

# 高解像度海洋生態系-水産資源モデルによる地球温暖化の影響予測

橋岡豪人<sup>1,2</sup>、奥西武<sup>3</sup>、坂本天<sup>1</sup>、伊藤進一<sup>3</sup>、山中康裕<sup>1,2,4</sup>

地球環境フロンティア研究センター/海洋研究開発機構<sup>1</sup>、戦略的創造研究推進事業/科学技術振興機構<sup>2</sup>、  
東北区水産研究所/水産総合研究センター<sup>3</sup>、北海道大学 大学院環境科学研究院<sup>4</sup>

hashioka@jamstec.go.jp

**概要：** 世界に先駆け高解像度の海洋生態系-水産資源の変動予測モデルを開発し、気候モデルによる温暖化予測の結果を基に、地球温暖化が海洋生態系および水産資源へ与える影響を評価した。

## 1. はじめに

地球温暖化が海洋生態系に与える影響を評価するため、物理環境の変化(温度や海洋循環場など)から海洋の低次・高次生態系(植物・動物プランクトン)、水産資源の変動(小型浮き魚類:マイワシやサンマなど)までを統合的に取り扱うことのできる高解像度海洋生態系-水産資源モデルの開発に取り組んでいる。

温暖化予測を行う多くの気候モデルは、計算資源の制約から、その水平解像度が 100km から数百 km である。しかし、これら中解像度のモデルでは、沿岸の物理環境を十分に再現できないことが知られている(日本近海では、黒潮の流速が弱く、離岸の緯度も現実よりも高緯度に位置する:図1)。また、Sakamoto *et al.* (2005) では、高解像度モデルを用いた実験で、黒潮流速が温暖化に伴い最大で 30% も増加することを示唆している。したがって、日本近海の海洋生態系、特に沿岸から外洋を回遊する小型浮き魚類のモデリングには、黒潮を含む沿岸環境の現実的な再現が不可欠となる。

そのような状況の中、日本の研究グループでは、地球シミュレーターを用い、世界に類を見ない、高解像度(海洋部分:20km から数十 km)の気候モデル(MIROC)を開発し、温暖化実験を行っている。しかし、高解像度の気候モデルに、複雑な海洋生態系モデルを直接組み込み計算することは、地球シミュレーターを用いても困難である。そこで、本研究では高解像度気候モデルで得られた物理環境を基に、生態系モデルをオフライン計算の手法で積分することで、計算時間を大幅に短縮し、世界に先駆け高解像度海洋生態系モデルによる温暖化の影響評価を可能とする。

## 2. モデルと実験設定

開発したモデル COCO-NEMURO(海洋大循環モデル CCSR Ocean Component Model に、生態系モデル North pacific Ecosystem Model Used for

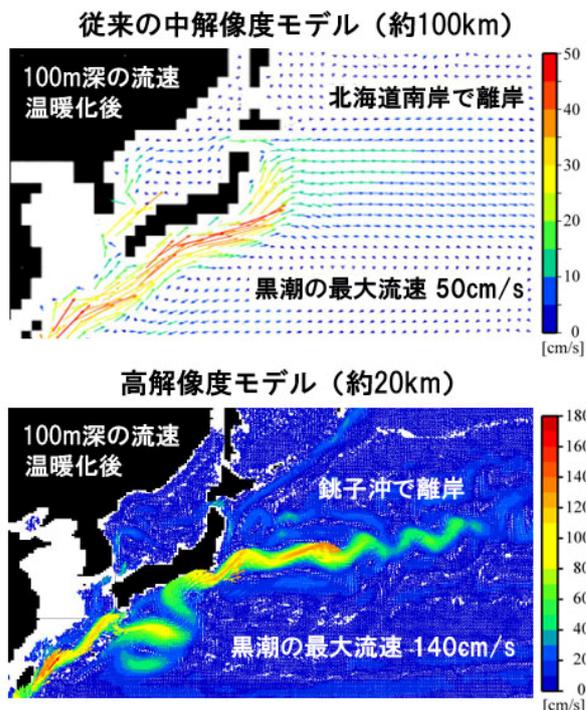


図 1. 日本近海の海洋循環場。モデルの水平解像度の違いと、再現される物理現象の違い。

Regional Oceanography を結合)は水平解像度約 20km で、西部北太平洋を対象とする領域モデルである(図 2)。温暖化の際の物理環境には、高解像度気候モデル MIROC で得られた大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の年 1% 漸増実験の結果を用い、比較となる標準実験には、温暖化前の 1900 年の設定の実験結果を用いた。解析では、21 世紀後半を想定した、CO<sub>2</sub> が 1900 年の約 2 倍となる 80 年目前後の期間の生態系の変動に注目した。

## 3. 温暖化に対する海洋生態系の応答

温暖化に対する海洋低次生態系の応答は、年間を通じて見た場合、温暖化に伴う温度上昇で海洋表層が安定化し、深層の栄養分に富んだ海水の

表層への供給が減少し、植物プランクトン、動物プ

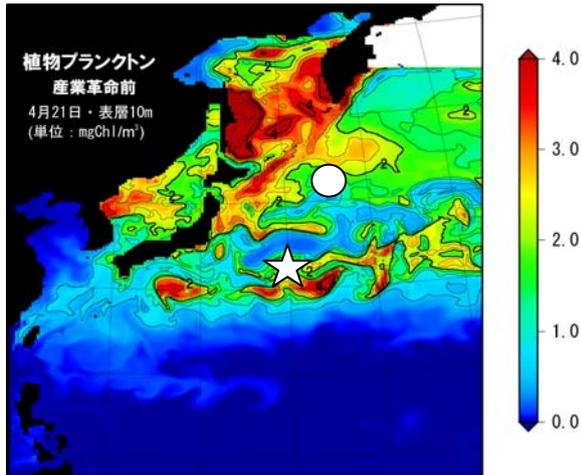


図 2. 高解像度海洋生態系モデルにより得られた植物プランクトン分布の春先のスナップショット。従来のモデルでは再現できなかった、海洋の中規模現象に伴う生態系のパッチ状の応答が良く再現されている。

ランクトンともに生物量が減少するというものであった。これらは、以前の中解像度モデルによる先行研究で示唆されたことであるが (Hashioka and Yamanaka, 2007)、今回のモデルの高解像度化で物理環境が大幅に改善され、新たなことがいくつか見えてきた。それは、温暖化の影響が季節的・海域的に一様に起こるわけではなく、季節的には春先に顕著にその影響が現れ、海域的には亜寒帯域では春先の生物量が 20%増加し、亜熱帯-亜寒帯の移行域においては 20%減少するという全く逆の応答を示すことが示唆された。低次生態系の生物量が高いこの時期は小型浮き魚類の索餌回遊の時期にあたり、プランクトンの生物量の増減やそのタイミングの変化はより高次の水産源にも大きな影響を与える可能性を秘めている。

水産資源への影響評価の取り組みとしては、ニューラルネットワークと遺伝的アルゴリズムを用いた小型浮魚類マイワシの回遊モデルを開発し、低次生態系モデルの予測結果を基に温暖化の影響評価に取り組んでいる。図4は研究の初期段階の結果ではあるが、温暖化に伴う、物理環境の変化と低次生態系場の変動がマイワシの回遊経路に影響を与えることを示唆しており、今後更なる発展が期待される。

本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業 (CREST) の「海洋生態系将来予測のための海洋環境シミュレーション研究」の支援を受けている。また、高解像度気候モデル MIROC の出力データは、文部科学省の「人・自然・地球共生プロジェクト」第一課題「大気海洋結合モデルの高解像度化」により得られたものである。

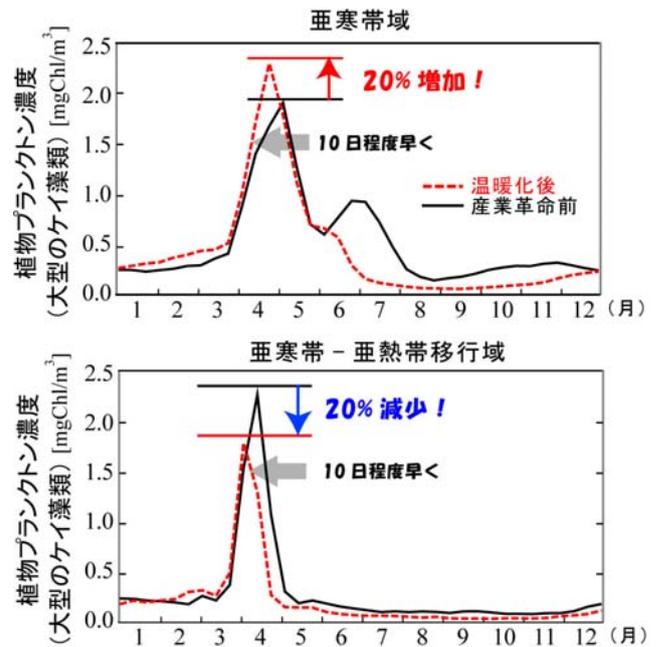


図 3. 温暖化が植物プランクトンの季節変化に与える影響。亜寒帯域は、図2の○印、移行域は☆印に相当。

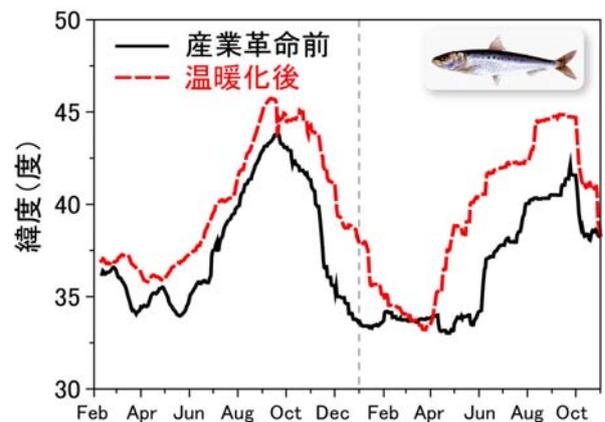


図 4. マイワシの回遊経路の季節的な変化。

## 参考文献

- [1] T. T. Sakamoto, H. Hasumi, M. Ishii, S. Emori, T. Suzuki, T. Nishimura and A. Sumi 「Responses of the Kuroshio and the Kuroshio Extension to global warming in a high-resolution climate model」, GRL, Vol32, L14617, 2005.
- [2] T. Hashioka and Y. Yamanaka 「Ecosystem change in the western North Pacific associated with global warming obtained by 3-D NEMURO」, Ecological Modeling, 202, 1-2, 2007