

犬吠崎沖の低次生産機構と黒潮続流域への影響

Biological production in the water off Cape Inubo and its influence on the biological environment of the Kuroshio Extension region

*日高 清隆¹、上村 泰洋¹、寒川 清佳¹、小埜 恒夫¹、小松 幸生²

*Kiyotaka Hidaka¹, Yasuhiro Kamimura¹, Sayaka Sougawa¹, Tsuneo Ono¹, Kosei Komatsu²

1. 水産研究・教育機構、2. 東京大学大学院

1. Japan Fisheries Research and Education Agency, 2. The University of Tokyo

本州南方海域に産卵場を持つマイワシやカタクチイワシ、サンマ等の小型浮魚類の仔稚魚は、黒潮とその周辺を輸送されながら成長していくとされる。輸送中の環境は地理的に変化するものと考えられるため、これら仔稚魚の輸送中の環境条件を理解するためには、輸送域内の地理的変異について、周辺域も含めて理解する必要がある。房総沖は黒潮続流の入口にあたり、輸送過程において重要な海域の一つであるが、低次生産過程についての知見が少ない。今回は、黒潮が東へ向きを変える犬吠崎沖周辺海域の低次生産構造を解明することを目的として、衛星観測データおよび海洋観測結果を解析した。

衛星観測データ：海表面水温（SST）および海表面クロロフィル濃度（SSChl）について、東経135度30分から142度、北緯30度から37度、水深500m以深の範囲を集計した。東経138度15分から141度15分に含まれる水深が3000m以浅の海域を伊豆海嶺域とし、伊豆海嶺域を除く集計範囲を東経140度を境に東西に分け、西側を駿河灘とし、東側を更に北緯35.7度を境に南北に区分して南側を房総沖、北側を鹿島灘とした。SSTにはOISST (AVHRR only)、SSChlにはMODIS-Aquaのデータを利用し、2003年から2013年のデータについて8日間平均値を作成し、集計を行った。

水深500m以深の海域での海表面クロロフィルの季節変動において、駿河灘と房総沖は最大値がそれぞれ0.75および0.84 $\mu\text{g L}^{-1}$ と同程度だった。最大値をとる時期は駿河灘で3月末から4月初頭、房総沖ではそれより約1ヶ月遅かった。鹿島灘では最大値が1.10 $\mu\text{g l}^{-1}$ と他海域を上回り、海域の平均が0.8 $\mu\text{g l}^{-1}$ を超える期間が4月半ばから6月半ばまで続いた。

海洋観測：2009年4月・2015年4・5月に、東経137度から147度、北緯32度から38度の範囲で海洋観測を行った。各観測点では、CTDセンサーによって、水温・塩分の鉛直プロファイルを深度1000mまで取得し、クロロフィル濃度分析用の試料を0-200 mの深度から採集した。動物プランクトンについては数種の目合および採集深度での観測を行ったが、これらのうち目合100 μm のノルパックネットによる50 mの採集物の分析結果を解析した。

2015年4・5月の観測時の海況は、久保（1985）によって整理された3パターンのうち、黒潮が東西に流れる「Oパターン」であった。犬吠崎周辺の観測点において、鹿島灘から房総半島北部にかけて沿岸域の表層に周辺よりポテンシャル密度(σ_θ)が0.25–0.5 kg m^{-3} 高い海水が分布し、その周辺で栄養塩濃度とクロロフィル濃度がともに高くなっていた。また、犬吠崎の上流と下流でそれぞれ黒潮を横切る2つの断面を比較すると、上流（南側）の断面では全体にクロロフィル濃度が2 $\mu\text{g L}^{-2}$ であったのに対し、下流（北側）の断面では黒潮流軸の陸側に5 $\mu\text{g L}^{-2}$ を超える高クロロフィル濃度の水塊が見られた。この高クロロフィル濃度の水塊は断面上の他の測点に比べて塩分濃度が低く、代表的な沿岸性のカイアシ類である *Acartia omorii* が高密度 (> 40,000 inds m^{-2}) に分布していた。このことよりこの水塊は、八木ら（2001）等によって指摘されている鹿島灘の反時計回りの表層流によって本州沿岸から輸送されてきたものと考えられた。

これらの結果と衛星観測データを合わせ、亜表層からの高栄養塩な海水の湧昇と、それに伴う生物生産の増加が鹿島灘から房総沖北部にかけて各年に起きていることが示唆され、水平的な移流によって黒潮続流域の餌料プランクトン環境に寄与している可能性が考えられた。

キーワード：プランクトン、房総沖、黒潮

Keywords: Plankton, upstream of the Kuroshio Extension, Kuroshio

西部北太平洋および北極海におけるアーキアの群集構造

Community structure of Archaea in the western North Pacific and the Arctic Ocean

*浜崎 恒二¹、井上 智¹、伊知地 稔¹、南 承一²、鈴木 健太³、山本 正伸⁴

*Koji Hamasaki¹, Satoru Inoue¹, Minoru Ijichi¹, Song-Il Nam², Kenta Suzuki³, Masanobu Yamamoto⁴

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 韓国極地研究所、3. 北海道大学大学院環境科学院、4. 北海道大学大学院地球環境科学研究院

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Korea Polar Research Institute, 3. Graduate School of Environmental Science, 4. Faculty of Environmental Earth Science

アーキアは、バクテリア、真核生物と並ぶ一大ドメインであり極限環境を含むあらゆる環境に生息しているが、その培養の困難さから生物学的機能や生態系の中での役割など不明な点が多く残されている。海水環境中には *Thaumarchaeota* 門に属する Marine Group I (MG-I), *Euryarchaeota* 門に属する MG-II, MG-III, MG-IV の4系統群が分布している。これらの海洋性アーキアは、中・深層水中においてバクテリアに匹敵する現存量を示すことなどから、その生態学的な役割の解明が期待されている。これまで、わずかに分離されている培養株の解析やシングルセルゲノム解析、メタゲノム解析などにより、海水環境に生息するアーキアは、浮遊生態系のエネルギー代謝や物質循環に少なからず寄与していることが次第に明らかになりつつあり、サブグループ毎に生息場所が異なるエコタイプの存在も示唆されている。しかし、その生態学的な役割と寄与を明らかにするには、「どこにどのタイプのアーキアが生息しているか」といった基礎的な知見が、バクテリアとの比較において圧倒的に不足している。

本研究では、海水濾過試料を用いて16S rRNA遺伝子をターゲットとするアンプリコン解析を行い、西部北太平洋および北極海におけるアーキアの群集構造を明らかにすることを目的とした。解析には、西部北太平洋の東経160度を縦断する3測点で鉛直8層、小笠原諸島の東沖1測点で鉛直3層（2回）、北極海の4測点で鉛直2ないし4層、合計44点の試料を用いた。採取した海水は、粒子付着性画分 (PA, >3.0 μm) と自由生活性画分 (FL, 0.22–3.0 μm) 用に孔径の異なる2種類のフィルターで連続的にろ過した。DNA抽出後、16S rRNA遺伝子のV4領域をPCR増幅しアンプリコンシーケンスを行った。配列類似性97%以上の配列をOTU

(operational taxonomic unit) としてクラスタリングし、Greengenesデータベースを用いて分類群の同定を行った。その結果、検出されたアーキアの98%以上がMG-I, MG-II, MG-IIIに分類された。他に *Parvarchaeota*, Marine Benthic Group, MG-IVが検出されたがその存在割合は合計で2%未満であった。MG-Iとして同定されたOTUのさらに詳細な分類を行うため、独自に構築したデータベースを用いた再解析を行った。その結果、MG-Iのサブグループとして現在10に分類されているサブグループのうちMG-I etaを除く9グループが検出されたが、MG-I alpha, MG-I beta, MG-I gammaが突出して多く、MG-Iの約93%を占めていた。各点の群集構造を見ると、太平洋の観測点では、海洋表層 (0–200 m) でMG-IIが優占し、中層以深 (> 200 m) ではMG-Iが優占であった。さらに、MG-Iのサブグループについて見ると、表層でMG-I alphaの割合が多く、中層以深にはMG-I gammaの割合が多くなっていった。これらの深度による群集構造の違いは、おおむね既報の知見と一致しており、太平洋亜熱帯海域から北極まで広範囲に見られる特徴であることがわかった。しかし、北極海の一部では表層でもMG-Iが優占し、北太平洋亜熱帯海域の垂表層クロロフィル極大層にはMG-I betaが優占するなど、既報知見とは異なる分布パターンも見られ、さらに詳細な解析が待たれる。

以上本研究の結果、亜熱帯から亜寒帯海域、さらに北極海域まで、広範囲な海域における海洋性アーキアの群集構造が明らかとなった。特に、独自のデータベースを構築することにより、汎用のデータベースでは特定できないMG-Iのサブグループ分類が可能となった。これらのサブグループのうち、少なくともMG-I alpha,

beta, gammaは生息深度や増殖至適温度の違いなどにより住み分けをしているエコタイプであると考えられるため、サブグループごとに群集構造を記述することは重要である。本研究で構築されたサブグループ同定用のデータベースを用いることにより、今後は様々な海域で包括的な群集構造解析を進めることができ、サブグループごとの分布の特徴が明らかになると期待される。

キーワード：アーキア、西部北太平洋、北極海

Keywords: Archaea, The western North Pacific Ocean, The Arctic Ocean

衛星観測で見る黒潮域の植物プランクトン群集サイズ組成と基礎生産 Phytoplankton group-specific size structure and primary production in the Kuroshio waters by satellite observation

*平田 貴文¹、鈴木 光次¹

*Takafumi Hirata¹, Koji Suzuki¹

1. 北海道大学地球環境科学研究所

1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

新規に開発した衛星観測手法より得られた地球観測データを用いて、黒潮域を含む日本近海の植物プランクトン群集別のクロロフィルa現存量、光合成量子収率、一次生産速度、及び、細胞サイズを解析した。1998-2007年の月別気候値を解析した結果、黒潮域では、相対的にハプト藻類の現存量が多いことが示された。また、日本近海の珪藻類の一次生産速度の変動は、年間を通じて主に珪藻類の（クロロフィル量としての）現存量の変動を反映しているのに対し、藍藻類の一次生産速度の変動は、年間を通じて主に藍藻類の光合成量子収率を反映していることが示唆された。ハプト藻類の一次生産速度の変動は、ハプト藻類の現存量と光合成量子収率の双方に依存し、それぞれへの依存度は季節で大きく異なることが示唆された。さらに、黒潮流域の珪藻類・ハプト藻類・藍藻類の細胞サイズ分布とそれぞれの一次生産速度の年平均場を比較したところ、珪藻類の一次生産速度は最頻する細胞サイズで最も大きくなる傾向が見られたのに対し、ハプト藻類や藍藻類の一次生産速度は、最頻する細胞サイズで必ずしも最大ではない傾向にあることが示された。

キーワード：黒潮、植物プランクトン、基礎生産、衛星、サイズ

Keywords: Kuroshio, Phytoplankton, Primary Production, Satellite, size