

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25年 5月 15日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22540474

研究課題名（和文） 造礁サンゴ群集のパッチ形態形成機構

研究課題名（英文） Formation mechanisms of patch reefs on the basis of hermatypic coral productions

研究代表者

中森 亨（Toru Nakamori）

東北大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：00192229

研究成果の概要（和文）：

沖縄県石垣島、鹿児島県奄美大島、高知県大月町で現生造礁サンゴ群集の観察と写真撮影を行い、そこに生息する造礁サンゴのリストを作成した。同じ海域において、海水を採取し、海水のpH、全炭酸、全アルカリ度と自動センサーを用いて水温と光量子フラックスを測定した。これらの化学成分の変化を元に群集の有機、無機炭素生産速度を計算した。これらの二つの生産を、水深と緯度の関数としてモデル化した。

研究成果の概要（英文）：2010 A.D.： Lists of living hermatypic corals were made by sketches and underwater photographs along coasts of Otsuki Town, Kochi Prefecture and Ishigaki-jima, Okinawa Prefecture. Temperate and subtropical communities were proposed by a statistical method.

2011 A.D.： Coral communities were observed by the same methods along coasts of Otsuki Town and Amami-oshima, Kagoshima Prefecture. Sea water samples were collected at the same localities to measure chemical components, such as pH, Total Carbon, and Total Alkalinity. Organic and inorganic carbon productions were calculated by photo-quantum sensor.

2012 A.D.： Densities of the living coral patches were reconstructed on the aerial photographs taken at the same localities. Although no clusters of hermatypic corals cannot be seen in the temperate, dense coral patches are abundant in the sub-tropics. Plots of the coral density and latitude are linear.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	2,000,000	600,000	2,600,000
平成23年度	700,000	210,000	910,000
平成24年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物学

キーワード：造礁サンゴ，温帯，亜熱帯，パッチ分布，生物生産

1. 研究開始当初の背景

サンゴ礁海域と温帯海域で造礁サンゴの生息密度を観察すると、サンゴ礁では造礁生物が密集しているのに対して、温帯海域では僅かであることが判明した。この現象は、一万分の1空中写真でも観察できる。亜熱帯の生息場所では黒い帯が顕著であるのに、温帯海域では何も見る事ができない。近年、地球温暖化が進行し、これまで造礁サンゴが報告されていなかった温帯海域でも、新たにサンゴ類の加入が報告されている。この様な加入速度が今後増加すれば、やがてそこでサンゴ礁が形成される可能性がある。サンゴ礁は炭酸塩堆積物からなるため、そのためには石灰化速度の上昇が重要である。一方、熱帯～亜熱帯海域では地球温暖化に由来する白化現象が進行し、従来造礁サンゴが多産した所が大きな被害を受けてきた。それにより、サンゴ礁の生物生産が低下して、地球温暖化がさらに進行する可能性がある。

2. 研究の目的

両海域における生息密度の違いを生物生産の観点から考察するため、2日間にわたって数十試料の海水を採取し、その化学成分の時間変化を観察する。その時に pH アルカリ度法を用いて、有機・無機生物生産速度を連立方程式を解く形で計算したことが重要である。無機炭素生産速度とサンゴ礁を構成する石灰岩体積速度が、およそ矛盾しないことを期待している。また、海水中の炭酸各種の平衡反応より有機物生産速度は、化学物質のバランスより無機生物生産速度より小さくなることが予測される。これらの生産速度を日射量、水温、水深、炭酸塩飽和度の関数としてモデル化する。これらの量は、水深が深くなると日射量が減少するように、決して独立量ではない。従って、今後サンゴ礁海域の広い範囲において日射量、水温、水深、炭酸塩飽和度を測定し、それらの分布を知る事が重

要である。

3. 研究の方法

現地では、ダイビングではなく、シュノーケリングにより資試料を収集した。亜熱帯群集と温帯群集の違いを科学的、統計的な方法で記載するため、1 x 1 m の方形区を採用した。この大きさは、サンゴ群体の直径が数 m に達することを考慮すると非常に小さい。しかしながら、この範囲に含まれる群体数が最大で 300 個を超えるため、従来行ってきた方法を変更しないこととした。この研究を実施するためには、日本国内におけるサンゴ礁生息状況が最良である海域を選定する必要がある。例えば、これまで群集調査を行ってきた石垣島が最良と考えられるが、近年の白化現象により、最も重要なグループであるミドリイシ (*Acropora* spp.) がほぼ壊滅した。従って、新たに奄美大島北部のサンゴ礁などを検討する必要性が生じた。その結果、沖縄県石垣島、鹿児島県奄美大島、高知県大月町の海岸で3つの調査海域を設定した。最終的には、奄美大島と高知のサンゴ群集や生産を比較した。そこで、海岸に直行する方向に測線を引き、群集の構成種と密度を観察した。同じ海域で干潮時に海水試料も連続的に採取した。これらの試料が変質しないように、現地で塩化第二水銀を微量加えた。海水を pH アルカリ度法で、ガラス電極を用いて炭素生産速度を計算した。そこに光量子センサーと温度センサーを設置した。これらの変化の原因について考察するために、計算機上で生物生産モデルを作成し、数値実験を行った。その結果の妥当性を検討するために、実際の野外調査で得られた数値と比較した。

4. 研究成果

研究結果については、年度ごとに取り纏めた。

(1) 平成22年度

サンゴ礁海域と温帯海域では、海水温、全日射量、水温、気温に大きな差があることが判明した。また、石垣島と奄美大島の海洋気候条件と群集組成がほぼ同じであることが判明したため、サンゴ礁群集を観察する海域を奄美大島へと変更することを決定した。大島と大月町では造礁生物の生息密度や種構成に違いがあり、それぞれ典型的な亜熱帯群集と温帯群集が分布していることが判明した。その結果、被覆率に基づいた有機、無機炭素生産速度が大きく異なることが明らかとなった。さらに、大島ではミドリイシ (*Acropora* spp.) が多いのに対して、大月町では卓状の *Acropora hyacinthus*, *Acropora solitaryensis* と枝状 *Acropora formosa* が多いことが明らかとなった。また、両海域とも外洋に塊状の *Porites* spp. や *Favia* spp. が多いのに対して、礁の内側では枝状や葉状の *Acropora* spp. や *Montipora* spp. が多産することが判明した。

(2) 平成23年度

奄美大島宇検村と高知県大月町の二ヶ所で、前年度と同じ調査を行った。その際に、国土地理院発行1万分の1空中写真を購入し、造礁サンゴの生育状態を観察した。写真を画像データとして計算機に入力した。石垣島白保と奄美大島宇検村宇検の海域では被覆率が高いことが判明した。一方、高知県大月町の海岸では、一般に海水の透明度が低く、群集の被覆面積を出すことはできなかった。気象資料の調査の結果、大島の気候は、亜熱帯に典型的なものであることが判明した。一方、礁断面における造礁サンゴ種のリストを作成すると、かなり属・種多様性が減少したことが明らかとなった。特に、最も重要なミドリイシ類の種が少ないことが判明した。それが、近年のサンゴ礁群集の崩壊に由来するものなのか、あるいは緯度が高いことによるものなのかについては、判断する情報が少なかったため、ここでは結論しない。両海域の有機・無機炭素生産速度については、野外で透明アクリル水槽を用いた調査が、台風による荒天のため実施できなかった。そこで、海岸より枝状 *Acropora hyacinthus* と卓状 *Acropora formosa* 群体を採取し、大月町の黒潮生物研究所の実験水槽の中で飼育した。その際にサンゴが生息していた海水を短い間隔で採取し、東北大学理学研究科の化学実験室で分析した。pH-アルカリ度法によって海水を分析した結果、有機炭素・無機炭素生産とも亜熱帯海域のものが一桁速いことが判明した。

(3) 平成24年度

奄美大島宇検村と高知県大月町の二ヶ所で、

前年度と同じ調査を行った。本年度も台風の発生が多く、外洋に出られる日が限られていた。群集については、宇検村の北海岸に比較的被覆率の高い所があったが、その多様性は低かった。群集の分布について理解できなかったことは、熱帯に多い *Acropora formosa* が温帯の高知県に分布するのに対して、中間にある奄美大島で算出しないことである。その原因として、以下の3点の可能性が推測される。1. 大島での特別な種の絶滅、2. 種同定のミス、3. 高知県の種が別種の可能性。生産速を出すために、そこで群集の生息する海水の採取を行うこととした。分析の結果、大島、両海域の有機・無機炭素生産速度については、石灰化よりも光合成と呼吸が卓越することが判明した。本年度も、*Acropora hyacinthus* と *Acropora formosa* の中程度の群体を採取し、大月町の黒潮生物研究所の実験水槽の中で約1週間飼育した。その際に海水を採取し、東北大学理学研究科の研究室で分析した。代謝速度変化の原因を特定するため、夜と昼の光量子フラックスを一定とした。ところが、光量子フラックスが高いまま無変化であっても、両生産速度は大きく変化することが判明した。これは生産速度のモデル化に非常に深刻で、生物生産速度が簡単なサンゴ礁生産モデルでは説明できないことを意味している。そこで、統計的な手法により、線形モデルを作成した。その出力は、水深が増加し、緯度が増加した時に生物生産速度が低下するものである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 9件)

① 中森亨、山梨純平、ストロマトライトの形態、炭酸塩コロキウム 2013、2013年3月16日、福岡県立ふれあいの家

② 中森亨、山梨純平、白亜紀ストロマトライトの形態、日本サンゴ礁学会第15回大会、2012年11月22日、東京大学

③ 会田美佳、中森亨、目崎拓真、高知県大月町の造礁サンゴの形態と生産、日本サンゴ礁学会第15回大会、2012年11月22日、東京大学

④ 中森亨、山梨純平、白亜紀ストロマトライトの成長モデル、日本地質学会第119年大会、2012年9月17日、大阪府立大学

⑤ 山梨純平、中森亨、山田努、山根広大、池

原実、ポリビア産白亜紀ストロマトライトの成因および堆積環境、日本地質学会第119年大会、2012年9月17日、大阪府立大学

⑥中森亨、佐々木理、鹿納晴尚、枝コモンサンゴ(Montipora digitata)の骨格成長分岐モデル、炭酸塩コロキウム IN 伊豆高原、2012年3月17日、伊豆高原

⑦中森亨、佐々木理、鹿納晴尚、枝状造礁サンゴの形態、日本サンゴ礁学会第14回大会、2011年11月3日、那覇

⑧中森亨、佐々木理、鹿納晴尚、枝状サンゴ骨格の三次元空間分布、日本サンゴ礁学会第13回大会、2010年12月2日、つくば市

⑨中森亨、佐々木理、鹿納晴尚、枝状サンゴ骨格の形態学的特徴、炭酸塩コロキウム東北大会、2010年11月3日、岩手山自然の家

[図書] (計 1件)

Nakamura T. and Nakamori T. (2011) A simulation model for coral reef formation: Reef topographies and growth patterns responding to relative sea-level histories In Wright L. L. Sea Level Rise, Coastal Engineering, Shorelines, and Tides, P. 251-261

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/3293e7e11f39251a94d7f7c23c04bc37.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中森 亨 (Toru Nakamori)

東北大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：00192229