村 崇
2. 発表標題 八重山における2016 年のサンゴ群集白化後の状況
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Nakamura
2. 発表標題 Significance of the recurrent mass bleaching in Sekisei lagoon, Okinawa
3. 学会等名 Public symposium JCRS 2017 "Asia-Pacific coastal ecosystems in danger" (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Harii S.
2. 発表標題 Mesophotic Coral Ecosystems: refuges for shallow coral?
3. 学会等名 ESNAP, Environmental Scientists Network for Asia-Pacific Islands. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Harii S.
2. 発表標題 Mesophotic coral ecosystems in Japan: a larval source of shallow coral reef recovery.
3. 学会等名 Japan-Israel Coral Reef Workshop. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Harii S., Prasetia R., Sinniger F.
2. 発表標題 Do deep coral communities in Okinawa change over 46 years?
3. 学会等名 The joint meeting of the 22nd International Congress of Zoology and the 87th Meeting of the Zoological Society of Japan. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Prasetia R., Sinniger F., Hashizume K., Harii S.
2. 発表標題 Sexual reproduction of the coral <i>Seriatopora hystrix</i> in a mesophotic coral ecosystem in Okinawa, Japan.
3. 学会等名 The joint meeting of the 22nd International Congress of Zoology and the 87th Meeting of the Zoological Society of Japan. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Noguchi N., Sinniger F., Harii S., Nagai S., Yasuda N.
2. 発表標題 Lighting-up the “Twilight Zone” as a potential larval source area of the needle coral, <i>Seriatopora hystrix</i> .
3. 学会等名 The joint meeting of the 22nd International Congress of Zoology and the 87th Meeting of the Zoological Society of Japan. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Prasetia R., Sinniger F., Hashizume K, Harii S.
2. 発表標題 Reproductive timing of two scleractinian corals in a mesophotic coral ecosystem in Okinawa, Japan.
3. 学会等名 The 7th International Symposium for Marine Biology and Biotechnology. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Prasetia R., Sinniger F., Nakamura T., Yuen Y.S., Harii S.
2. 発表標題 Mesophotic coral recolonization to shallow reef habitats: A case study on acclimation of adults and juvenile from mesophotic <i>Seriatopora hystrix</i> in Okinawa, Japan.
3. 学会等名 The 7th International Symposium for Marine Biology and Biotechnology. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Harii S., Kijima T., Yorifuji M., Mesaki T., Sampayo E., Sinniger F.
2. 発表標題 Poleward-shift of corals: transplant experiment of juveniles from subtropical to temperate reefs in Japan.
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sinniger F., Prasetia R., Harii S.
2. 発表標題 High biodiversity of mesophotic corals in Okinawa and its importance in a changing world
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Prasetia R., Sinniger F., Yorifuji M., Nakamura T., Yuen Y.S., Harii S.
2. 発表標題 Acclimation of adult and juvenile mesophotic Seriatopora hystrix to shallow reef habitats.
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Baird A.H., Flot J.F., Sinniger F., Harii S.
2. 発表標題 Species boundaries in tabular Acropora species in Okinawa.
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Pichon M., Eyal G., Sinniger F., Loya Y., Harii S.
2. 発表標題 From Japan to the northern tip of the red sea: a long, non-stop journey for the mesophotic scleractinian species <i>Leptoseris amitoriensis</i> ?
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Eyal-Shaham L., Eyal G., Harii S., Sinniger F., Loya Y.
2. 発表標題 Individual annual fecundity and reproductive energy investment in mushroom scleractinian corals.
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mohamed A.R., Cumbo V.R., Harii S., Shinzato C., Xin C., Ragan M.A., Bourne D.G., Willis B., Ball E.E., Satoh N., Miller D.J.
2. 発表標題 Molecular mechanisms underlying establishment of coral-symbiodinium symbiosis: a transcriptomic approach.
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Bergman J.L., Harii S., Kurihara H., Edmunds P.J.
2. 発表標題 The effects of ocean acidification on the physiology and behavior of brooded coral larvae in Okinawa, Japan.
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第19回大会.
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Prasetia R., Sinniger F., Harii S.
2. 発表標題 Mesophotic coral recolonization to shallow reefs : A case study on larval survivorship and settlement of <i>Seriatopora hystrix</i> .
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第19回大会.
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sinniger F., Prasetia R., Kan H., Harii S.
2. 発表標題 Are deep reefs really refuges during massive bleaching events?
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第19回大会.
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 野口七海・波利井佐紀・長井敏・Sinniger F.・安田仁奈.
2. 発表標題 トワイライトゾーンにおけるトゲサンゴの集団遺伝解析.
3. 学会等名 日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kayanne H.
2. 発表標題 Response of coral reefs to global warming
3. 学会等名 The 2nd Japan-Israel Workshop "Biodiversity and connectivity in coral reef ecosystems in as era of global climate change" (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ikeuchi E., Iguchi A., Nakamura T.
2. 発表標題 Dense fish scars as an indicator of physiological variation among massive Porites colonies
3. 学会等名 The 13th International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小島香菜、Shida Mariam、中村 崇
2. 発表標題 八重山における2016年のサンゴ群集白化状況
3. 学会等名 第19回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小島香菜、中村 崇
2. 発表標題 Chronic impacts of low concentration of nutrients on coral community resilience
3. 学会等名 第22回国際動物学学会 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nakamura T., Yeong S.Y.
2. 発表標題 Coral reef collaborative research in Japan and Palau
3. 学会等名 Environmental Scientists Network for Asia-Pacific Islands. Annual meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 Sinniger F, Harii S	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Nature Singapore	5. 総ページ数 179
3. 書名 Studies on mesophotic coral ecosystems in Japan. In A Iguchi, C Hongo (eds). Coral Reef Studies of Japan, Coral Reefs of the World Vol. 13	

1. 著者名 Sinniger F, Harii S, Humblet M, Nakamura S, Ohba H, Prasetya R	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer International Publishing	5. 総ページ数 1003
3. 書名 Ryukyu Islands, Japan. In Loya Y, Puglise KA, Bridge TC. Mesophotic Coral Ecosystems. Coral Reefs of the World	

1. 著者名 Sinniger F.	4. 発行年 2016年
2. 出版社 The United Nations Environment Programme and GRID	5. 総ページ数 98
3. 書名 Biodiversity of mesophotic reefs. In Mesophotic Reefs- A Life Boat For Coral Reefs?	

1. 著者名 Kayanne H.	4. 発行年 2016年
2. 出版社 Springer, Tokyo	5. 総ページ数 101
3. 書名 Response of coral reefs to global warming In Coral Reef Science: Strategy for Ecosystem Symbiosis and Coexistence with Humans under Multiple Stresses	

1. 著者名 Watanabe T, Watanabe TK, Yamazaki A, Yoneta S, Sowa K, Sinniger F, Eyal G, Loya Y, Harii S	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer International Publishing	5. 総ページ数 1003
3. 書名 Coral Sclerochronology: Similarities and differences in the coral isotopic signatures between mesophotic and shallow-water reefs. In Loya Y, Puglise KA, Bridge TC. Mesophotic Coral Ecosystems. Coral Reefs of the World	

[産業財産権]

[その他]

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	安田 仁奈 (Yasuda Nina) (00617251)	宮崎大学・農学部・准教授 (17601)	
研究分担者	中村 崇 (Nakamura Takashi) (40404553)	琉球大学・理学部・准教授 (18001)	
研究分担者	渡邊 剛 (Watanabe Tsuyoshi) (80396283)	北海道大学・理学研究院・講師 (10101)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	菅 浩伸 (Kan Hironobu) (20294390)	九州大学・比較社会文化研究科・教授 (17102)	
連携研究者	茅根 創 (Kayanane Hajime) (60192548)	東京大学・理学研究科・教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 Workshop to Develop Collaborative Mesophotic Coral Research in the Coral Triangle	開催年 2017年～2017年
---	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------