

令和 4 年 8 月 25 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06091

研究課題名(和文) サンゴを殺すテルピオス海綿の動態解析

研究課題名(英文) Evaluation of coral-killing sponge *Terpios*

研究代表者

山城 秀之 (Yamashiro, Hideyuki)

琉球大学・熱帯生物圏研究センター・教授

研究者番号：80341676

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：サンゴ礁の脅威の一つ、サンゴ被覆性のテルピオス海綿が、奄美から与那国島まで琉球列島のほぼ全ての島で確認された。本種の進行率(平均28 mm/月)、共生シアノバクテリアの密度(1.2×10^7 cells/cm²)、骨片の密度(4.7×10^5 骨片/cm²)、表層粒子の密度(1.3×10^6 粒子/cm²)およびサイズ分布(平均22.3μm)を明らかにした。更に、幼生は深夜0-4時に放出のピークがあり、7-11月までの長期間に渡って放出することがわかった。微少な巻貝が海綿組織を産卵床として利用していた。海綿の個体には自他認識機構があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

サンゴ礁の脅威の一つとなりつつある、サンゴ被覆性海綿 *Terpios hoshinota* の分布、成長率、幼生放出パターン、共生シアノバクテリアの密度等を測定した。奄美列島から与那国島までのほとんどのサンゴ礁で確認できた。成長率は月28mmであり、温度と正の相関があった。共生シアノバクテリアは高密度であった。幼生放出が夏の深夜にあり、7-11月の長期に渡って放出していることがわかり、今後の爆発的な拡大も懸念される。本種個体には自他認識機構があり、また、海綿組織に産卵する巻貝も発見した。本海綿の動態を解明する上で、基礎的な情報を収集することができ、今後のサンゴ礁保全に寄与できる。

研究成果の概要(英文)：I investigated the coral-killing sponge *Terpios hoshinota* that threatens corals in Japan. This sponge is distributed from Yonaguni Island (westernmost) to Amami islands (northernmost), and observed in most islands along Ryukyu Archipelago. Progression rates were estimated as 28 mm/mo (mean), 67 mm/mo (summer), and 2 mm/mo (winter). Densities of symbiotic cyanobacterial cells (1.2×10^7 cells/cm²), silicate spicules (4.7×10^5 /cm²), and particles (1.3×10^6 /cm²) were estimated for the first time. Furthermore, larval release time/season, sponge-associated snails and contact reactions between individuals were demonstrated. Sponge larvae were released at midnight from 0:00 to 4:00 with its peak, and larval releasing time spanned from July to November.

研究分野：サンゴ礁生物学

キーワード：サンゴ テルピオス サンゴ被覆性海綿 成長 幼生放出

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

サンゴ礁は海洋生物の 25%が棲息する生物多様性の宝庫であり、その生態系サービスから得られる水産資源や観光資源に依存する人々も多い。しかし、地球温暖化による度重なる白化現象、オニヒトデによる捕食、感染症の蔓延など急激に崩壊しつつある。このままの状態が続けば、将来、サンゴ礁は海藻や海綿に置き換わるとの予測がある。実際、サンゴ被覆性海綿に関する報告が増えつつあり、現実のものとなってきた。ところが、それらのサンゴ被覆性海綿に関する基礎的情報はほとんど無いのが現状である。白化現象やオニヒトデの食害と並んで、サンゴ礁の脅威の一つとなっているサンゴ被覆性海綿についての、成長や生殖に関する詳細な研究は急務である。

2. 研究の目的

サンゴを覆い殺すテルピオス海綿は、国内外の多くのサンゴ礁で確認され、脅威となりつつある。その動態を野外調査および条件をコントロールした飼育実験を通して解明することができれば現状および将来のサンゴ礁保全に大きく貢献できる。本研究では、動物としての海綿と共生シアノバクテリアの役割、また海綿が分泌する骨片等の要素が、どのように連携して海綿の成長に寄与していくのか、物理、化学、生物の視点から実験条件を組み合わせ、また野外調査を繰り返すことで明らかにすることを目的として実施する。

3. 研究の方法

(1) 分布調査

これまでにテルピオス海綿が確認された島を含め、琉球列島の未調査の島をできるだけ訪れ、テルピオス海綿の有無を調べた。1 地点で約 30 分、主にリーフ内をスノーケリングで観察し、写真撮影等を行った。調査した島は北から、奄美列島(奄美大島、加計呂麻島、喜界島)、沖縄列島(沖縄島、古宇利島、水納島、渡嘉敷島、粟国島)、宮古列島(宮古島、伊良部島、下地島、池間島、来間島)、八重山列島(石垣島、西表島、鳩間島、黒島、与那国島)。

(2) 進行率の変化

沖縄県瀬底島のテルピオス海綿に被覆されているエダコモンサンゴ *Montipora digitata* 群体の枝を結束帯で標識し、毎月の海綿の進行を 13 ヶ月測定した(2019-2020 年)。水温ロガーを設置し、進行率と水温との関係も調べた。

(3) 形態的特徴の解析

テルピオス海綿は、厚さが約 1 mm と薄いもののサンゴ骨格表面にしっかり付着しているため、剥ぎ取りやウォーターピック法(高圧水噴射)は不適で、正確な共生シアノバクテリアの密度は不明のままであった。そこで、サンゴ骨格ごと乳鉢で磨り潰した上で、シアノバクテリア細胞を遠心・分離し、血球計算盤(Cチップ)を用いて密度(細胞数/表面積 cm^2)を算出した。また、シアノバクテリアの細胞分裂指数(Mitotic index, MI)の変化を成長末端から 5 mm 毎に計測し比較した。

本種は、珪酸質の特徴的な骨片(単軸、tylostyle タイプ)を多数保持しているが、上記の理由により、これまで密度は調べられていなかった。希釈した市販の漂白剤(次亜塩素酸ナトリウム)に浸漬して海綿組織を溶解してサンゴ骨格から分離し、一定量の溶液中の骨片を計数し、密度(骨片数/表面積 cm^2)を算出した。また骨片の長軸の長さも計測し、これまでの報告と比較した。

本海綿は表層に無数の粒子(環境中に懸濁している砂粒他を捕獲)をまとっている。そのサイズや密度はこれまで不明であったため、骨片と同様に組織を溶解して粒子を分離し、光学顕微鏡下で測定を行い、密度(粒子数/表面積 cm^2)および粒子の平均直径を計測した。

(4) 生殖時期の特定

テルピオス海綿は幼生を放出することが知られている(台湾、Nozawa et al. 2016)。しかし、日本国内で幼生はこれまでほとんど確認されていない(一部記述があるのみ)。そこで、水槽飼育により幼生の確保を試みた。幼生保有個体が確認されるようになったため、幼生の放出時間を特定した。サイホン式の幼生確保装置により放出される幼生の数を 2 時間毎に計数した。飼育実験の結果に基づき、野外での調査(幼生放出状況の撮影、プランクトンネットによる採取、および海底に設置したカップによる確保)を行った。

(5) 自他認識機構

調査の過程で、本種が自他認識をする可能性があることがわかったため、同一個体間あるいは異個体間での接触実験を行った。また、境界部の組織の状況を把握するため、組織切片を作製し、通常のヘマトキシリン・エオシン染色に加え、コラーゲンを特異的に染めるピクロシリウス染色も行った。

(6) 共生巻貝

採取した海綿の組織内に卵囊が見つかることがあり、ベリジャー幼生の放出が見られたことから、海綿を産卵床として利用している巻貝について観察を行った。巻貝の同定は形態および腹足とベリジャー幼生から DNA を抽出し、CO1 領域を増幅、分子同定解析を行った。ベリジャー幼生の走光性の有無等についても調べた。

4. 研究成果

(1) 分布調査

テルピオス海綿は、与那国島から奄美列島(喜界島)まで、多くの島で確認することができた。波照間島は悪天候のため調査を断念した。既知の島に加え(Rützler and Musik 1993; Reimer et al. 2011)、喜界島、水納島、古宇利島、瀬底島、粟国島、下地島、来間島、西表島、黒島、与那国島で本種を確認した。海綿が 10m 四方以上の範囲を越える場所として、古宇利島、下地島、瀬底島、沖縄島では国頭村佐手、大宜味村

大宜味、今帰仁村長浜、東村慶佐次、本部町備瀬、恩納村名嘉真、糸満市大度他があった。一面を広く覆う場所もあるが、スポット状に配置する場所も多数見られた。大宜味村のサンゴ礁では海岸沿い 2.5km に渡ってほぼ連続して確認された(図 1, 2)。



図 1 大宜味村のサンゴ礁を覆うテルピオス海綿(灰色部分)ドローンによる空撮写真。

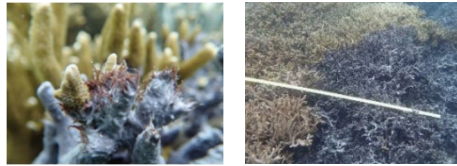
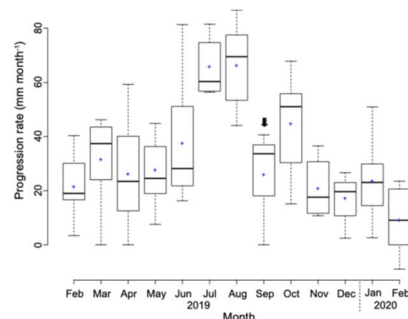


図 2 (左)枝状コモンサンゴを覆うテルピオス海綿。(右)海綿の成長末端部では糸状に変化した組織。

(2) 進行率の変化



瀬底島産のテルピオス海綿の直線進行率を毎月、13ヶ月間計測した結果、夏期は成長が速く(66 mm/月)、冬期は遅く(9 mm/月)、年平均の進行率は 28 mm/月であった。複数の大型台風が襲来した 9 月には、進行率の一時的な低下があった(図 3)。水温と進行率には正の相関があった(図 4)。

図 3 テルピオス海綿の進行率変化。2019 年 9 月に 2 個の台風が上陸(矢印)し、進行率が一時的に低下した。

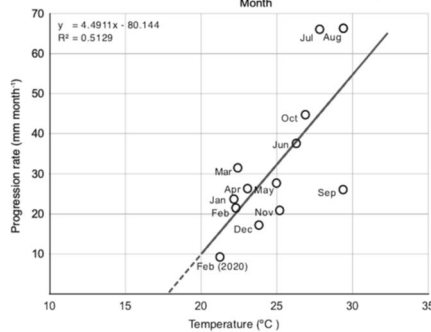


図 4 テルピオス海綿の直線進行率と水温との間には正の相関があり、計算上水温が約 18 で成長が停止する。

(3) 形態的特徴の解析

テルピオス海綿の形態的特徴として、共生シアノバクテリア・骨片・粒子がある(図 5)。宿主のサンゴを骨格ごとすり潰す手法により、シアノバクテリアの密度を測定したところ $1.2 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ であった。骨片の密度は $4.7 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ であった。粒子の密度は $1.3 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ であった。シアノバクテリアの細胞分裂指数(MI)を計測したが、成長末端と他で差が見られなかった。瀬底島産の海綿の骨片の長さは平均 193 μm であった。粒子の大きさは、平均 22.3 μm であった(図 6)。

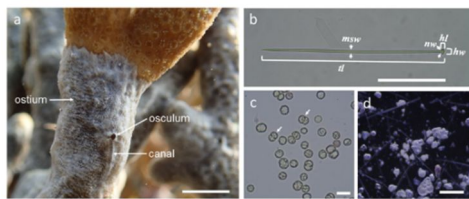


図 5 沖縄県瀬底島のエダコモンサンゴを覆うテルピオス海綿(a)、骨片(b)、シアノバクテリア(c)および海綿表層を覆う粒子(d)。

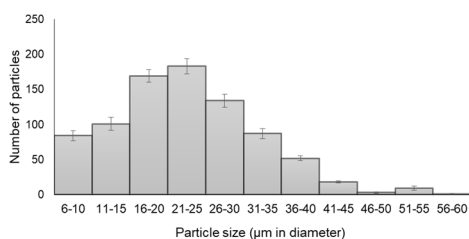


図 6 海綿の表層を覆う粒子サイズのヒストグラム(n = 5 sponges, mean \pm SD)。

(4) 生殖時期の特定

テルピオス海綿は、通常海綿とは異なり、幼生を出水孔からではなく体表から放出する稀少なタイプであることがわかった(図 7)。幼生は海水よりも比重が大きかったため、幼生は容器下からサイホン式に確保した(図 8)。2 時間毎に幼生数を計数した結果、夏期の深夜 0~4 時にかけて、放出のピークがあったが(図 9)、少ないながらも終日幼生の放出があった。また、放出幼生数は月齢と関係があり、満月の 5 日後以降に放出が増加したものの、その他の月齢でも放出があった(図 10)。

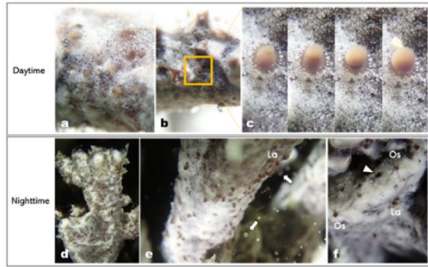


図7 テルピオス海綿の幼生放出。出水孔ではなく海綿組織から外部に抜け出す。

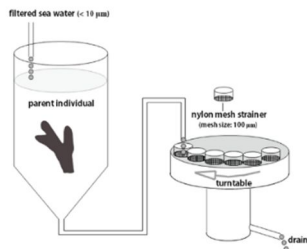


図8 幼生捕獲装置。放出され容器下部に沈んだ幼生をサイホン式にナイロンメッシュ(目合 100 µm)のカップで採取した。

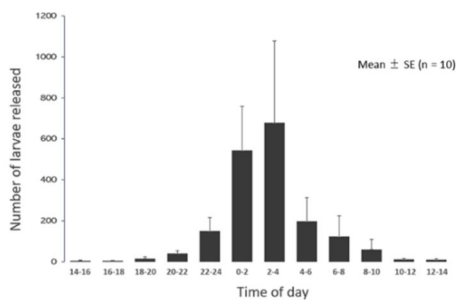


図9 テルピオス海綿幼生の放出時刻。0-4 時がピークとなったが、少ないながらも1日中幼生は放出されている。

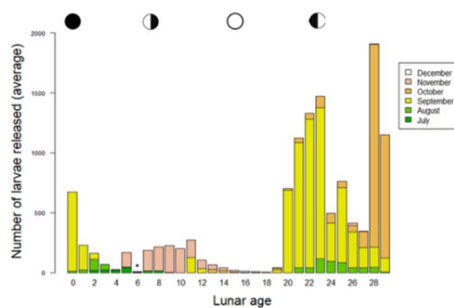


図10 月齢と幼生放出パターン。満月5日後以降から放出の増加が見られた。それ以外の月齢でも幼生の放出はあった。

(5) 自他認識機構

水槽飼育中、異なる個体間の接触部分に明瞭な境界があったため、本種に自他認識のあることが想定された。一方、同一個体間どうしの接触の場合はお互いに癒合した。ある程度離れた個体の掛け合わせの場合、癒合は見られなかった(図11)。境界部の組織切片を作製したところ、境界部は空隙で組織は見られなかった。末端部はコラーゲンに富む組織が多かった(図12)。

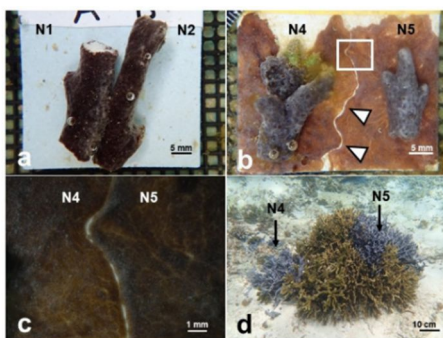


図11 海綿の自他認識。同一個体間では癒合する(a)が異個体の場合、境界部を形成し癒合しない(b, c, d)。

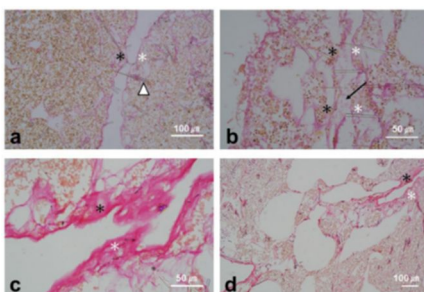


図12 境界部の組織切片写真。境界部には組織が見られない。

(6) 共生巻貝

沖縄島の複数のサンゴ礁(国頭村、大宜味村、本部町、恩納村、糸満市)に棲息するテルピオス海綿から殻高が2.5 mm以下の微小な巻貝が採取された(図13)。形態および分子同定(CO1)の結果から、サナギチピカニモリ属の1種 *Joculator* sp. (family Cerithiopsidae)と判定した。交



尾行動やベリジャー幼生も確認された(図14)。卵嚢が海綿組織内に産みつけられており、その後卵嚢が膨れて、ベリジャー幼生が放出された(図15)。幼生の分子同定も成体と同じ結果であった。幼生には正の走光性があった(図14)。貝が海綿を捕食しているのか否かについては不明。

図13 テルピオス海綿から発見された巻貝の生体と殻、右は幼貝。
Jocolator sp.

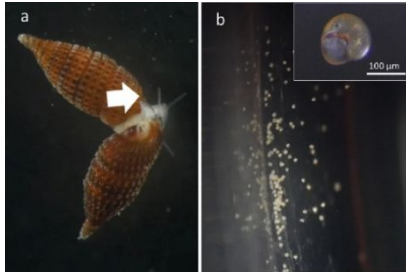


図14 交尾個体(a)、ベリジャー幼生(b)。幼生は正の走光性を持つ。

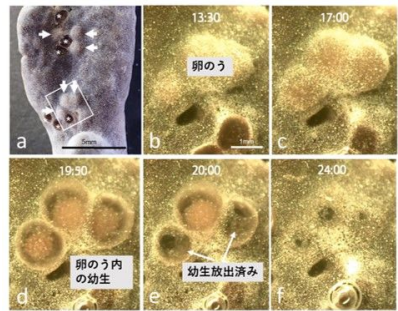


図15 サンゴ枝を覆う海綿の組織内に産み付けられた巻貝の卵嚢。成熟した卵嚢は次第に膨張し、卵のうの外に無数のベリジャー幼生を放出した。

(7) 考察

本研究の結果、これまでの報告((Rützler and Musik 1993; Reimer et al., 2011)に加え、琉球列島では北は奄美の喜界島から西の与那国島まで、多くの島のサンゴ礁にテルピオス海綿が棲息していることが明らかとなった。スポット状から広範囲の被覆まであり、定着して広がる

と仮定すると、その脅威は今後も増すものと考えられる。

枝状コモンサンゴを被覆する進行率が水温と正の相関を持つことから、今後の温暖化でその棲息域の拡大が想定される。冬場の低水温時、進行率が低下することから、内挿して予測したところ、成長が停止するのは水温が約 18 となり、鹿児島南部が理論上の北限になると考えられ、現状と合致する。また、台風襲来による攪乱によって、進行率の低下があったことは注目できるが、その影響は一時的であった。台風時の温度や光量の減少、砂粒による物理的影響の可能性が考えられる。

与那国島や粟国島のように他の島からかけ離れたサンゴ礁で、スポット状に確認され、また沖縄島周辺でも同様の小さな海綿個体が確認されたことから、幼生による分散が想定される。幼生は沈水性であったが、海流によって分散すると考えられ、台風等によって遠くまで運ばれる可能性(Nozawa et al. 2016)を支持する。

幼生の放出が深夜 0-4 時の間にピークを持ってはいたものの、日中の放出もあり、満月後に多く放出するものの月齢との関係もやや緩慢であった。また、放出期間も 7-11 月と長期に渡ることから、環境条件によっては一気に広範囲に拡散する潜在能力を持つ可能性がある。

本種の成長には、共生シアノバクテリアの光合成が大きく寄与するものと思われる。実際、海綿組織の厚さは 1 mm 以下であるが、その共生藻密度はサンゴ褐虫藻密度よりも 1 桁大きい。骨片や環境中から捕獲した粒子の役割は不明であるが、その密度の高さや特定サイズの粒子を揃えて表面にまとめていることから、防御や光阻害対策の可能性があり、今後、その役割を詳細に解析する必要がある。骨片の長さを過去の報告と比較したところ、地域によって異なることから、本種の成長と環境要因(温度や栄養塩等)との関係の解明が望まれる。

海綿類には自他認識を持つものがあるが、テルピオス海綿でも境界線が見つかり、自他認識機構を持つことが明らかとなった。本種の成長を確認する上で有効な指標の一つになると考えられる。海綿食の動物として、軟体動物や脊椎動物(カメ類)があるが、テルピオス海綿の捕食者については、まだ報告がない。今回、捕食の有無は不明なものの、海綿の組織を産卵場所として利用し卵嚢を産み付ける巻貝が見つかったことから、テルピオス海綿と密接に関わる生物として初めての事例となった。

今後の地球温暖化は、テルピオス海綿の進行率を促進し、幼生放出期間も拡大することが懸念される。急速な拡大の兆候を把握することはサンゴ礁保全にとって極めて重要であり、海綿としての動物側の形態変化(シアノバクテリア、骨片、粒子)や幼生生産量や放出量、および関連生物の把握に努める必要がある。

参考文献

- Nozawa Y, Huang Y, Hirose E (2016) Seasonality and lunar periodicity in the sexual reproduction of the coral-killing sponge, *Terpios hoshinota*. *Coral Reefs* 35:1071–1081
- Reimer JD, Mizuyama M, Nakano M, Fujii T, Hirose E (2011) Current status of the distribution of the coral-encrusting cyanobacteriosponge *Terpios hoshinota* in southern Japan. *Galaxea* 13:35–44
- Rützler K, Musik KM (1993) *Terpios hoshinota*, a new cyanobacteriosponge threatening Pacific Reefs. *Scientia Marina* 57: 395-403

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Aini SN, Yamashiro H	4. 巻 -
2. 論文標題 Densities of cyanobacterial cells, spicules, and particles in the coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> in Sesoko Island, Okinawa, Japan.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plankton Benthos Research	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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hirose Y, Aini SN, Yamashiro H.	4. 巻 41
2. 論文標題 Coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> releases larvae at midnight.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 149-160
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00338-021-02210-x	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 -
1. 著者名 Yamashiro H, Fukumori H, Aini SN, Hirose Y.	4. 巻 11
2. 論文標題 Snails associated with the coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> in Okinawa Island, Japan.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20709
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-00185-x	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 Hirose Y, Aini SN, Yamashiro H.	4. 巻 60
2. 論文標題 Contact reactions between individuals of the coral-killing sponge, <i>Terpios hoshinota</i> .	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Zoological Studies	6. 最初と最後の頁 e41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.6620/ZS.2021.60-41	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 -

1. 著者名 Aini SN, Tang S-L, Yamashiro H.	4. 巻 40
2. 論文標題 Monthly progression rates of the coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> in Sesoko Island, Okinawa, Japan.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 973-981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00338-021-02099-6	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

[学会発表] 計19件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 水口雅貴・石橋広志・高山弘太郎・山城秀之・竹内一郎
2. 発表標題 30~32 の高水温に暴露したココビミドリイシ <i>Acropora digitifera</i> の体色と光合成収率の変動過程の解析
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第23回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sung-Yin Yang, Chih-Ying Lu, Sen-Lin Tang, Rocktim Ramen Das, Kazuhiko Sakai, Hideyuki Yamashiro, Shan-Hua Yang
2. 発表標題 Effects of ocean acidification on coral endolithic microbial community in <i>Isopora palifera</i> and <i>Porites lobata</i>
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第23回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山城秀之
2. 発表標題 テルピオス海綿と他の生物との相互作用
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第23回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬友里香・山城秀之
2. 発表標題 サンゴ被覆性海綿Terpios hoshinotaの幼生放出と稚テルピオスの成長
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第23回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Aini Nurul Siti, Hideyuki Yamashiro
2. 発表標題 Sexual reproduction and settlement of coral-killing sponge Terpios hoshinota in Okinawa Island, Japan
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第23回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 和田遥・山城秀之
2. 発表標題 瀬底島近海におけるブラックバンド病の進行と発生
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第23回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Aini Nurul Siti, Hideyuki Yamashiro
2. 発表標題 Studies on the growth rates of the coral-killing sponge Terpios hoshinota in Sesoko Island, Okinawa, Japan
3. 学会等名 日本動物学会(第91回大会、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Gushi, M., Takayama, K., Ishibashi, H., Yamashiro, H., Takeuchi, I.
2. 発表標題 Effects of high temperature and a PSII herbicide (Irgarol 1051) on hermatypic coral <i>Acropora tenuis</i> evaluated using a compact ecotoxicity experiment system
3. 学会等名 SETAC Europe 30th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山城秀之
2. 発表標題 サンゴの魅力・迫る危機
3. 学会等名 動的画像処理実利用ワークショップDIA2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akira Iguchi, Aika Miyagi, Yuki Yoshioka, Hideyuki Yamashiro, Kazuhiko Sakai, Atsushi Suzuki.
2. 発表標題 Effects of acidified seawater on black band disease on the branching coral <i>Montipora digitata</i>
3. 学会等名 International Symposium on Aquatic Metagenomics
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aini, Siti N., Hideyuki Yamashiro
2. 発表標題 Morphological characteristics of coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> in Sesoko Island, Japan
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 (第22回大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山城 秀之
2. 発表標題 サンゴ被覆性海綿Terpios hoshinotaの分布および沖縄島北部西海岸の状況について
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 (第22回大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 廣瀬 友里香, 山城 秀之
2. 発表標題 サンゴを覆う海綿Terpios hoshinotaの自他認識.
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 (第22回大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aini, Siti N., Hideyuki Yamashiro
2. 発表標題 Morphological trait on coral-killing sponge Terpios hoshinota in Sesoko Island, Japan.
3. 学会等名 International Coral Reef Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Das RR, Wada H, Masucci GD, Singh T, Tavakoli-Kolour, Wada N, Tang S-L, Yamashiro H, Reimer JD
2. 発表標題 Four-year field survey of Black Band Disease and Skeletal Growth Anomalies in encrusting Montipora spp. corals around Sesoko Island, Okinawa.
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第24回大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山城秀之・伊勢優史・Aini Nurul Siti・Ritzelle Albelda
2. 発表標題 サンゴ被覆性海綿 <i>Chalinula nematifera</i> の色彩および共生真菌
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第24回大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aini S. N., Hirose Y., Yamashiro H.
2. 発表標題 Changes in the maturity stage of the coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> in Okinawa Island, Japan
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会(第24回大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aini S.N., Yamashiro H.
2. 発表標題 Relationship between composition of sediments and spicules/particles of the coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> from different sites in Okinawa Island, Japan.
3. 学会等名 BECOME-2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamashiro H., Aini S.N.
2. 発表標題 The coral-killing sponge <i>Terpios hoshinota</i> overcomes spatial barrier by using abandoned fishing lines which bridge to coral.
3. 学会等名 BECOME-2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 中村崇・山城秀之（共編著）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 成山堂書店	5. 総ページ数 167
3. 書名 白化現象 -失われるサンゴ礁の海とそのメカニズム-	

1. 著者名 Kon K., Yamashiro H., Horinouchi M., Kawaida S	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer Nature, Singapore	5. 総ページ数 367
3. 書名 Japanese Marine Life. - A Practical Training Guide in Marine Biology	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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0件

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
---------	---------