

令和元年6月17日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07527

研究課題名(和文) 統合的アプローチによる日本沿岸域サンゴ群集の実態と維持機構の解明

研究課題名(英文) Maintenance mechanisms of coral communities in Japan

研究代表者

中村 雅子 (Nakamura, Masako)

東海大学・海洋学部・准教授

研究者番号：50580156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：日本の亜熱帯域から温帯域に生息するサンゴ群集について、群集構造と新規加入幼生の実態を把握することを目的として、琉球列島南部及び中部、四国南西域、和歌山南部域、静岡県伊豆半島北西域にて調査研究を行った。その結果、群集を主に構成するサンゴ科は類似しているものの、被度や2016年の大規模白化の影響が地域によって大きく異なった。また、加入量や主要な加入科(または、加入種)が地域で異なった。これらのことから、地域によって群集の維持機構が異なることが予想された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本は、1つの国で亜熱帯域から温帯域にかけてサンゴ群集を対象とした実態研究を行える数少ない場所であり、本研究はこの「地の利」を活かし、日本沿岸のサンゴ群集維持機構の解明を目指したものである。群集生態学、海洋物理学、集団遺伝学の手法を統合することで、地域によって異なる維持機構とその要因を推定した。これらの知見は、今後の日本の沿岸域生態系の動態予測や対策を講じる上で重要な基礎的知見である。

研究成果の概要(英文)：Community structure and recruitment of coral communities along the coast of Japan were observed. Field surveys were conducted at southern and central Ryukyu Islands, southwestern Shikoku, southern Wakayama and northwestern Izu peninsula. As a result, main composer of coral communities were similar at family level but % cover and impact of mass bleaching in 2016 differed among areas. In addition, the amount and family/species composition of recruitment were different among areas. These results suggested difference in maintenance mechanisms of coral communities among areas.

研究分野：海洋生態学、群集生態学

キーワード：サンゴ群集 維持・回復機構 幼生加入 分散機構 攪乱

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

熱帯・亜熱帯域に生息する造礁サンゴ(以下、サンゴ)は、「海の熱帯雨林」と呼称されるサンゴ礁生態系の基盤を成す生物である。近年、サンゴの被度は、気候変動や人為的攪乱の影響を受け、約 50~80%減少しており(Gardner et al. 2003, De'ath et al. 2012)、サンゴ礁に生息する他の生物種の多様性や現存量の低下を招いている(Jones et al. 2004, Graham et al. 2015)。このため、現在、熱帯・亜熱帯域ではサンゴの保全が急務となっている。その一方で、海洋温暖化に伴い、熱帯・亜熱帯域に生息するサンゴの分布域が高緯度域(e.g. 温帯域)に拡大しつつある(Yamano et al. 2011, Baird et al. 2012)。

我が国における熱帯・亜熱帯性サンゴの今後の動向を予測するには、日本の亜熱帯域から温帯域までに生息するサンゴ群集の実態と維持機構を体系的に把握する必要がある。固着性であるサンゴ群集の維持は、現存する群体の生残に加え、浮遊期を経て新規に加入する幼生の有無に強く依存しており、現存する群集を構成するサンゴやそこに新規加入するサンゴ幼生の種や量、変動パターンを定量化し、現存群集と新規加入幼生の関係を明らかにすることがサンゴ群集維持機構を理解するために不可欠である。しかし、これまで、低緯度から高緯度におよぶ広範囲を対象としたサンゴ幼生の新規加入に関する研究はない。

加えて、群集維持機構の理解には、加入幼生がどこからどういった経路を経て群集に加入したかを明らかにすることも必要である。しかし、サンゴ幼生は小さく、目視での追跡が困難であることから、サンゴ幼生の浮遊期から着底期までの初期生態は未だブラックボックスであり、新規加入幼生の供給源などの推定は困難とされている。従来、熱帯・亜熱帯域での幼生分散経路の推定に用いられてきた海洋モデルによるシミュレーションや集団遺伝学的解析では、現存するサンゴ群集の構造や新規加入幼生の実態が考慮されず、さらに、複雑な地形の簡略化や長い年月をかけた遺伝的情報の蓄積により、幼生分散経路を過大に評価する危険がある。つまり幼生分散経路の推定には、これらの手法だけでは不十分であり、要となる現存群集や新規加入幼生の実態を明らかにする必要がある。

### 2. 研究の目的

群集生態学、海洋物理学、および集団遺伝学的手法を用いて、日本の亜熱帯域から温帯域に生息するサンゴ群集について、群集構造と新規加入幼生の実態を把握することを目的とした。さらに、海流動態や集団遺伝学的データと比較することから、群集維持機構の解明を目指した。

### 3. 研究の方法

日本沿岸域の琉球列島南部から静岡沿岸までを対象に、人工幼生付着基盤(以下、基盤; 図1)を用いて、新規加入幼生の定量化を行った。基盤は 10cm 角の 2 枚のフレキ板を用いたものを一組とした。各地点に 10~50 組の基盤を産卵予想日前までに設置し、野外での産卵確認一ヶ月後に回収した。回収した基盤は、漂白し、基盤上に着定したサンゴ個体を骨格形態から科同定した。また、一部の基盤については、着定したサンゴ個体を生きたまま採取し、エタノール保存した。エタノール保存した個体は、DNA を抽出し、種同定した。四国南西域で採取したハナヤサイサンゴについては遺伝的な集団構造を解析した。加えて、各地点におけるサンゴ群集被度を、ベルトトランセクト法やコドラート法、スポットチェック法により定量化した。さらに、海水流動モデルと粒子追跡モデルを用いて、幼生の供給源や移動距離などを解析した。これらのデータを用いて、幼生の輸送経路や群集の維持機構を推定した。



図1. 人工幼生付着基盤

### 4. 研究成果

1) 琉球列島南部及び中部、四国南西域、和歌山南部域、静岡県伊豆半島北西域(図2)において、サンゴの新規加入量を定量化した結果、加入量や主要な加入科が地域で異なることが明らかとなった。基盤一組あたりの平均加入量は、琉球列島南部から四国南西域にかけて 10 個体以上観察されたが、和歌山南部域では 5 個体以下、静岡県伊豆半島北西域においては 1 個体も観察されなかった。主要な加入科は、琉球列島南部及び中部ではミドリイシ科であり、四国南西域ではハナヤサイサンゴ科、和歌山南部域で

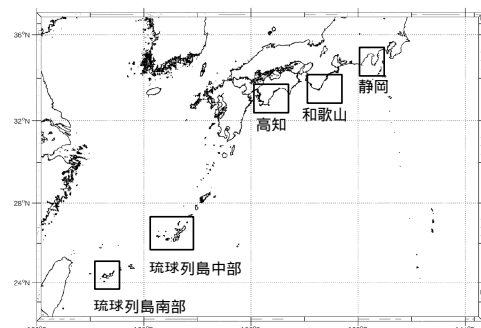


図2. 各調査域における調査地域

はハマサンゴ科であった。

2) 琉球列島南部及び中部、四国南西域、和歌山南部域、静岡県伊豆半島北西域のサンゴ群集の主な構成科はミドリイシ科であった。しかし、2016年夏の異常な高水温などにより、琉球列島南部を中心にサンゴが大規模に白化し、琉球列島南部では大規模に死亡したことが明らかとなった。琉球列島中部域以北では、2016年夏の異常な高水温の被害は場所により大きく異なり、大規模な死亡につながった場所と被害が中～小程度だった場所とに分かれた。

3) 琉球列島南部の調査域は、内湾地形であり、加入量と被度の関係(図3)及び、海水流動モデルと粒子追跡モデルを用いた幼生の供給源や移動距離の推定結果から、同域のミドリイシ科サンゴ群集は、同域内またはごく周辺の海域からの幼生加入によって群集が維持されている可能性が示唆された。

4) 2)のように、琉球列島南部域ではサンゴが大規模に死亡したことで、琉球列島南部域において、2017年以降の幼生加入量が大幅に減少した。また、生残したサンゴの2017年の産卵率は40%前後であった。しかし、2018年にはその産卵率が60%を超えたことが観察された。

5) 四国南西域への主な加入科であるハナヤサイサンゴ科について、加入種の構成を明らかにした。また、同域への主要な加入種であるハナヤサイサンゴの加入個体群と成熟個体群について、両個体群間及び地点間の遺伝的な個体群関係を明らかにした。これらの結果を、加入量や被度の調査結果と合わせて、同域のハナヤサイサンゴ個体群の維持機構を推定した。

6) 和歌山南部域のミドリイシ科サンゴ群集の被度と加入量について、本研究結果とそれ以前の結果、及び、個体群の遺伝的な構造から群集維持機構を推定した。

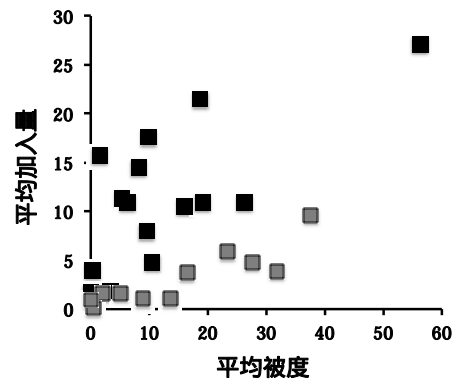


図3. 琉球列島南部域における加入量と被度の関係。湾の右岸の地点(黒)及び左岸の地点(グレー)

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

- 1) 村上智一, 河野裕美, 中村雅子, 黒澤華織, 國島綾乃, 竹下遥平, 水谷晃, 下川信也 (in press) 西表島網取湾における2016年大規模白化後のミドリイシ科サンゴ群集の回復状況. 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.74(2)
- 2) Edmunds PJ, McIlroy SE, Adjeroud M, Ang P, Bergman JL, Carpenter RC, Coffroth MA, Fujimura A, Hench J, Holbrook SJ, Leichter JJ, Muko S, Nakajima Y, Nakamura M, Paris CB, Schmitt R, Sutthacheep M, Toonen R, Sakai K, Suzuki G, Washburn L, Wyatt AS, Mitarai S (2018) Critical information gaps impeding understanding of the role of larval connectivity among coral reef islands in an era of global change. *Frontiers in Marine Science*, 5:290
- 3) 村上智一, 河野裕美, 中村雅子, 水谷晃, 岡部拓巳, 下川信也 (2018) 西表島網取湾における礁斜面40mまでの造礁サンゴの水平・鉛直分布. 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.74(2) I\_456-I\_461.
- 4) 村上智一, 河野裕美, 中村雅子, 玉村直也, 水谷晃, 下川信也 (2017) 西表島網取湾のサンゴ鉛直分布における白化現象とその物理環境. 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.73(2) I\_881-I\_886.
- 5) 中村雅子, 村上智一, 河野裕美, 野田航, 松下裕亮, 水谷晃 (2017) 西表島網取湾における付着基盤および数値計算を用いたサンゴ幼生加入の狭域解析. 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.73(2) I\_1279-I\_1284.

[学会発表](計16件)

- 1) 國島綾乃, 黒澤華織, 翁長洸蔵, 大野和人, 福島彰人, 村上智一, 中村雅子, 河野裕美 (2018) 西表島網取湾における 2016 年大規模白化後のサンゴ群集の変化と現状 . 日本サンゴ礁学会第 21 回大会, 沖縄, Nov. 2018.
- 2) 福崎扶美, 丸山祐, 中村雅子, 佐野聡, 目崎拓真, 中地シュウ (2018) 四国南西海域におけるサンゴ幼生供給量の変動 . 日本サンゴ礁学会第 21 回大会, 沖縄, Nov. 2018.
- 3) 河内晃人, 長岡大輝, 倉地伊吹, 吉川尚, 中村雅子, 中島匠, 松永育之 (2018) 分布北限域のサンゴ群集とガンガゼ類の関係性の变化 . 日本サンゴ礁学会第 21 回大会, 沖縄, Nov. 2018.
- 4) Sano S, Mezaki T, Nakajima Y, Nakamura M (2018) Species composition of pocilloporid recruitment in the southwestern coast of Shikoku Island, Japan: the first step for estimating local connectivity relationship. 4<sup>th</sup> Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Philippine, June 2018.
- 5) Nakamura M, Murakami T, Kohno H, Takeshita Y, Soyama Y, Mizutani A, Shimokawa S (2018) Bleaching effects on coral communities and recovery potential in the southern Ryukyu Islands, Japan. 4<sup>th</sup> Asia-Pacific Coral Reef Symposium, Philippine, June 2018.
- 6) Nakamura M, Sakai K, Nakajima Y, Mitarai S, Kohno H, Mezaki T, Nomura K, Yokochi H (2017) Coral recruitment in subtropical and temperate coral communities in Japan: implications for community sustainability. The European Coral Reef Symposium 2017, UK, Dec 2017.
- 7) 佐野聡, 紺野透, 横山太平, 中村雅子, 目崎拓真 (2017) 四国南西海域における有藻性イシサンゴ群集の時空間的変動 . 日本サンゴ礁学会第 20 回大会, 東京, Nov. 2017.
- 8) 安達颯太, 中地シュウ, 中村雅子 (2017) 四国西南海域におけるオニヒトデの個体群動態 . 日本サンゴ礁学会第 20 回大会, 東京, Nov. 2017.
- 9) 曾山佳史, 竹下遥平, 池田樹, 村上智一, 河野裕美, 中村雅子 (2017) 西表島網取湾において 2016 年の大規模白化現象が造礁サンゴ群集被度と幼生加入に与えた影響 . 日本サンゴ礁学会第 20 回大会, 東京, Nov. 2017.
- 10) 青木航, 小黒裕之, 原田海帆, 渡邊大城, 中島匠, 松永育之, 中村雅子 (2017) 沼津市久連のエダミドリイシ群集におけるガンガゼの食害の経月変化 . 日本サンゴ礁学会第 20 回大会, 東京, Nov. 2017.
- 11) 中村雅子, 村上智一, 河野裕美, 野田航, 松下裕亮, 水谷晃 (2017) 西表島網取湾における付着基盤および数値計算を用いたサンゴ幼生加入の狭域解析 . 第 64 回海岸工学講演会, 北海道, Oct. 2017.
- 12) 鷲見宏幹, 井上賓貴, 吉田惇志, 中村雅子 (2016) ヒメエダミドリイシ群集の北限域におけるガンガゼの食害の実態 . 日本サンゴ礁学会第 19 回大会, 沖縄, Dec. 2016.
- 13) 安達颯太, 佐野聡, 藤原沙希, 目崎拓真, 中村雅子 (2016) 四国南西海域における有藻性イシサンゴの幼生加入および群集の状況 . 日本サンゴ礁学会第 19 回大会, 沖縄, Dec. 2016.

- 14) 松下裕亮, 野田航, 村上智一, 河野裕美, 中村雅子 (2016) 西表島網取湾における造礁サンゴ幼生加入の空間的変異. 日本サンゴ礁学会第 19 回大会, 沖縄, Dec. 2016.
- 15) Mitarai S, Nakajima Y, Nakamura M (2016) Nearshore currents and population connectivity around Okinawa fringing reefs - a drifter study. 13<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Hawaii, June 2016.
- 16) Nakamura M, Higa Y, Kumagai NH, Okaji K (2016) Population dynamics of the Crown-of-Thorns Starfish along the west coast of Okinawa Island viewed from long-term removal data. 13<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Hawaii, June 2016.

〔図書〕(計 1 件)

- 1) 中村雅子 (2017) 駿河湾のサンゴ, 「駿河湾学」, 村山司編, 東海大学出版, pp.74-78.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年:  
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 御手洗 哲司

ローマ字氏名: MITARAI Satoshi

所属研究機関名: 沖縄科学技術大学院大学

部局名: 海洋生態物理学ユニット

職名: 准教授

研究者番号 (8 桁): 80567769

研究分担者氏名: 中島 祐一

ローマ字氏名: NAKAJIMA Yuichi

所属研究機関名: 沖縄科学技術大学院大学

部局名: 海洋生態物理学ユニット

職名：研究員

研究者番号（8桁）：50581708

(2)連携研究者

研究協力者氏名：酒井 一彦

ローマ字氏名：SAKAI Kazuhiko

研究協力者氏名：河野 裕美

ローマ字氏名：KOHNO Hiroyoshi

(3)研究協力者

研究協力者氏名：目崎 拓真

ローマ字氏名：MEZAKI Takuma

研究協力者氏名：野村 恵一

ローマ字氏名：NOMURA Keiichi