

海洋低次生態系モデル開発に資する植物プランクトン群集別光合成量子収率の衛星データ解析

Satellite remote sensing data analysis of the quantum yield of photosynthesis for marine ecosystem model development

平田 貴文^{1*}

HIRATA, Takafumi^{1*}

¹ 北海道大学大学院地球環境科学研究院

¹ Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

海洋生態系モデルは、時空間的に局所性が伴う現場海洋観測で得られる生物学的・生態学的知見（例えば、生物量分布など）を時空間的に内外挿する効果を有し、現場観測では得難い総観的解析を可能にする。また、生態系モデルは、各生物分類群に対する数々の生理作用と外部環境間での相互作用や生物分類群間の相互作用の結果を出力する。このような生態系モデルの実行には、数々の生理・生態作用を規定するパラメータ値を予め決定しておく必要がある。一般にパラメータ値は固定値とされることが多いが、現実には時空間的に変動することが考えられ、結果としてモデル結果の不確実性の原因の一つとなっていると考えられる。そこで本研究では、より良い海洋生態系のパラメタリゼーションのために、地球観測衛星より得られた海色データを利用して、時空間的に密な生物関連パラメータの時空間分布を明らかにし、その衛星データセットを作成することを目的とする。本研究では、生物関連パラメータとして、とりわけ海洋生態系内の基礎生産者である珪藻・ハプト藻・藍藻の光合成量子収率を対象とする。光合成量子収率は、モデル内で植物プランクトンの光制限を規定する要素の一つである光合成-光曲線の初期勾配パラメータと密接に関係している。本研究で対象とする海域は、黒潮本流・続流・準定常 jet を含む日本周辺海域で、対象期間は 1998 年から 2007 年の 10 年間とした。利用する衛星データは、NASA SeaWiFS より観測された海色データを基に算出された、a) 植物プランクトン全群集の基礎生産速度 (Behrenfeld et al., 2005)、b) 植物プランクトン群集別クロロフィル-a (Hirata et al., 2011) ならびに、c) 植物プランクトン全群集光吸収係数 (Smyth et al. 2006) であり、空間解像度は約 9km である。全群集の基礎生産速度と群集別クロロフィル-a は全球現場データセットを用いて経験的に導かれている一方、全群集光吸収係数は、インバージョンモデルを用いて導出した。植物プランクトン群集別光合成量子収率の算出には、アルゴリズムの設計上の問題である入力データの自由度の向上のために、リモートセンシングの分野で通常行われているグリッド毎の演算とは異なる方法を採用した：すなわち、本研究では、対象海域内に複数グリッド（本研究では、5x5 グリッド）からなる多数の小領域を設定し、各小領域内の衛星データの全てを入力値として用いて、各小領域に対して群集別光合成量子収率を出力する方法である。このようにして得られる群集別光合成量子収率の空間解像度は、入力データの解像度の 1/5 となるが、世界初となる群集別光合成量子収率の時系列衛星データの取得が可能となる。この方法で算出された植物プランクトン群集別の光合成量子収率をみると、珪藻の光合成量子収率では黒潮以北と以南で明確な違いが見られ、ほぼ通年、珪藻生物量の分布に対応していた。一方、ハプト藻の光合成量子収率はハプト藻生物量の分布との明確な対応が見られる時期（主に、5?10 月）と見られない時期（11 月?4 月）があった。藍藻の光合成量子収率は、通年、ほぼ藍藻生物量と対応していなかった。また、光合成量子収率と光合成有効放射と間での時間変動の関係をみると、珪藻では黒潮および続流域以外の日本近海で負の相関がえられた。ハプト藻では黒潮および続流以南で負の相関が見られた。藍藻では特に強い負の相関が見られた。このように、光合成量子収率は群集間、季節、海域で変動することが示された。光合成量子収率は、一次生産者の光制限を規定する上で重要なパラメータであるが、これまで植物プランクトン群集別の光合成量子収率の総観的な時空間変化は明らかになっていなかった。植物プランクトン群集構造を多様に表現する生態系モデルが増加する中で、本研究の成果は、植物プランクトンの群集構造を明示的に表現する生態系モデルにとって、群集別パラメータ設定のための重要なデータ資源となり、モデル結果の不確実性の軽減へ貢献すると期待される。

キーワード: 植物プランクトン, 衛星, 光合成量子収率

Keywords: Phytoplankton, Satellite Remote Sensing, Quantum yield of photosynthesis

東シナ海におけるカタクチイワシの温暖化影響評価の試み A challenge to evaluate effect of climate change on Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) in the East China Sea.

伊藤 進一^{1*}; 小松 幸生¹; 高須賀 明典²; 吉江 直樹³; 奥西 武²; 北島 聡²; 高橋 素光²; 長谷川 徹²; 瀬藤 聡²
ITO, Shin-ichi^{1*}; KOMATSU, Kosei¹; TAKASUKA, Akinori²; YOSHIE, Naoki³; OKUNISHI, Takeshi²; KITAJIMA, Satoshi²; TAKAHASHI, Motomitsu²; HASEGAWA, Toru²; SETOU, Takashi²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² (独) 水産総合研究センター, ³ 愛媛大学

¹The University of Tokyo, AORI, ²Fisheries Research Agency, ³Ehime University

地球温暖化が東シナ海のカタクチイワシに与える影響を評価するために、海洋大循環モデル C-HOPE (Max-Planck-Institute Ocean Model) と海洋低次栄養段階生態系モデル NEMURO (North Pacific Ecosystem Model for Understanding Regional Oceanography) の拡張版である eNEMURO を結合させた、CHOPE-eNEMURO を現在気候外力と将来気候外力を用いて駆動し、現在と将来の水温、流向・流速、餌料プランクトン場を得、その場を用いてカタクチイワシの成長一回遊モデル (CHOPE-eNEMURO.FISH) を積分した。カタクチイワシの成長は、生物エネルギーモデルを用いて、摂餌によるエネルギー獲得と代謝、排泄、排出、消化エネルギーなどによる消費の差分が成長に利用されると仮定した。NEMURO.FISH (NEMURO for Including Saury and Herring) は元来、サンマとニシンの成長を調べるために構築されたが、プランクトン捕食者であれば比較的容易に適応することができる。初期産卵場は、深度が 1000 m よりも浅い海域で且つ水温が 15.6~27.8 °C の海域に形成されると仮定し、産卵後から 1 年間の計算を行った。現在気候下では、九州西岸域に加入するシラスの 78 % が九州南部に加入するが、将来気候下では南部への加入は 0.5 倍と減少するのに対し、北部への加入が 2.7 倍と増加し、南部加入率は 40 % に減少した。九州西岸に加入するシラスの総量は、現在気候下でも将来気候下でも変化しなかった。これは産卵場が北上したためと考えられる。また、加入するシラスの体長は南部では変化がないが、北部では将来気候下の方が体長が増加する結果となった。

キーワード: 海洋生態系モデル, 魚類成長一回遊モデル, カタクチイワシ, 地球温暖化

Keywords: ecosystem model, fish growth-migration model, Japanese anchovy, climate change