

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K07237

研究課題名(和文) 透明度により生息水深の異なる「中深度」サンゴ群集間のコネクティビティの解明

研究課題名(英文) Connectivity between mesophotic coral communities from different depths affected by water transparencies

研究代表者

成瀬 貫 (Naruse, Tohru)

琉球大学・熱帯生物圏研究センター・准教授

研究者番号：30398309

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)：西表島船浮湾にて中深度サンゴ類の生息環境に関する野外調査を行なった。湾奥で濁度高い調査区では浅い水深から(20～25m)から見られたが、湾口側の透明度の高い調査区ではより深い場所(約30m以深)に生息していた。また、夏季の同期間に湾奥と湾口の水深20mでの照度を比較すると、湾奥では湾口の49.1%の照度しかなかった。これらのことから、「中深度サンゴ類の生息水深は、透明度の高い場所では深く、透明度の低い場所では浅くなる」という仮説は支持された。仮説「透明度が高く深い場所の群集と、透明度が低く浅い場所の群集間には交流がある」について、生息環境を種レベルで違えている例もあり、異なる種構成が見られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在行われているサンゴ礁の研究や保全の取り組みのほとんどは、上部浅海帯のサンゴ礁のみを対象としている。中深度サンゴ礁には、サンゴ類のみならず、藻類やメガベントスやマクロベントス、ネクトンなど、非常に多くの生物を育むであろうことが考えられる。また、上部浅海帯のサンゴ礁生態系の文字通り基礎となっている中深度サンゴ礁についての知見を蓄積する事は、熱帯・亜熱帯島嶼の生態系研究や保全を行うにおいて必要不可欠である。本研究では、両者の接続性についても検証したが、湾奥と湾口では種構成が異なる事もわかってきたため、それぞれが保全対象のユニットとして捉えられるべきであることが浮き彫りになってきた。

研究成果の概要(英文)：Mesophotic corals and their habitat were surveyed at Funaura Bay, Iriomote Island. *Leptoseris* species were observed at relatively shallower zone (20-25m) at the closed-off section of the bay, whereas they were found at much deeper zone (below 30m) near the entrance of the bay. There were marked differences in the illumination intensity at the depth of 20m; only 49.1% of the illumination intensity was recorded at the closed-off section of the bay when compared with that of the entrance of the bay. These results support the hypothesis that “the depths of mesophotic coral habitats become shallower where the transparencies of the water are lower”. Another hypothesis “communities at deeper zone with high transparencies are genetically connected with communities at shallower zone with low transparencies” is still under testing, but there are at least differences in species compositions between the two extreme communities.

研究分野：動物分類学

キーワード：中深度サンゴ

1. 研究開始当初の背景

熱帯・亜熱帯気候下の島嶼において共通する最も代表的な環境として、サンゴ礁生態系が挙げられる。島嶼を取り囲む非常に重要な生態系であるサンゴ礁は、水産や防災の面からも人間活動に深く関与しており、その生物学的、化学的、あるいは物理的な側面から、世界中で多くの研究が多角的に進められている。サンゴ礁を形成する造礁サンゴ類は光合成活動を行う褐虫藻を共生させているため、サンゴ礁研究の対象とされるのは、水深 30m 以浅の上部浅海帯に発達したサンゴ群集である場合がほとんどである。しかしながら、近年、中深度と呼ばれる水深 30m から 150m 付近に発達する中深度サンゴ礁生態系 (Mesophotic Coral Ecosystems) の存在が注目されている。近年、琉球列島にも中深度サンゴ礁が多く存在することがわかってきた。それら中深度サンゴ群集の種構成は、その上方の透明度が高い場所に存在する上部浅海帯のサンゴ群集と比べて大きく異なっており、中深度が上部浅海帯のサンゴ種の幼生供給源とは見なしにくいことが分かってきている。しかし、興味深いことに、海水中の懸濁物が多く、濁度の高い内湾的な環境では、通常、水深 30m 以深に生息するセンベイサンゴ類やミドリイシ類の中深度サンゴ類が水深 15~20m ほどの比較的浅い水深にも生息する傾向が認められてきた。これは、濁度の高い水中では、懸濁物が光合成有効放射量を減退させるため、比較的浅い水深でも、「中深度」サンゴ類が好む「暗さ」が保たれていることが考えられる。もし透明度が高く深い場所と透明度が低く浅い場所の群集が同じ種構成であれば、中深度サンゴ類は、その生息可能な環境を最大限に利用することにより、琉球列島のような比較的不安定な島嶼沿岸でも生息を可能にしていることになる。もしくは、透明度が高く深い場所と透明度が低く浅い場所の群集のあいだに遺伝的交流が認められない場合は、それぞれ別々に環境に適応した別系統であることになり、保全を考える際に個別の対応が必要になる。いずれにせよ、人間活動の影響を比較的受けやすい内湾的な環境も、「中深度」サンゴ類にとっては重要な生息環境である可能性があり、それらの生態学的な情報を収集することにより、保全に必要な対策を検討することが可能になる。

2. 研究の目的

本研究では、中深度サンゴ類が島嶼という脆弱な環境での生存を可能にしている適応について調べるために、以下の二つの仮説について検証した(図 1)。

【仮説 1】 中深度サンゴ類は光合成有効放射量の弱い環境において生息可能であり、その生息水深は、透明度の高い場所では深く、透明度の低い場所では浅くなる。

【仮説 2】 透明度が高く深い場所の群集と、透明度が低く浅い場所の群集間には交流がある。

本研究では、対象グループとして、様々な中深度サンゴ群集より発見されている重要な構成グループであるセンベイサンゴ類を用いた。仮説検証のために、まず対象グループであるセンベイサンゴ類の種類相を把握し、分類学的な検討を形態・分子の両面から取り組んだ。各調査場所の光環境及び懸濁物量の測定を行い、センベイサンゴ類各種の分布範囲と環境要因の関連性を明らかにする。また、透明度が高く深い場所の群集と、透明度が低く浅い場所の群集の種構成と遺伝的に交流の有無について調べることで、環境間における幼生供給の可能性について検証する。さらに、センベイサンゴ類各種が環境によって保有する共生藻に変異があるかを把握し、濁度と水深が共生藻の選択に与える

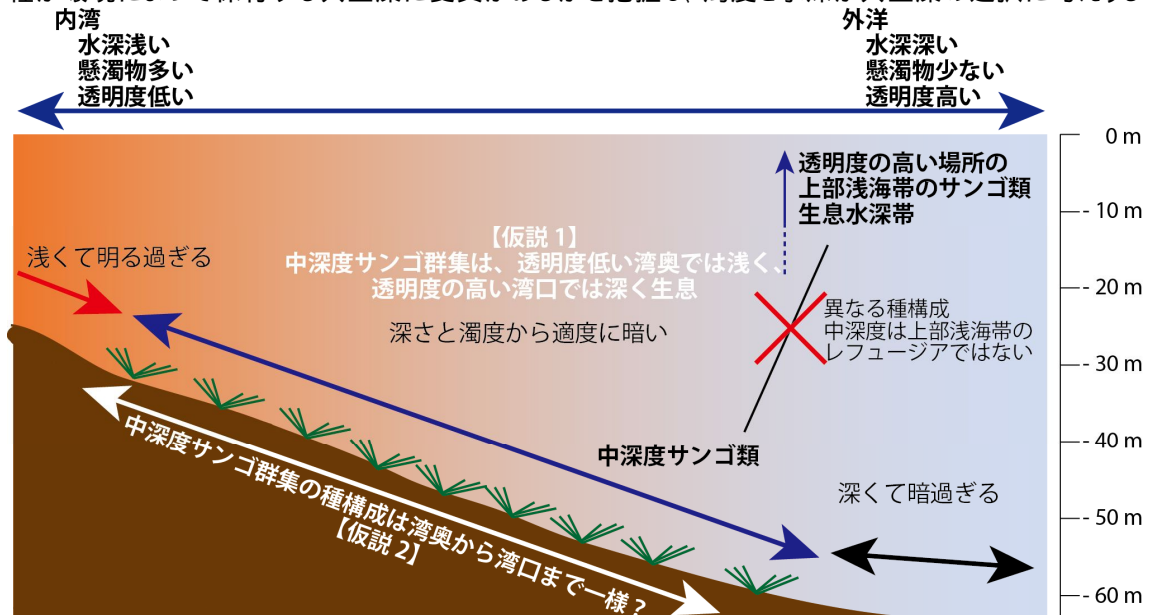


図 1. 西表島西部をモデルとした、「中深度」サンゴ群集の生息範囲と濁度・水深の概念図。

影響についても考察する。

これらから得られる情報により前述の仮説を検証し、中深度サンゴ群集の環境間の接続性を評価すると共に、深い場所に生息する中深度サンゴ類のみならず、より人間活動の影響を受けやすい内湾などの浅場に生息する「中深度」サンゴ類の保全に必要な情報を得る。

3. 研究の方法

【調査区設定】

西表島船浮湾は、湾口から流入河川までわずか5 km ほどの細長い湾であるが、湾口部では透明度が高く、中深度サンゴ類は水深 30m から 60m 程にかけて生息しているが、湾奥では懸濁物が多いことから、浅い水深でも薄暗く、センベイサンゴ類も水深 15m ほどから生息している。この船浮湾の湾口から湾奥にかけて4 調査区を設置し、センベイサンゴ類の生息環境にみる光環境と水深の関連性を調べる仮説 1 を検証した。さらに、調査区間のセンベイサンゴ類の種構成及び遺伝的な交流の有無について、船浮湾内の調査区間で比較することにより、透明度が高く深い場所と透明度が低く浅い集団の間の遺伝的な交流の有無について調べる仮説 2 の検証が容易になる。

【環境測定】

各調査場所において、中深度サンゴ類の褐虫藻が光合成をどの程度行えるかを評価するために、実際にセンベイサンゴ類が生息している水深における光環境を計測した。その他、懸濁物量、水温の変化なども測定した。

【分子系統解析】

センベイサンゴ類の分類学的研究のため、及び調査地間における各種の遺伝的交流の可能性を調べるため、ミトコンドリア上の COI 遺伝子や *cox1-1-rRNA* の非翻訳領域などのマーカーを使用し、分子系統解析を行った。さらに、センベイサンゴ類各種が環境によって保有する共生藻に変異があるかを把握し、濁度と水深が共生藻の選択に与える影響についても調べた。このために、各調査地のセンベイサンゴ類が保有する褐虫藻についてもミトコンドリア上の COI 遺伝子や核リボソーム DNA の ITS2 領域のマーカーから分子系統解析を行った。

4. 研究成果

本研究の結果、最も湾奥で濁度高い調査区では、比較的浅い水深から(約 20~25m)からセンベイサンゴ類が見られたが、湾口側の透明度の高い調査区では、より深い場所(<約 30m 以深)にセンベイサンゴ類が生息していることが分かった。また、夏季の同期間に湾奥と湾口の水深 20m での照度を比較すると、湾奥では湾口の 49.1%の照度しかなかった(図 2)。これらのことから、「中深度サンゴ類であるセンベイサンゴ類の生息水深は、透明度の高い場所では深く、透明度の低い場所では浅くなる」という【仮説 1】は支持された。

なお、夏季の水深30mでの水温は、湾奥で 23.42℃~30.39 であったのに対し、湾口では24.63℃~30.42 であり、両地の水温差(最高水温-最低水温)はそれぞれ6.97、5.79 であったが、中央値は湾奥29.09、湾口29.04 とほぼ変わらなかった。これに対し、冬季の水深30mでの水温は、湾奥で 21.51℃~26.74 であったのに対し、湾口では22.61℃~26.55 であり、両地の水温差はそれぞれ5.24、3.94 であり、中央値も湾奥23.35、湾口23.71 と、湾奥の方が若干低温であることがわかった。湾奥と湾口では、光環境のみでなく水温にも若干の差が認められており、中深度サンゴ類が適応している環境について、複合的な要素から検証していく必要がある。

【仮説 2】「透明度が高く深い場所の群集と、透明度が低く浅い場所の群集間には交流がある。」について、すでに得られている標本を元に解析を進めているが、サンプリングの遅れから現在も一部の分析を進めているが、少なくとも、湾奥からしか見つからない種(ハシラセンベイサンゴ)や、湾口からしか見られず種同定できない種など、生息環境を種レベルで違えている例もあり、異なる種構成が見られた。また、中深度サンゴ類各種が環境によって保有する共生藻に変異については、予想を超えて多様な遺伝子型が見つかった。

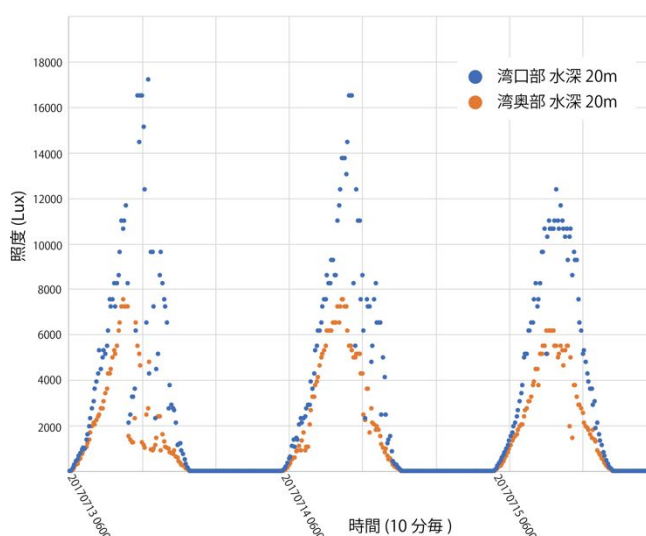


図 2 湾奥と湾口の水深 20m における照度の差。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
連携研究者	ライマー ジェームス デービス (Reimer James Davis) (20452956)	琉球大学・理学部・准教授 (18001)	
連携研究者	上野 大輔 (UYENO DAISUKE) (20723240)	鹿児島大学・理工学研究科・准教授 (17701)	