

マアナゴ



資源動態モデルと漁獲モデルを結合した マアナゴ漁業シミュレーターの開発

鈴木 翔太 (東京大学)
多部田 茂 (東京大学)
中谷 佑介 (大阪大学)
中村 義治 (全国水産技術者協会)

1-1 伊勢湾のマアナゴ漁業

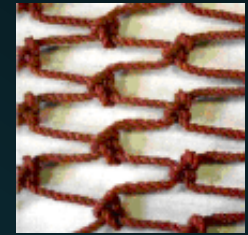
◎伊勢湾は主要なマアナゴ漁場の1つ 漁獲量**1025t**/全国6991t(2007)

◎主に**小型底びき網漁業**により漁獲

・漁獲される魚種やその漁獲率は、
網目の目合いの大きさ、種類に大きく依存



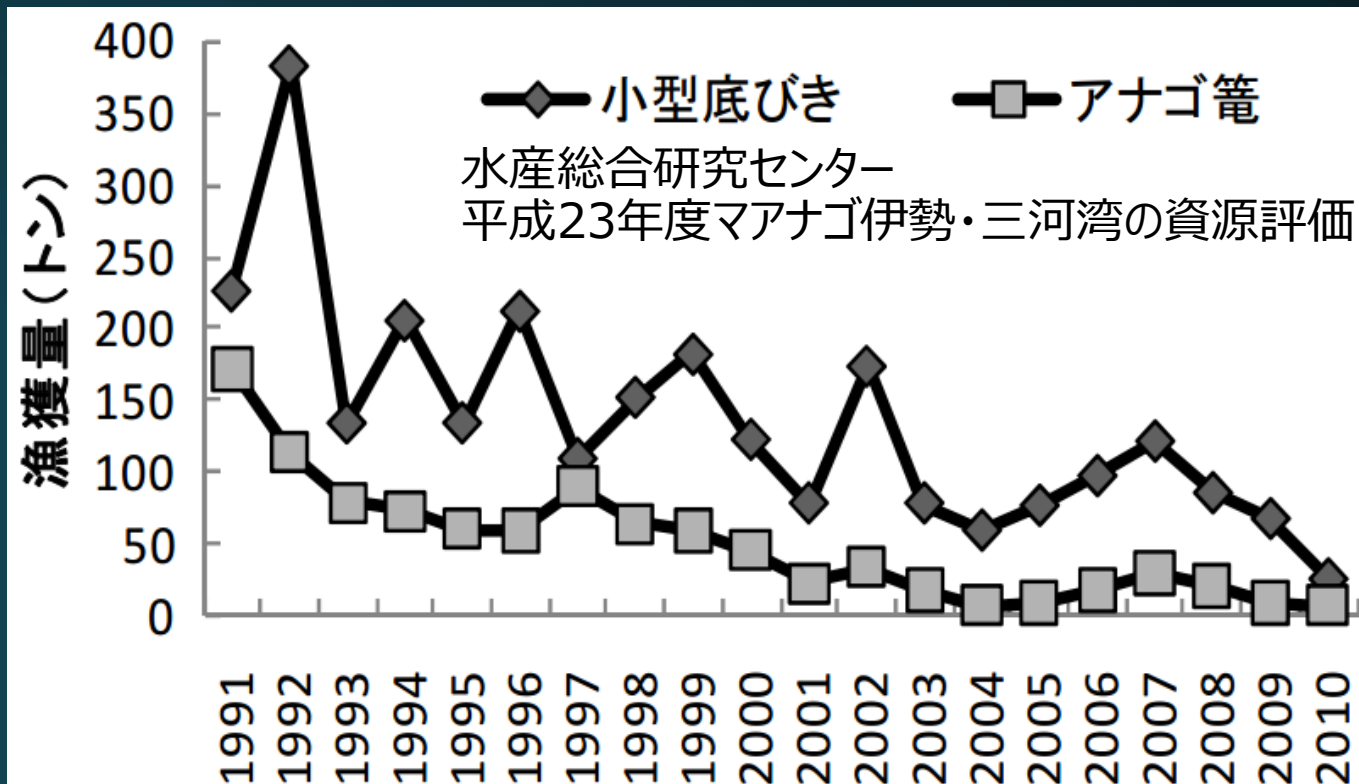
縦目



横目

◎厳しい漁業の実態

- ・燃油高騰
- ・後継者不足
- ・**漁獲量減少** etc...



1-2 伊勢湾におけるマアナゴの生態



4月ごろ

生後約半年の個体
伊勢湾内に参加

11月ごろ

体長は25cm程度
漁獲対象サイズに

翌6～8月

豊漁期

9月以降

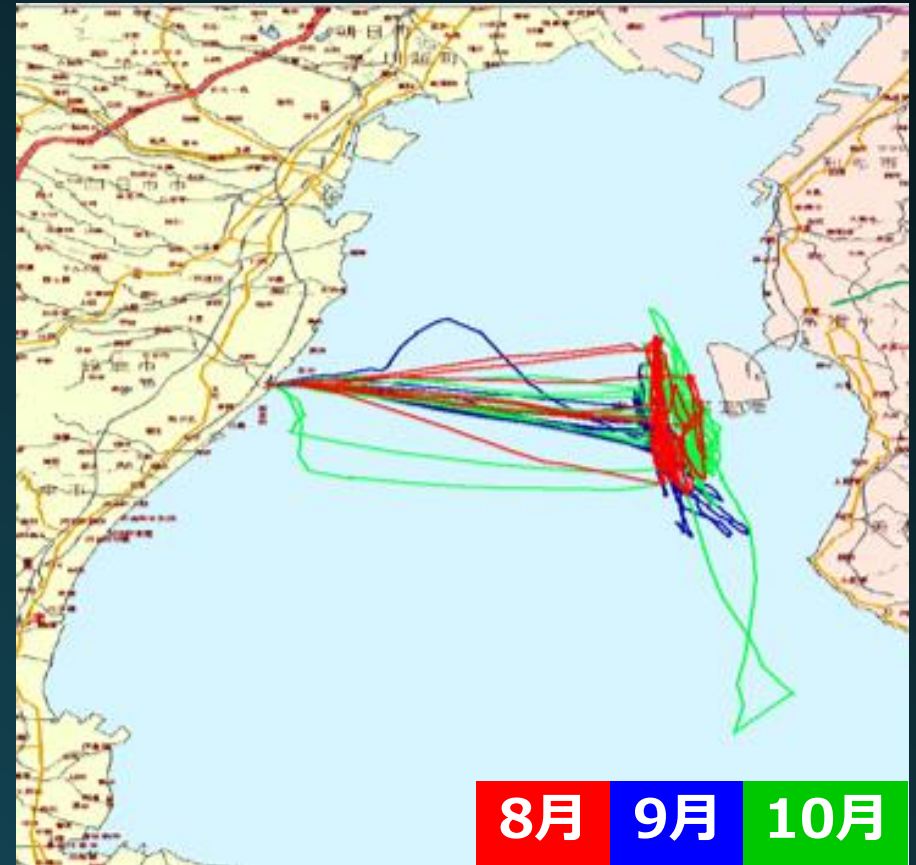
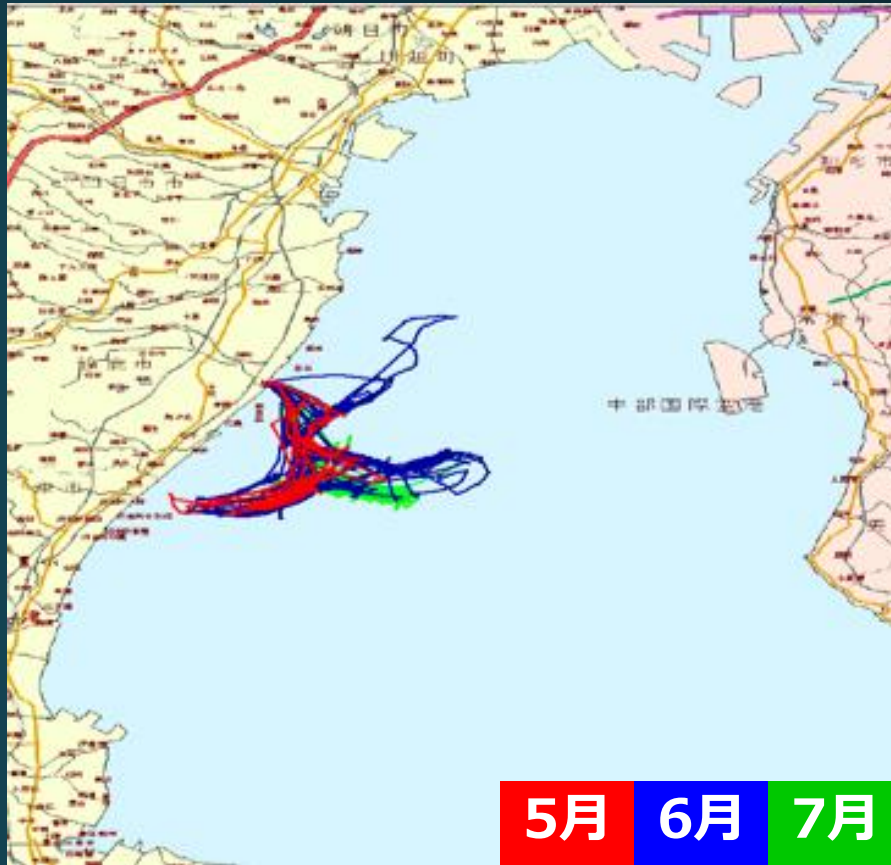
産卵の為湾外に移出

1年目級群

2年目級群

1-3 小型底びき網漁業の操業実態調査

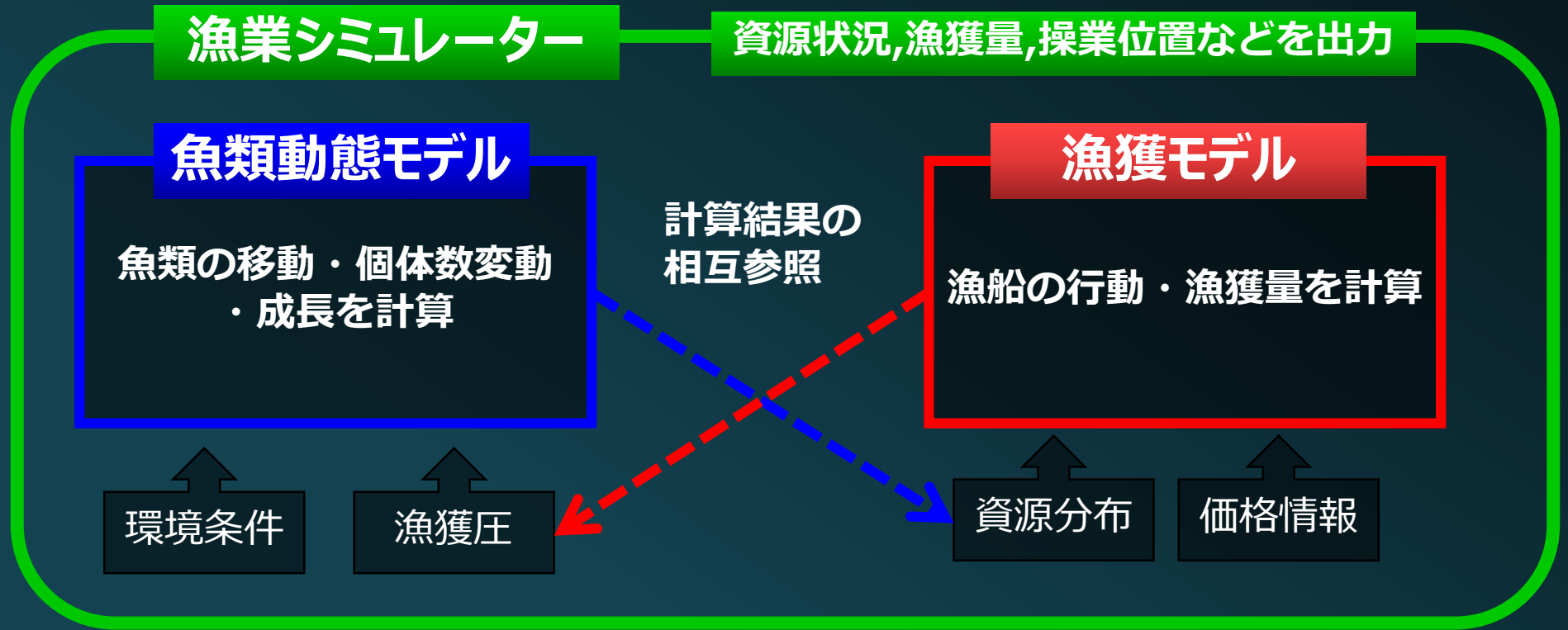
鈴鹿の小型底びき網漁船3隻を対象とした，GPSによる操業航跡のTrace



8月～10月ごろは漁港近くの漁場で操業せず，
対岸の中部国際空港沖で操業

1-4 研究概要

効果的な漁業地域の復興策を設定する為、漁業管理の効果を評価するためのツールが必要
→**魚類動態モデルと漁獲モデルを結合した漁業モデルの構築**



特徴

漁獲圧と資源分布を相互参照することにより2モデルを統合
資源状況と経済的条件の両方を考慮した漁業管理方策の検討が可能

計算格子: 3.6km四方、19セル×19セル 計算対象年度: 2007年度
漁港は鈴鹿, 有滝, 豊浜の3漁港を対象

2-1 魚類動態モデルの概要



2-2-1 移動モデル(1)

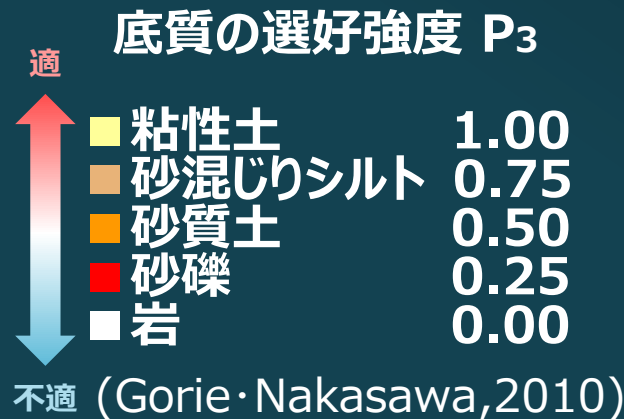
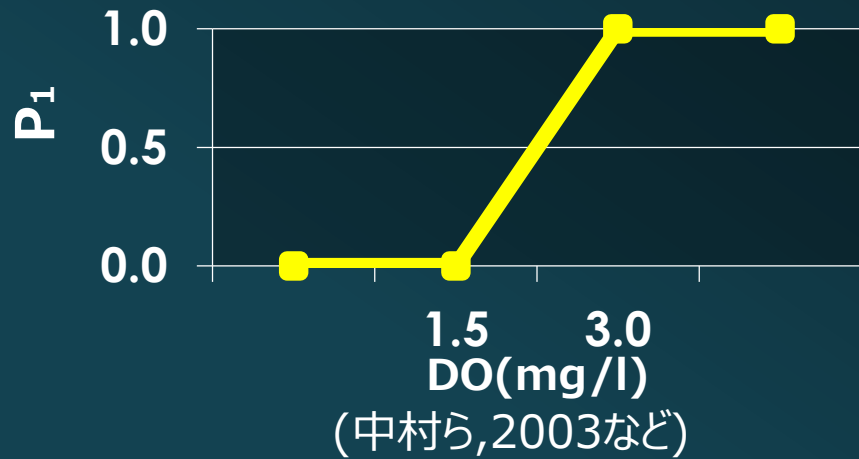
選好強度

マアナゴの生息域としての適性を定量的に評価する値 (0:不適~1:最適)

既存の知見から3つのパラメータを設定

P₁(DOの選好強度) P₂(水温の選好強度) P₃(底質の選好強度)

総合選好強度 $PR = P_1 \times P_2 \times P_3$



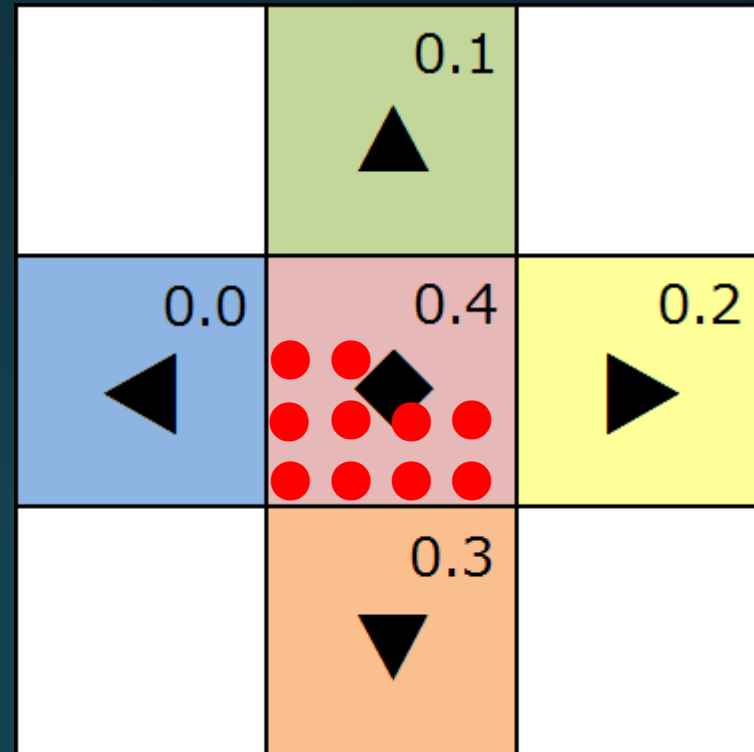
2-2-2 移動モデル(2)

- 格子中の**一定割合**のマアナゴはタイムステップ(30分)毎に**移動**
移動するアナゴの割合→**(遊泳速度)×(タイムステップ)/(格子幅)**
※マアナゴは常に最下層を移動する(底層の環境条件の選好強度をもとに移動)
- 移動可能なマアナゴはタイムステップ毎に、総合選好強度に**比例配分**して**上下左右**の格子に移動、又は**現在地にとどまる**

例) 右図の中央セルに移動する
マアナゴ10尾 (●)

(各セルの数字は選好度)
現在地 + 上下左右セルの
選好度合計は**1.0**

上 $10 \times 0.1 / 1.0 = 1$ 尾
左 $10 \times 0.0 / 1.0 = 0$ 尾
停 $10 \times 0.4 / 1.0 = 4$ 尾
右 $10 \times 0.2 / 1.0 = 2$ 尾
下 $10 \times 0.3 / 1.0 = 3$ 尾



2-2-3 移動モデル(3)・個体数変動モデル・成長モデル

湾内加入

一定数の1年目級群マアナゴが4月に一斉に湾内加入すると仮定
(初期値では稚魚を格子上に一様分布させるが、その影響は漁獲対象となる半年後には消滅)

加入尾数は、漁獲量の年間合計値から**872万尾**と推定

湾外移動

9月以降、湾口境界に達した**2年目級群**が
全て**湾外に移出**するものとして計算

個体数変動

マアナゴの資源尾数Nの推移を表す資源方程式

$$\frac{dN_{i,j}}{dt} = -(M_a + F_{i,j})N_{i,j}$$

自然死亡係数

1年目級群 0.39year⁻¹

2年目級群 0.24year⁻¹

漁獲係数 (漁獲による減耗)

漁獲モデルにより計算

成長

体重(g)

$$W = 0.0007 \times L^{3.24}$$

体長(cm)

$$L = 442 \left(1 - e^{\{-0.58(t+0.85)\}} \right)$$

1年目級群の湾内加入時をt=0(年)とする

三重県水産研究所の調査による実データに基づく

2-3 漁獲モデル

漁師の意思→母港からの距離が短く、資源の豊富な漁場を狙う

STEP1 漁場価値Vが最も大きい漁場グリッドに操業位置を決定

$$V = \frac{P \cdot CPUE}{D^{\frac{1}{2}}}$$

P:魚価(¥/kg) CPUE:1曳網当たり漁獲量(kg) D:母港漁場間距離(km)

STEP2 漁獲係数Fの算出 (グリッド内のマアナゴの中で漁獲される個体の割合)

$$F_{i,j} = \sum_k^{NS_{i,j}} \frac{AT_k}{AG_{i,j}} \cdot NT_k \cdot GE_k$$

格子面積中の
底びきされた面積の割合

曳網回数 漁具能率

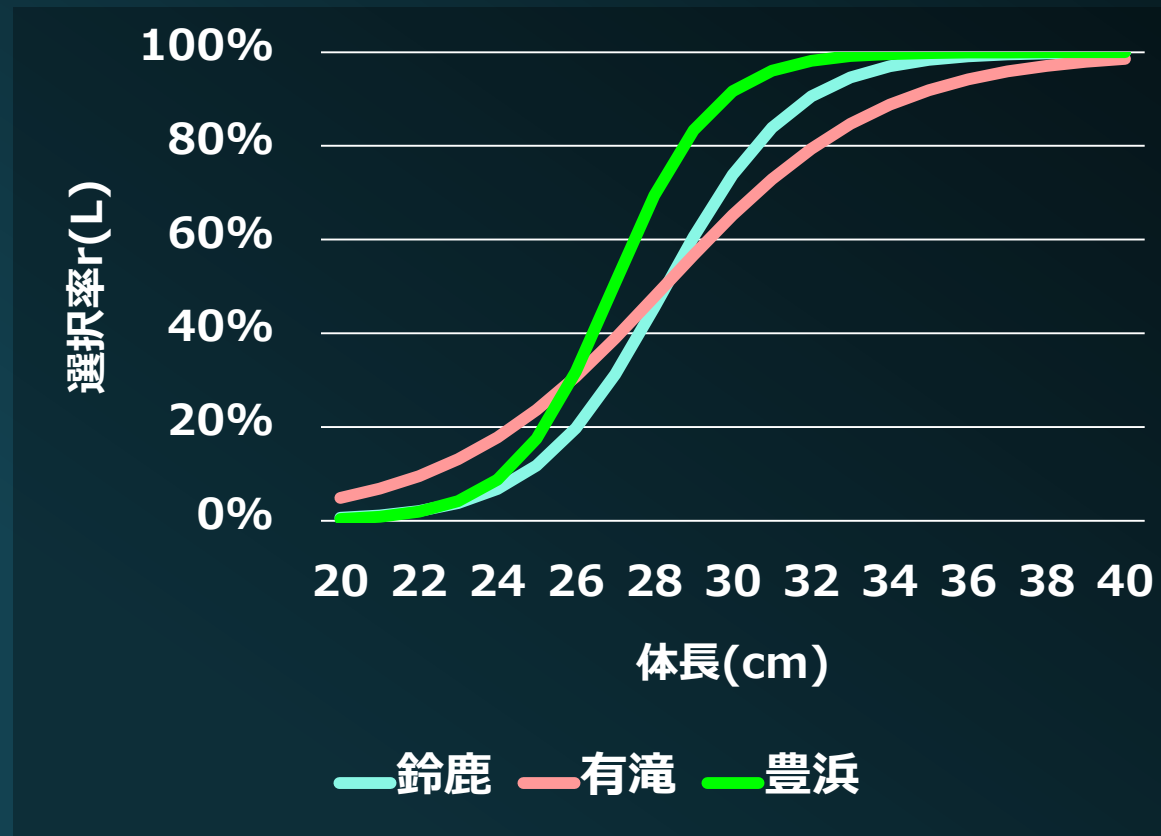
- 漁獲量 漁獲金額 の算出
- 漁獲圧を資源分布に反映

2-4 漁具能率

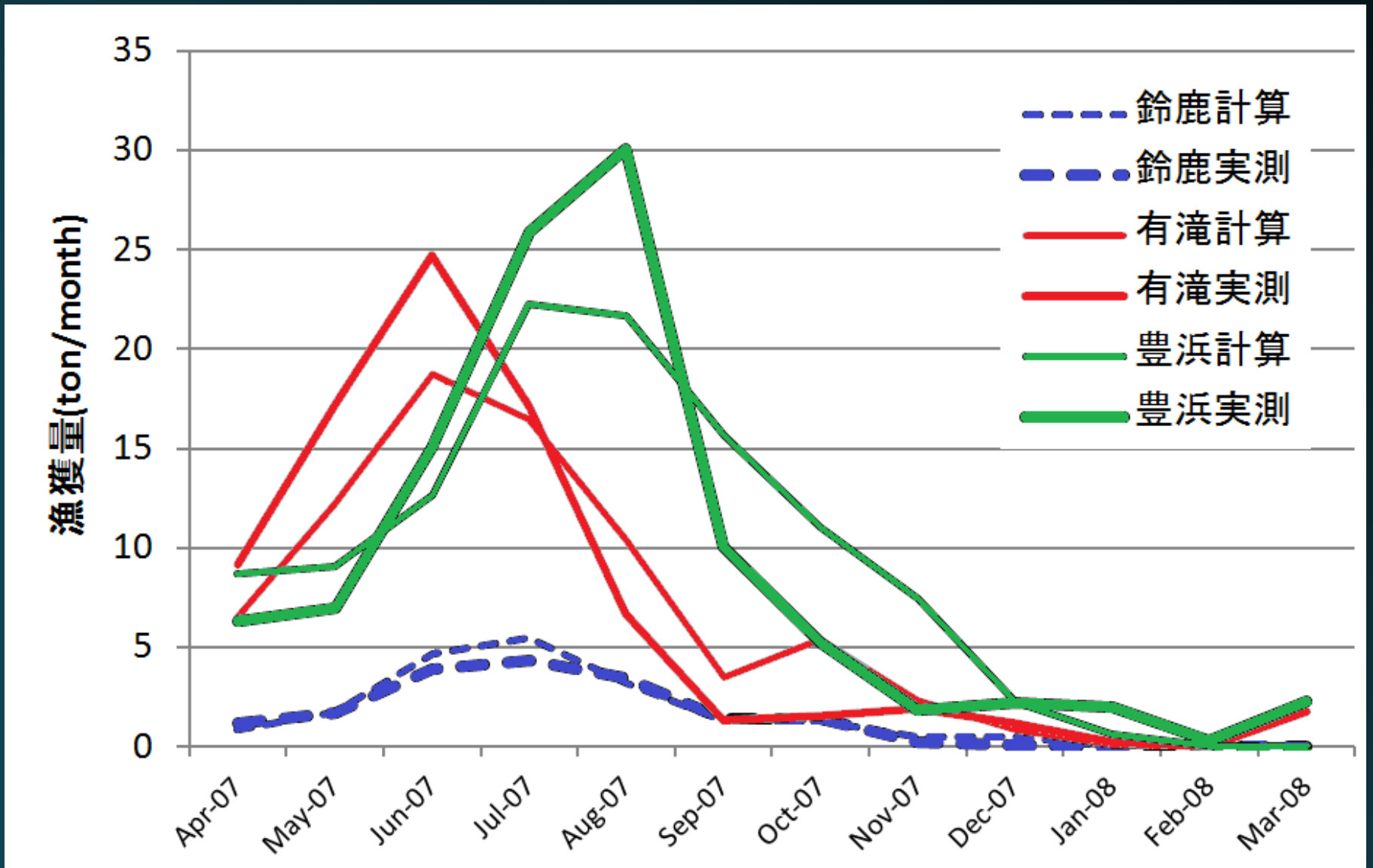
- 底びきを行った領域中に存在するマアナゴ尾数のうち、網に入るマアナゴ尾数の割合。**網目の仕様と、アナゴの体長に依存**
- 漁具能率 $r(L)$ を、横目仕立ては丸山ら(2011)、縦目仕立ては澤田(2007)のモデルを用いて以下のように設定。

$$r(L) = \frac{1}{1 + e^{aL+b}}$$

袋網の種類	a	b
縦14節 (豊浜)	-0.61	17.26
横15節 (有滝)	-0.36	10.17
縦16節 (鈴鹿)	-0.79	21.34



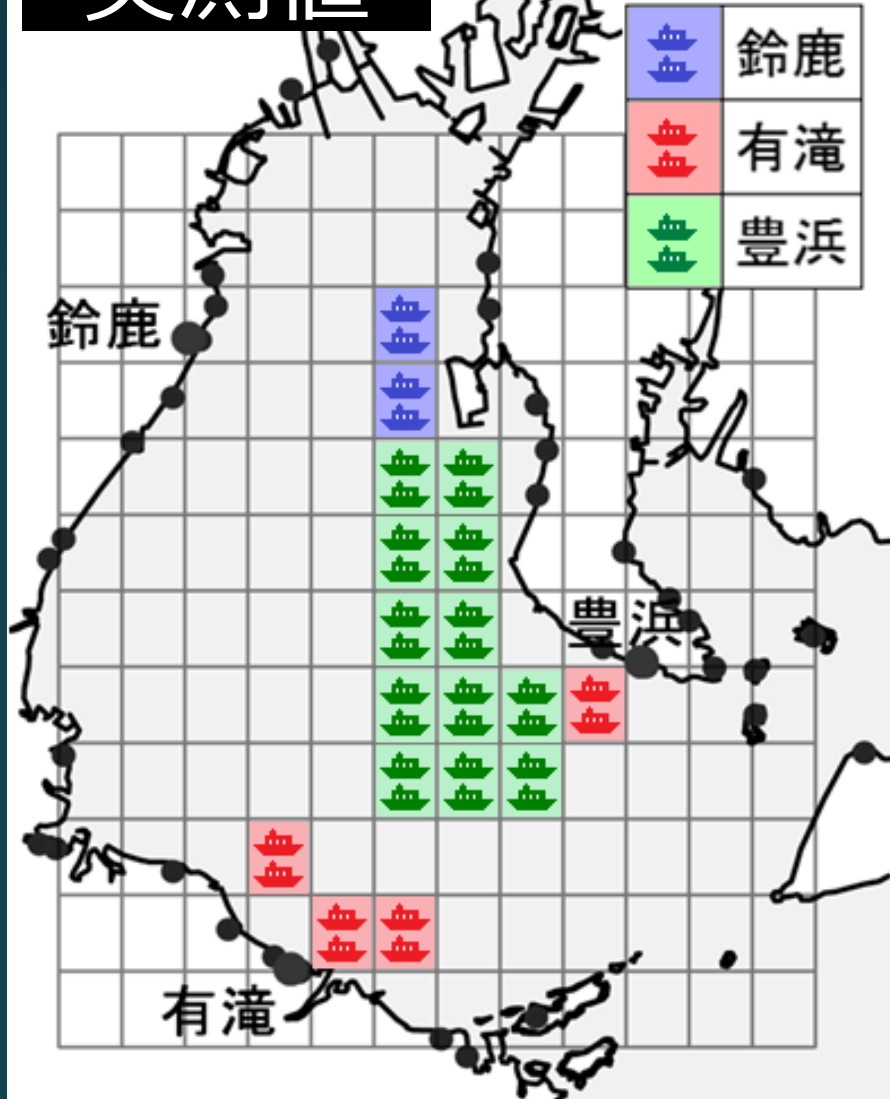
3-1 漁獲量年間推移の再現



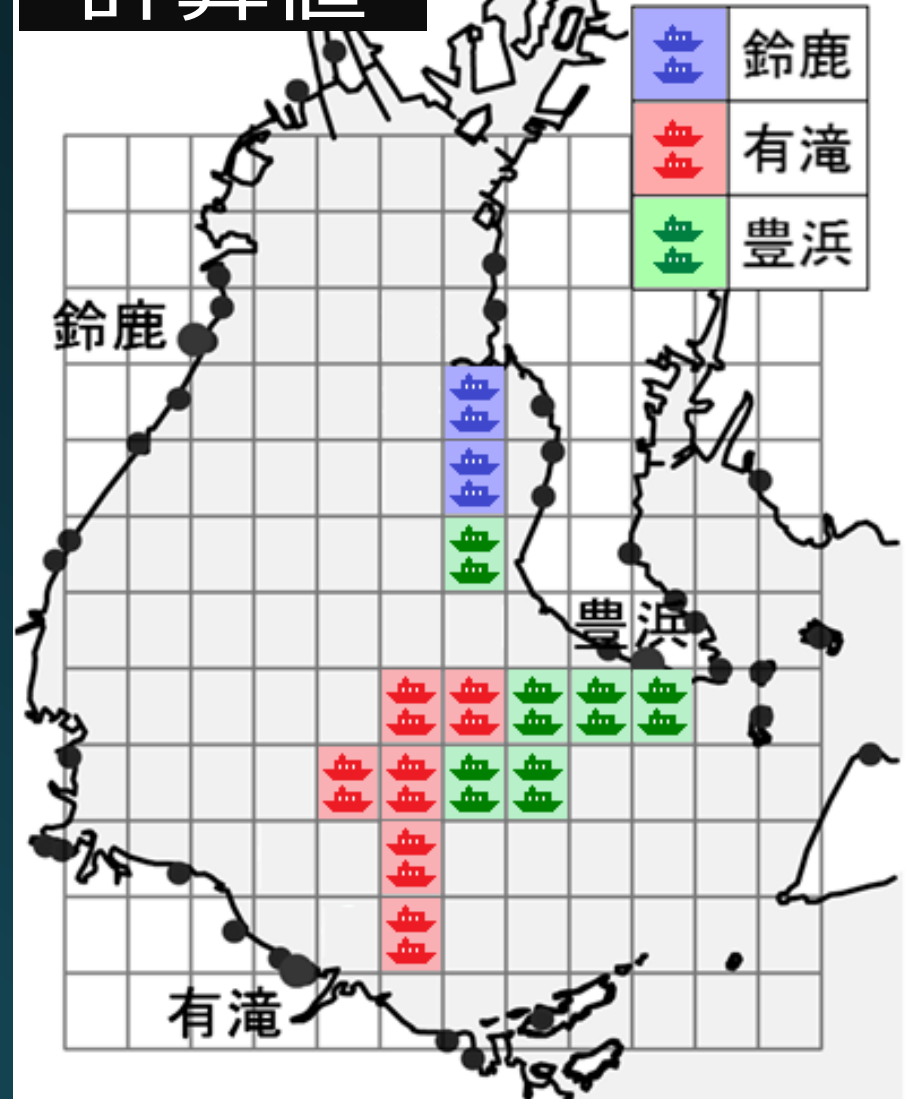
3 漁港とも、漁獲ピークの時期と月別の漁獲量が概ね再現できた

3-2 最盛期の漁船操業位置の再現

実測値

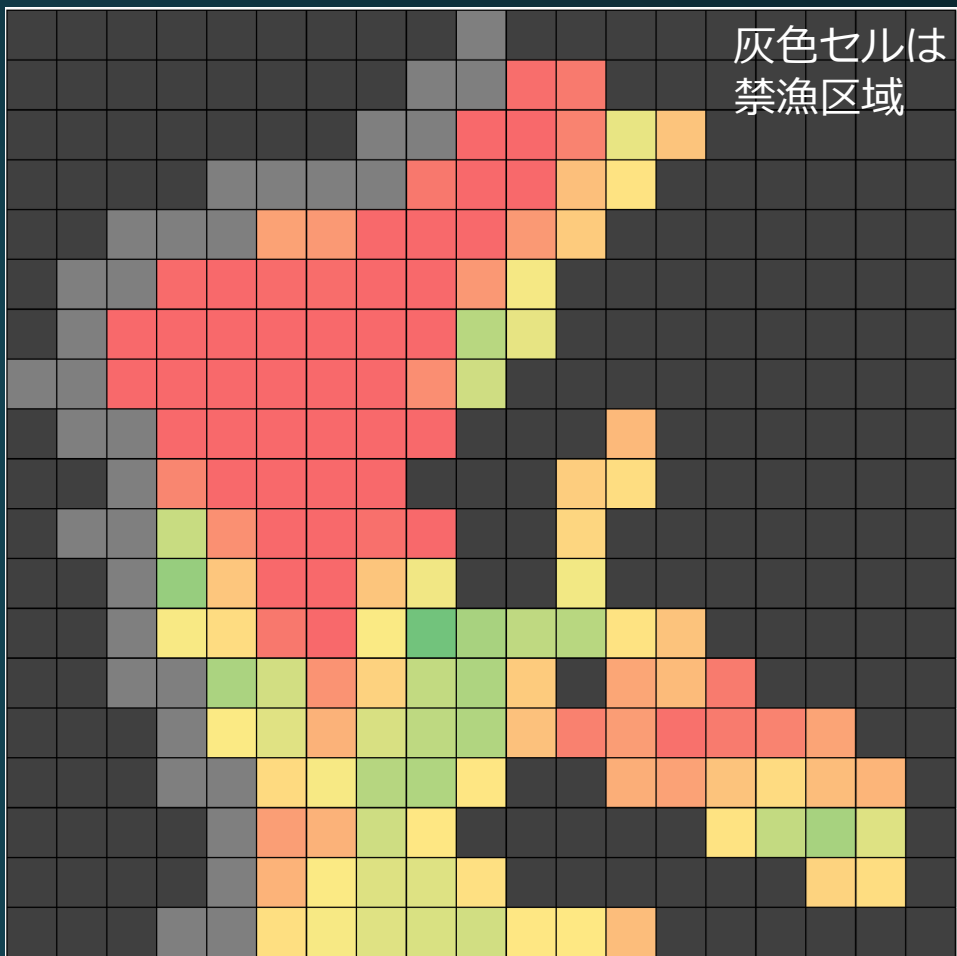


計算値



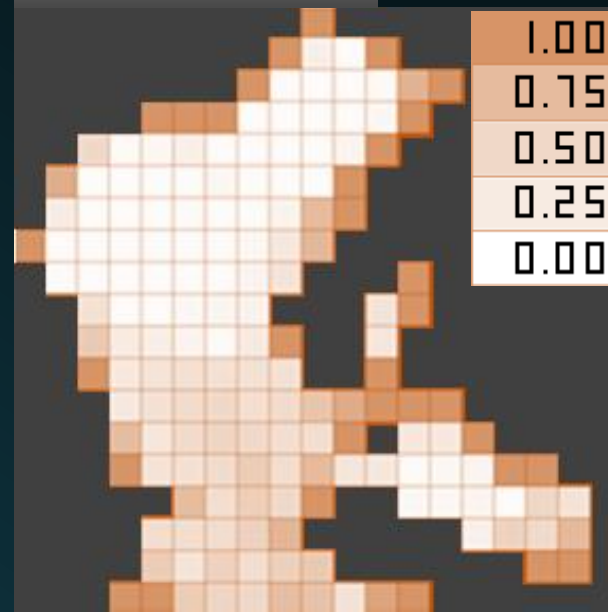
有滝・豊浜は漁港付近で操業するが、鈴鹿は対岸で操業する様子を再現

3-3 夏季の資源量分布の再現例

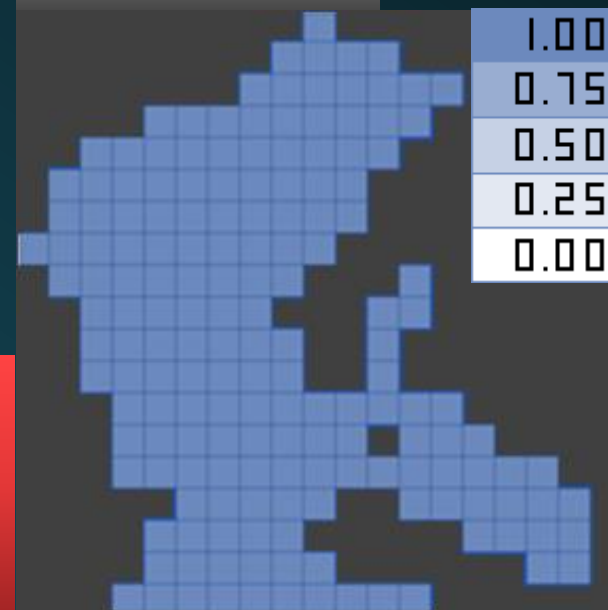


← 貧酸素水塊の影響を大きく受ける

DO選好強度



水温選好強度

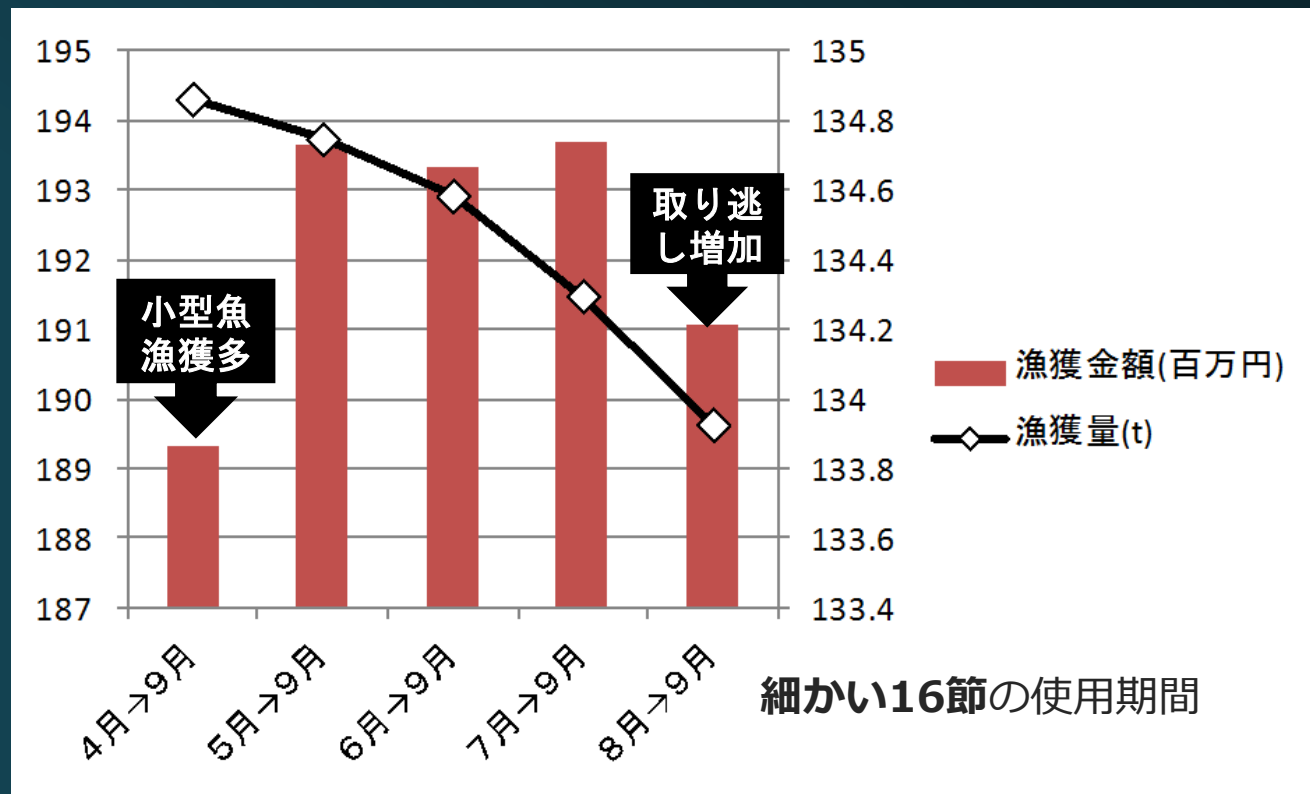


・貧酸素水塊周辺に資源が集中する事が夏季の漁獲効率向上の要因

・鈴鹿は母港付近に好漁場がなく対岸まで移動

4-1 網の目合い変更効果の定量的評価

- ・通常期は網目を粗く(14節)し小型魚を保護し、豊漁期に網目を細かく(16節)する事で、価値の高い大型魚の漁獲を増加させる狙い
- ・細かい16節を使用した期間による漁獲金額(棒グラフ)を比較



16節を7月に使用開始し、9月に終了すると漁獲金額最大
期間が長すぎると低価値な小型魚の漁獲が増え、短すぎると取り逃しが増加

4-2 小型魚保護の経済的効果の評価

A: 漁獲された25cm未満の小型魚を**全て投棄**
(投棄された個体は死亡)

B: 25cm未満の小型魚を**100%生残した状態**
で**再放流**

1年生残率	54.8%	60.8%
年間漁獲量	213ton	236ton
年間漁獲金額	125百万円	139百万円

小型魚の漁獲を抑える事で、マアナゴが出荷可能サイズに成長するまでの生残率が向上し、漁獲金額の向上につながる

5 まとめ

魚類動態モデルと漁獲モデルを連結した漁業シミュレーターの構築

マアナゴ漁業の再現

漁獲量の季節変動や資源分布を考慮した漁場選択を再現

漁業管理方策の検討

適切な時期の目合い変更で漁獲金額増加の可能性を示唆

今後の展望と課題

◎ 現場データの有効利用とその補完

- ・モニタリング情報や操業日誌を利用したモデルのチューニング
- ・逆にモデルを時空間的に断片的な操業データ等の補完に利用

◎ 現場の漁業への貢献

- ・リアルタイムな環境条件や操業データに基づいた、日々の操業戦略の提案