

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：13801

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2023

課題番号：18KK0298

研究課題名（和文）Identifying "super corals" in Mauritius: what physiological factors promote high recovery after bleaching?

研究課題名（英文）Identifying "super corals" in Mauritius: what physiological factors promote high recovery after bleaching?

研究代表者

CASARETO Beatriz (CASARETO, Beatriz)

静岡大学・創造科学技術大学院・特任教授

研究者番号：60402244

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：高水温下におけるモーリシャスのサンゴの適応、“Super-Coral”に関する生理学的特性を研究した。アルピオン（A）、ベルマーレ（BM）、イルダンブルとグラン・グープ島の4つのサンゴ礁の20種を調査した。アロマー/Chl-a比、グリセロール/グルコース比、光合成性活性能、エンドゾイコモナス（ガンマプロテオバクテリア）の%が高く、褐虫藻の耐高温性クレードD（デュルスディニウム属）を持つ。Pocillopora eydouxi、Pavona spp.、Montipora spp.がSuper-Coralの特徴を示す。合計10編の論文と2つの国際シンポジウムで発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

モーリシャスサンゴとサンゴ礁保全のためのサンゴの新たな革新的な生理学的研究を開発し、サンゴの環境適応と白化回復の機構を科学的に明らかにした。モーリシャス大学やNGO等の人材育成を通じて保全のための新たな技術や知識を普及し、大学院生の論文掲載や大学や政府に保全の科学的提言をした。

研究成果の概要（英文）：This study describes the physiological characteristics of thermally tolerant corals defined as "super corals". We surveyed four reef sites and studied around 20 coral species. Corals in BM were highly exposed to stressful conditions showing high allomer/Chl-a ratio indicating oxidative stress of symbionts, and high glycerol/glucose ratio indicating a stressful state of the whole coral holobiont. Nevertheless, some corals kept healthy zooxanthellae with high Chl-a per cell and high Fv/Fm. High % of Endozoicomonas (Gamma-proteobacteria) and Symbiodiniaceae of Clade D (Genus Durusdinium) (thermal resistant) in Pocillopora spp. confirmed their healthy state and "super coral" features. In terms of coral species, Pocillopora eydouxi, Pavona spp., Galaxea and Stylophora spp. were classified as "super corals". We published a total of 10 scientific papers and participated in two international symposia (15th ICRS and 5th APCRS) during the whole project.

研究分野：Marine biology

キーワード：Mauritius Super Coral coral bleaching oxidative stress thermal tolerant genome analysis Symbiodiniaceae physiological factor

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

(1). 研究開始当初の背景

世界的な環境の変化が、最近では以前より急速に起こっている。特に人為的影響と気候変動が相乗的にサンゴ礁への影響やダメージを与えている。高水温、紫外線照射、藻の繁茂、そして感染症は、サンゴ礁が被害を受け損失している最も重要なストレスである。サンゴの白化は、高い海水温と強い紫外線の下でサンゴの生残に影響を及ぼしている最も重要なプロセスです。何百もの学術論文が、世界のサンゴ礁のうち約70%が死に向かっていると報告している。しかし、それらの25～30%は、生き残ることができる。何故一部のサンゴは生き残ることができるのか。その科学的な答えが必要である。特にインド洋にあるモーリシャスのサンゴとサンゴ礁は白化の後の回復が早いことが、科学研究費基盤 A(海外学術)やアジアアフリカ環境リーダープログラムの調査研究で確認されている。しかしながらその理由が解明されていない。近年サンゴの環境変動へに適応・生存に関し、“スーパーコーラル”と呼ばれる、環境に適応する遺伝子や能力を備えたサンゴが生存していることが報告されている。しかし“スーパーコーラル”の科学的特性や、何故生存可能なのかは明らかでなく、さらに報告例は非常に少なく、世界にそれほど多くないと考えられる。インド洋の島、モーリシャスのサンゴ礁は、裾礁で、島全体が150 kmのサンゴ礁でできている。非常に生物多様性が高く、モーリシャス固有のサンゴもあり、現在発見されている種は合計159種(Moothien Pillay ら、2002)である。1997年から1998年のエルニーニョ現象により、モーリシャスのサンゴも高水温等の大規模なイベントにより白化の影響を受けたが、他の太平洋やカリブ海でのサンゴが白化により90%近くダメージを受け死滅したのに対し、インド洋のモーリシャスのサンゴへのダメージの影響は10%程度であった。最近では2016年の高水温でモーリシャスのサンゴのおよそ70%が白化した。それらの約60%は回復(モーリシャス大学未発表のデータ)の兆候を示した。これらのモーリシャスのサンゴがより高い水温に適応できる要因は何か、モーリシャスの“スーパーコーラル”の生理学的特性を明らかにする研究は、気候変動、温暖化でのサンゴの生存戦略を明らかにすることにつながる。モーリシャスでのサンゴの研究は、疑いもなく世界のサンゴ礁研究にインパクトを与える研究で、世界で始めて“スーパーコーラル”の実態を明らかにする場でもある。

(2). 研究の目的

この研究の目的は、温暖化や人為的影響下での、モーリシャスのサンゴが“スーパーコーラル”として適応・生存する環境、生理学的因子、メカニズムを明らかにすることである。現在までにモーリシャスのサンゴは、白化や高水温への適応等の応答が見られたにも関わらず、サンゴの生理学的な分子レベルでの研究はほとんど行われていなかった。環境ストレス下でのサンゴの生理学的応答や適応に関して極めて有用な科学的結果を創出するものである。現在までに“スーパーコーラル”の定義や概念はあいまいであり、その科学的意味や特性を明確にする必要もある。そのためには、従来行われてきたような観察や環境因子の測定だけでなく、細胞や分子レベルの生物学的・化学的研究が必要である。これらに研究により、環境変動や環境ストレス下でのサンゴの再生や生存を理解しサポートする新たな知識や方法として活用できる。このような研究のアプローチはモーリシャスでは初めてであり、モーリシャス大学や NGO 研究にとっても新たなサンゴ礁研究の基盤となる。サンゴの白化の閾値である水温2°C上昇下でも、サンゴが生存可能な“スーパーコーラル”の特性とその因子を明らかにすることができれば、2025年に水温2°C上昇下でサンゴがほぼ絶滅すると予測しているモデル(シェパード2003)を再考し、新たなモデルの構築へ国際的にも貢献できる。

(3). 研究の方法

高水温や環境ストレス下でのサンゴの白化に対する適応・軽減はいくつかの要因に関係している。その要因はサンゴに共生している褐虫藻の温度耐性遺伝子(クレードC、D等)、活性酸素のストレスを減少・軽減したり感染バクテリアの増殖を阻止したりする化学的因子(グルコース・グリセロール、HSP、SDO等)、サ

ソゴ自身が強紫外線等に適応・応答する蛍光タンパク質の発現等で、ソゴの回復と“スーパーコーラル”の特性を明らかにする上で、測定が不可欠の項目である。さらにソゴが白化している間、正常な褐虫藻は体内で減少し、ソゴは通常褐虫藻から得ている 80~85% 程度の有機物(主には炭水化物)が得られなくなる。そのため白化の間生きるために、粘液等を利用して海水からピコ、ナノサイズのプランクトン(主にバクテリオ・プランクトンとナノ小型プランクトン)を餌として補食する(Sangmanee ら 2020)。

モーリシャスの異なる環境の二つのソゴ礁(アルピオンとベルマーレ)を研究場とした。アルピオンは浅く、人為的影響のあるソゴ礁であり、ベルマーレは深く、汚染の影響の少ないソゴ礁である。

- 1) 物理的パラメータ: 温度、塩分と流れは現場で測定され、測定装置にデータは保存された。潮位のデータは現地で取得した。ソゴへ潮位の影響は低潮位の時、ソゴが紫外線等に晒されるため大きい。
- 2) 化学および生物学的パラメータ: 溶存酸素、pH、栄養塩、有機物質(粒子態と溶存態)、クロロフィル、プランクトン(種組成と生物量)をフィールドで採取された海水試料から測定・分析した。
- 3) 褐虫藻の細胞密度、PCR による ssRNA 遺伝子測定。既存のデータベースとの比較。  
共生褐虫藻の光合成の活動: 光学系 II (Fv/Fm) の最大量子効率を、室内でのインキュベーション実験の間とフィールドで、ジュニア PAM とダイビング PAM を用いて測定した。  
褐虫藻の細胞密度: ソゴ組織をウォーターピックを用いて骨格から除去し、遠心分離によって褐虫藻を精製した。顕微鏡を用いて計数した。
- 4) 共生褐虫藻の色素は、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を使用して測定した
- 5) ソゴ関連の微生物群集は、メタゲノム分析法を用いて測定・同定した。
- 6) 酵素活性分析: 抗酸化酵素はスーパーオキシドジスムターゼ (SOD) とカタラーゼ (CAT) の活性を測定した。アポトーシスに関する酵素カスパーゼ-3 の活性は、カスパーゼ-3 比色分析(c)キット(研究開発システム) プロテアーゼ活性法を用いて測定した。

#### (4) . 研究成果

2019 年度

##### (1) ソゴ礁の環境因子とプランクトンの種組成および生物量

2019 年の3月9日~16 日まで2か所のソゴ礁で調査した。一箇所はソゴ礁が浅く、人為的影響のあるモーリシャスの西側のアルピオン、もう一箇所はソゴ礁が深く、人為的影響の少ない東側のベルマーレで実施した。アルピオンの岸川(A1)の海水温は 30.02°C、リーフ近く(A3)の海水温は 29.36°C、水中の光量はアルピオンで 1167、ベルマーレで 1536  $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{sec}$  である。栄養塩濃度は両方のソゴ礁で低く、典型的な熱帯域のソゴ礁のレベルであるが、A1 と BM2 では栄養塩濃度は高く、リーフに行くに従って濃度は減少した。ベルマーレでは、岸近くでは、硝酸塩濃 5.07  $\mu\text{M}$ 、ケイ酸塩濃度が 15.7  $\mu\text{M}$  と高い、これは陸から地下水からの供給による。全体として、Casareto (2017)の報告より高い値を示した。粒子態有機炭素(POC)と粒子態窒素(PON)濃度はアルピオンの岸近くで、ベルマーレの濃度より高い値を示した。DOC 濃度は Casareto(2017)の報告とほぼ同程度である。ピコナノプランクトンの生物量の傾向は、ほぼ POC 濃度の変化と同じである。ピコ、ナノプランクトンは、造礁ソゴの重要な餌であり、モーリシャスのソゴ礁には豊富に存在することが確かめられた。ただ BM1 でのピコ、ナノプランクトンの低い生物量は、ソゴの高い被度と関係し、ソゴによる補食が原因と考えられる。植物プランクトンの種組成は、アルピオンとベルマーレでは、ほぼ同じであるが、生物量(存在量)はアルピオンで、ベルマーレより高い。代表的な種は *Coscinodiscus* と *Nitzschia* である。動物プランクトンの種組成と存在量はアルピオンで、ベルマーレより高く、主な種は Copepods の幼生である。アルピオンのソゴの被度は 5%以下で、ほとんどの塊状ソゴは *Porites* で岸近くや真ん中のラグーで多く見られた。リーフで *Pocillopora* spp, *Montipora* spp, *Pavona* sp が観察されたが、*Acropora* は観察されなかった。アルピオンのソゴは種類は少なく、また被度も低い。ここ

では17のサンゴの試料を採取し、生理学的特性を研究した。ベルマーレは、リーフの BM1 での水温は 29.5°Cで、光量は 1231  $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{sec}$ 、岸近くの BM2 では水温は 30.6°C、光量は 486  $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{sec}$ 。サンゴの被度は 80~90%で、高い多様性(*Acropora* spp., *Montipora* spp., *Pocillopora* spp., *Pavona* sp. *Fungia* sp. 他.)を維持している。19のサンゴ試料を採取し、研究した。ベルマーレの岸近くのサンゴの被度は 30~40%、で主なサンゴは *Acropora* である。ほとんどのサンゴは健全な状態を示し、白化や病気をしているサンゴは観察されない。

## (2) 生理学的要因

サンゴの“スーパーコーラル”としての生理学的特性を把握するために、褐虫藻の光合成能の指標である ( $F_v/F_m$ )を PAM により測定、さらにクロロフィル c2、ペリジニン、クロロフィル-a、クロロフィル-a allomer (クロロフィルの酸性化成分)、褐虫藻密度、褐虫藻の正常、縮小、透明等の形態、mitotic index (健康な褐虫藻に対する分裂した褐虫藻の割合)、褐虫藻の細胞当たりのクロロフィル a の比、グルコース、グリセロール、タンパク質、活性酸素除去酵素等を測定した。

$F_v/F_m$  の値は2か所のサンゴ礁で大きな違いはないが、ベルマーレの5つのサンゴ、アルピオンの一つのサンゴでは 0.6 の値を超えていた。もし、この値が 0.45 より低い値であれば、サンゴは白化していると判断される。アルピオンにおいては *Porites* が 0.43 の低い値を示した。またベルマーレでも二つのコロニー (二つの *Acropora* コロニー、一つの *Montipora* コロニーと一つの *Porites* コロニー)が低い値を示した。クロロフィル-c2、ペリジニン、クロロフィル-a の濃度は両方のサンゴ礁で大きな違いが認められない。しかしながら、アルピオンの3つのコロニー (一つの *Pavona* sp、二つの *Pocillopora* spp)とベルマーレの二つのコロニー (*Montipora* spp, *Porites* spp) ではペリジニン (渦鞭毛藻・褐虫藻だけが持つ色素)が 10  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  以上の高い値を示した。10  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  以上の高いクロロフィル a (Chl-a)もアルピオンの3つの *Porites* spp コロニー、一つの *Pocillopora* spp コロニー、二つの *Pocillopora* spp (s タイプ)に、ベルマーレの9つのコロニー、*Acropora* spp, *Porites* spp, *Pocillopora* spp, *Fungia* sp, *Pocillopora* spp (s タイプ)が認められた。さらに、アルピオンの二つのコロニーとベルマーレの一つコロニーでは 30  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  を超えるサンゴも観測された。クロロフィル-a allomer はベルマーレのサンゴに 10  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  を超える値が得られた。これらのコロニーは酸化ストレスを受けていると判断できる。ベルマーレにおいてはおよそ 30%程度のサンゴが酸化ストレスを受けているが、全体として光合成能や褐虫藻の密度、様々な化学成分等から環境ストレスや高水温に適応していることが明らかである。ベルマーレのサンゴの高い  $F_v/F_m$  と高いクロロフィル濃度がそれを示している。

## (3) バクテリア群集に関係したメタゲノム解析

*Pocillopora* spp (s タイプ)と *Pocillopora* spp のサンゴは、健全性の指標とされているバクテリアの *Endozoicomonas* がゲノム解析で得られるバクテリア群集の中で高い割合を占めていることが、モーリシャスのサンゴでも明らかになった。全体のデータから、アルピオンのサンゴに比べて、ベルマーレのサンゴは高い酸化ストレスを、高水温や紫外線から受けている。しかしながら、褐虫藻の光合成能や機能に影響を与えていないことが明らかである。サンゴの複合共生システムとして知られる“ホロビオン (Holobiont) の働きにより、褐虫藻—バクテリアの相互作用による、グリセロールの生成やグリセロール/グルコースの比の高い値から、この酸化ストレスを軽減していることが明らかになった。モーリシャスのサンゴ群集は、ホロビオン安定性や光合成機能の維持により、褐虫藻の健全性を白化状態においても維持できている。 *Endozoicomonas* の存在も、これらのサンゴの健全性を維持するのに貢献している。また褐虫藻の遺伝子解析によるクレード D (Genus *Durusdinium*) の存在は高水温下での高い水温への耐性を示している。これらが“スーパーコーラル”の特性と判断できる。モーリシャスのサンゴが環境変動、特に高水温下で何故、白化しても回復が早いのか、その理由が、酸化ストレスを軽減あるいは修復する様々な機能があることである。サンゴの“ホロビオン”の働きが“スーパーコーラル”として生存できる理由である。


文献

Casareto BE, et al (2017): Chemical and biological characteristics of Albion reef in the South-West of Mauritius Island with special reference to primary production and N<sub>2</sub> fixation of benthic substrata. **WIO Journal of Marine Science Special Issue 1 / 2017, 85-93**  
 Moothien Pillay R, et al (2002): Field guide to corals of Mauritius. Albion Fisheries Research Centre, Albion, Mauritius, 334pp, ISBN 99903-964-2-6  
 Sheppard C, 2003: Predicted recurrences of mass coral mortality in the Indian Ocean. Nature 425(6955):294-7. DOI: [10.1038/nature01987](https://doi.org/10.1038/nature01987)  
 Sangmanee K, et al (2020): Influence of thermal stress and bleaching on heterotrophic feeding of two scleractinian corals on picnanoplankton. Marine pollution Bulletin 158. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111405>

2022 年度

**UoM Organising Team:**  
**Lead -** Associate Professor (Dr) Ranjeet Bhagooli  
**Co-Lead -** Dr Deepika Kauliyong

**Team Members:**  
 Mr Shakeel Yavan Jogee  
 Ms Sruti Jeetun  
 Ms Melanie Ricot  
 Mr Marwyn Anasamy  
 Ms Tanya Toofany



**University of Mauritius**  
 (Pole of Research Excellence Sustainable Marine Biodiversity and  
 Dept. of Biosciences & Ocean Studies, Faculty of Science)


**Shizuoka University, Japan**  
 (In collaboration with The Biodiversity and Environment Institute)

**"Coral Reefs in a Warming Ocean" (CRW02022)**  
 Thursday, 08 December 2022 at 09:00

**Venue: Lecture Theatre II, University of Mauritius Reduit**

**Target audience:**  
 USM Marine Science Students, NGOs, and Relevant Authorities

**Main aim:**  
 To disseminate research findings from University of Mauritius (UoM) and Shizuoka University (SU), Japan researchers, along with raising awareness among stakeholders on thermally resilient corals to global warming and how best they can be conserved, protected and managed in an era of global warming. Such targeted seminars are becoming more important than ever, given the increased frequency and intensity of associated bleaching and mortality due to global ocean warming ultimately leading to biodiversity and habitat losses.



Prof. Beatrix Elena CASARETO  
Pisauna University



Prof. Ranjeet Bhagooli  
University of Mauritius

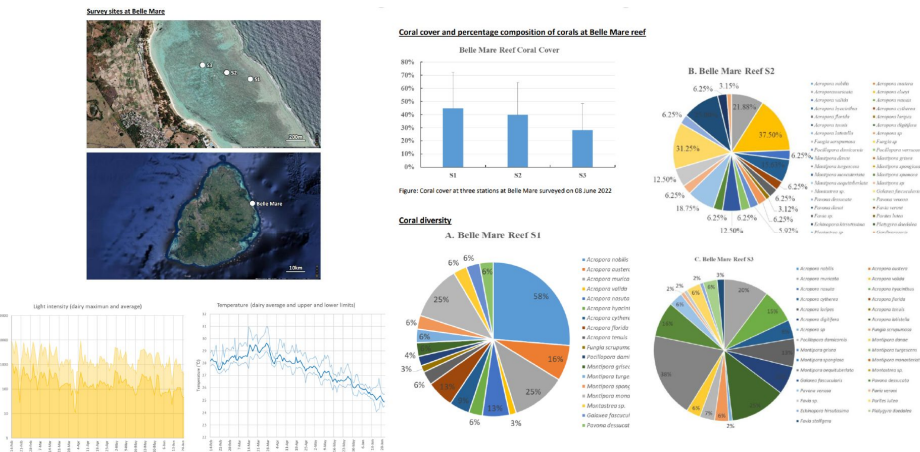


Dr. Deepika KAULIYONG  
University of Mauritius

**Proposed programme:**

Time	Topic	Speaker	Title
09:00-09:30	Registration		
09:30-09:35	Assoc. Prof. (Dr) Ranjeet Bhagooli, PHE, USM & SUO, UoM		Real restoration of ERW02000
09:35-09:45	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Selection Address
09:45-10:05	Assoc. Prof. (Dr) Ranjeet Bhagooli, PHE, USM & SUO, UoM		Closing Address
10:05-10:15	Assoc. Prof. (Dr) Ranjeet Bhagooli, PHE, USM & SUO, UoM		Remarks
10:15-10:30	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
10:30-10:45	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
10:45-10:55	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
10:55-11:05	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
11:05-11:15	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
11:15-11:25	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
11:25-11:40	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
11:40-11:50	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
11:50-12:00	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
12:00-12:10	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
12:10-12:40	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks
12:40-13:00	Prof. Beatrix Elena CASARETO, SU, Pisauna		Remarks

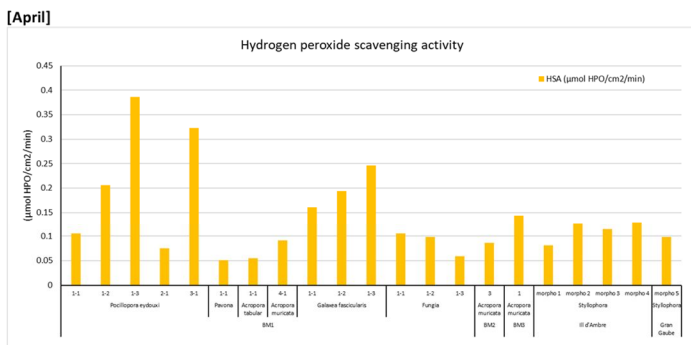
Survey on coral coverage and species composition at Belle Mare



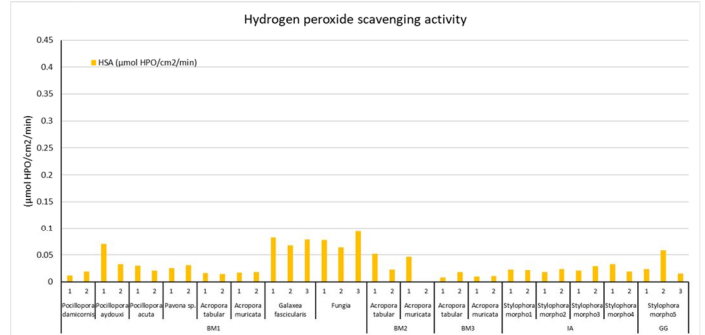
2023 年度

Physiological parameter of selected corals samples in Belle Mare, Ill d'Ambre, and Gran Gaube: immune

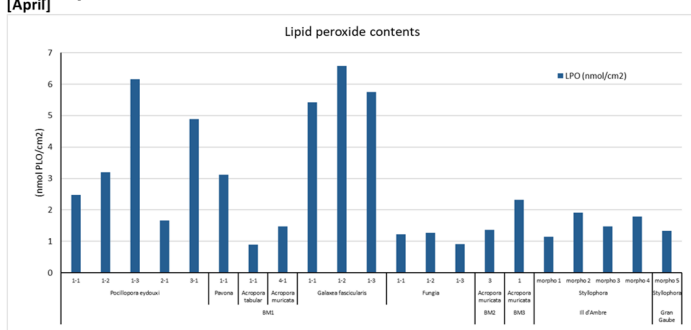
Antioxidative enzyme (hydrogen peroxide scavenging activity; HSA)



[October]



Lipid peroxide (LPO) concentration



*Pocillopora* と *Galaxea* は多くの抗酸化酵素を生産し過酸化脂質を低く抑えるといった高い酸化ストレスへの応答を示した。

4月と10月を比較すると、抗酸化酵素活性 HSA は10月には全体的に低く4月に比べてストレスが少ないことを示している。

モーリシャスのサンゴは高密度の褐虫藻を保持しており、私たちはサンゴの応答が2つの季節で明確に異なることを明らかにした。Pavona や Galaxea や Stylophora のようないくつかのサンゴは抗酸化酵素を必要な時期に生産することができている。Acropora は酸化ストレスにとても敏感で夏季は不健康な状態を示すが、秋には回復を示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 15件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 JOGEE SHAKEEL YAVAN, JEETUN SRUTI, RICOT MELANIE, TALEB-HOSSENKHAN NAW SHEEN, MATTAN-MOORGAWA SUSHMA, KAULLYSING DEEPEEKA, RIEMANN PAULINE, BLANC LEA, CASARETO BEATRIZ ESTELA, SUZUKI YOSHIMI, BHAGOOLI RANJEET	4. 巻 7
2. 論文標題 Photo-physiology of healthy-looking and diseased/health-compromised hard corals from Mauritius Island, Western Indian Ocean	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Indo Pacific Journal of Ocean Life	6. 最初と最後の頁 27-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.13057/oceanlife/o070103	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 Soondur M, Boojhawon R, Lowe R, Kaullysing D, Casareto BE, Suzuki Y, Bhagooli R	4. 巻 44
2. 論文標題 Rainfall-driven nutrient loading affects coastal phytoplankton in the southwestern Indian Ocean: a lagoon at Mauritius Island	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 African Journal of Marine Science	6. 最初と最後の頁 153 ~ 169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2989/1814232X.2022.2066722	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 Bhagooli R, Mattan-Moorgawa S, Kaullysing DD, Louis YD, Gopeechund A, Ramah S, Soondur M, Pilly SS, Rima Beesoo R, Wijayanti DP, Bachok ZB, Cubillos Monras V, Casareto BE, Suzuki Y, Baker AC	4. 巻 165
2. 論文標題 Chlorophyll fluorescence - A tool to assess photosynthetic performance and stress photophysiology in symbiotic marine invertebrates and seaplants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine pollution Bulletin	6. 最初と最後の頁 112059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marpolbul.2021.112059	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 Soondur M, Boojhawon R, Lowe R, Kaullysing D, Casareto BE, Suzuki Y and Bhagooli R	4. 巻 in press
2. 論文標題 Rainfall-driven nutrient loading affects coastal phytoplankton in the southwest Indian Ocean: a lagoon at Mauritius Island	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 African Journal of Marine Science	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2989/1814232X.2022.2066722	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 Bhagooli Ranjeet, Mattan-Moorgawa Sushma, Kaullysing Deepeeka, Louis Yohan Didier, Gopeechund Arvind, Ramah Sundry, Soondur Mouneshwar, Pilly Sivajyodee Sannassy, Beesoo Rima, Wijayanti Diah Permata, Bachok Zainudin Bin, Monr's V?ctor Cubillos, Casareto Beatriz Estela, Suzuki Yoshimi, Baker Andrew Charles	4. 巻 165
2. 論文標題 Chlorophyll fluorescence ? A tool to assess photosynthetic performance and stress photophysiology in symbiotic marine invertebrates and seaplants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Pollution Bulletin	6. 最初と最後の頁 1~29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marpolbul.2021.112059	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 Koyanagi Isamu, Dohra Hideo, Fujiwara Taketomo	4. 巻 203
2. 論文標題 Nitrate-responsive suppression of DMSO respiration in a facultative anaerobic haloarchaeon <i>Haloferax volcanii</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00655-20	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 Dinh Nhan Van, Casareto Beatriz E., Niraula Mohan P., Toyoda Keita, Meekaew Aussanee, Suzuki Yoshimi	4. 巻 77
2. 論文標題 Effect of diatom abundance and biogenic silica availability on the population growth of tintinnid ciliates at Suruga Bay	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 307~321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-020-00569-z	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 Sangmanee Kanwara, Casareto Beatriz E., Nguyen The Duc, Sangsawang Laddawan, Toyoda Keita, Suzuki Toshiyuki, Suzuki Yoshimi	4. 巻 158
2. 論文標題 Influence of thermal stress and bleaching on heterotrophic feeding of two scleractinian corals on pico-nanoplankton	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Marine Pollution Bulletin	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marpolbul.2020.111405	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 Soondur M, Kaullysing D, Boojhawon R, Lowe R, Casareto BE, Suzuki Y, Bhagooli R	4. 巻 15, 3
2. 論文標題 Diel variations in density and diversity of micro-phytoplankton community in a barachois-based oyster culture farm	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Sustainability Science and Management	6. 最初と最後の頁 1-7
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 該当する

1. 著者名 The ND, Casareto BE, Toyoda K, Thummasan M, Nhan DV, Sangmanee K, Quan NG, Suzuki Y	4. 巻 19, No.3A
2. 論文標題 Effects of thermal and light stresses on the glycerol concentrations in tissues of the hermatypic coral <i>Montipora digitata</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 193-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15625/1859-3097/19/3A/14304	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 Vu HM, Hayashizaki K, Sangsawang L, Suzuki Y, Casareto BE	4. 巻 19, No 3A
2. 論文標題 Determination of the stable isotope fractionation of zooplankton using a feeding experiment with <i>Artemia Salina</i> and the diatom <i>Nitzschia</i> sp.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 223-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15625/1859-3097/19/3A/14307	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 Dhora H, Kaweean I, Casareto BE, Suzuki Y, Kodani S	4. 巻 8
2. 論文標題 Draft Genome Sequence of <i>Streptomyces spongiicola</i> Strain 531S, an Actinobacterium Isolated from Marine Sediment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA .01198-18	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 Dohra H, Arai K, Urakawa H, Fujiwara T	4. 巻 8
2. 論文標題 Draft Genome Sequence of Nitrosococcus oceani Strain NS58, a Marine Ammonia-Oxidizing Gammaproteobacterium Isolated from Tokyo Bay Sediment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00923-19	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 Dhara H, Kaweewan I, Casareto BE, Suzuki Y, Kodani S	4. 巻 8
2. 論文標題 Draft Genome Sequence of Streptomyces spongiicola Strain 531S, an Actinobacterium Isolated from Marine Sediment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA .01198-18	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 Nguyen, Duc The, Casareto BE, Ramphul C, Toyoda K, Suzuki T, Fujiwara T and Suzuki Y	4. 巻 13
2. 論文標題 Glycerol Enhances Growth and Antimicrobial Properties of Two Selected Vibrio Bacteria Associated with the Coral Montipora digitata	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Research Journal of Microbiology	6. 最初と最後の頁 127-137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3923/jm.2018.127.137	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 Kalam MA, Mieno T, Casareto BE	4. 巻 8
2. 論文標題 Development of Artificial Reefs Using Environmentally Safe Ceramic Material	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Ecosystem and Ecography	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4172/2157-7625.1000253	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 Furukawa M, Sato T, Suzuki Y, Casareto BE, Hirabayashi S	4. 巻 182
2. 論文標題 Numerical modelling of physiological and ecological impacts of ocean acidification on coccolithophores	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Marine Systems	6. 最初と最後の頁 12-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmarsys.2018.02.008	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

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Shakeel JOGEE, Theo MOREL, Teri BASTIEN, Sruti JEETUN, Melanie RICOT, Deepeeka KAULLYSING, Sushma MATTAN-MOORGAWA, Nawsheen TALEB-HOSSENKHAN, Beatriz Estela CASARETO, Ranjeet BHAGOOLI
2. 発表標題 Investigating the impacts of Skeletal Eroding Band and Growth Anomalies on the photophysiology and skeletal morphology of <i>Acropora muricata</i>
3. 学会等名 The 15th International Coral Reef Symposium, Bremen, Germany, July 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Beatriz CASARETO
2. 発表標題 Response of the Coral Holobiont to Environmental Stressors
3. 学会等名 The 7th Marine Science Conference Science, Technology and Innovation for Sustainable Seas (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jogee SY*, Morel T, Bastien T, Jeetun S, Ricot M, Kaullysing D, Sushma Mattan-Moorgawa S, Taleb-Hossenkhan N, Casareto BE, Bhagooli R
2. 発表標題 Investigating the impacts of Skeletal Eroding Band and Growth Anomalies on the photophysiology and skeletal morphology of <i>Acropora muricata</i>
3. 学会等名 14th International coral Reef Symposium (ICRS) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jogee SY*, Gopalsing S, Jeetun S, Ricot M, Taleb-Hossenkhan N, Mattan-Moorgawa S, Kaullysing D, Casareto BE, Suzuki Y, Bhagooli R
2. 発表標題 Coral diseases from the waters of Rodrigues Island
3. 学会等名 UoM Virtual research week (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jogee SY*, Gopalsing S, Jeetun S, Ricot M, Taleb-Hossenkhan N, Mattan-Moorgawa S, Kaullysing D, Casareto BE, Suzuki Y, Bhagooli R
2. 発表標題 Ecology of Coral Diseases on the main reef-building coral, <i>Acropora muricata</i> , from Mauritius Island
3. 学会等名 UoM Doctoral colloquium 2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jogee SY*, Gopalsing S, Jeetun S, Ricot M, Taleb-Hossenkhan N, Mattan-Moorgawa S, Kaullysing D, Casareto BE, Suzuki Y, Bhagooli R
2. 発表標題 Coral Disease Prevalence around Mauritius and Rodrigues Islands, Western Indian Ocean
3. 学会等名 The Second International Conference on Biodiversity, Ecology and Conservation of Marine Ecosystems (BECOME) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 辻野修平、道羅英夫、藤原健智
2. 発表標題 従属栄養硝化菌 <i>Alcaligenes faecalis</i> におけるピルビン酸オキシムジオキシゲナーゼ遺伝子の発現制御
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Casareto Beatriz E.
2. 発表標題 Response of the coral holobiont under multiple stressors in the global climate change scenario
3. 学会等名 UoN Workshop02-2019, Winners and losers on coral reefs in the wake of climate change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujiwara T.
2. 発表標題 Characterization of the bacterial consortium associated with massive corals'
3. 学会等名 UoN Workshop02-2019, Winners and losers on coral reefs in the wake of climate change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金田悠太郎、藤原健智
2. 発表標題 子囊菌による従属栄養硝化
3. 学会等名 2019年度日本土壤微生物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊田栄、松井智哉、藤原健智、吉田尚弘
2. 発表標題 海洋性硝化細菌によるN <sub>2</sub> O生成の酸性化への応答
3. 学会等名 2019年度日本地球化学会第66回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石丸優、天野豊己
2. 発表標題 光化学系IIアンテナタンパク質、CP43、CP47の共発現系の構築
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺西岳生、天野豊己
2. 発表標題 シロイヌナズナのFtsHは他のプロテアーゼにより分解される
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sangmanee K, Casareto BE, Toyoda K, Suzuki Y.
2. 発表標題 Carbon and nitrogen assimilation and grazing efficiency of two reef building corals: response under healthy vs. bleached conditions
3. 学会等名 The 5th International Symposium "towards the future of advanced researches in Shizuoka University 2019. Shizuoka. March 6, 2019, Shizuoka Campus. Shizuoka, Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Thummasan M, Casareto BE, Amano T, Suzuki T, Toyoda K, Suzuki Y
2. 発表標題 Thermal stress and high nitrate effects on the expression of heat shock protein 32 (Hsp32) and caspases activity in the coral
3. 学会等名 The 5th International Symposium "towards the future of advanced researches in Shizuoka University 2019. Shizuoka. March 6, 2019, Shizuoka Campus. Shizuoka, Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Din Van Nhan, Casareto BE, Toyoda K, Suzuki Y
2. 発表標題 Study on population dynamics of tintinnid ciliates in the surface waters of Suruga Bay using incubation experiment
3. 学会等名 The 5th International Symposium "towards the future of advanced researches in Shizuoka University 2019. Shizuoka. March 6, 2019, Shizuoka Campus. Shizuoka, Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤原健智、荒木琢磨、小杉直樹、小柳勇、田中達、藤田純平
2. 発表標題 高度好塩性アーキアHaloferax volcaniiにおけるヘム生合成経路の分析
3. 学会等名 第19回極限環境生物学会2018年 度大会 (2018年12月8日～9日、くにびきメッセ・鳥根県松江市)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小柳勇、藤原健智
2. 発表標題 好塩性アーキアの嫌気呼吸系を制御する転写因子群の網羅的機能解析
3. 学会等名 第19回極限環境生物学会2018年度大会 (2018年12月8日～9日、くにびきメッセ・鳥根県松江市)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北村侑也、天野豊己
2. 発表標題 人工膜上におけるシロイヌナズナFtsH2及びFtsH5複合体の機能解析
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会 (2018年11月、横浜)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Casareto BE
2. 発表標題 Response of the coral holobiont under multiple stressors in the global climate change scenario
3. 学会等名 “Winners and losers on coral reefs on the wake of climate change”. University of Mauritius, Reunion, Rep. of Mauritius, March 15, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujiwara T
2. 発表標題 Characterization of the bacterial consortium associated with massive corals
3. 学会等名 “Winners and losers on coral reefs on the wake of climate change”. University of Mauritius, Reunion, Rep. of Mauritius, March 15, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Sultana R, Casareto BE, Md Alam S, Suzuki Y	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Experimental Approaches to Analyze Coastal Sediment Systems Functions Under Climatic Stressors: Applicability and Usefulness	5. 総ページ数 17
3. 書名 S. D. Shamsuddin, M. S. Alam, R. Roni (Eds) Climate Change Issues & Perspectives of South Asia	

〔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	藤原 健智  (FUJIWARA Taketomo)  (80209121)	静岡大学・創造科学技術大学院・教授   (13801)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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	鈴木 利幸  (SUZUKI Toshiyuki)  (80537283)	静岡県立大学・食品栄養科学部・研究補助員   (23803)	
研究分担者	天野 豊己  (AMANO Toyoki)  (90297945)	静岡大学・理学部・准教授   (13801)	
研究分担者	RAMPHUL CHITRA  (RAMPHUL Chitra)  (20832661)	静岡大学・創造科学技術大学院・研究員   (13801)	
研究分担者	Aussanee Yamaguchi  (YAMAGUCHI Aussanee)  (00830374)	静岡大学・創造科学技術大学院・研究員   (13801)	

## 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4件

国際研究集会 "Coral Reefs in a Warming Ocean"	開催年 2022年～2022年
国際研究集会 UoM workshop 02-2019 Winners and Losers on Coral Reefs in the wake of Climate Change	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Winners and losers on coral reefs on the wake of climate change	開催年 2018年～2019年
国際研究集会 Coral Reefs Eco-Physiology 2023	開催年 2023年～2023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
---------	---------