

「海洋生物多様性および生態系の保全・再生に資する基盤技術の創出」
平成 23 年度採択研究代表者

H27 年度
実績報告書

山中 康裕

国立大学法人北海道大学
教授

植物プランクトン群集の多様性に注目したナウキャスト技術開発

§ 1. 研究実施体制

(1)「山中」グループ

- ① 研究代表者:山中 康裕 (北海道大学大学院地球環境科学研究院 教授)
- ② 研究項目
 - ・ 植物プランクトン群集の多様性を表現する次世代モデルの開発
 - ・ ナウキャスト用オペレーショナルモデルの開発
 - ・ 衛星観測アルゴリズムの改良と検証
 - ・ オペレーショナルモデルへのデータ同化を通じたナウキャストの基盤形成

(2)「鈴木」グループ

- ①主たる共同研究者:鈴木 光次 (北海道大学大学院地球環境科学研究院 准教授)
- ②研究項目
 - ・ 連続自動海水ろ過システムの開発
 - ・ 超高速液体クロマトグラフィーによる植物プランクトン色素分析法の開発と応用
 - ・ 色素データに基づいた植物プランクトン群集組成の推定とその検証

§ 2. 研究実施の概要

海洋の植物プランクトンは多様性に富んでおり、総計で約7万種以上が存在すると見積もられている。海洋が陸域に比べて比較的単調な環境に見えるにも関わらず、これほどの多様性があるのは驚きと言える。この多様性がどのように成立し、何故可能となっているかを解明するために、シミュレーショングループ・現場観測グループ・衛星を用いた観測グループ、3者の協力によって研究を進めた。

スーパーコンピュータを用いたシミュレーションでは数百種の植物プランクトンが生存競争を行う。昨年度は競争・共存メカニズムを調べるために単純化した海洋で実験を行っていた。この方向での研究が一段落したので、本年度からは衛星を用いた観測との比較を行う方向で研究を発展させた。このために現実的な海洋、太平洋・大西洋・インド洋・南極海等を再現し、そこで植物プランクトン競争のシミュレーションを行った。シミュレーションで生き残った植物プランクトン種の分布と衛星観測で得られた植物プランクトン種の分布を比較することで、観測で得られた植物プランクトン種がどのような生理的特性(例えば温度に対する応答)を持つか推定することが可能になる。このような方法は、将来温暖化によって海洋の植物プランクトンがどのように変化するかという問題を考える時に非常に有効である。

植物プランクトン群集構造を地球観測衛星データから推定するアルゴリズムを、JAXA が H27 年度に打ち上げる予定としている SGLI/GCOM-C 衛星のデータ処理システムに実装し、既存の衛星データを用いて疑似出力による確認を行った。また、植物プランクトン各群集に対する細胞サイズ推定アルゴリズムの精度を向上を図る試験を行い、これまでより高解像度衛星データを用いることで、細胞サイズ推定値(特に、藍藻類の細胞サイズ)がより現実的になるように改良した。これらの結果を用いて、衛星から推定される光合成量子収率データと比較し、サイズに基づく多様性モデルを推進する Smith チームとの連携を図った。

遺伝アルゴリズムを用いたデータ同化によるパラメータ推定を改良し、複数海域に対してパラメータ推定をできるように仕様を変更した。また、パラメータ値が変わる境界海域で人為的エラーの混入の有無を確認後、さらにモデル格子毎に対してもパラメータ推定できるように、仕様拡張し、その効果を衛星データ用いて時空間的に試算した。

本プロジェクトで開発中の連続自動海水ろ過システムに関して、平成 27 年 11 月、(独)海洋研究開発機構/東京大学大気海洋研究所・学術研究船白鳳丸 KH-15-4 次黒潮域研究航海において、白鳳丸の研究用海水配管と同装置を連結させ、船底(約 5 m 深)からの汲み上げ海水を同システムで処理することにより、多量のフィルター試料を取得することに成功した。平成 28 年 2 月、東洋濾紙株式会社と共同で同装置の国内特許出願を行った(特願 2016-027268)。また、本プロジェクトで開発した超高速液体クロマトグラフィー(UHPLC)による植物プランクトン色素分析法に関する論文を、国際誌 *Marine Chemistry* に発表した(Suzuki et al., 2015)。海洋学分野において、世界初の UHPLC を用いた植物プランクトン色素分析法論文であり、現時点で世界最短(7分)のランタイムでクロロフィル・カロテノイドの分離定量が可能である。同論文は、2015 年 7-9 月の集計で同雑誌ダウンロード数第 2 位、同年 9-12 月の集計で同雑誌ダウンロード数第 4 位を獲得した。貨物船 *New Century 2* を用いた日米間の北太平洋表層観測(国立環境研究所との共

同研究)や上記の白鳳丸航海等で採取した試料を UHPLC 等で順次分析し、山中グループにデータ提供するためのデータ解析を実施した。その成果の一部を、2015年8月に香港で開催された Gordon Research Conferences – Marine Molecular Ecology において、発表した(招待講演)。

Suzuki, K., A. Kamimura, and S. B. Hooker (2015) Rapid and highly sensitive analysis of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton using ultra-high performance liquid chromatography (UHPLC) with the first derivative spectrum chromatogram (FDSC) technique. *Marine Chemistry*, 176, 96-106, doi: 10.1016/j.marchem.2015.07.010.

Sugie, K. and K. Suzuki (2015) Size of dominant diatom species can alter their evenness, *PLOS ONE*, 10(6), e0131454, doi: 10.1371/journal.pone.0131454.

Endo, H., K. Sugie, T. Yoshimura, and K. Suzuki (2015) Effects of CO₂ and iron availability on *rbcl* gene expression in Bering Sea diatoms, *Biogeosciences*, 12, 2247-2259, doi:10.5194/bg-12-2247-2015