

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料  
〔平成30年度研究進捗評価用〕

平成27年度採択分  
平成30年3月19日現在

極域プランクトン—その特質の理解—

Plankton in polar regions—toward an understanding of  
their characteristics



課題番号：15H05712

原田 尚美 (HARADA NAOMI)

国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・研究開発センター長代理

研究の概要

極域に生息する食物網の底辺を担う「動物・植物プランクトン」に着目し、1) 他の海域に先駆けて海洋酸性化の脅威にさらされている炭酸塩プランクトンの応答を定量的に評価する；2) 低緯度から高緯度まで世界で最も広範囲に生息する植物プランクトン種の温暖化による極域侵入の可能性を探る；3) 他の海域に生息する種にはみられない極域プランクトン種の特異的機能を明らかにすることを目的とする。1) は国連の持続可能性会議（リオ+20）で取り上げられた世界的にその対策に取り組むべき課題として、2) は水産資源の餌となる低次生態系の変化として、3) はバイオエネルギーの観点からいずれの成果も社会に貢献することを目指すものである。

研究分野：環境学・環境解析学・環境動態解析

キーワード：生物海洋

1. 研究開始当初の背景

気候変動や海洋酸性化など人間圏に受け入れがたい10の環境ストレスが提唱されており、中でも動的平衡が最も崩れているとされるのが「生物多様性の減少」である。特に海洋は多様性の減少を把握するための基礎的的生物データがない状況であったが、国際プロジェクト *Census of Marine Life* によって種数、分布、個体数の基礎的情報が蓄積されつつある。果たして、地球温暖化や海洋酸性化に対して海洋生物はどうか応答するのか？多様性や生態系はどのような影響を受けるのか？の理解は「持続的に利用可能な水産資源管理」や「多様性保全と生態系サービス」の観点から極めて重要であり現在もその重要性に変わりはない。

2. 研究の目的

酸性化と温暖化の影響を世界で最も深刻に受けている極域を対象とし、海洋生態系の底辺を支える動植物プランクトンに着目し、1) 酸性化が炭酸塩殻を有するプランクトンに与える影響；2) 温暖化に伴う外来性植物プランクトンの極域繁茂の可能性；3) 極域プランクトン種の特異的機能の解明を目的とする。

3. 研究の方法

北極海の中でも海氷減少が著しいチュクチ海、ノースウインド深海平原を対象海域とした。低次生物の生産ホットスポット(75°N、162°W)に時系列セジメントトラップを設置し、連続した生物由来沈降粒子を採取してきた。係留系には塩分、水温、深度、溶存酸素、pH等の各種センサーを搭載して周辺環境因子も同時観測してきた。炭酸塩プランクトン生物の海洋酸性化応答を定量評価するため、マイクロX線コンピュータトモグラフィ法(MXCT法)の開発を行うとともにMXCT法にて炭酸塩プランクトン生物の殻骨格密度を計測することで、酸性化に対する生物の応答を殻の溶解によって定量評価を行ってきた。沈降粒子の<sup>18</sup>SrRNA配列を用いた定量的群集解析を行い、沈降粒子を構成する種の多様性に変化が起きているか時系列推移を明らかにし、直鎖飽和炭化水素合成能という特異機能を持つ植物プランクトン株の生育条件の検討や、多様な直鎖炭化水素の合成系を明らかにするための遺伝子解析を行ってきた。

4. これまでの成果

4-1 海洋観測

西部北極海チュクチ海南部は、世界で最も植物プランクトンの生産力が高い海域であるものの、通年観測データはなかった。そこで、同海域ホープ海底谷に世界で初めて係留系を設置し、水温、塩分、溶存酸素、濁度、並びに動物・植物プランクトン現存量を取得してきた。結果、植物プランクトンは海氷融解期である春季に大增殖（ブルーム）がみられ、秋季にもブルームが起きることが分かった。仕組みとして、ホープ海底谷では底層水がドーム状構造をしていることから反時計回りの循環がみられ、海底付近に流れが集積していた。この流れに乗って有機物を含む様々な粒子が流入・蓄積し、その有機物が分解されることにより植物プランクトンの増殖に必要な栄養塩（アンモニア等）が生成され、秋季のブルームを支えていることがわかった。また、海底での有機物の分解によって、二酸化炭素も生じ、酸性化が進行することも突き止めた。

#### 4-2 MXCT 法の開発とプランクトンの特異機能の解明

様々なサイズ、形態の海洋プランクトンの炭酸塩骨格密度計測を可能にするため MXCT の機能向上を行ってきた。より高精細な 2 機器の X 線検出器（Princeton Instruments 製 NANO-XF11000、浜松ホトニクス製 C12849-101U）を既存検出器に並列させ、目的試料にあわせて検出器を任意にスイッチする機構を設けた。結果、特に薄い炭酸塩殻厚（約 3~5  $\mu\text{m}$ ）を持つ有殻翼足類の密度を解像できるようになった。そこで、チュクチ海で採取した有殻翼足類の幼体に対する酸性化影響を見積った。チュクチ海は夏季に高い生物生産とその分解によって炭酸カルシウムの溶解指標（ $\Omega_{\text{ara}}$ ）も著しく低い。殻の相対的な密度を表す有殻翼足類の CT 値は、水深 20m 付近の  $\Omega_{\text{ara}}$  と弱い正の相関を示す上、最大で約 40% もの密度減少が見られた。生息水深における  $\Omega_{\text{ara}}$  の低い水塊が、有殻翼足類のアラゴナイト殻に影響したことがわかった。一方で、北極海で採取した炭素数 10 から 38 の一連の直鎖飽和炭化水素（alkane）を合成する能力を持つ植物プランクトン株の全ゲノム塩基配列の解読を実施し約 3 万の遺伝子配列を取得した。結果、植物プランクトン *Imantonia* 属 *Imantonia rutunda* 種であると同定した。一連の alkane 合成能力を持つ生物は地球上では初めての

発見であることから「微細藻類を用いた炭化水素の製造方法」という名称で 2017 年 7 月に特許の出願に至った（特願 2017-139275）。

## 5. 今後の計画

### 5-1 海洋観測

チュクチ海南部ホープ海底谷において、係留系による時系列観測を継続する。また、時系列生物起源粒子について、植物・動物プランクトンの主要種の群集組成を把握するとともに過去のデータと比較してこの数年でどのような変化があったか、あるいは数年では変化のトレンドは見られないのか、結果を取りまとめる。

### 5-2 海洋試料分析、データ解析、遺伝子分析手法開発

ホルマリン固定される生物起源粒子試料から研究に資する長鎖の遺伝子をレスキューする手法を完成させる。次世代シーケンサーによる生物起源粒子の 18SrRNA 配列を用いた定量的群集解析を実施し、過去数年分のデータを比較しながら、種の多様性に時系列推移が生じているのか否かを明らかにする。

### 5-3 MXCT 法の開発とプランクトンの特異機能の解明

MXCT の局所的な「歪み」について、格子状グリッドを数十ミクロンの間隔で細かく撮影し補正式を作ることで補正改善を目指すとともに 3 件の特許を申請する。また、alkane 合成能を持つ *Imantonia* について、alkane 合成の最適な培地を見出すとともに、形質転換を地道に繰り返し、トランスクリプトーム比較解析を行い、炭化水素合成経路の解明と遺伝子の同定を目指す。

## 6. これまでの発表論文等（受賞等も含む）

\*[Harada, N.](#) (2016) Review: Potential catastrophic reduction of sea-ice in the western Arctic Ocean –its impact on the biogeochemical cycles and marine ecosystems– Global and Planetary Change, 136, 1-17, [招待論文].

\*[Nishino, S.](#), et al. (2016) Water mass characteristics and their temporal changes in a biological hotspot in the southern Chukchi Sea, Biogeosciences, 13, 2563-2578, [プレスリリース].

ホームページ等

<http://www.jamstec.go.jp/rcgc/j/medrg/>