

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26292099

研究課題名(和文) 海洋プランクトン相の広域的な動態評価に資する自然選択モデルの開発

研究課題名(英文) Development of marine ecosystem models for the integrated assessment of emergent plankton community structure

研究代表者

伊藤 幸彦 (Itoh, Sachihiko)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：80345058

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：海洋の低次栄養段階に関する数値モデルは、海洋の物理的動態を再現する海洋循環モデルと結合し、一次生産の季節変動・空間分布等の再現性を向上させてきた。一方、高次栄養段階を包含する上で不可欠な食物網については、代表的なモデルの多くが、少数の植物プランクトン(生産者)と動物プランクトン(消費者)からなる系を想定しており、単一のモデルで広域的な動態を包括的に再現することや、また魚類等の「餌の種類」をフィールド知見と照合することは困難であった。本研究では、現場で採集された動植物プランクトンの分析結果を考慮し、海洋プランクトン相の広域的な動態評価に資する自然選択モデルの開発を行なった。

研究成果の概要(英文)：Numerical models for the lower trophic levels of marine ecosystems have been improved to reproduce the seasonal and regional variability of primary production and other processes, through the coupling with the hydrodynamic models. However, as for the food webs that are necessary to include higher trophic levels, most of representative models assumed systems composed of small numbers of phytoplankton (producer) and zooplankton (consumer). These models cannot reproduce by themselves alone the large-scale variability of the plankton community structure, nor compare the results of "food quality for fish" with those from field surveys. In this study, we conducted the analyses of phyto- and zooplankton samplings, and developed a marine ecosystem model for the emergent plankton community structure.

研究分野：海洋物理学

キーワード：海洋生態系モデリング

1. 研究開始当初の背景

海洋の低次生産は、水産資源の供給や二酸化炭素吸収など、様々な生態系サービスの基礎となっている。外洋の一次生産は、そのほとんどを浮遊性の植物プランクトンが担っており、二次生産者（一次捕食者）も浮遊性の動物プランクトンで代表される。海洋の低次生産モデルは、栄養塩(N)-植物プランクトン(P)-動物プランクトン(Z)モデル (Riley 1946; Steele 1958)から始まり、プランクトンを機能毎にまとめて少数の「コンパートメント」で表現するプランクトン機能群 (Plankton Functional Type: PFT)モデルが中心となってきた。このような PFT モデルは、観測や実験結果の蓄積により高度化が進み、近年ではプランクトンや溶存/粒状物質のコンパートメント数が 10 以上になるものも珍しくない。また計算機性能の発達により、広域的な海洋大循環モデルや地球システムモデルとも結合されている。

ところが、モデルが高度化し、広域的な生態系サービスの評価や予報等が期待されるにつれ、PFT モデルが抱える本質的な問題が障害となりつつある。それは、物理的な海洋循環モデルと比して未知のパラメータが多く、それがコンパートメント数を増やすと飛躍的に増加することである。海洋のプランクトン相は一見すると画一的であるようだが、実際には非常に多様である。例えば代表的な植物プランクトンである珪藻は、形態的特徴から同定されている現生種だけで数千種あると考えられる(未同定種ははるかに多いと考えられている)。多くの PFT モデルでは特定の海域や季節に取得された値を参考に珪藻を 1 ないし 2 個のコンパートメントで代表しているため、ある海域の群集から得られたデータを用いて設定したパラメータを他の海域にそのまま適用することはバイアスの原因となる。しかし、モデルパラメータに必要な生理特性の情報は限定されているため、全球モデル等の広域モデルでは、少数の一般種で広域を代表しているのが現状である。

PFT モデルの 1 つである NEMURO は、北太平洋亜寒帯域を対象に開発され、親潮域を含む我が国周辺海域、および北米東部沿岸亜寒帯域の生態系研究に活用されてきた。我が国の海洋、水産研究において、NEMURO は親潮域に回遊するサンマやイワシ類の主要餌料となる動物プランクトン現存量の評価、およびこれらの魚類の成長推定で成果を挙げている。しかし、これらの研究で対象としたサンマやイワシ類(太平洋系群)を含む多くの浮魚類が日本南岸～黒潮域に産卵場を持ち、生活史全体としては黒潮～親潮域を幅広く回遊するのに対し、NEMURO を含む既存の PFT モデルには前述のパラメータの海域特異性の問題があるため、広域的な動物プランクトン分布および現存量の評価には問題があった。また、多くの小型浮魚類にと

って、動物プランクトンの総量に代表される餌の「量」だけではなく、サイズ等の「質」も重要であり、これも既存の PFT モデルでは再現できなかった。

2. 研究の目的

本研究では、海洋の広域的な生物相、生産力分布をより正確に評価可能な自然選択モデルの開発を目的とする。本研究では特に西部北太平洋の黒潮・親潮域における動植物プランクトンの分布と動態を主対象とし、動植物プランクトンデータの出現動態のデータ解析、自動観測装置を用いた海域の時空間的な観測を行い、その結果に基づいて広域的なプランクトン相を表現できる統一的なモデルの開発を行った。

3. 研究の方法

(1) 現場・実験データの解析

水産総合研究センター東北水産研究所の動物プランクトンデータベース、動物プランクトン試料および植物プランクトン固定資料の分析を行った。動物プランクトンデータベースに含まれるのは、親潮・黒潮親潮移行域を中心に採集された種レベルの個体数データ約 6 千点である。動物プランクトン試料は東北水研で管理する約 5 万点のうち、必要なもの適宜選定し B-VPR (卓上型ビデオプランクトンレコーダー) で体長および個体数を計測した。植物プランクトン固定資料は、検鏡により種組成を調べた。

(2) 自動観測装置を用いた環境観測と解析
物理環境はプランクトン種組成に強く影響する。モデル検証データを効率良く取得するためには、自動観測装置による継続的な観測が有効である。

4. 研究成果

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 29 件)

Itoh, S., A. Takeshige, A. Kasai, and S. Kimura (2018), Modeling the coastal ecosystem complex: present situation and challenges, *Fisheries Science*, 84(2), 293-307, doi:10.1007/s12562-018-1181-x. (査読有)

Tanaka, K., K. Komatsu, S. Itoh, D. Yanagimoto, M. Ishizu, H. Hasumi, T. T. Sakamoto, S. Urakawa, and Y. Michida (2017), Baroclinic circulation and its high frequency variability in Otsuchi Bay on the Sanriku ria coast, Japan, *Journal of Oceanography*, 73(1), 25-38, doi:10.1007/s10872-015-0338-9. (査読有)

Sakamoto, T. T., L. S. Urakawa, H. Hasumi, M. Ishizu, S. Itoh, T. Komatsu, and K. Tanaka (2017), Numerical simulation of Pacific water intrusions into Otsuchi Bay, northeast of Japan, with a nested-grid OGCM, *Journal of Oceanography*, 73(1), 39-54, doi:10.1007/s10872-015-0344-y. (査読有)

Itoh, S., and D. L. Rudnick (2017), Fine-scale variability of isopycnal salinity in the California Current System, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 122(9), 7066-7081, doi:10.1002/2017jc013080. (査読有)

Ishizu, M., S. Itoh, K. Tanaka, and K. Komatsu (2017), Influence of the Oyashio Current and Tsugaru Warm Current on the circulation and water properties of Otsuchi Bay, Japan, *Journal of Oceanography*, 73(1), 115-131, doi:10.1007/s10872-016-0383-z. (査読有)

Tadokoro, K. (2016), The role and biodiversity of plankton in the ocean ecosystem, *Aquabiology (Tokyo)*, 38(6), 687-691. (査読有)

Kouketsu, S., H. Kaneko, T. Okunishi, K. Sasaoka, S. Itoh, R. Inoue, and H. Ueno (2016), Mesoscale eddy effects on temporal variability of surface chlorophyll a in the Kuroshio Extension, *Journal of Oceanography*, 72(3), 439-451, doi:10.1007/s10872-015-0286-4. (査読有)

Itoh, S., A. Kasai, A. Takeshige, K. Zenimoto, S. Kimura, K. W. Suzuki, Y. Miyake, T. Funahashi, Y. Yamashita, and Y. Watanabe (2016), Circulation and haline structure of a microtidal bay in the Sea of Japan influenced by the winter monsoon and the Tsushima Warm Current, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 121(8), 6331-6350, doi:10.1002/2015jc011441. (査読有)

Itoh, S., H. Kaneko, M. Ishizu, D. Yanagimoto, T. Okunishi, H. Nishigaki, and K. Tanaka (2016), Fine-scale structure and mixing across the front between the Tsugaru Warm and Oyashio Currents in summer along the Sanriku Coast, east of Japan, *Journal of Oceanography*, 72(1), 23-37, doi:10.1007/s10872-015-0320-6. (査読有)

Hidaka, K., H. Itoh, J. Hirai, and A. Tsuda (2016), Occurrence of the

Paracalanus parvus species complex in offshore waters south of Japan and their genetic and morphological identification to species, *Plankton & Benthos Research*, 11(4), 131-143. (査読有)

Miyake, Y., S. Kimura, S. Itoh, S. Chow, K. Murakami, S. Katayama, A. Takeshige, and H. Nakata (2015), Roles of vertical behavior in the open-ocean migration of teleplanic larvae: a modeling approach to the larval transport of Japanese spiny lobster, *Marine Ecology Progress Series*, 539, 93-109, doi:10.3354/meps11499. (査読有)

Kaneko, H., S. Itoh, S. Kouketsu, T. Okunishi, S. Hosoda, and T. Suga (2015), Evolution and modulation of a poleward-propagating anticyclonic eddy along the Japan and Kuril-Kamchatka trenches, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 120(6), 4418-4440, doi:10.1002/2014jc010693. (査読有)

Itoh, S., I. Yasuda, H. Saito, A. Tsuda, and K. Komatsu (2015), Mixed layer depth and chlorophyll a: Profiling float observations in the Kuroshio-Oyashio Extension region, *Journal of Marine Systems*, 151, 1-14, doi:10.1016/j.jmarsys.2015.06.004. (査読有)

[学会発表](計20件)

Itoh, S., Modelling recruitment variability of marine fish, AMEMR2014, 2014

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 幸彦 (ITO, Sachihiko)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号: 80345058

(2) 研究分担者

市川 忠史 (ICHIKAWA, Tadafumi)
独立行政法人水産総合研究センター・中央
水産研究所・グループ長
研究者番号: 50371886

田所 和明 (TADOKORO, Kazuaki)
独立行政法人水産総合研究センター・東北
区水産研究所・主幹研究員
研究者番号: 70399575

岸 道郎 (KISHI, Michio)
北海道大学・水産科学研究科(研究院)・

特任教授
研究者番号： 90214767

日高 清隆 (HIDAKA, Kiyotaka)
国立研究開発法人水産研究・教育機構・中
央水産研究所・主任研究員
研究者番号： 70371838

(3)連携研究者

齊藤 宏明 (SAITO, Hiroaki)
独立行政法人水産総合研究センター・東北
区水産研究所・グループ長
研究者番号： 30371793

羽角 博康 (HASUMI, Hiroyasu)
東京大学・大気海洋研究所・教授
研究者番号： 40311641

平池 由梨 (HIRAIKE, Yuri)
東京大学・大気海洋研究所・特任研究員
研究者番号： 40642541