

第II部門

Ecopath with Ecosim モデルによる大阪湾カタクチイワシ資源の温度・栄養塩応答の解析

大阪市立大学工学部

学生員 ○岡 耕平

大阪市立大学大学院工学研究科

正会員 相馬 明郎

1. 研究背景・目的

大阪湾では近年、水温上昇や栄養塩濃度低下が起こっており¹⁾、これらによる湾内環境の変化が、漁業資源に影響を与えることが懸念されている。その中で湾内の1魚種であるカタクチイワシが注目されている。カタクチイワシは漁獲量で大阪府全体の約2/3、金額で約1/3を占める、大阪湾における主要資源の1つであり、その持続的利用は重要な課題である²⁾。カタクチイワシの資源量は生態系内外の要因の絡み合いの結果であり、水温上昇及び栄養塩減少も生態系に影響を及ぼすと考えられるが、その全容は明らかになっていない。よって、これら要素を複合的に解析し、生態系全体の相互関係から、カタクチイワシの資源量を予測・評価していくことが有効である。

本研究では、代表的な生態系モデルであり、食物網構造を定量的に把握できるEwE(Ecopath with Ecosim)モデルを水温・栄養塩濃度の変化に着目して活用し、近年沿岸域で進行している水温上昇と栄養塩減少が、カタクチイワシ資源量に与える影響を明らかにし、今後の水産資源の維持管理方策の検討に資することを目的とする。

2. EwEモデルの概要

EwEモデルはEcopath及びEcosimの2つのモデルから構成されている。Ecopathは生態系を構成する生物要素を摂餌生態の面で類似したグループ(機能群)にまとめ、定常状態での食物網を推定するモデルである。EcosimはEcopathで推定した食物網から生産量や漁獲量を変化させ、各機能群の現存量の応答をシミュレーションするモデルである。EwEの基本式は以下の様に表される。

$$\frac{dB_i}{dt} = P_i - Y_i - M2_i B_i - M0_i B_i - EX_i \quad \dots(I)$$

ここで、iは機能群、 B_i は現存量[M]、 P_i は生産量[M/T]、 Y_i は漁獲量[M/T]、 $M2_i$ は被食死亡率 [1/T]、 $M0_i$ はその他死亡率[1/T]、 EX_i は移出入量[M/T]を示し、生物

機能群iの現存量変化は図1の様な関係で表される。

本研究では、水温と栄養塩濃度が、大阪湾における食物網全体と、カタクチイワシの生理生態に与える影響を踏まえ、大阪湾EwEモデルを構築した。

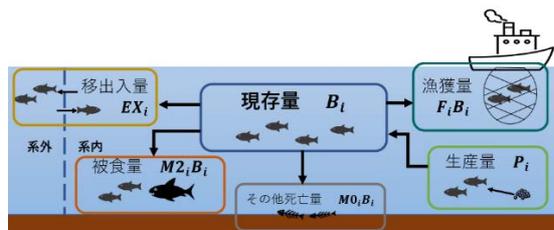


図1 EwEモデルで表現される食物網の概略

3. 研究方法

(1)温度・栄養塩応答のEwEモデルへの組み込み

既往知見を統合し、カタクチイワシをはじめとする大阪湾生態系を構成する生物群の、水温・栄養塩濃度に関わる生理生態を新たに定式化した。定式化した生理生態をモデル内に組み込み、大阪湾生態系の温度・栄養塩応答が解析可能なEwEモデルを構築した。

(2)大阪湾へのEwEモデルの適用

生物の現存量等のパラメータについて、既往文献⁴⁾より収集し、新たに構築したモデルを用いて、大阪湾生態系の食物網構造を定量的に明らかにした(図2)。

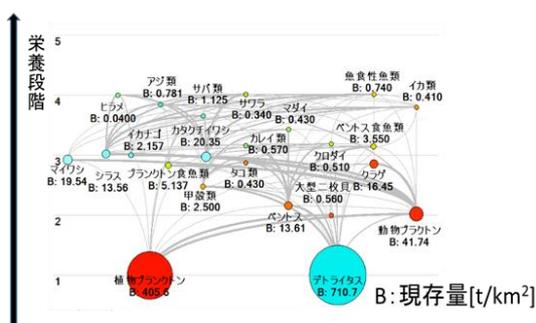


図2 生物機能群間のダイアグラムイメージ

(3)カタクチイワシ資源の変動要因解析

水温、栄養塩濃度の変化によるカタクチイワシ資源への影響を評価するため、水温、栄養塩濃度をそれぞれ変化させ、感度解析を行った。感度解析では2013年における大阪湾の水温、栄養塩濃度をctrl caseとし、水温は-1~+3℃、栄養塩濃度は0.3~3倍した場合で、

Kohei OKA, Akio SOHMA

Sohma@eng.osaka-cu.ac.jp

解析結果の比較を行った(表 1). 各解析シナリオは、過去及び今後なり得る状態を考慮して設定した¹⁾²⁾.

表 1 カタクチイワシの時系列変化の解析シナリオ

		栄養塩濃度			
		ctrl	×0.3	×0.6	×3
海水温	ctrl	1-1	1-2	1-3	1-4
	-1°C	2-1	2-2	2-3	2-4
	+1°C	3-1	3-2	3-3	3-4
	+2°C	4-1	4-2	4-3	4-4
	+3°C	5-1	5-2	5-3	5-4

4. 解析結果と考察

温度, 栄養塩の感度解析結果を図 3, 4 に示す. 温度応答については+2°Cの時に最大となり, ctrl case の 1.17 倍になった. 栄養塩応答は, 栄養塩濃度が上昇に伴い現存量は単調増加し, ×3 の場合, ctrl case の 3.68 倍であった. 逆に×0.3 の時, 現存量はほぼ 0 となり, 消滅していることがわかった. 以上のことから, 温度変化に比べ, 栄養塩変化の方が現存量の変動は大きいことが示唆される.

次に, ctrl case, +2°C, ×0.6 における漁獲率 F や現存量当たり生産量 P/B といった各フロー割合[l/month], 及びカタクチイワシの主餌である動物プランクトンの現存量[t/km²]の年間推移をそれぞれ図 5 に示す. ctrl case では 4 月では P/B=0 であるものの, +2°C の場合は 4 月で P/B>0 となっており, 温度変化による時期的な生産力の変化が資源量に影響を与えていた. また, ctrl case と比較し, ×0.6 の場合は動物プランクトンの現存量が全体的に低い値であり, 餌量の不足が資源量に影響を与えていた.

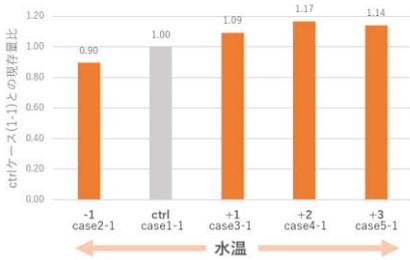


図 3 温度変化時の現存量応答

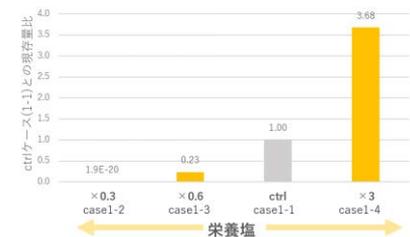


図 4 栄養塩変化時の現存量応答

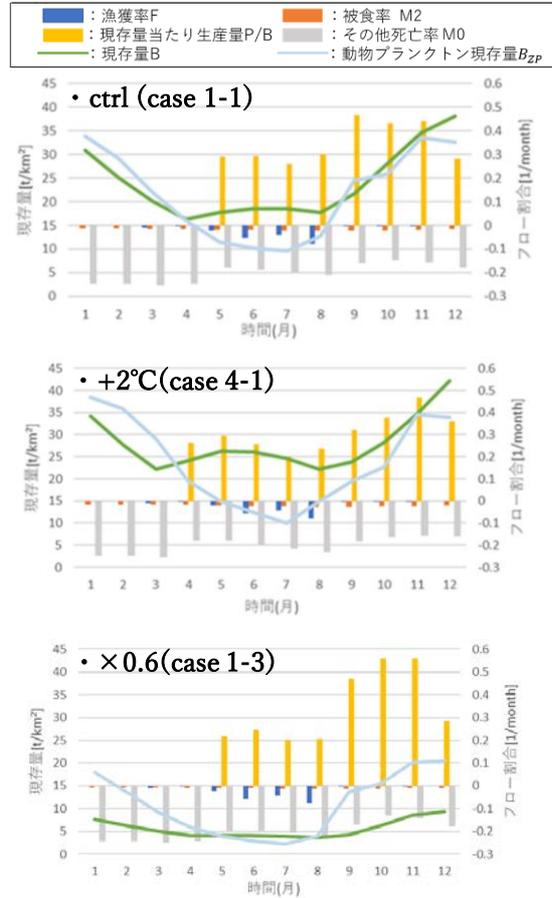


図 5 各シナリオのフロー割合の年間推移

5. 結論

構築した大阪湾 EwE モデルの解析から, カタクチイワシ資源について以下の 3 つが明らかになった.

- ・温度変化に伴い, カタクチイワシの生産活動の季節特性が変化し, それに伴い年間の資源量が変動している事と, その影響度が定量的に明らかになった.
- ・栄養塩の減少に伴い湾内の基礎生産力が落ち, 動物プランクトンが減少する. このことが, カタクチイワシ資源を減少に導く可能性がある.

・温度上昇に対し, カタクチイワシは耐性があり, 資源は概ね影響を受けない. 一方で, 栄養塩減少時の資源への影響が大きく, 栄養塩減少を緩和し, 湾内の基礎生産力を維持していく必要がある. ただし, 本モデルにおいて富栄養化に伴う赤潮・貧酸素化の影響は考慮されておらず, 栄養塩増加時の資源量増加は過大評価である可能性がある. この点については, 今後の改善が必要である.

参考文献

- 1) 阿保ら.(2018).瀬戸内海における栄養塩濃度等の水質変化とその要因, 沿岸海洋研究, 55(2), 101-111
- 2) 環境省 (2020) IPCC 「海洋・雪氷圏特別報告書」の概要
- 3) 山本圭吾.(2018).大阪湾におけるカタクチイワシの生態と生産構造に関する研究
- 4) 大阪府資源管理協議 (2013) 浅海定線調査, 15-18