

フィリピン、ボリナオにおける海草群集の多様性が魚類の群集構造に与える影響

Species diversity of tropical seagrasses affect fish assemblage structures, around Santiago Island, Bolinao, northwestern Philippines

*田中 義幸¹、頼末 武史²、本多 健太郎^{2,9}、中村 洋平³、宮島 利宏⁴、ゴ ゲイ^{5,7}、ジェノヴィア トム⁶、パンタラーノ アリー^{6,3}、パシエンシア フランシスコ⁵、ウイ ウィルフレッド⁶、フォルテス ミゲル⁵、タモンドン アイン⁷、ブランコ アリエル⁷、灘岡 和夫⁸、仲岡 雅裕²

*Yoshiyuki TANAKA¹, Takefumi Yorisue², Kentaro Honda^{2,9}, Yohei Nakamura³, Toshihiro Miyajima⁴, Gay A. Go^{5,7}, Tom G. Genovia⁶, Allyn D. S. Pantallano^{6,3}, Francisco Paciencia⁵, Wilfredo H. Uy⁶, Miguel D. Fortes⁵, Ayin M. Tamondong⁷, Ariel Blanco⁷, Kazuo Nadaoka⁸, Masahiro Nakaoka²

1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 むつ研究所、2.北海道大学 厚岸臨海実験所、3.高知大学大学院 総合人間自然科学研究科、4. 東京大学 大気海洋研究所、5.フィリピン大学 海洋科学研究所、6.ミンダナオ国立大学 ナーワン校、7.フィリピン大学 工学部、8.東京工業大学 環境・社会理工学院、9.水産総合研究センター 北海道区水産研究所

1.Mutsu Institute for Oceanography, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.Akkeshi Marine Station, Hokkaido University, 3.Graduate School of Kuroshio Science, Kochi University, 4.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5.Marine Science Institute, University of the Philippines-Diliman, 6.Mindanao State University at Naawan, the Philippine, 7.College of Engineering, University of the Philippines, 8.School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology, 9.Present address: Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency

Coastal ecosystems in southeast Asia have been deteriorating rapidly due to various types of human-induced stresses. Among them, excess nutrient and organic matter derived from fish culture has particularly affected adjacent ecosystems through the alteration of water quality and sediment conditions. Seagrass species richness are reported to decrease at sites close to aquaculture facilities. The seagrass species composition and structure are known to affect fish assemblage structures. In this study, we tried to evaluate the relationship between species diversity of tropical seagrasses and fish assemblage structures, around Santiago Island, Bolinao, northwestern Philippines, where effects of fish culture are obvious.

Around Santiago Island, 13 sites in dense seagrass beds and 13 sites from sparse seagrass beds (total 26 sites) were selected, using a satellite image. Then actual conditions of seagrasses were checked by ground truth. At the 26 sites, species compositions of seagrasses and fish assemblages were observed in Feb - Mar 2014. Shoot density of *Enhalus acoroides* was counted at 20 locations at each sites using a 0.5 x 0.5 m frame, because this species has large shoots. For other species, a 0.5 x 0.5 m frame that was divided into 25 quadrats of 0.01 m² was used, and shoot densities in 10 haphazardly selected quadrats in each of five frames were counted at each sites. The biomass of seagrasses were calculated based on the shoot density of this study and leaf dry weight in Vermaat et al. (1995). The fish visual censuses (FVCs) were conducted on 5-8 March 2014 at 26 stations. Six 1 x 20-m (20 m²) belt transects were established haphazardly using a scaled rope within a 50 m radius of each station. The transects were separated by at least 5 m. The number of individuals of the target species was counted in each transect, and their sizes (total length, TL) were recorded underwater using a ruler attached to a recording slate. All FVCs were conducted during the day between 08:00 and 16:00 h, using snorkeling at depths of 0.5-4.0 m.

The highest seagrass species richness at a site was seven species. The five sites where more than six species were observed belong to the dense seagrasses. Three sites among the dense seagrasses have only two species. Usually around two species were observed at the sparse seagrass beds. Two

species *Thalassia hemprichii* and *Enhalus acoroides* were recorded, and the shoot density was relatively high at the site where the largest number of commercially important fish species were observed.

キーワード：富栄養化、養殖、海草、ウミシヨウブ、魚類群集、商業的有用魚種

Keywords: eutrophication, fish culture, seagrass , *Enhalus acoroides*, fish assemblage, commercially important species

サイズ分画と同位体分析による海草場堆積物の有機炭素貯留特性の評価

Assessing organic carbon storage in seagrass-meadow sediments using grain size fractionation and isotopic analyses

*渡辺 謙太¹、棚谷 灯子¹、門谷 茂²、桑江 朝比呂¹

*Kenta WATANABE¹, Toko Tanaya¹, Shigeru MONTANI², Tomohiro KUWAE¹

1.国立研究開発法人港湾空港技術研究所、2.北海道大学

1.Port and Airport Research Institute, 2.Hokkaido University

Coastal sediments play an important role as the major sink of organic carbon (OC), storing both marine biota-derived OC (i.e., blue carbon) and terrestrial-derived OC. Part of OC stored in the sediments is sequestered from atmospheric CO₂ for geological timescales. The OC burial rate is much higher in coastal ecosystems than the open ocean. The burial of biochemically recalcitrant OC and the physical protection of OC by sedimentary minerals are the suggested mechanisms of long-term OC preservation. In general, OC content is correlated with the specific surface area of sedimentary minerals in the open ocean; however, relationships between the characteristics of OC and sedimentary minerals in coastal systems are poorly understood. In this study, we sieved collected sediments to generate several size classes (>1000 μm, 250-1000 μm, 125-250 μm, 63-125 μm, 30-63 μm, and <30 μm), and analyzed mineral characteristics (specific surface area) and OC characteristics (OC content, ¹³C, ¹⁴C). Sediment cores were collected in seagrass meadows in the Furen Lagoon, the Hichirippu Lagoon (Hokkaido), and the Shiraho reef (Ishigaki Island), Japan. Silt and clay contents (<63 μm) in the sediment samples ranged from 4% to 62%. The specific surface area of the fractionated samples ranged from 0.84 to 22.90 m² g⁻¹. We will present the results of the physical and chemical analyses to investigate relationships between the characteristics of both OC and sedimentary minerals of seagrass-meadow sediments in our poster.

キーワード：炭素貯留、ブルーカーボン、堆積物、海草場、同位体分析、比表面積

Keywords: carbon storage, blue carbon, sediment, seagrass meadows, isotopic analyses, specific surface area

沿岸域における陸源物質動態：水、DIC、POM安定同位体比による評価

Dynamics of terrestrial materials in coastal areas: evaluation using multiple stable isotope signatures of H₂O, DIC and POM

*森本 直子¹、梅澤 有²、渡邊 敦³、McGlone Maria Lourdes San Diego⁴、Ferrera Charissa M. ⁴、Regino Genevieve L. ⁴、灘岡 和夫³、宮島 利宏¹

*Naoko Morimoto¹, Yu Umezawa², Atsushi Watanabe³, Maria Lourdes San Diego- McGlone⁴, Charissa M. Ferrera⁴, Genevieve L. Regino⁴, Kazuo Nadaoka³, Toshihiro Miyajima¹

1.東京大学 大気海洋研究所、2.長崎大学 水産学部、3.東京工業大学 環境・社会理工学院、4.フィリピン大学 海洋科学研究所

1.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2.Faculty of Fisheries, Nagasaki University, 3.School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology, 4.Marine Science Institute, University of the Philippines

Evaluation of terrestrial loading of anthropogenic materials in coastal marine environments has become essential given the serious degradation of coastal habitats such as seagrass beds and coral reefs from human activities. Inputs of terrestrial materials change coastal water quality directly and indirectly, and local multiple organic sources such as mariculture fish feeds, resuspended sediment, and seagrass and mangrove detritus, and hydrodynamic characteristics complicate those influences. In order to assess the effect of allochthonous inputs in coastal areas, isotope signatures of water, dissolved inorganic carbon (DIC), and particulate organic matter (POM) were examined to identify sources and loading processes. Where freshwater simply mixes with seawater, $\delta^{18}\text{O}\text{-H}_2\text{O}$, a conservative tracer of freshwater input in coastal areas, linearly decreases with the decrease of salinity, hence can be used to calculate the mixing ratio as a basis. $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ also linearly decreases with salinity since $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ of river water is lower than that of seawater. But $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ is also affected by photosynthesis and respiration in seawater through isotopic fractionation especially of CO₂ absorption. Where POM is dominated by phytoplankton, $\delta^{13}\text{C}\text{-POC}$ is affected by $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ which the phytoplankton used for photosynthesis, so river water inputs decrease the $\delta^{13}\text{C}\text{-POC}$. Terrestrial POM usually has lower $\delta^{13}\text{C}$ than phytoplankton. In the study sites, Bolinao (mariculture area) and Banate Bay (area affected by siltation) in the Philippines, $\delta^{18}\text{O}\text{-H}_2\text{O}$ positively correlated with salinity in the wet season over the pycnocline layer, indicating freshwater inputs, and a similar pattern was also observed in $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$, suggesting that large terrestrial DIC inputs overwhelmed local biological processes as the determinant of $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$. On the other hand, $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ correlated with the apparent oxygen utilization (AOU) in the bottom layer of the mariculture area in the wet season and all layers in the dry season in Bolinao, suggesting accumulation of CO₂ with low $\delta^{13}\text{C}$ in the bottom layer in both seasons. Such CO₂ could have been generated by respiration and decomposition of sediment organic matter and excess fish feeds. In shallow seagrass beds, $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ was mainly controlled by primary production. In Banate Bay, the variation of $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ was small, and correlations with salinity and with AOU were not clear in the dry season, which is attributed to limited biological activity. $\delta^{13}\text{C}\text{-POC}$ reflected lower $\delta^{13}\text{C}\text{-DIC}$ in the wet season, but varied even when POC/Chl ratio was low. We tried to unravel underlying multiple processes by using mixing model of terrestrial water and seawater and focusing on the difference between model and measured values.

キーワード：陸源物質流入、安定同位体比、溶存無機炭素、懸濁態有機物、熱帯沿岸域

Keywords: terrestrial input, stable isotope ratio, dissolved inorganic carbon, particulate organic matter, tropical coastal area

パラオ堡礁サンゴ礁ラグーンにおける窒素循環

Nitrogen cycles in the barrier reef lagoon of Palau Island

*梅澤 有¹、宮島 利宏²、茅根 創³、秦 浩司⁴、小池 勲夫²

*Yu Umezawa¹, Toshihiro Miyajima², Hajime Kayanne³, Hiroshi Hata⁴, Isao Koike²

1.長崎大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学、4.安藤ハザマ 技術研究所

1.Nagasaki University, 2.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3.The University of Tokyo, 4.Hazama Ando Corporation

日本南部に広く分布する裾礁タイプの浅いサンゴ礁と比較して、パラオ共和国のように礁原に隣接した大きなラグーンをもつ堡礁タイプのサンゴ礁では、栄養塩循環や生物生産が大きく異なると想定される。特に、深度の違いに伴って大きく変化する、光・流速・波といった物理環境が、それぞれの場の生物活性や物質運搬をどのように規定して、ラグーン全体の物質循環プロセスを形成しているのか、不明点が多い。

そこで、本研究ではパラオ共和国のラグーンを横断する側線上で、1) 水柱の栄養塩・溶存有機物分布、2) 深度別の堆積物表層の粒径、有機物量、間隙水中栄養塩濃度、3) 沈降粒子フラックス、4) 水柱と堆積物表層の生物生産量、等の調査を組み合わせ、パラオラグーン全体での窒素循環の解明を試みた。水深が深くなって光量や流速が減少するにつれて、単位面積当たりの生物生産への寄与の大きさが底生微細藻類から浮遊性藻類へと移行し、堆積物から水柱へのフラックスが、有機物から無機態栄養塩へと変化することは、ラグーン内の水柱・堆積物中の栄養塩環境を作り出すうえで重要な要素であることが示唆された。

キーワード：パラオ共和国、堡礁サンゴ礁、窒素循環

Keywords: Palau Island, Barrier reef, Nitrogen Cycle

西表島網取湾における塊状サンゴ分布と波高、土粒子量、水深との関係

Relationship of Massive Coral Distribution with wave height, soil particle quantity and water depth in Amitori Bay, Iriomote Island, Japan

*下川 信也¹、河野 裕美²、村上 智一¹、水谷 晃²、柴山 拓実³、山本 結子²、鶴飼 亮行⁴、中瀬 浩太⁴

*Shinya Shimokawa¹, Hiroyoshi Kohno², Tomokazu Murakami¹, Akira Mizutani², Takumi Shibayama³, Yuiko Yamamoto², Akiyuki Ukai⁴, Kouta Nakase⁴

1.国立研究開発法人 防災科学技術研究所、2.東海大学 沖縄地域研究センター、3.筑波大学 大学院 生命環境科学研究科、4.五洋建設株式会社 環境事業部

1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2.Okinawa Regional Research Center, Tokai University, 3.Graduate School of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University, 4.Environment Business Division, Civil Engineering Headquarters, Penta-Ocean Construction. Co. Ltd.

網取湾は西表島の北西部に位置する湾長数kmの湾である。湾に至る陸路がなく、周辺にはひとが住んでいないため、人工的影響のない多様な自然環境が維持されている。実際、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。

我々は、その網取湾においてサンゴ分布調査と海洋大気河川観測および海洋波浪モデルを用いた数値計算により、主に卓状および枝状サンゴの分布と物理環境の関係を調べてきた (Shimokawa et al. 2014)。

本発表では、網取湾における(卓状および枝状以外の)主要形態である塊状サンゴに焦点をあてる(下川ほか、2015)。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。

結論は以下の通りである。i. 塊状サンゴ被度と水深は反比例する。ii. 塊状サンゴ被度と他形態サンゴ被度は反比例する。iii. 塊状サンゴ被度と平均波高は弱い比例関係にある。iv. 塊状サンゴ属数・被度と土粒子量はそれぞれ反比例・比例する。iiiについては、塊状サンゴはその形状と頑丈な骨格から波に強く、かつ兩岸の平均波高差が小さいため、弱い比例関係となり、ivについては、少土粒子量の西側では多様なサンゴ属が生息可能であるが、多土粒子量の東側では粘液による土粒子除去能力に優れるハマサンゴ属以外は生残しにくいいため、上記のような関係になったと考えられる。

References:

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).

下川信也・河野裕美・村上智一・水谷晃・柴山拓実・山本結子・鶴飼亮行・中瀬浩太, 2015, 西表島網取湾における塊状サンゴの分布と物理環境の関係, 土木学会論文集B3 (海洋開発), 71, 969-974.

キーワード: 塊状サンゴ、波高、土粒子、水深、西表島、網取湾

Keywords: Massive coral, Wave height, Soil particle, Water depth, Iriomote Island, Amitori Bay

西表島網取湾および崎山湾における造礁サンゴ分布に関わる土粒子特性について

Property of soil particles related to reef-building coral distribution in Amitori and Sakiyama bays, Iriomote Island.

*柴山 拓実¹、下川 信也²、河野 裕美³、鵜飼 亮行⁴、水谷 晃³、中瀬 浩太⁴、村上 智一²

*Takumi Shibayama¹, Shinya Shimokawa², Hiroyoshi Kohno³, Akiyuki Ukai⁴, Akira Mizutani³, Kota Nakase⁴, Tomokazu Murakami²

1.筑波大学生命環境科学研究科、2.防災科学技術研究所、3.東海大学沖縄地域研究センター、4.五洋建設株式会社

1.Graduate school of Life and Environmental Science, Tsukuba University, 2.National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 3.Okinawa Regional Research Center, Tokai University, 4.Penta-Ocean Construction. Co. Ltd.

網取湾および崎山湾は、沖縄県西表島の北西部に位置する湾である。2つの湾には、様々な自然環境が存在している。また、現在、両湾周辺には島民が居住しておらず、さらに湾へ続く陸路も整備されていないため、人為的攪乱が最小限に留められている。それ故、両湾には自然状態の豊かなサンゴ礁生態系が残されており、1983年には崎山湾が自然環境保全地域に指定され、2015年には網取湾にも地域が拡張されている。

網取・崎山両湾には、多種多様な造礁サンゴが生息している。造礁サンゴの分布は、周囲の物理環境によって影響される (Shimokawa et al. 2014)。造礁サンゴ分布へ影響を及ぼす物理的要素のうち、河川から流出する土粒子は、海水の透明度を低下させることで、褐虫藻の光合成を阻害する。また、サンゴの体表に降り積もることで、サンゴの軟体組織の損傷や代謝不全を引き起こす (山里, 1991)。

本研究は、両湾内における陸域由来の土粒子の挙動とそれらの造礁サンゴ分布への影響を明らかにすることを目指している。そのため、まず土粒子の挙動について、数値シミュレーションを使用して解析する。本研究では、海洋モデルによって計算した両湾の流動場に、土粒子に見立てたトレーサーを放出する粒子追跡解析と呼ばれる手法を用いる (村上ほか, 2013)。しかし、この手法のみでは、現地における観測的な裏付けが弱い。そのため、シミュレーション結果の観測的裏付けを得ることを目的として、SPSS (content of Suspended Particles in Sea Sediment) のための現地観測を行い、2つの対応関係を調べた。なお、SPSSは、海底の底質サンプルと透明な水の混合物の透視度から、底質中に含まれる陸域由来の土粒子量を算出する手法で、サンゴに影響を与える土粒子量の指標として用いられている (大見謝, 2003)。

2013年7月、2014年10月、2015年8月の現地調査の結果、網取湾においては、湾奥部から東側リーフ湾中央部にかけて、SPSS値が大きくなる傾向が見られた。一方、崎山湾においては、湾奥北東部で高い値、外洋に接するリーフエッジ付近で低い値を示した。また、網取湾において、SPSS値と数値シミュレーションによって得られた土粒子量を比較した結果、いずれの時期においても比例関係にあり、数値シミュレーションによる土粒子量がサンゴに影響を与える土粒子量の指標として妥当であることを示した。発表では、上記の結果の詳細およびそれらのサンゴ分布との関係について示す予定である。

参考文献:

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).

山里 清, 1991, サンゴの生物学, 東京大学出版会, pp.136-138

村上智一・鵜飼亮行・野口幸太・河野裕美・水谷 晃・下川信也・中瀬浩太・吉野 純, 2012, 西表島網取湾における土砂輸送の粒子追跡解析, 土木学会論文集B3 (海洋開発), 69, 928- 933.

大見謝辰男, 2003, SPSS簡易測定法とその解説, 沖縄衛生環境研究所報, 37, 99-104

キーワード: 造礁サンゴ、網取湾、崎山湾、土粒子、粒子追跡解析、SPSS

Keywords: Reef-building coral, Amitori-Bay, Sakiyama-Bay, Soil particles, Particle tracking analysis, SPSS

