

# 日本近海における物質循環と生態系に関するモデリング

大気海洋圏環境科学専攻 気候モデリング講座  
博士課程 3 年 橋岡豪人 (指導教官: 山中康裕)

## 【はじめに】

海洋生態系は物質循環の変化を通じて気候変動に重大な影響を与えるため、その役割を理解することが気候変動の将来予測には必要不可欠であると考えられている。しかし、これまでの多くの気候モデルでは、計算資源の問題や生態系の複雑さから、海洋生態系は簡単なパラメタリゼーションにより表現されてきた。そのため、海洋生態系と物質循環を明示的に表現可能な生態系モデルの開発が現在活発に行われている。

## 【研究目的】

本研究では、プランクトンの機能グループとそれに伴う物質循環の違いを表現可能な三次元生態系モデルを開発し日本近海に適用した。このモデルを、観測された気候値を境界条件として駆動し、現在の気候下における海洋生態系および物質循環の基礎的知見を得た。そして、そこで得た知見を基に、地球が温暖化した際の生態系の応答を予測した。

## 【平成 17 年度 研究成果】

本年度は博士課程の最終年にあたり、昨年度までに得られた研究結果を 3 つの投稿論文としてまとめた(2 本は受理され、残りの 1 本についても改訂後、再投稿の予定である)。

博士課程の研究成果は、生態系と物質循環のつながりについて、数値モデルにより物理的側面と生物地球化学的側面の両面から統合的に理解したことである。気候値実験では、物理環境と生態系の関係および生態系と物質循環の関係に注目し、植物プランクトンの優占グループが海域的・季節的にどのように決まるのか、また優占グループの違いが沈降粒子の  $\text{CaCO}_3/\text{POM}$  比をどのように決めるのかを明らかにした。これら気候値実験で得た知見を基に、IPCC の IS92a 温暖化シナリオに従った実験を行い、海洋生態系の温暖化に対する応答を予測した。温暖化実験で得られた興味深い知見の一つは、温暖化による影響が季節的・海域的に一様に起こるわけではなく、季節的には春季、植物プランクトンが大増殖するブルームの時期に、海域的には亜寒帯域-亜熱帯域の移行域で特に大きいことであった(図1参照)。ブルーム期および移行域の低次生態系の変動は、小型浮き魚類など水産資源の変動を引き起こす可能性があり、その定量的予測は漁業資源の観点からも極めて重要な問題である。

以上の研究から温暖化に伴う移行域の変動の重要性が示唆されたが、これまでの中解像度モデルでは日本近海の循環系を支配する黒潮の再現性(離岸の緯度や水平流速など)が不十分であった。そのため、より定量的な温暖化予測を行うべく、現在、西部北太平洋を対象とした高解像度モデル(水平解像度:  $1/4^\circ \times 1/6^\circ$ )の開発に着手している。

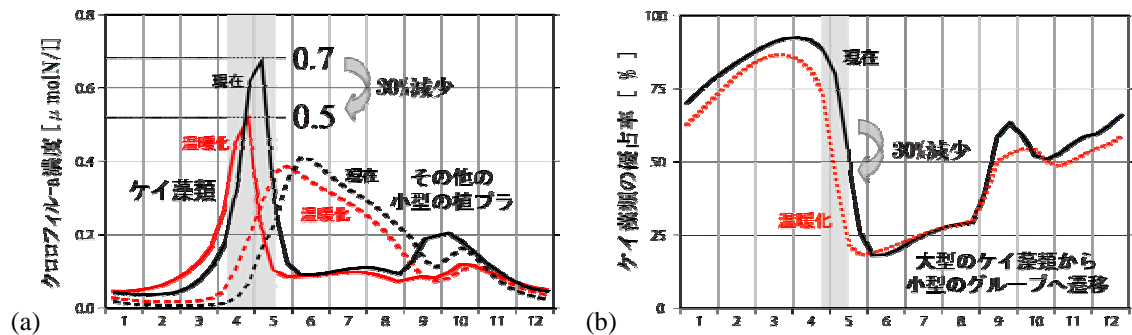


図 1. 亜寒帯と亜熱帯の移行域 (155E, 40N) における (a) ケイ藻類 (実線) とその他の小型の植物プランクトン (破線) のクロロフィル-*a* 濃度の季節変動。黒線は現在、赤線は温暖化時。単位は  $\mu\text{molN/l}$ 。 (b) ケイ藻類の優占率の季節変化。単位は%。値は 0m から 20m 深の平均。

#### 【論文： 査読あり】

- [1] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Seasonal and Regional Variations of Phytoplankton Groups by Top-down and Bottom-up Controls Obtained by a 3-D Ecosystem Model, special issue of NEMURO in *Ecological Modelling*, (*in press*).
- [2] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Ecosystem Change in the Western North Pacific Associated with Global Warming Obtained by 3-D NEMURO, special issue of NEMURO in *Ecological Modelling*, (*in press*).
- [3] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Temperature dependency of rain ratio obtained by a 3-D ecosystem-biogeochemical model, (*in preparation*).
- [4] K. Matsumoto, T. Hashioka and Y. Yamanaka: The effect of temperature dependent organic carbon rain on atmospheric  $p\text{CO}_2$ , (*in preparation*).

#### 【論文： 査読なし】

- [1] 岸道郎、中島一步、橋岡豪人、奥西武、吉本幸恵: 浮き魚の成長モデル (NEMURO.FISH) - 日本海スルメイカへの適用 -, 月刊海洋 vol37, No. 8, [2005 年]

#### 【学会発表： 国際学会】

- [1] T. Hashioka, Y. Yamanaka F. Shido and T. T. Sakamoto: Ecosystem change in the western North Pacific associated with global warming obtained by 3-D ecosystem model. *PICES/GLOBEC CCCC Symposium*, Hawaii, U. S. A, April 19-21, 2006.
- [2] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Determination mechanism of seasonal and regional variations of phytoplankton groups by top-down and bottom-up controls obtained by a 3-D ecosystem model. *PICES/GLOBEC CCCC Symposium*, Hawaii, U. S. A, April 19-21, 2006.

- [3] T. Hashioka, Y. Yamanaka and T. T. Sakamoto: Response of lower trophic level ecosystem to global warming in the western North Pacific. *2006 Ocean Science Meeting*, Hawaii, U. S. A, February 20-24, 2006.
- [4] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Ecosystem change in the western North Pacific associated with global warming obtained by 3-D NEMURO. *FRA/ APN/ IAI/ GLOBEC/ PICES Joint Workshop*, Tokyo, Japan, November 14-17, 2005.
- [5] Y. Yamanaka, T. Hashioka, F. Shido, M. N. Aita and M. J. Kishi: Present status and next strategy of my group contributing to modeling group of NEMURO and NEMRUO.FISH, *FRA/ APN/ IAI/ GLOBEC/ PICES Joint Workshop*, Tokyo, Japan, November 14-17, 2005.
- [6] Yamanaka, Y., T. Hashioka, M. N. Aita and M. J. Kishi: Changes in ecosystem in the western North Pacific associated with global warming. *PICES XIV Annual Meeting*, Vladivostok, Russia, September 29-October 9, 2005.
- [7] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Seasonal and regional variations of phytoplankton groups by top-down and bottom-up controls obtained by a 3-D ecosystem-biogeochemical model. *Advances in Marine Ecosystem Modelling Research*, Plymouth, UK, June 27-29, 2005.
- [8] Y. Yamanaka, T. Hashioka, M. N. Aita, Michio J. Kishi: Change in ecosystem and pelagic fish in the western North Pacific associated with global warming. *Advances in Marine Ecosystem Modelling Research*, Plymouth, UK, June 27-29, 2005.
- [9] K. Nakajima, T. Hashioka and Michio J. Kishi: Analysis of spatial difference in wet weight of Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, in the Japan Sea, *Advances in Marine Ecosystem Modelling Research*, Plymouth, UK, June 27-29, 2005.
- [10] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Change in rain ratio associated with global warming obtained by a 3-D ecosystem model. *2005 ASLO Summer Meeting*, Santiago de Compostela, Spain, June 19-24, 2005.
- [11] Y. Yamanaka and T. Hashioka: Ecosystem change in the western North Pacific due to global change obtained by 3-D ecosystem model. *2005 ASLO Summer Meeting*, Santiago de Compostela, Spain, June 19-24, 2005.
- [12] T. Hashioka and Y. Yamanaka: Temperature dependency of rain ratio obtained by a 3-D ecosystem-biogeochemical model. *European Geosciences Union General Assembly*, Vienna, Austria, April 24-29, 2005.
- [13] Y. Yamanaka, T. Hashioka and M. N. Aita: Ecosystem change in the western North Pacific due to global change obtained by a 3-D ecosystem model. *European Geosciences Union General Assembly*, Vienna, Austria, April 24-29, 2005.

#### 【学会発表：国内学会】

- [1] 中島一步、亀澤泰子、岸道郎、東屋知範、橋岡豪人：生物エネルギーモデルを用いた北太平洋のシロサケとスルメイカの成長モデル。日本水産海洋学会，広島，2005年12月。