

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03997

研究課題名(和文) サンゴ礁微地形に起因する礁微環境と白化現象～気象・海象と礁微環境変動～

研究課題名(英文) Coral bleaching and reef micro-environments related to coral reef micro-topography

研究代表者

松田 博貴 (Matsuda, Hiroki)

熊本大学・大学院先端科学研究部(理)・教授

研究者番号：80274687

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：近年、地球温暖化に伴い白化現象が頻発し、2016年には琉球列島サンゴ礁北限に近い鹿児島県喜界島においても白化が確認された。本研究では、この喜界島において礁微地形に着目し、海水温変化と気象・海象の関係を検討した。夏季の標準的な気象条件では、礁地形に関わらず気温に対応した規則的な海水温変化を示す。これに対し、夏季卓越風と異なる風向や強風時には、開放的礁地形の地点で海水温が変化しやすく、特に南東岸の花良治では、陸側から、あるいは島伸長方向の強風時に海水温が低下する。これは暖かい表層海水が吹送され、下層の低温の海水が流入するためと考えられる。一方、降水量は海水温に大きく影響しない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

造礁サンゴの白化現象は地球温暖化による汎世界的な海洋環境の変化や高海水温の頻発が重要であるが、個々のサンゴ礁域における海水温変化には、閉鎖的か開放的かなどの礁微地形や島内位置の違いによる風の影響が大きいことが明らかになった。このことは、海岸部におけるリゾート開発や港湾整備にあたっては、高海水温化の抑制に有効な風向・風速を把握し、それを阻害するような高層構造物の建設は避けるべきと言えよう。また礁内での海水循環に影響を与える防波堤整備や航路開鑿にも十分配慮すべきと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In recent years, the coral bleaching has frequently occurred due to global warming, and in 2016, coral bleaching was confirmed on Kikai-jima, Kagoshima Prefecture, which is near the northern limit of coral reefs in the Ryukyu Islands. In this study, we focused on the microtopography of reefs on Kikai-jima and investigated the relationship between changes in sea surface temperature (SST) and meteorology and sea conditions. Under standard summer meteorological conditions, regular changes in the SST corresponding to air temperature are shown regardless of the reef topography. On the other hand, when the wind direction is different from the prevailing wind in summer or when the wind is strong, SST tends to change at the point of open reef topography. This is considered that the warm surface seawater is blown out and low temperature seawater in the lower layer flows in. On the other hand, precipitation does not significantly affect SST.

研究分野：炭酸塩堆積学

キーワード：サンゴ礁 白化現象 喜界島 礁微地形

### 1. 研究開始当初の背景

2016年夏季、琉球列島ではサンゴ礁で大規模なサンゴの白化現象が発生し、日本最大のサンゴ礁域である石西礁湖では、2割の造礁サンゴが死滅した。さらに白化現象は、先島諸島・沖縄島周辺などのサンゴ礁核心域のみならず、サンゴ礁北限域近傍の喜界島においても観察されつつある。近年、こうした白化現象が頻発し、熱帯～亜熱帯浅海域の豊かな生態系であるサンゴ礁生態系の崩壊が危惧されている。

白化現象の頻度増加は、地球温暖化に伴う表面海水温の上昇が最大の要因と考えられている。全球平均の表面海水温は1980年代から上昇を続けており、1997～98年にかけて世界規模で発生した白化現象は、同時期に発生したエルニーニョ現象とインド洋ダイポールモード現象による海水温異常が地球温暖化による表面海水温の上昇によって強調されたことが原因とされている。一方、白化現象が観察された島でも白化現象が顕著な部分もあれば、ほとんど観察されない地点もあり、同一のサンゴ礁域においても礁内の微環境によって白化現象に相違があることが想定される。

表面海水温は、台風等による気象・海象現象による表層海水の攪拌に影響されることが指摘されており、石西礁湖では台風通過に伴い、表面海水温が水深140mまで一様化され、 $1^{\circ}\text{C}$ 近く低下したことが確認されている。また琉球列島では台風の接近数が少ない年に顕著な白化現象が確認されており、台風接近による表面海水温の低下が白化現象に大きな影響を与えていると考えられる。さらに表面海水温に影響を与える表層海水の循環は、サンゴ礁の微地形に大きく左右される。礁嶺の顕著な発達、外洋水の流入を制限し浅礁湖(礁池)を閉鎖的環境とする。一方、深く切れ込んだ縁溝が発達する礁では開放的な環境を創出する。しかしながら、このような礁微地形による礁内の微環境の相違や台風等の海象に伴う表面海水温変化の関係、その時間・空間スケール、さらにそれらが白化現象に及ぼす影響についての詳細はよくわかっていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、サンゴ礁の微地形に着目し、礁微地形による礁内の微環境の差異、礁微地形による台風等の気象・海象現象に伴う表面海水温や塩分の変化やその時間・空間スケール、さらにそれらが白化現象に及ぼす影響について解明をすることを目的とする。そのために、表面海水温の年較差が大きく、環境しきい値の把握に有効なサンゴ礁北限域に位置する喜界島を主な調査地として、

- 1) 礁微地形、特に礁嶺の発達程度や浅礁湖幅による浅礁湖内における海洋微環境(海水温と塩分・濁度等)の相違の解明
- 2) 気象・海象現象、特に台風の勢力・進路による浅礁湖微環境の変動とその時間・空間スケールの解明
- 3) 浅礁湖微環境の変動に伴う造礁サンゴの白化現象の有無と推移
- 4) 浅礁湖微環境に対する造礁サンゴ種による白化現象の有無を目的とした。

### 3. 研究の方法

研究にあたり、礁微地形の違いによる海水温等の礁環境の相違と造礁サンゴの生育との関係を検討するために、鹿児島県喜界島において

- 1) 造礁サンゴの被度が高く、発育がいいこと。
- 2) 他地点と礁微地形や造礁サンゴの分布が異なり、比較が行えること。
- 3) 島内の位置が異なり、気象・海象条件による海洋環境の比較が行えること。

に留意し、島内での位置と礁微地形の閉鎖性を基に、ハワイビーチ、花良治、小野津漁港、小野津神社前、ならびに坂嶺の5地点で海水温計測と造礁サンゴの観察を行った(図1)。

海水温計測は、Onset社製ペンダントロガーUA-002-64を用い、岩塊や人工の重量物に又釘と結束バンドにより固定した。測定期間は2019年7月から2021年3月までとし、測定時間間隔60分(2019年)と30分(2020-21年)で観測した。

喜界島の気温、降水量、風速、風向、台風経路、潮汐、ならびに琉球列島周辺海域の表面海水温については、気象庁データを使用した。

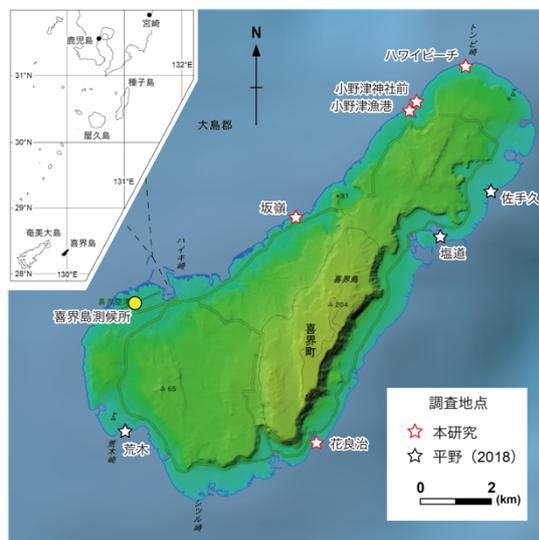


図1 調査地点

#### 4. 研究成果

研究の結果、サンゴ礁内の海水温と気象の関係について、以下のことが明らかになった。

1. 喜界島の夏季の安定した標準的な気象条件では、開放的、閉鎖的の礁地形に関わらず、気温に対応した海水温の日変化を示し、小潮時より大潮時の方が、海水温の日変化幅は大きい。喜界島の夏季の卓越風である風速 3~5m/s の南東~南方向から風では、南方向に開けた花良治において大潮時に外洋表層水の影響を受け、日最高海水温・日最低海水温を示し、日変化幅も大きい。一方、北西岸の小野津神社前では海水温の日変化幅が小さい (図 2)。

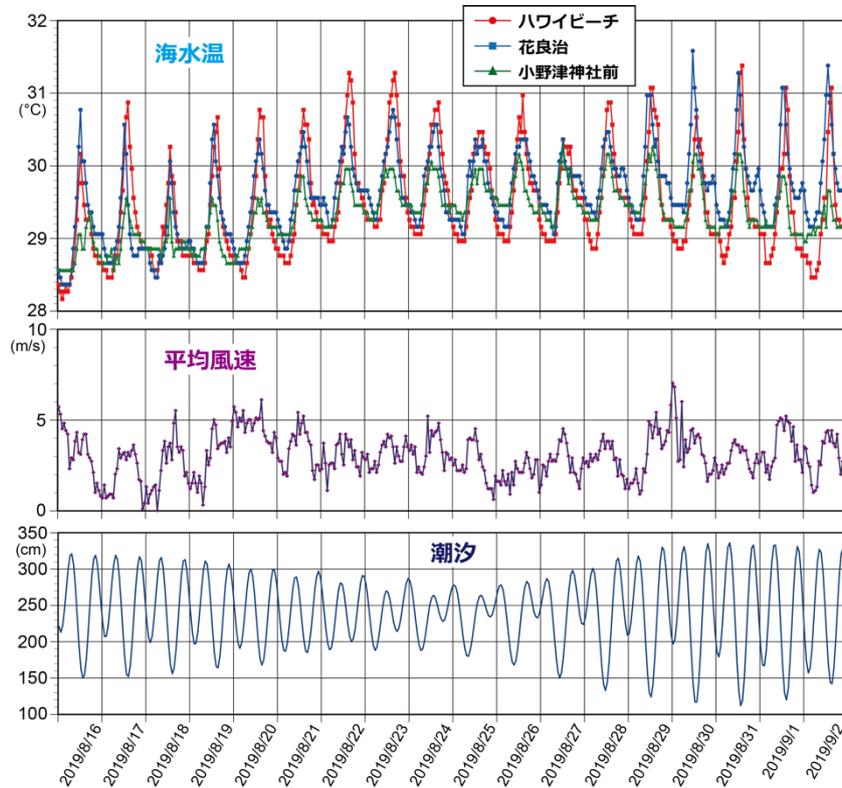


図 2 夏季の標準的な気象条件におけるハワイビーチ (島北東端・閉鎖的礁環境), 花良治 (島南東岸・開放的礁環境) および小野津神社前 (島北西岸・開放的礁環境) の海水温変化。

2. 開放的な礁地形の地点の海水温は風の影響を受けやすく、特に風速 5m/s 以上の風の時には海水温が大きく変化する。南東岸の花良治では、日中の海水温上昇時でも陸側の北寄りの風により海水温は低下する (図 3)。また台風時に島の伸長方向に平行な南西方向の強風により海水温は急激に低下する (図 4)。これらは暖められた表層海水が吹送され、下層の相対的に低い海水温の海水が流入することによる。

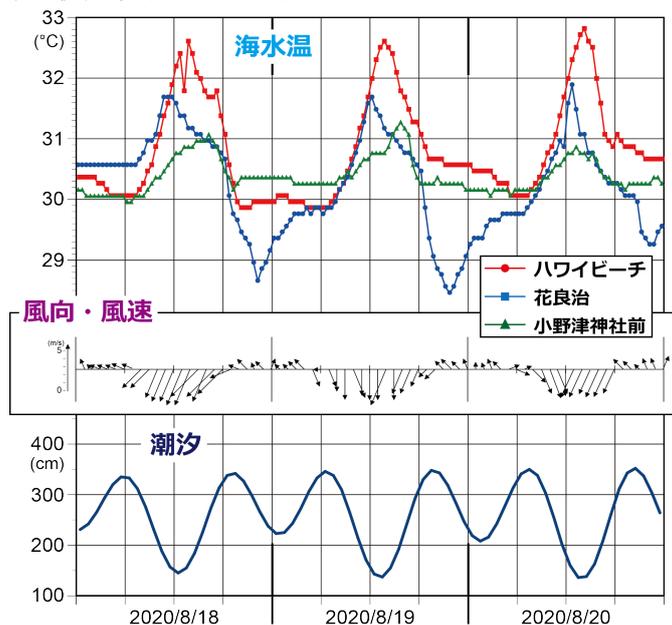


図 3 ハワイビーチ, 花良治および小野津神社前の海水温変化。午前中の海水温上昇時でも、南に開いた礁地形の花良治では、風向が北寄りになると海水温は上昇せず低下する。

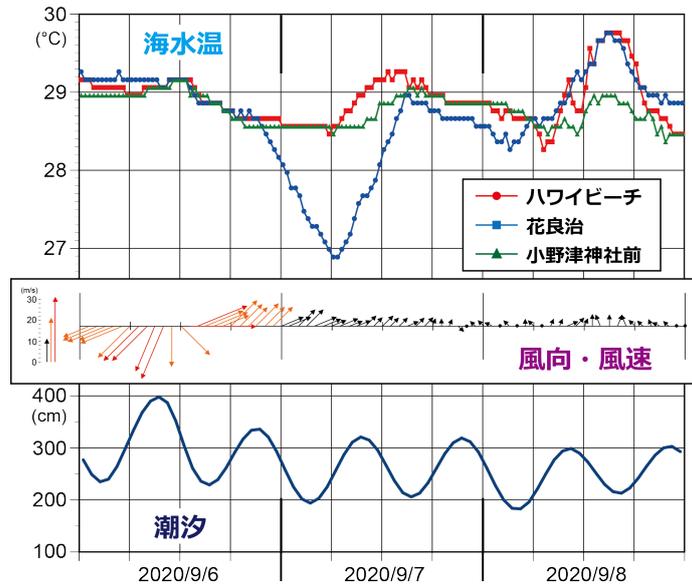


図4 台風通過時のハワイビーチ，花良治および小野津神社前の海水温変化．最大瞬間風速（41.2m/s；風向-西）が観測された時間（9/6 12:49）よりも，風向が南西（島の伸長方向）に変化した以降，花良治だけが急激に海水温が低下する．

3. 閉鎖的な礁環境のハワイビーチは，風の影響を受けにくい．
4. 降水量は海水温には大きく関係しない．

今回の調査では造礁サンゴの白化現象は確認することはできなかったが，以上のことから，造礁サンゴの白化現象は地球温暖化による汎世界的な海洋環境の変化，高海水温の頻発が重要であるが，個々の礁域における海水温変化には，閉鎖的か開放的かなどの礁地形や島内位置の違いによる風の影響が大きいと考えられる．したがって，海岸部の開発や港湾整備にあたっては，高海水温化の抑制に有効な風向・風速を把握し，それを阻害するような計画は避けるべきと言えよう．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Matsuda, H. and Hirano, N.
2. 発表標題 Relationship between coral bleaching and marine micro-environments in coral reefs of the Ryukyu Islands.
3. 学会等名 34th Annual Meeting of International Association of Sedimentologists (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田博貴
2. 発表標題 琉球サンゴ礁の発達史～喜界島から見えてきたこと
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 近藤志保・松田博貴・駒越太郎
2. 発表標題 サンゴ礁北限域における造礁サンゴの白化に関わる海洋環境と気象との関係について
3. 学会等名 炭酸塩コロキウム2022
4. 発表年 2022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
---------------------------	-----------------------	----

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