

西表島網取湾におけるサンゴ分布の多様性指数とその物理環境との関係 Diversity index of coral distributions and its relation to physical variables in Amitori Bay, Iriomote Island, Japan.

下川 信也^{1*}; 村上 智一¹; 鵜飼 亮行²; 河野 裕美³; 水谷 晃³; 中瀬 浩太²
SHIMOKAWA, Shinya^{1*}; MUKARAMI, Tomokazu¹; UKAI, Akiyuki²; KOHNO, Hiroyoshi³; MIZUTANI, Akira³;
NAKASE, Kouta²

¹ 防災科学技術研究所, ² 五洋建設株式会社, ³ 東海大学
¹ NIED, ² Penta-Ocean Construction. Co. Ltd., ³ Tokai University

西表島網取湾におけるサンゴ分布と物理環境との関係を調べた。網取湾は西表島の北西部に位置し、湾内にはサンゴが広範囲に分布し、そのサンゴの形態、大きさ、種は場所により異なっている。加えて、網取湾には、湾に至る陸路がなく、周辺にはひとが住んでいない。それゆえ、小さい湾ではあるが、人工的影響のない多様な自然環境が維持されており、サンゴ分布と物理環境との関係を調べるには最適の場所のひとつである。

まず、サンゴ分布、海水温、塩分、河川流量のデータを得るために観測調査を行い、波高と土粒子の時空間分布を得るために、それらの物理環境の観測データを利用して、海洋、波浪、土粒子追跡モデルによる数値実験を行った。解析結果は、サンゴの形態と大きさが、物理環境の異なる湾内の場所により著しく異なることを示した [Shimokawa et al, 2014]。

次に、これらの観測と数値実験の結果から、サンゴ分布の多様性指数とその物理環境との関係を計算した。多様性指数 DI は、次のように定義される [Shannon, 1948; MacArthur and MacArthur, 1961, Clark & Warwick, 2001, McCune and Grace, 2002]。

$$DI = -\sum c_i \log_2 c_i,$$

ここで、 c_i は全体に対する i 番目の型の割合を表す。DI は、あるデータセットにおける異なる型を含む程度の定量的な表現であり、熱力学におけるエントロピーの概念に関係している。DI の値は、型の数とその均一性が増加すると増加する。つまり、型の数が一定の場合、DI の値は、すべての型が等しく存在するとき最大になる。解析結果は、サンゴの形態の多様性指数の平均は、湾口と湾奥の方が湾全体より小さく、湾中間で最大であることを示した。この結果は、環境擾乱が強すぎることも弱すぎることもないときに、生物の種の多様性は最大となるという中間擾乱仮説 [Connell, 1978] と整合的である。

参考文献：

- Clarke, K. R. and R. M. Warwick (2001), Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd ed., PRIMER-E, Plymouth, pp. 176.
- Connell, J. H. (1978), Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs, *Science*, 199, 1302-1310.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur (1961), On bird species diversity, *Ecology*, 42, 594-598.
- McCune, B. and J. B. Grace. (2002), Analysis of Ecological Communities, MjM Software Design, Oregon, pp.300.
- Shannon, C. E. (1948), A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 and 623-656.
- Shimokawa S., T. Murakami, A. Ukai, H. Kohno, A. Mizutani and K. Nakase, 2014, Relationship between coral distributions and physical variables in Amitori Bay, Iriomote Island, Japan, *J. Geophys. Res.: Oceans*, 119, 8336-8356 (doi: 10.1002/2014JC010307).

キーワード: サンゴ, 多様性指数, 波高, 土粒子, 中間擾乱仮説

Keywords: Coral, Diversity index, Wave height, Soil particle, Intermediate disturbance hypothesis

造礁サンゴによるリンの取込が溶存態リン酸の酸素安定同位体比に与える効果 Variation in the oxygen isotope ratio of dissolved orthophosphate induced by uptake process by hermatypic corals

Ferrera Charissa M.¹; 渡邊 敦¹; 灘岡 和夫¹; 梅澤 有³; 森本 直子²; 中村 隆志¹; 宮島 利宏^{2*}
FERRERA, Charissa M.¹; WATANABE, Atsushi¹; NADAOKA, Kazuo¹; UMEZAWA, Yu³; MORIMOTO, Naoko²; NAKAMURA, Takashi¹; MIYAJIMA, Toshihiro^{2*}

¹ 東京工業大学大学院情報理工学研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 長崎大学水産学部
¹Tokyo Institute of Technology, ²AORI, University of Tokyo, ³Faculty of Fisheries, Nagasaki Univ.

水域におけるリンの生物地球化学的動態を理解するためのツールとして、溶存態リン酸の酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}_p$) をリン酸の起源のトレーサーとして利用する方法が近年注目を集めている。リン酸の酸素安定同位体比はリン酸を利用する生物による同位体効果を受けるため、生物によるリンの利用形態を把握するための情報源としても利用できる可能性がある。しかしながら生物過程における $\delta^{18}\text{O}_p$ に対する同位体効果については、生物体内では酵素に媒介されるリン酸と周囲の水分子との酸素同位体交換による強い平衡化の作用が働くという事実以外は、まだ十分に解明が進んでいない。 $\delta^{18}\text{O}_p$ を水域のリン・サイクルのトレーサーとして有効に利用できるようになるためには、一次生産者によるリン酸の取込過程など、リン・サイクルを支配する主要な生物化学的プロセスについて、その反応速度論と $\delta^{18}\text{O}_p$ に対する同位体効果の大きさを評価してデータベース化する必要がある。

本研究では、熱帯・亜熱帯沿岸海洋生態系の主要な一次生産者の一つである造礁サンゴを用いてモデル実験を行い、サンゴによるリン酸の取込に伴う酸素同位体効果を評価した。実験では石垣島とルソン島の沿岸海域から採集したサンゴ (*Porites cylindrica*, *Heliopora coerulea*, *Acropora digitifera*) を用い、屋外水槽内で数日間馴化飼育を行ったのち、実験水槽で自然光条件下、 NO_3^- と PO_4^{3-} を添加して 72-120 時間の飼育実験を行った。実験中定期的に飼育海水を採取し、 PO_4^{3-} の濃度と酸素安定同位体比の分析に供した。

自然条件下に比べてかなり高い PO_4^{3-} 濃度で実験を行ったため、実験期間中 PO_4^{3-} はサンゴによってほぼ一定の速度で取り込まれた。石垣島の実験では、サンゴ表面単位面積あたりの取込速度は冬季よりも夏季の方が高く、温度依存性が認められた。サンゴ種間での取込速度の違いは明瞭ではなかった。実験初期の $\delta^{18}\text{O}_p$ は、実験海水との同位体交換平衡値に比べて 3%程度低い値であった。実験期間中、多くの飼育系では PO_4^{3-} の取込に伴って $\delta^{18}\text{O}_p$ が上昇し、いくつかの系では実験海水との同位体交換平衡値よりも高くなったが、取込にかかわらず $\delta^{18}\text{O}_p$ がほとんど変化しない系もあった。このことは、実験中の $\delta^{18}\text{O}_p$ の上昇は、海水との同位体交換平衡化によるものではなく、サンゴに特有の取込に伴う速度論的同位体効果によるものであることを示唆している。この同位体効果の大きさには種間差があり、*A. digitifera* で最も大きく *H. coerulea* で最小であった。

自然環境下では PO_4^{3-} の濃度はこの実験において用いられた濃度よりも 1 桁以上低いことから、自然界における造礁サンゴをはじめとする一次生産者によるリンの代謝回転ははるかに速く、それが $\delta^{18}\text{O}_p$ に及ぼす効果も大きくかつ短時間で現れると考えられる。このことは、 $\delta^{18}\text{O}_p$ をリンの代謝回転の指標として利用する場合の有効性を保証する反面、サンゴ礁のような貧栄養海域において外来性 PO_4^{3-} のトレーサーとして起源評価に $\delta^{18}\text{O}_p$ を利用する際の限界をも示している。

キーワード: リン酸, 同位体効果, 酸素安定同位体, 造礁サンゴ, 沿岸海洋生態系

Keywords: Phosphate, Isotope effect, Stable isotopes of oxygen, Hermatypic coral, Coastal marine ecosystem

沖縄島のサンゴ礁埋立地下の掘削コアを用いた完新世の海水準記録
Holocene sea-level record from a drilled core at land reclamation on reef crest in Okinawa Island

本郷 宙軌^{1*}; 藤田 和彦¹; 川崎 裕子¹; 嶺井 翔伍¹; 佐々木 徹¹
HONGO, Chuki^{1*}; FUJITA, Kazuhiko¹; KAWASAKI, Yuko¹; MINEI, Shogo¹; SASAKI, Toru¹

¹ 琉球大学理学部物質地球科学科

¹Dept. Physics & Earth Sciences, University of the Ryukyus

Holocene sea level records provide the opportunity to understand reef formation history, mangrove development, and settlement by ancient people. Especially, the mid-Holocene sea-level record is important to accurate forecast coastal response to sea-level change in the near future because the amplitude of sea-level rise is similar to that of future sea-level rise. However, the magnitude and timing of Holocene sea-level records display great variability, inflecting ice sheet unloading and the redistribution of water masses in the global ocean, and glacio-isostatic and hydro-isostatic effects. Therefore, the local sea-level record is fundamental to a geological evidence for understanding the above topics. In the present study, we analyzed a drilled core and five radiocarbon ages at land reclamation on reef crest in Okinawa Island, Ryukyu Islands. Analyses of corals (*Isopora* sp. and *Goniastrea reriformis*) enable the reconstruction of a sea-level curve because these species are distributed in a shallow water depth. The Holocene sea-level curve reconstructed based on the drill core data reveals a sea-level rise until ca. 7000 cal. years BP. A mid-Holocene highstand occurred at 6760 cal. years BP, at a level of 2.7 m above the present mean sea level. The reconstructed mid-Holocene highstand is characterized by one of highest and oldest records in the Ryukyu Islands. The finding reflects the hydro-isostatic effect in response to size and volume of islands because Okinawa Island is the biggest island in the Ryukyu Islands.