

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02270

研究課題名(和文) 褐虫藻を起点としたサンゴ礁生態系の新しい食物網ルートの提案

研究課題名(英文) Potential new food web route for coral reef ecosystems based on zooxanthellae

研究代表者

山下 洋 (YAMASHITA, Hiroshi)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(長崎)・主任研究員

研究者番号：00583147

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：サンゴから放出された褐虫藻がサンゴ礁の動物プランクトンに直接捕食される食物網ルートはないだろうか。褐虫藻の持つ特徴的な化合物をマーカーにして、動物プランクトンが褐虫藻を捕食した痕跡を探ることを考えた。様々な褐虫藻培養株の持つ代謝物を分析し、サンゴから単離した *Symbiodinium microadriaticum* の培養株が持つホモトリゴネリンをマーカー候補物質とした。サンゴの多い場所とサンゴ礁の沖合で採取した動物プランクトンのホモトリゴネリン量はサンゴの多い場所の方が多かった。今後より詳細な検証が必要であるが、これは動物プランクトンが褐虫藻を捕食した痕跡かもしれない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食物網における生物のつながりを明らかにする場合、安定同位体を用いたアプローチが一般的であるが、本研究では特定の生物が持つ特徴的な化合物をマーカーとして利用することができないかと考えた。実際にサンゴが多い場所の動物プランクトンから褐虫藻マーカー候補物質のホモトリゴネリンが多く検出された。本研究ではマーカー候補物質として一つの化合物に焦点を当てたに過ぎないが、特徴的な化合物をマーカーとして利用できる可能性を示すことができ、新たな研究手法につながる糸口となった。

研究成果の概要(英文)：Corals constantly release their own symbiont algae of the dinoflagellate family Symbiodiniaceae, often called zooxanthellae. If zooplankton prey on the released zooxanthellae, it could be a new route in the food web of coral reef ecosystems. We searched for remnants of zooxanthellae in zooplankton using unique compounds of zooxanthellae as markers. Metabolites of various Symbiodiniaceae cultured strains were analyzed. Homotrigonelline found from the cultured *Symbiodinium microadriaticum* strains isolated from coral was selected as a candidate marker. We compared the amount of homotrigonelline in zooplankton collected from an area with a large amount of coral and an offshore coral reef. Although the composition of zooplankton was almost same in both area, zooplankton in the coral rich area contained more homotrigonelline. Although more detailed observations are needed, the findings may provide evidence of predation of symbiodiniacean cells by zooplankton.

研究分野：微細藻類学・共生生物学・生物海洋学

キーワード：褐虫藻 サンゴ礁生態系 食物網ルート 海洋生態 生物圏現象

## 1. 研究開始当初の背景

海の熱帯雨林とも称されるサンゴ礁海域が、あらゆる海洋環境の中でもトップクラスの生物多様性と生産性を有する海域であることは広く知られている。しかし、貧栄養な熱帯・亜熱帯海域でサンゴ礁が「なぜ」大量の生物を保持し得るのか、そのメカニズムの多くはブラックボックスのままである。一般に、莫大な量の生物を保持するサンゴ礁生態系の土台はサンゴ内に共生する褐虫藻 (Symbiodiniaceae 科渦鞭毛藻) だと考えられている。褐虫藻はサンゴの骨格表面積 1 cm<sup>2</sup> あたりに数十から数百万細胞という高密度な状態で共生して光合成を行っているが、サンゴの細胞内で暮らす褐虫藻の生産力がどのようにサンゴ外の環境とリンクしているのか? この疑問は古くから関心を集め、現在では褐虫藻の光合成産物がサンゴの粘液を介して環境に放出されるという視点で数多くの研究が実施されている。一方申請者らはこれまで、サンゴからは粘液のみならず褐虫藻細胞そのものも放出されていることを明らかにしてきた。これら放出された褐虫藻がサンゴ礁の動物プランクトンに直接捕食されていれば、サンゴ礁生態系の新しい食物網ルートになり得ると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、サンゴから放出された褐虫藻が動物プランクトンに直接捕食される食物網ルートを探ることである。食物網における生物のつながりを明らかにしようとする場合、安定同位体を用いたアプローチが一般的である。しかし、サンゴ礁生態系では多種多様な生物が食物網内で複雑に絡み合っている可能性があり、またサンゴから放出された褐虫藻は速やかに周辺の植物プランクトン群集に紛れ込んでしまうため、動物プランクトンが実際に褐虫藻を捕食しているかどうかを安定同位体の結果から見積もるのは困難だと考えた。そこで本研究では、褐虫藻と動物プランクトンの直接リンクを明らかにするため、褐虫藻が作り出す微量成分を含む代謝産物をマーカーとする独自のアプローチを試みる。褐虫藻のマーカー候補となる物質を探索する過程で褐虫藻が持つ代謝物の詳細や、褐虫藻とサンゴなどの動物の間でやりとりされる物質についても知見の蓄積が期待される。

## 3. 研究の方法

### (1) 褐虫藻マーカー候補物質の探索とサンゴ礁の動物プランクトンからの検出

褐虫藻と呼ばれる Symbiodiniaceae 科渦鞭毛藻は現在 10 個の大きな遺伝的グループ (clade A-J: Yorifuji et al., 2021) が知られ、これらのグループのいくつかはそれぞれ属として再編されている (LaJeunesse et al., 2018, Nitschke et al., 2020)。それぞれの clade や属はさらに複数の type や種に分かれているため、褐虫藻は遺伝的に極めて多様である。

本研究ではまず、様々な場所や様々な宿主から単離培養した 6 属にまたがる褐虫藻培養株 28 株を用いて、特にサンゴ由来褐虫藻に特徴的なマーカー候補物質の探索を行った。各培養株を 27°C インキュベーターで対数増殖期中期～後期まで培養し、遠心分離により細胞を回収して冷凍した。回収した細胞を水:メタノール:クロロホルムで抽出して親水性画分を LC-MS 分析に供し、得られたデータの多変量解析からマーカー候補物質を絞り込んだ。一部の化合物は NMR により構造決定も行った。

次にマーカー候補となった物質が実際に動物プランクトンに蓄積されるかどうかを確かめるため、サンゴ礁海域で採取した動物プランクトンに実験室内で褐虫藻培養株を捕食させた。褐虫藻捕食後および、捕食からさらに 24 時間絶食させた後の動物プランクトン内の褐虫藻マーカー候補物質を分析し、その結果を基に候補物質をさらに絞り込んだ。

サンゴ礁の動物プランクトンが褐虫藻を捕食していると仮定すると、周辺に生息するサンゴの量が多い方が動物プランクトン内に蓄積している褐虫藻マーカーの量も多いと考えられる。そこで、サンゴの多い場所と少ない場所、およびサンゴ礁の沖合で動物プランクトンを採取し、褐虫藻マーカー候補物質の検出を試みた。

### (2) 褐虫藻マーカー候補物質の生合成経路の確認

褐虫藻は動物から離れて単独で培養すると、昼間は鞭毛を持ち遊泳する遊泳細胞、夜間は鞭毛を持たない球形細胞へと日周期的に形態変化するため、それぞれの形態で代謝が大きく変わることが想定される。本研究で使用するサンゴ由来の褐虫藻 *Symbiodinium microadriaticum* の培養株は 10:00 頃に遊泳細胞が、24:00 頃に球形細胞が最も多いことがわかっている (Yamashita and Koike 2016)。これらの時間帯に加え、球形細胞から遊泳細胞へと形態変化する時間帯の 6:00 頃と遊泳細胞から球形細胞へと変化する時間帯の 20:00 頃の計 4 回培養株を回収、固定して当該褐虫藻培養株のゲノム情報を基に LC-MS/MS を用いてプロテオーム解析を実施した。

本研究では上記 (1)(2) の褐虫藻マーカー候補物質の探索に加え、宿主動物と褐虫藻の間でやりとりされる物質や、褐虫藻が共生した場合のみ現れる特徴的な物質を探索するため、以下の (3) サンゴやシャコガイを用いた分析も実施した。

### (3) サンゴやシャコガイを用いた分析

シャコガイ類はサンゴ礁の浅瀬に生息し、強力な紫外線に曝されるため、紫外線吸収物質を褐虫藻から受け取って利用しているのではないかと考えた。シャコガイ外套膜に存在する紫外線吸収物質を LC-MS により網羅的に取得し、これらの紫外線吸収物質が外套膜のどこに存在するかをイメージング質量分析により可視化した。

また、*Acropora tenuis* (ウスエダミドリイシ) のゲノム情報 (Shinzato et al., 2020) を基に解析した結果、*A. tenuis* 幼生は *S. microadriaticum* の褐虫藻と共生が成立すると、他の褐虫藻が体内に入った時よりも糖・アミノ酸輸送体の発現量が増加することを確認した (Yoshioka et al., 2020)。そこで *S. microadriaticum* と *S. tridacnidorum* の二つの褐虫藻培養株をそれぞれ感染させた *A. tenuis* 幼生を用いてプロテオーム解析を実施した。

褐虫藻が共生した場合にのみ現れる物質を探索するため、*A. tenuis* 幼生に *S. microadriaticum* と *S. natans* の褐虫藻培養株をそれぞれ感染させ、褐虫藻を持たない幼生とともに水溶性画分を LC-MS で分析してそれぞれ比較した。

## 4. 研究成果

### (1) 褐虫藻マーカー候補物質の探索とサンゴ礁の動物プランクトンからの検出

分析に供した 28 株の褐虫藻培養株のうち、サンゴから単離培養した褐虫藻 *S. microadriaticum* の培養株 2 株に共通して存在し、他の培養株にはほとんど含まれない化合物が複数見つかった。そのうち、特に量が多い「化合物 1」と「化合物 2」をマーカー候補物質として、これらの化合物が動物プランクトンに蓄積するかどうかを室内実験で確認した。採取後 24 時間絶食させたサンゴ礁の動物プランクトン (*Oithona* 属、*Acartia* 属、*Bestiolina* 属が主な構成種) に *S. microadriaticum* 培養株を添加した。動物プランクトンは褐虫藻を捕食し、また消化管後端に見られる糞粒では褐虫藻のクロロフィル自家蛍光が消失していることから、褐虫藻は消化されたと考えられる (図 1)。捕食後さらに 24 時間絶食させた試料も用意して、化合物 1 と 2 の動物プランクトン内の蓄積と残存を見積もった。その結果、化合物 1 は捕食後に多く検出されたが、その後 24 時間絶食するとその量は減少した。一方、化合物 2 は 24 時間絶食しても量が変化らなかった (図 2)。以上の結果から、化合物 2 を褐虫藻マーカー候補とした。化合物 2 を精製して NMR により構造決定を行ったところ、天然物初となるホモトリゴネリンであった。

サンゴから単離培養した褐虫藻 *S. microadriaticum* 培養株が持つホモトリゴネリンが動物プランクトンに蓄積することが確認されたため、サンゴが多い場所と少ない場所、およびサンゴ礁の沖合から採取した動物プランクトン中のホモトリゴネリン量の比較を行った。いずれの場所で採取した動物プランクトンも *Oithona* 属、*Acartia* 属やパラカラヌス科を含むカラヌス目種、および Nauplius 幼生が卓越していた。分析の結果、ホモトリゴネリン量はサンゴが多い場所で多く、サンゴ礁の沖合で最も少ない結果となった (図 3)。予想外にサンゴが比較的少ない場所の動物プランクトンでもホモトリゴネリンが検出された。室内実験ではホモトリゴネリン量は一度褐虫藻を捕食すると最低でも 24 時間は減らなかったため、サンゴが存在する場所では蓄積したホモトリゴネリンが検出できるのかもしれない。



図1. 褐虫藻を捕食した *Acartia bispinosa*。消化管内に褐虫藻 (赤い蛍光) が確認できる。消化管後端の糞粒 (白矢印) では褐虫藻のクロロフィル自家蛍光が消失しているため、褐虫藻は消化管内で消化されたと考えられる。

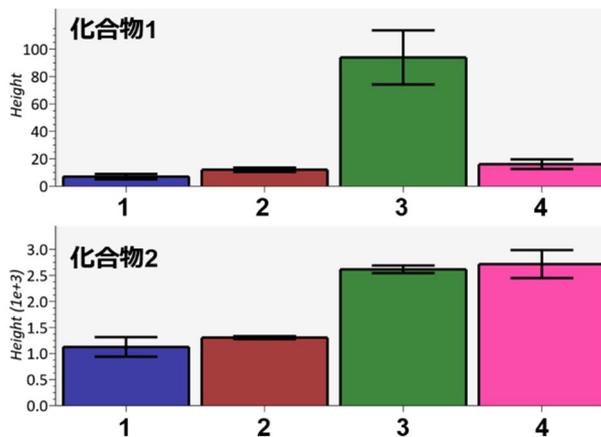


図2. 動物プランクトン試料内の褐虫藻マーカー候補物質の蓄積と残存。  
1. 採取直後、2. 24時間絶食後、3. 褐虫藻捕食後、4. 捕食後24時間の絶食。  
化合物1は捕食後の絶食で量が減る一方、化合物2の量は絶食後も変わらない。

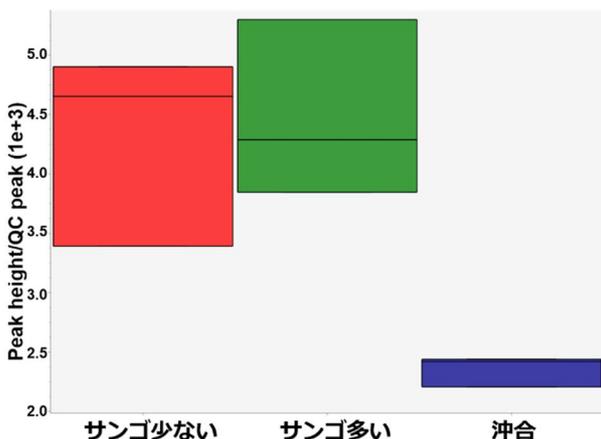


図3. サンゴが少ない場所、多い場所、およびサンゴ礁の沖合で採取した動物プランクトン内のホモトリゴネリン量。

## (2) 褐虫藻マーカー候補物質の生合成経路の確認

上記(1)で *S. microadriaticum* 褐虫藻培養株に特徴的なホモトリゴネリンを見いだした。ホモトリゴネリンの生合成経路を推定するため、各時間帯に回収した褐虫藻培養株のプロテオーム解析を実施した。しかし、ホモトリゴネリンは新しい化合物であるため、既知の一次代謝経路には存在しない可能性が高く、生合成経路の決定には至らなかった。一方、既知の代謝経路に対しては、各時間で発現量が有意に変化したタンパク質を抽出してKEGGを用いたパスウェイエンリッチメント解析を行った。その結果、有意なパスウェイとしてグルタチオン代謝、解糖系・糖新生、窒素代謝が見いだされた。グルタチオン代謝では、葉緑体内の glutathione reductase および ascorbate peroxidase が 10:00 および 20:00 で高かったため、光合成に伴って産生される活性酸素を除去していると示唆される。解糖系・糖新生では phosphoenolpyruvate carboxykinase および fructose-1,6-bisphosphatase が 10:00 で高かった。また、褐虫藻が共生するサンゴはしばしばグルタミン酸代謝が活発であることが報告されているが (Yuyama et al., 2018)、10:00 と 20:00 の褐虫藻で glutamine synthase および glutamate synthase が高かった。

本研究で見いだしたサンゴ由来の褐虫藻 *S. microadriaticum* の培養株に特徴的な化合物ホモトリゴネリンは、サンゴが多い場所の動物プランクトンで多く、沖合の動物プランクトンで少ない結果となった。これは、サンゴが存在する場所の動物プランクトンが褐虫藻を捕食し、ホモトリゴネリンを体内に蓄積した結果かもしれない。本研究ではマーカー候補物質としてわずかに一つの化合物に焦点を当てたに過ぎないため、今後より詳細な検証が必要である。しかし、生物のつながりを明らかにするために、特徴的な化合物をマーカーとして利用できる可能性を示すことができた。

## (3) サンゴやシャコガイを用いた分析

シャコガイ外套膜からは主に 10 種の紫外線吸収物質(マイコスポリンアミノ酸)が検出され、主要な成分である Mycosporine-glycine と Palythene は外套膜中で明確に異なる分布を示すことが明らかとなった (Goto-Inoue et al., 2020)。これらの物質は吸収する紫外線の波長が異なることから、シャコガイ類の巧みな紫外線対策がうかがえる。

*S. microadriaticum* が共生した *A. tenuis* 幼体は *S. tridacnidorum* が共生した幼体に比べて成長が早かった。両者のタンパク質発現を比較したところ、光合成に関わるタンパク質の発現が異なり、ATP 合成酵素のサブユニットおよび phosphoribulokinase の発現が *S. tridacnidorum* 共生幼体では見られなかった。*S. microadriaticum* 共生幼体では光合成に伴う有機物の合成が順調に行われている一方、*S. tridacnidorum* 共生幼体ではこれが順調ではないと考えられ、この差が成長の差につながったのかもしれない。

*S. microadriaticum* が共生した *A. tenuis* 幼生からは褐虫藻マーカー候補のホモトリゴネリンがやや多く検出された。また、*S. microadriaticum* 共生幼生、*S. natans* 共生幼生それぞれで他の幼生に比べてやや量の多い物質がいくつか検出できたものの、全体として *S. microadriaticum* 共生幼生、*S. natans* 共生幼生、褐虫藻が共生していない幼生間で成分の大きな違いは認められなかった。これは、幼生内に共生する褐虫藻の細胞数が少なかったことや、差異のある物質が十分に蓄積する前に回収してしまった可能性など、様々な要因が考えられる。一方、本研究では特定の褐虫藻が共生するとサンゴの遺伝子発現が変化することや、光合成に関わるタンパク質の発現が種によって異なることを見出しているため、褐虫藻が共生した時にのみ現れる物質については今後より詳細な検討が必要であると考えている。

本研究で得られた成果は順次、公表予定である。

### <引用文献>

- Goto-Inoue N, Sato T, Morisasa M, Yamashita H, Maruyama T, Ikeda H, Sakai R (2020) Mass spectrometry imaging reveals differential localization of natural sunscreens in the mantle of the giant clam *Tridacna crocea*. Sci Rep 10, 656. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57296-9>
- LaJeunesse TC, Parkinson JE, Gabrielson PW, Jeong HJ, Reimer JD, Voolstra CR, Santos SR (2018) Systematic revision of Symbiodiniaceae highlights the antiquity and diversity of coral endosymbionts. Curr Biol 28: 2570–2580.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.07.008>
- Nitschke MR, Craveiro SC, Brandão C, Fidalgo C, Serôdio J, Calado AJ, Frommlet JC (2020) Description of *Freudenthalidium* gen. nov. and *Halluxium* gen. nov. to formally recognize clades Fr3 and H as genera in the family Symbiodiniaceae (Dinophyceae). J Phycol 56: 923–940. <https://doi.org/10.1111/jpy.12999>
- Shinzato C, Khalturin K, Inoue J, Zayasu Y, Kanda M, Kawamitsu M, Yoshioka Y, Yamashita H, Suzuki G, Satoh N (2020) Eighteen coral genomes reveal the evolutionary origin of *Acropora* strategies to accommodate environmental changes. Mol Biol Evol: msaa216. <https://doi.org/10.1093/molbev/msaa216>

- Yamashita H, Koike K (2016) Motility and cell division patterns among several strains of *Symbiodinium*. *Galaxea* 18: 13–19. [https://doi.org/10.3755/galaxea.18.1\\_13](https://doi.org/10.3755/galaxea.18.1_13)
- Yorifuji M, Yamashita H, Suzuki G, Kawasaki T, Tsukamoto T, Okada W, Tamura K, Nakamura R, Inoue M, Yamazaki M, Harii S (2021) Unique environmental Symbiodiniaceae diversity at an isolated island in the northwestern Pacific. *Mol Phylogenet Evol.* <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107158>.
- Yoshioka Y, Yamashita H, Suzuki G, Zayasu Y, Tada I, Kanda M, Satoh N, Shoguchi E, Shinzato C (2021) Whole-genome transcriptome analyses of native aymbionts reveal host coral genomic novelties for establishing coral–algae symbioses. *Genome Biol. Evol.* 13: evaa240, <https://doi.org/10.1093/gbe/evaa240>
- Yuyama I, Ishikawa M, Nozawa M, Yoshida M, Ikee K (2018) Transcriptomic changes with increasing algal symbiont reveal the detailed process underlying establishment of coral–algal symbiosis. *Sci Rep* 8, 16802. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34575-5>

## 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 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Yamashita Hiroshi, Koike Kazuhiko, Shinzato Chuya, Jimbo Mitsuru, Suzuki Go	4. 巻 16
2. 論文標題 Can Acropora tenuis larvae attract native Symbiodiniaceae cells by green fluorescence at the initial establishment of symbiosis?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0252514
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0252514	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 Yoshioka Yuki, Yamashita Hiroshi, Suzuki Go, Zayasu Yuna, Tada Ipputa, Kanda Miyuki, Satoh Noriyuki, Shoguchi Eiichi, Shinzato Chuya	4. 巻 13
2. 論文標題 Whole-Genome Transcriptome Analyses of Native Symbionts Reveal Host Coral Genomic Novelty for Establishing Coral-Algae Symbioses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Genome Biology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1~18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/gbe/evaa240	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 Shinzato Chuya, Khalturin Konstantin, Inoue Jun, Zayasu Yuna, Kanda Miyuki, Kawamitsu Mayumi, Yoshioka Yuki, Yamashita Hiroshi, Suzuki Go, Satoh Noriyuki	4. 巻 38
2. 論文標題 Eighteen Coral Genomes Reveal the Evolutionary Origin of Acropora Strategies to Accommodate Environmental Changes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Biology and Evolution	6. 最初と最後の頁 16~30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/molbev/msaa216	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 Goto-Inoue Naoko, Sato Tomohiko, Morisasa Mizuki, Yamashita Hiroshi, Maruyama Tadashi, Ikeda Hiroki, Sakai Ryuichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Mass spectrometry imaging reveals differential localization of natural sunscreens in the mantle of the giant clam Tridacna crocea	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 656-656
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-57296-9	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 神保充, 山下 洋	4. 巻 69
2. 論文標題 宿主は生体防御機構を用いて共生者をコントロールする サンゴのレクチンと共生藻を中心として	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生物科学	6. 最初と最後の頁 200-208
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 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 吉野真由、神保 充、山下 洋、鈴木 豪、波利井佐紀、新里宙也、天野春菜、安元剛
2. 発表標題 異なる褐虫藻を獲得させた稚ポリプでは光合成能力が異なる
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲葉 誠、神保 充、山下 洋、鈴木 豪、新里宙也、天野春菜、安元剛
2. 発表標題 ウスエダミドリイシの産卵に伴い発現が変化するタンパク質の解析
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新里 宙也、鈴木 豪、山下 洋、佐藤 矩行
2. 発表標題 18種のみドリイシ科サンゴの全ゲノム解読が明らかにする、ミドリイシ属の環境適応戦略
3. 学会等名 第23回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 善岡 祐揮、山下 洋、鈴木 豪、新里 宙也
2. 発表標題 高精度な比較ゲノムを可能とするミドリイシ科サンゴからの遺伝子モデル構築
3. 学会等名 第23回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池田広樹、井上菜穂子、佐藤友彦、森笹瑞希、山下 洋、丸山正、酒井隆一
2. 発表標題 網羅的代謝物解析で探るシャコガイ-褐虫藻共生生物系の適応戦略
3. 学会等名 第62回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神保充、山下 洋、鈴木 豪、新里宙也、天野春菜、安元剛
2. 発表標題 褐虫藻AJIS2-C2 のプロテオーム解析
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上菜穂子、佐藤友彦、森笹瑞季、山下 洋、丸山正、池田広樹、酒井隆一
2. 発表標題 ヒメジャコTridacna croceaの外殻膜における紫外線吸収物質の局在の研究
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉野 真由, 神保 充, 山下 洋, 鈴木 豪, 波利井 佐紀, 服田 昌之, 新里 宙也, 天野 春菜, 安元 剛
2. 発表標題 共生褐虫藻により変動するサンゴタンパク質のパスウェイ解析
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下 洋, 酒井隆一, 池田広樹, 神保充, 新里宙也, 鈴木 豪, 福岡 弘紀, 井上菜穂子
2. 発表標題 サンゴ礁における褐虫藻の役割
3. 学会等名 令和元年度環境研究機関研究交流セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下 洋, 鈴木 豪, 新里宙也, 善岡祐輝
2. 発表標題 Durusdinium 属褐虫藻とAcropora tenuis 幼生の初期共生
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 善岡祐輝, 山下洋, 邱顛陵, 蔡品萱, 座安佑奈, 鈴木豪, 識名信也, 新里宙也
2. 発表標題 サンゴ特異的Notch 様遺伝子が, 褐虫藻との共生関係を制御している?
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 神保充, 湯山育子, 山下洋, 鈴木豪, 波利井佐紀, 服田昌之, 新里宙也, 天野春菜, 安元剛
2. 発表標題 RNAi による <i>A. tenuis</i> レクチン遺伝子の発現抑制と褐虫藻獲得
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 吉野真由, 神保充, 山下洋, 鈴木豪, 波利井佐紀, 服田昌之, 新里宙也, 天野春菜, 安元剛
2. 発表標題 褐虫藻と <i>Acropora tenuis</i> の共生機構に関するプロテオーム解析の試み
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 池田広樹, 山下洋, 酒井隆一
2. 発表標題 天然物化学的手法を用いたサンゴ礁の代謝物フローの解析
3. 学会等名 第61回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神保充, 竹内亮太, 田代悠, 山下洋, 鈴木豪, 新里宙也, 天野春菜, 安元剛, 渡部終五
2. 発表標題 ウスエダミドリイシはレクチンを用いて褐虫藻を獲得する
3. 学会等名 動物学会第89回札幌大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神保充, 竹内亮太, 山下 洋, 鈴木 豪, 天野春菜, 安元剛, 渡部終五
2. 発表標題 ウスエダミドリイシによる褐虫藻獲得に関与する要因
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第21回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下 洋, 鈴木 豪, 新里宙也, 神保充, 小池一彦
2. 発表標題 サンゴ幼生の蛍光と褐虫藻の走光性は両者の初期共生成立に関与するか?
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第21回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 善岡 祐輝, 山下 洋, 座安 佑奈, 神田 美幸, 將口 栄一, 佐藤 矩行, 鈴木 豪, 新里宙也
2. 発表標題 全ゲノムトランスクリプトーム解析による自然環境中のサンゴ-褐虫藻共生メカニズムの解明の試み
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第21回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神保充, 竹内亮太, 山下 洋, 鈴木 豪, 天野春菜, 安元剛, 渡部終五
2. 発表標題 ウスエダミドリイシによる褐虫藻獲得要因におけるレクチンの重要性
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田広樹, 山下 洋, 酒井隆一
2. 発表標題 天然物化学的手法を用いた褐虫藻代謝物の網羅的解析 サンゴ礁の食物網解明を目指して
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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	酒井 隆一  (SAKAI Ryuichi)  (20265721)	北海道大学・水産科学研究院・教授   (10101)	
研究分担者	神保 充  (JIMBO Mitsuru)  (10291650)	北里大学・海洋生命科学部・教授   (32607)	
研究分担者	新里 宙也  (SHINZATO Chuya)  (70524726)	東京大学・大気海洋研究所・准教授   (12601)	
研究分担者	鈴木 豪  (SUZUKI Go)  (30533319)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所(長崎)・主任研究員   (82708)	
研究分担者	福岡 弘紀  (FUKUOKA Koki)  (30416044)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所(長崎)・グループ長   (82708)	

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