

令和 2 年 7 月 15 日現在

機関番号：34509

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00653

研究課題名(和文) サンゴ礁再生へ向けた南西諸島黒潮域のサンゴ卵重要供給源特定の研究

研究課題名(英文) Identification of coral spawn major source area in the Nansei Archipelago within the Kuroshio region for coral reef restoration

研究代表者

鹿島 基彦 (Kashima, Motohiko)

神戸学院大学・人文学部・准教授

研究者番号：10443251

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：表層粒子追跡数値実験と漂流ブイ観測から、サンゴ卵の生存期間内における南西諸島の島嶼間接続性を確認し、サンゴ礁回復へのサンゴ卵重要供給源も特定した。(1)日本最大のサンゴ礁域である黒潮上流域にある八重山諸島(石西礁湖外部と内部)から沖縄本島を含む黒潮下流域の南西諸島の島々へ、(2)石西礁湖外部から石西礁湖内部へ、のいずれの場合においても、鳩間島を含む西表島北部海域がサンゴ卵重要供給源と特定された。さらに、石垣島でのアンケート調査と聞き取り調査からサンゴ礁保全活動が盛んで今後の継続性が十分見込まれることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海洋生態系や人間社会を支えるサンゴ礁は近年世界的に白化現象の被害を受けており、温暖化等の気候変動との関連が示唆されている。日本では1998年に沖縄本島、2016年に石西礁湖が大被害を受けた。サンゴはサンゴ卵が輸送されて岩盤に定着することで再生するため、極向き海流である黒潮の上流域に位置する日本最大のサンゴ礁がある八重山諸島からのサンゴ卵の重要供給源を特定し保護することは、沖縄本島を含む南西諸島全域のサンゴ礁再生や温暖化時代におけるサンゴ生息域の北進支援に大きな役割を果たすことが期待される。今回得られた知見はサンゴ礁保護区指定に有効であり、特に鳩間島を始めとした海域の保護区指定が早急に望まれる。

研究成果の概要(英文)：A surface particle tracking simulation of coral spawn and larvae with drifter observation was used to identify the inter-island connectivity of the coral spawn in the Nansei archipelago during its life span and the coral spawn major source areas for coral reef restoration. The northern coastal zone of the Iriomote Island, including the Hatoma Island, was identified as a major source area for both cases: (1) From the Japan's largest coral lagoon in the Kuroshio upstream region called the Yaeyama islands, the exterior and interior Sekisei lagoon, to the Kuroshio downstream region in the Nansei archipelago including the Okinawa main island, and (2) from the exterior Sekisei lagoon to the interior. Additionally, there are hearty and sustainable coral reef conservation activities realized from the questionnaire survey and hearing investigation in the Ishigaki island.

研究分野：海洋物理学

キーワード：サンゴ卵重要供給源特定 サンゴ卵輸送 サンゴ礁保全 島嶼間サンゴ接続性 石西礁湖 南西諸島 鳩間島 黒潮

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

サンゴは海洋生態系のみならず人間社会をも支え、更に温暖化防止対策としての炭素の吸収・固定も担う重要な存在である。しかし、このサンゴは近年世界的に白化現象の被害を受けて急速に減少している。日本の代表的なサンゴ生息域である南西諸島も例外ではない。そのため、温暖化や ENSO 等の地球規模の気候変動との関連が示唆されている。

サンゴはサンゴ卵が海流等で輸送されて岩盤に定着することで再生するため、黒潮などの極向き海流域のサンゴ卵の供給源の保全と育成は、下流域のサンゴ礁再生・保全や温暖化時代におけるサンゴ生息域の北進支援に大きな役割を果たすことが期待される。

2. 研究の目的

日本では 1998 年に沖縄本島が白化現象によって壊滅的な被害を受けた。沖縄本島の全域が壊滅的な被害を受けたため、その回復には外部海域からのサンゴ卵の流入供給が必要であり、特に南西諸島の中で日本最大のサンゴ礁、かつ、黒潮上流域に位置する八重山諸島（石垣島—西表島間にある石西礁湖内部と外部）からの供給が期待される。しかし、八重山諸島と沖縄本島のサンゴの間に遺伝的なつながりは確認されているものの、サンゴ卵が島嶼間を直接移動できるのか明らかでないため、その接続性を検証する。

サンゴ礁の再生・保全が望まれる海域にサンゴ卵を多く供給している特定の海域を、重点的に保全・育成することは、サンゴ礁の効果的な再生・保全につながると考えられるため、それらの供給源海域を「サンゴ卵重要供給源」として特定する。

自然科学的に「サンゴ卵重要供給源」を特定すること同時に、その海域における天敵オニヒトデの駆除やサンゴ苗移植などの保全活動を継続的に行うことは人文科学的に重要である。両者がそろって初めて効果的にサンゴ礁の再生・保全を図ることができる。

3. 研究の方法

南西諸島黒潮域におけるサンゴ卵の表層輸送を想定した表層粒子追跡実験を、JCOPE2 海洋再解析データを最外側境界条件及び初期条件として与えた領域海洋循環モデル ROMS をベースにした 2 段階の 1-way offline 海洋ダウンスケーリングによる数値モデルを用いて行った (図 1a)。また、GPS 表層漂流ブイや高度計のデータ等を用いて数値モデルの妥当性を検証した。

八重山諸島の中から 26.5°N 以北に粒子が多く流出した海域を、八重山諸島から黒潮下流域へのサンゴ卵重要供給源とし、表層粒子追跡実験の出力結果から粒子輸送経路を逆トレースすることでその海域を特定した。

八重山諸島の中心地である石垣島にて、地元住民や観光客にサンゴ礁保全に関する聞き取り調査とアンケート調査を行い、保全活動の実態把握と問題点を考察した。

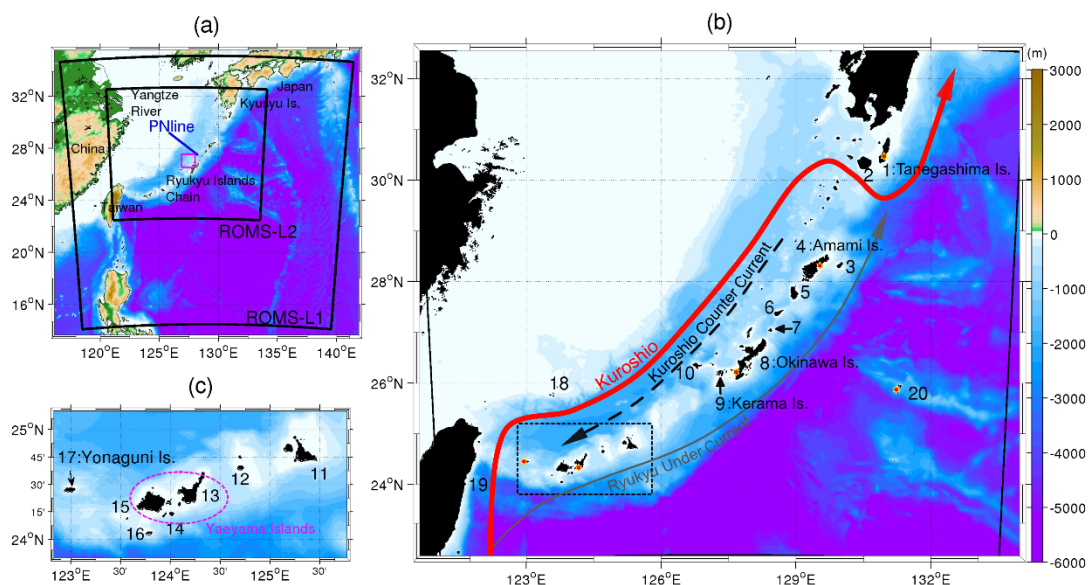


図 1 (a) 数値モデル領域 ROMS-L1 と ROMS-L2。 (b) 南西諸島域の拡大図および (c) 八重山諸島域の拡大図。図内の番号は図 2 の島番号に対応する。

4. 研究成果

数値モデルによる表層粒子追跡実験から、サンゴ卵・幼生の寿命期間である 21 日間以内に、サンゴ卵は南西諸島の島々の間を十分直接移動できることが確認された (図 2、3)。

①八重山諸島から黒潮下流域へのサンゴ卵重要供給源を特定した (図 4、5)。さらに、八重山諸島のサンゴ礁の中心地である石西礁湖で、研究計画段階では十分認識されていなかった 2016 年夏-秋期の白化現象による被害が大きいことが明らかになり、その回復も重要となった。そこで、②被害が軽症の石西礁湖外部から重症の石西礁湖内部へのサンゴ卵重要供給源を①と同様に特定した (図 6)。①と②のいずれにおいてもサンゴ卵重要供給源は「西表島北部海域」であり、特に「鳩間島」はそのサンゴ礁の健全性からも最重要海域との認識が得られた。

石垣島には、サンゴ養殖・移植事業をはじめとしたサンゴ礁保全団体が多数あり、観光客や地域住民のサンゴ礁保全への関心も高く (図 7)、今後の保全活動の継続性は十分見込まれると考えられる。ただし、地元住民と外部の人がほとんどである保全団体との間には意識の差なども見られ、一丸となったサンゴ礁保全活動が容易ではないことも浮かび上がってきた。

今後は、今回特定されたサンゴ卵重要供給源である「鳩間島をはじめとした西表島北部海域」の早急な保護区指定と重点的な保全活動が望まれる。

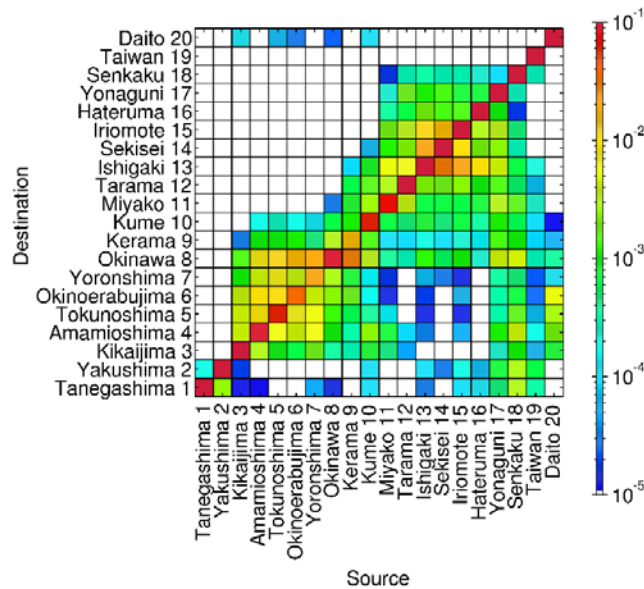


図 2 移流時間 21 日間内の南西諸島域における島嶼間接続性。暖色ほど漂着しやすい。横軸と縦軸は粒子の流出海域と漂着海域をそれぞれ表し、番号は図 1 の島番号に対応する。

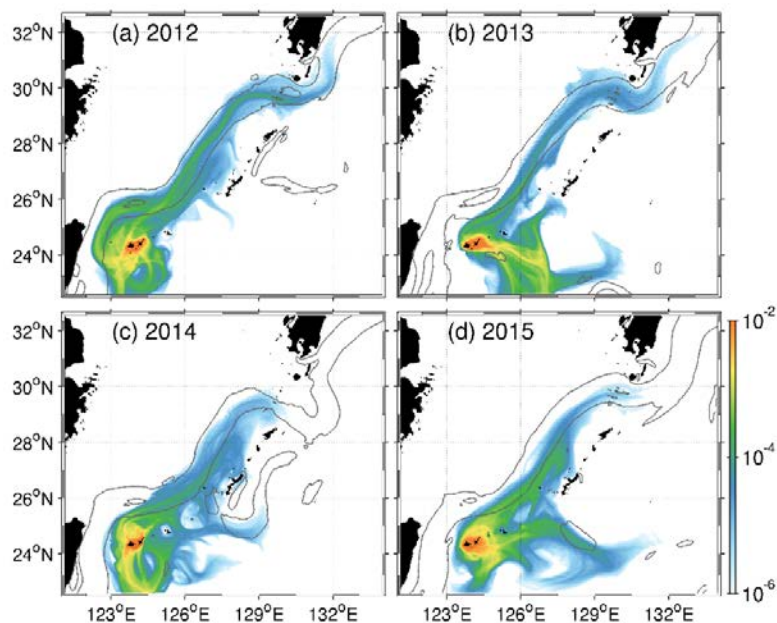


図 3 2012~2015 年の移流時間 21 日間内の八重山諸島から流出した粒子の通過頻度を表す。黒線は期間中の黒潮の位置指標である 5 週間平均表層流速が 0.5 m/s の位置を示す。

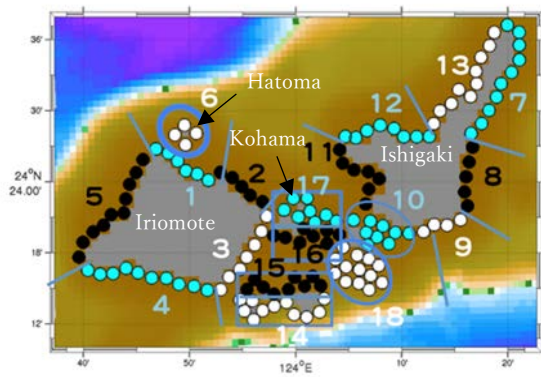


図 4 八重山諸島の石西礁湖内部と外部。粒子の出発点かつ到着点を丸印で示す。海域グループを番号で表し、グループ 3、10、14-18 は石西礁湖内部、その他は石西礁湖外部とした。

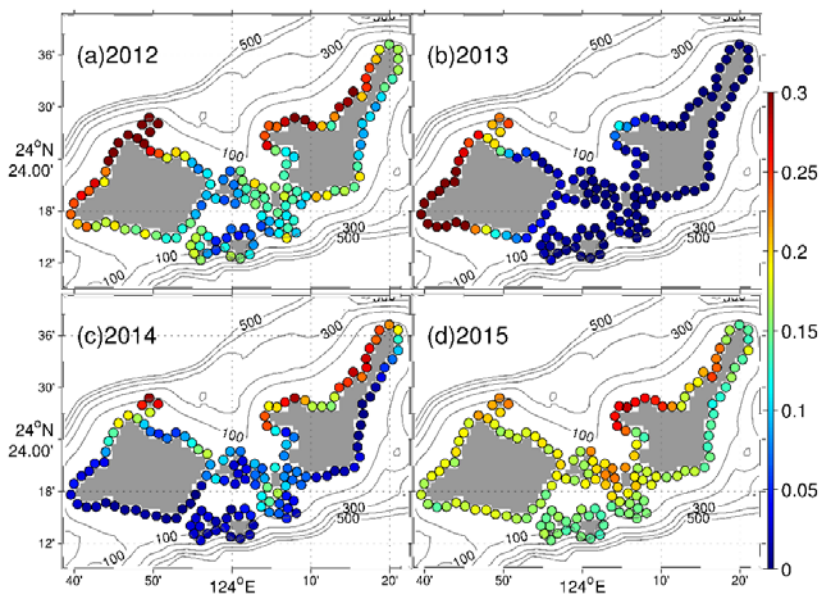


図 5 2012～2015 年の移流時間 21 日以内に八重山諸島を発したサンゴ卵が 26.5°N 以上に達した頻度を表す。

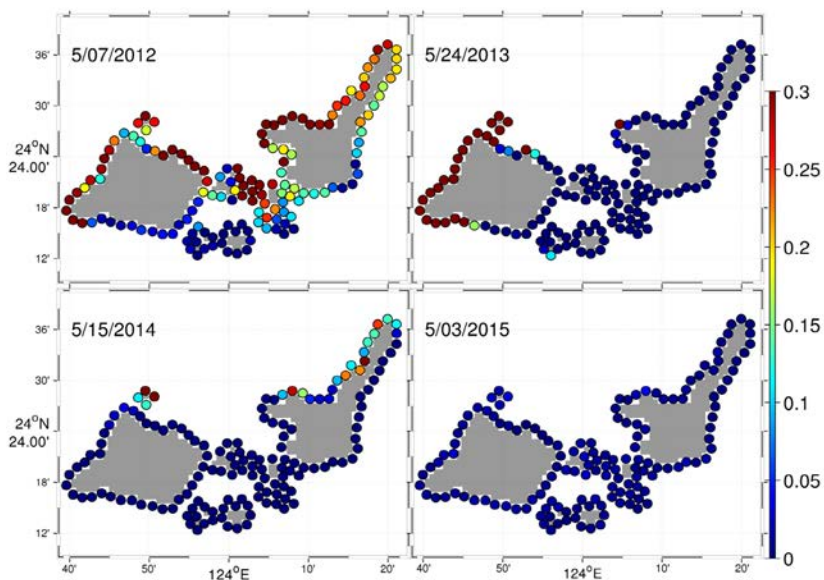
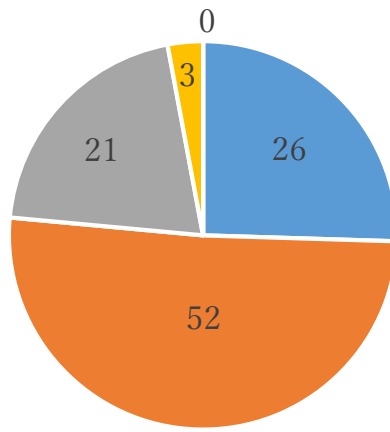


図 6 図 5 と同じ、ただし石西礁湖外部を発したサンゴ卵が石西礁湖内部に漂着した場合。



- ある
- どちらともいえない
- ない
- どちらかといえばある
- どちらかといえばない

図7 石垣島フェリーターミナルでの102人を対象としたアンケート調査「サンゴ保全活動について関心はありますか？」への回答。2020年3月18日実施。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 Yusuke Uchiyama, Sachika Odani, Motohiko Kashima, Yuki Kamidaira, Satoshi Mitarai	4. 巻 123
2. 論文標題 Influences of the Kuroshio on Interisland Remote Connectivity of Corals Across the Nansei Archipelago in the East China Sea	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 9245-9265
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI10.1029/2018JC014017	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 小谷瑛千花、内山雄介、鹿島基彦、上平雄基、御手洗哲司	4. 巻 73
2. 論文標題 琉球諸島周辺海域における生態系ネットワーク形成に対する黒潮の影響について	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集 B 2（海岸工学）	6. 最初と最後の頁 I_1315-I_1320
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6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Motohiko Kashima, Naoya Takeda, Sachika Odani, Yusuke Uchiyama, Yuki Kamidaira, Satoshi Mitarai
2. 発表標題 Identification of coral spawn supply source for restoration of the Sekisei Lagoon within the Kuroshio region
3. 学会等名 2019 AGU Fall Meeting（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Uchiyama, Sachika Odani, Motohiko Kashima, Yuki Kamidaira, Satoshi Mitarai
2. 発表標題 Enhancement of interisland coral connectivity by the Kuroshio across the Nansei Archipelago, the East China Sea
3. 学会等名 2018 AGU Fall Meeting（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武田尚弥、鹿島基彦、小谷瑳千花、内山雄介
2. 発表標題 石西礁湖周辺海域から石西礁湖内部へのサンゴ卵輸送の研究
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 武田尚弥、鹿島基彦、小谷瑳千花、内山雄介
2. 発表標題 石西礁湖周辺海域から黒潮下流域へのサンゴ卵輸送の研究
3. 学会等名 日本海洋学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sachika Odani, Yusuke Uchiyama, Motohiko Kashima, Yuki Kamidaira and Satoshi Mitarai
2. 発表標題 Impact of the Kuroshio on dispersal of coral spawn and larvae around Ryukyu Islands in the East China Sea
3. 学会等名 14th Annual Meeting AOGS 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鹿島基彦、内山雄介、小谷瑳千花、武田尚弥
2. 発表標題 石垣 - 西表島海域から黒潮下流域へのサンゴ卵輸送過程の研究
3. 学会等名 神戸学院大学人文学部研究推進費研究発表会
4. 発表年 2017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	内山 雄介 (Uchiyama Yusuke) (80344315)	神戸大学・工学研究科・教授 (14501)	