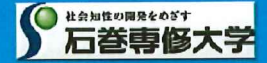


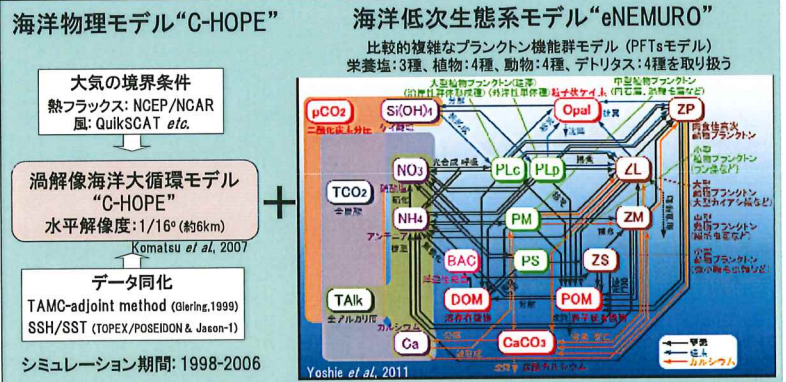
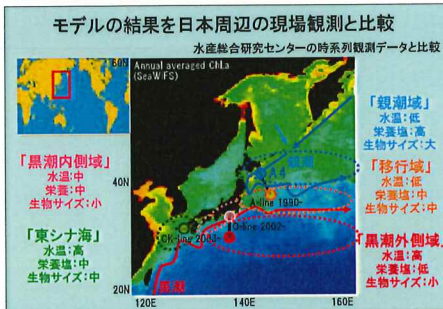
海洋低次生態系モデル

吉江直樹(愛媛大学 沿岸環境科学研究センター)
 ・奥西 武(水産総合研究センター)
 小松幸生・伊藤進一(東京大学 大気海洋研究所)
 亀田卓彦・小埜恒夫・田所和明・桑田晃
 岡崎雄二・日高 清隆・長谷川徹(水産総合研究センター)
 太田尚志(石巻専修大学)

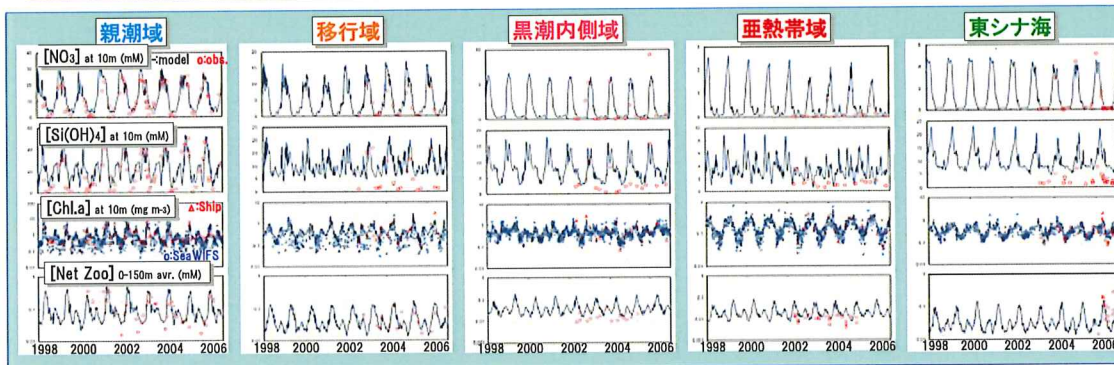


現在の日本周辺の多様な海洋低次生態系を高精度に再現し
 将来の気候変動に伴う生態系変化を予測できる数値モデルの開発を推進

1 対象海域と数値モデル



2 日本周辺の5海域における海洋低次生態系の季節変化・経年変化のシミュレーション結果



- ・ 栄養塩濃度(NO3, Si(OH)4)と植物プランクトン量(Chl.a)については、季節変化と経年変化を全海域で高精度に再現
- ・ 動物プランクトン量(Net Zoo)については、黒潮内側域と亜熱帯域で過大 → 改善に向け客観的生理パラメータ推定法を導入

3 遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた生理パラメータ推定

GAによる生理パラメータ推定と精度検証

・ 遺伝的アルゴリズム(GA)(Holland, 1975)を利用
 利点: 非線形性が強い事例に対応可
 手続きが簡単(乱数の組合せで探索)

・ 双子実験によるパラメータ推定精度評価を実施
 モデル: Boxモデル版のeNEMURO
 境界条件: 日本周辺5海域の気候値
 観測値: 標準実験結果
 パラメータ: 高感度な以下の10種類

- KGppM ナノ植物の光合成の温度依存係数 (1/°C)
- PusaIM ナノ植物のアンモニア阻害係数 (l/molN)
- KMorPM ナノ植物の枯死の温度依存係数 (1/°C)
- VmaxL 沿岸性群体形成ケイ藻の最大光合成速度 (1/day)
- VmaxLp 外洋性単体ケイ藻の最大光合成速度 (1/day)
- KGppLp 外洋性単体ケイ藻の光合成の温度依存係数 (1/°C)
- KMorZL カイアシ類の死亡の温度依存係数 (1/°C)
- KGraL カイアシ類の捕食の温度依存係数 (1/°C)
- LamL カイアシ類のイブレイブ係数 (l/molN)
- KMorZP オキアミ類などの死亡の温度依存係数 (1/°C)

GAによるパラメータ推定の流れ



双子実験による推定精度

	真値	hutago1 Initial 50%	hutago2 Initial 75%	hutago3 Initial 125%	hutago4 Initial 150%	推定値平均	推定誤差 (%)
KGppM	0.0693	0.0638	0.0660	0.0703	0.0712	0.0678	-2.1
PusaIM	1.50E+06	1.43E+06	1.36E+06	1.73E+06	1.61E+06	1.53E+06	2.3
KMorPM	0.0693	0.0511	0.0464	0.0717	0.0994	0.0671	-3.1
VmaxL	1.62E-05	1.56E-05	1.57E-05	1.59E-05	1.58E-05	1.58E-05	-2.7
VmaxLp	4.63E-06	5.40E-06	5.00E-06	4.37E-06	4.41E-06	4.80E-06	3.6
KGppLp	0.0693	0.0579	0.0655	0.0728	0.0721	0.0671	-3.2
KMorZL	0.115	0.112	0.112	0.113	0.113	0.112	-2.5
KGraL	0.0693	0.0695	0.0660	0.0676	0.0680	0.0678	-2.2
LamL	1400000	1307437	1438330	1402820	1366329	1377604	-1.6
KMorZP	0.115	0.116	0.113	0.114	0.117	0.115	0.2
oost F		2.503	2.125	1.613	1.963		

初期値が真値の50~150%の範囲内の場合には
 推定誤差10%以下で生理パラメータを推定可能

海洋低次生態系モデル

吉江直樹（愛媛大学 沿岸環境科学研究センター）・奥西 武（水産総合研究センター）・
小松幸生・伊藤進一（東京大学 大気海洋研究所）・
亀田卓彦・小笠恒夫・田所和明・桑田晃・
岡崎雄二・日高清隆・長谷川徹（水産総合研究センター）・
太田尚志（石巻専修大学）

私たちは、現在の日本周辺海域における多様な海洋低次生態系を高精度に再現し、将来の気候変動に伴う海洋生態系の変化を予測可能な数値モデルの開発を推進しています。

今回の研究では、日本周辺の生態系構造が大きく異なる5つの海域（1親潮域、2親潮黒潮移行域、3黒潮内側域、4黒潮外側域、5東シナ海）を対象として、数値モデルの結果を水産総合研究センターの定期的定点観測により得られた現場観測値と比較しています。使用した数値モデルは、海洋物理モデル（渦解像海洋大循環モデル”C-HOPE”、海面水温と海面高度の衛星観測データを元に物理モデルと観測との差異をデータ同化と呼ばれる手法で補正）と、海洋低次生態系モデル（プランクトン機能群モデル”eNEMURO”、栄養塩3種、植物プランクトン4種、動物プランクトン4種、デトリタス4種を計算）を組み合わせたもので、日本周辺海域の低次生態系を非常に細かな水平解像度（約6km）で、かつ比較的複雑な生態系構造にまで踏み込んでシミュレートすることが可能です。

このモデルによるシミュレーションでは、栄養塩濃度と植物プランクトン生物量について、5つ全ての海域で、季節的な変化と経年的な変化の両方を高精度に再現することに成功しています。しかし、動物プランクトン生物量については、黒潮内側域と黒潮外側域では、過大評価の傾向があります。この原因としては、モデル内の生物の振る舞いを規定する生理パラメータの値に問題があると考えられており、この過大評価を是正し再現精度を向上させるために応用数学的に適切な生理パラメータを推定する研究を進めています。なぜこの海域の動物プランクトンの過大評価を是正する必要があるのか？という点、黒潮内側域はカタクチイワシやマイワシなど多獲性浮き魚類の主要な産卵海域であり、そこでの動物プランクトンは仔稚魚の餌として非常に重要なもので、その量をモデルで正確に見積もれるようにすることは将来の水産資源量の変化を正確に予測することにつながるためです。

応用数学的な生理パラメータの推定には、遺伝的アルゴリズム(GA)という手法(Holland, 1975)を利用して行っています。このGA法は、推定するパラメータとモデル出力の間に強い非線形性がある生態系モデルにも対応することができ、乱数の組み合わせでパラメータ探索を行うため手続きが簡単という利点があります。このGA法による生理パラメータ推定精度を評価するために、Boxモデル版のeNEMUROを用いて、モデル出力に対して影響力の大きい10種類の生理パラメータについて双子実験を行いました。その結果、推定したい生理パラメータの初期設定値が真の値から50~150%の範囲にある場合には、推定誤差10%以下で生理パラメータを推定可能であることが明らかとなりました。