東海生研2025第2回セミナー
2025年9月4日（木）ウインクあいち

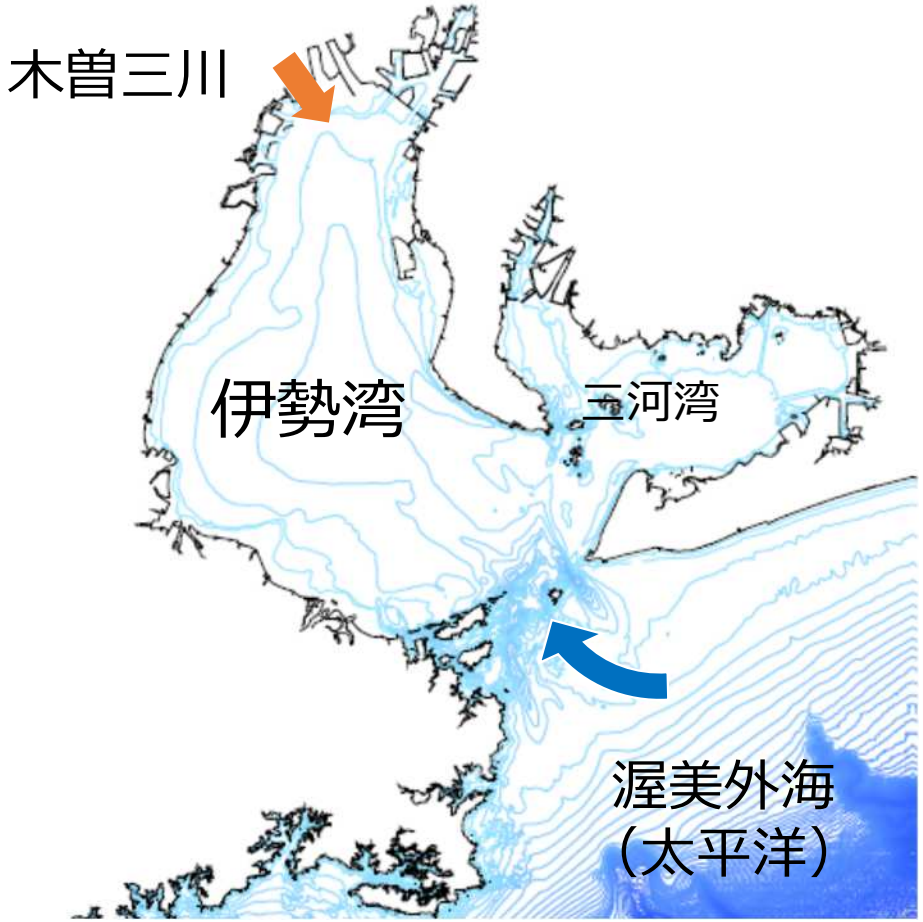
# 伊勢湾における生態系構造と生物生産力の変化

愛知県水産試験場　曽根亮太

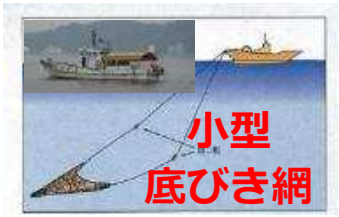
2010年　豊浜市場

2020年　豊浜市場

# 伊勢湾と漁獲対象種



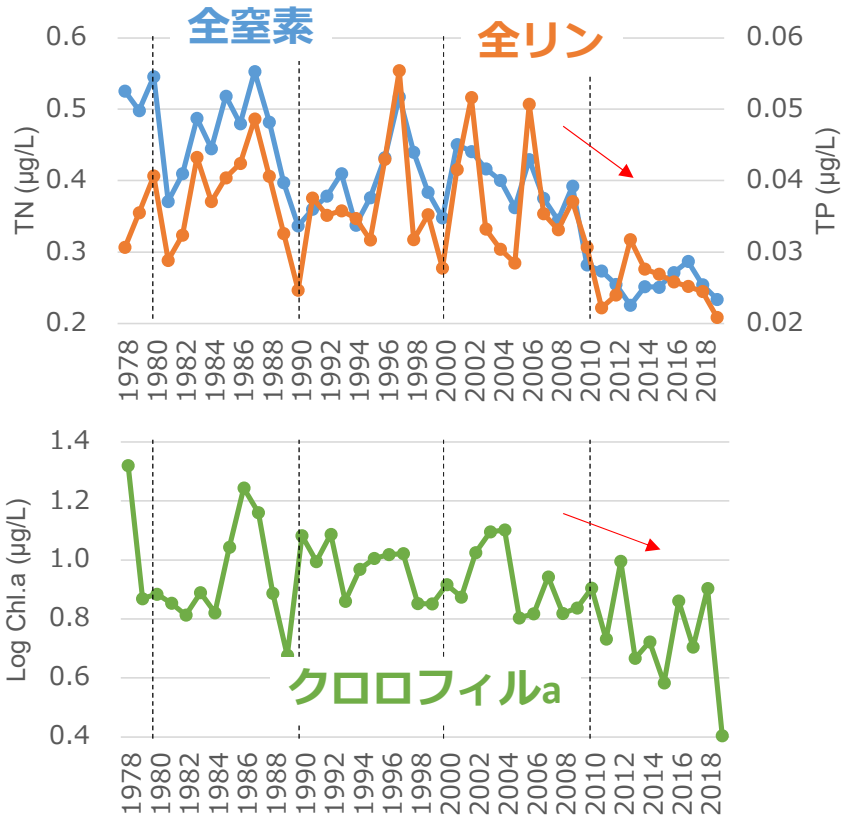

1km²あたり年間漁獲量



**伊勢湾：約31 トン**、三河湾：約37トン、遠州灘：約9トン（日本水産資源保護協会2004年推定値より）
**瀬戸内海：約21トン**（Okaichi and Yanagi, 1997）

# 伊勢湾における基礎生産力の低下

## 栄養環境の推移（伊勢湾全域年平均値）

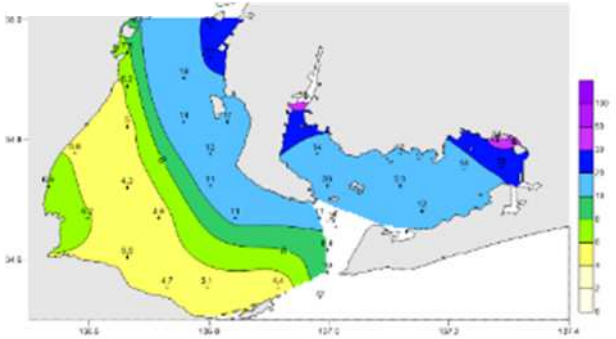



（広域総合水質調査）

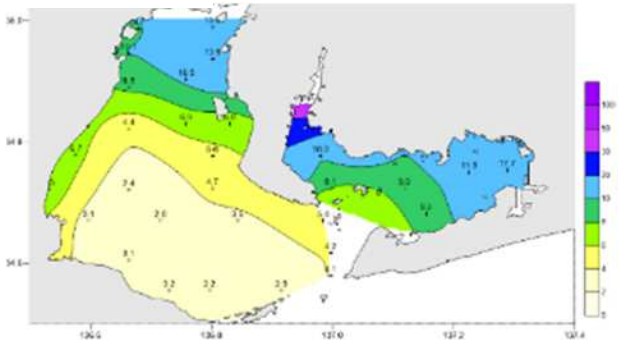
2010年以降、基礎生産力が低下

## クロロフィルの水平分布（青山・蒲原2022改変）

1990年代

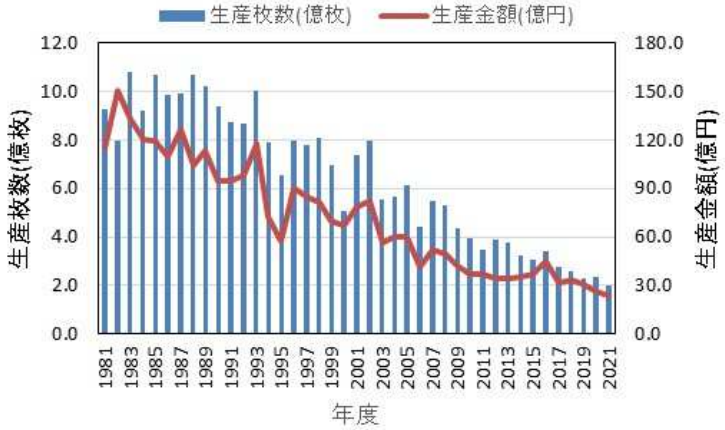


2010年代



湾全域で低下

# 伊勢湾における基礎生産力の低下




愛知県におけるノリ生産状況

色落ちしたノリ（右）

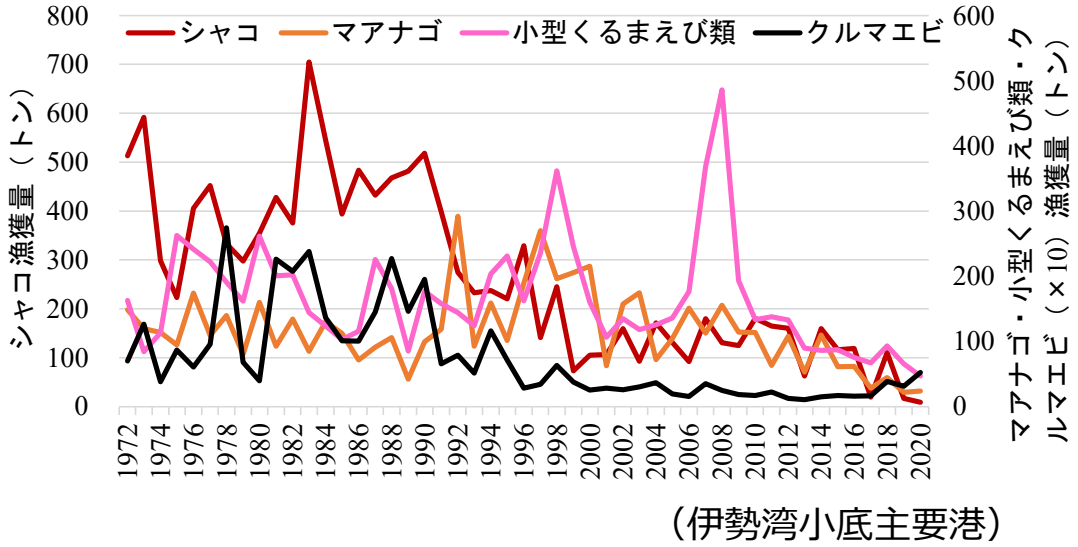
愛知県におけるアサリ漁獲量の推移

餌不足で痩せたアサリ（右）

（愛知県栄養塩管理検討会議報告書より抜粋）

# 伊勢湾における水産資源の変化

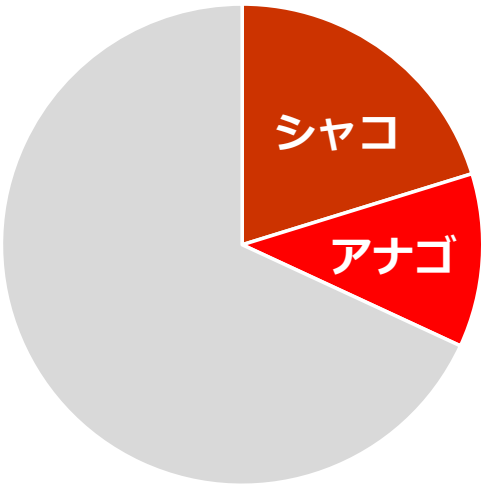
## 減少している種




（伊勢湾小底主要港）

内湾代表種

伊勢湾小底金額割合（1970-2020平均）

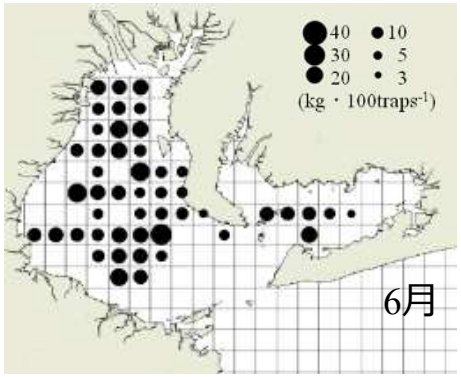



2種で伊勢湾小底の全漁獲金額の約30%
（過去は50%を占めることも）

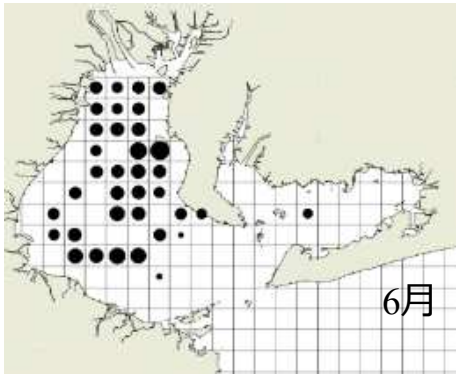
# マアナゴ・シャコ漁場の変化

マアナゴ
（あなご篭）

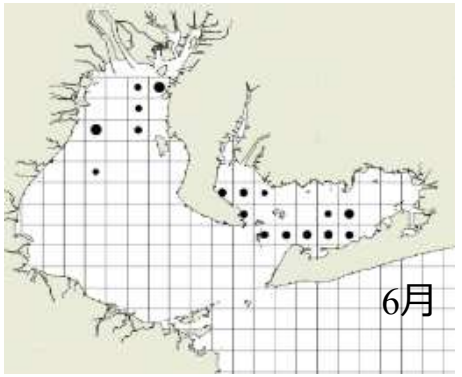
2002-2004




2010-2012

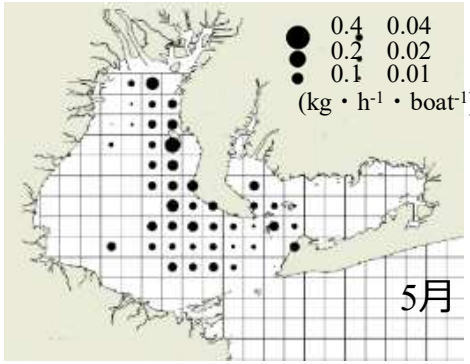



2018-2020

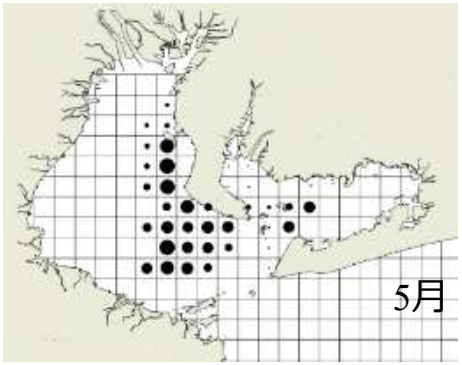



シャコ
（小底）

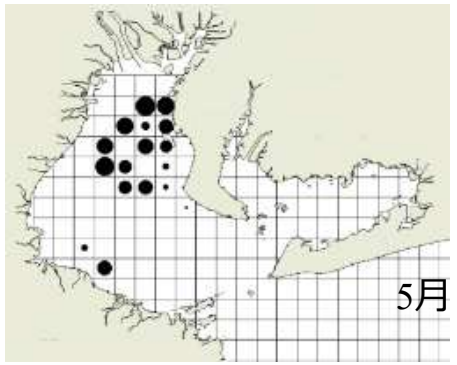
2002-2004




2010-2012




2018-2020

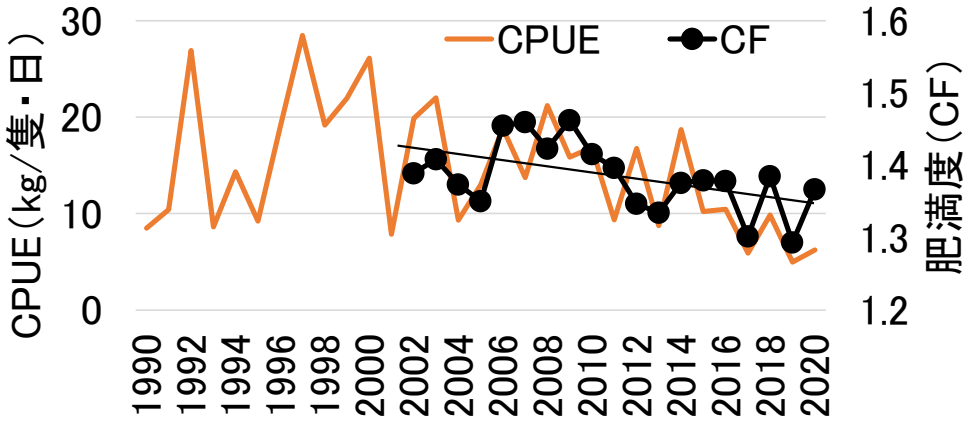



（曽根ら2022ab）

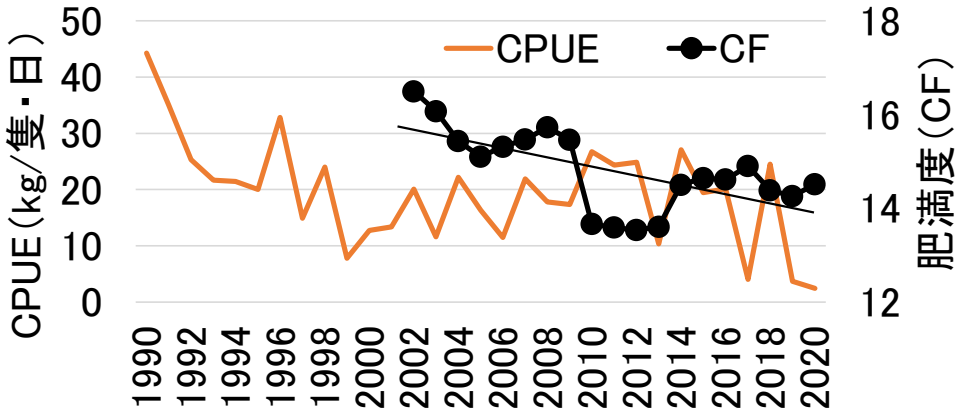
# マアナゴ・シャコ肥満度の推移

## 肥満度（ CF ）と資源量指標（CPUE ）との推移

マアナゴ

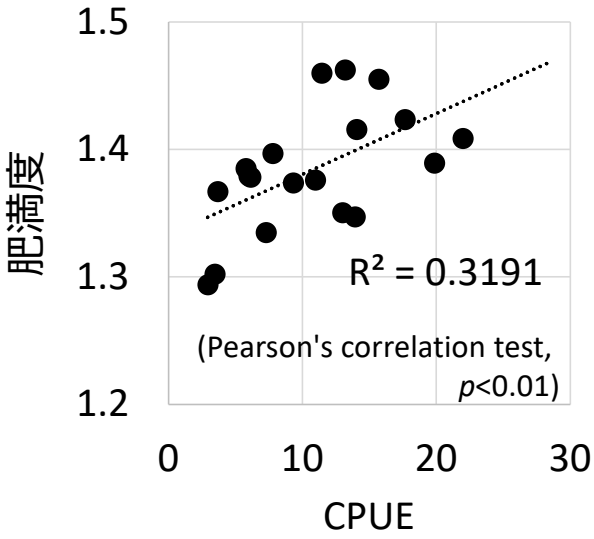



シャコ




・肥満度は経年的に低下傾向

## マアナゴCPUEと肥満度

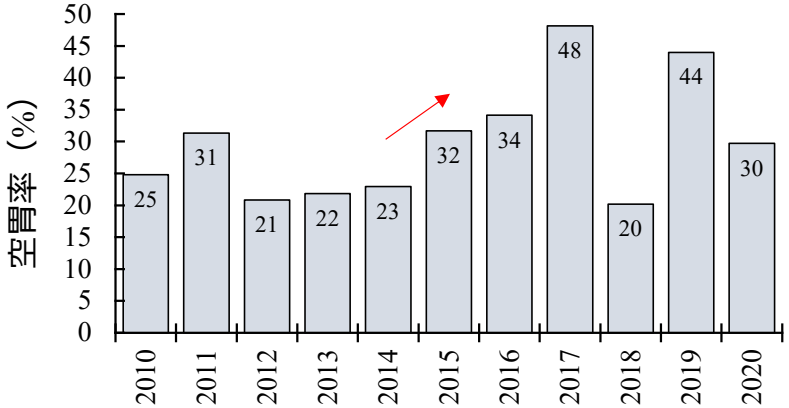



・肥満度が低いと資源が少ない

（曽根ら2022ab）

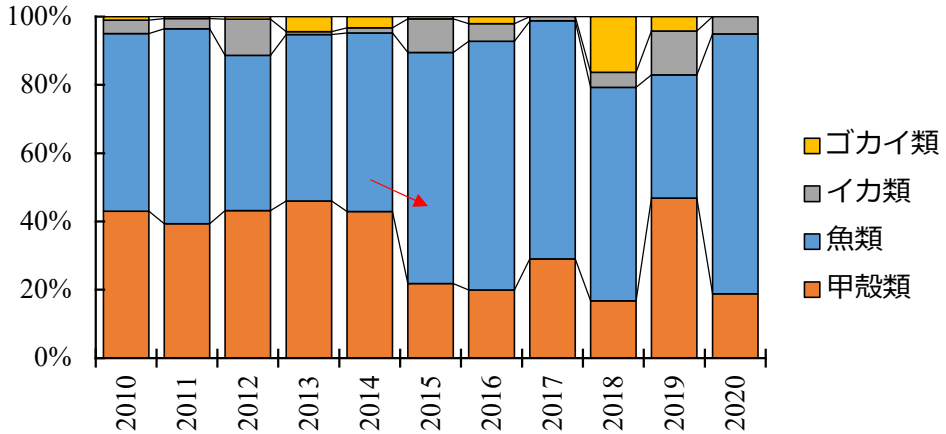
# マアナゴ胃内容物組成の変化

## 空胃率の推移




・2015年から空胃率が高い傾向

## 胃内容物組成の変化（重量比）

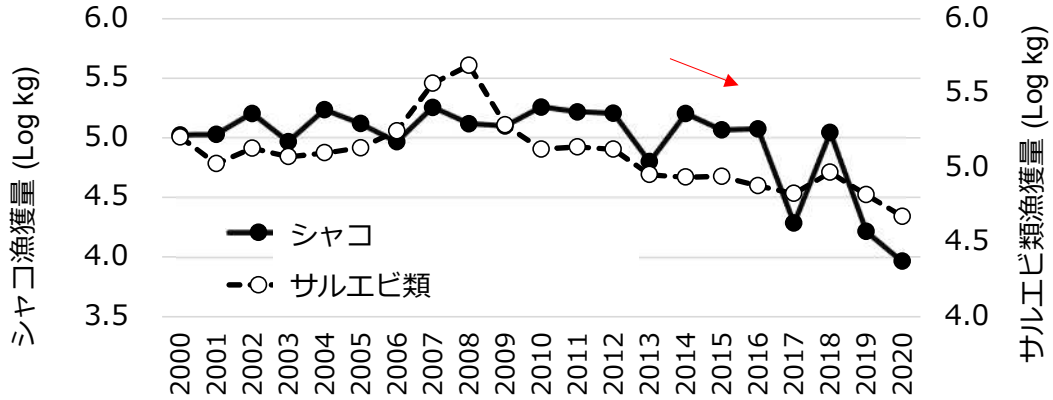



・甲殻類と魚類が重要餌資源
・2015年から甲殻類の割合が減少

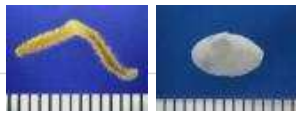
（曽根ら2022a）

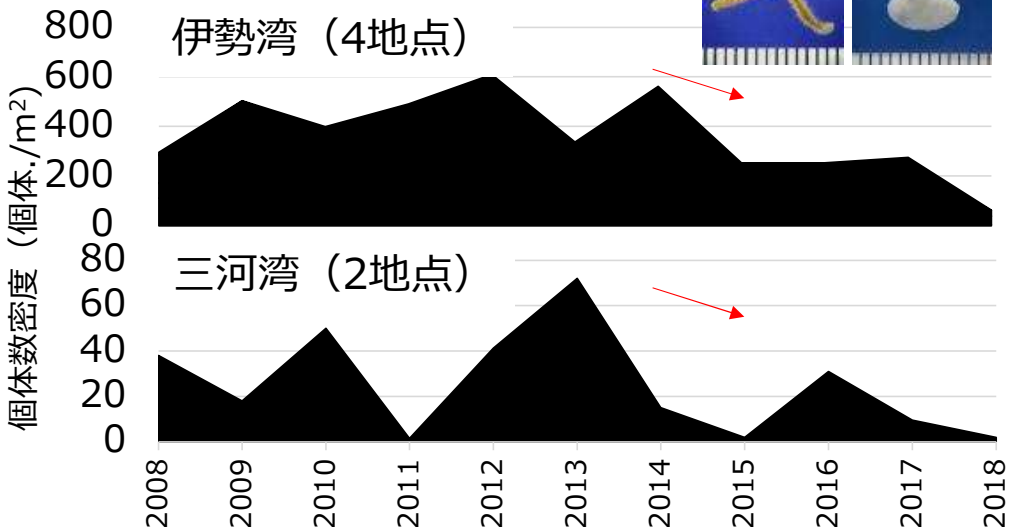
# マアナゴ・シャコの餌料環境の変化

## シャコ・サルエビ類（豊浜漁獲量）

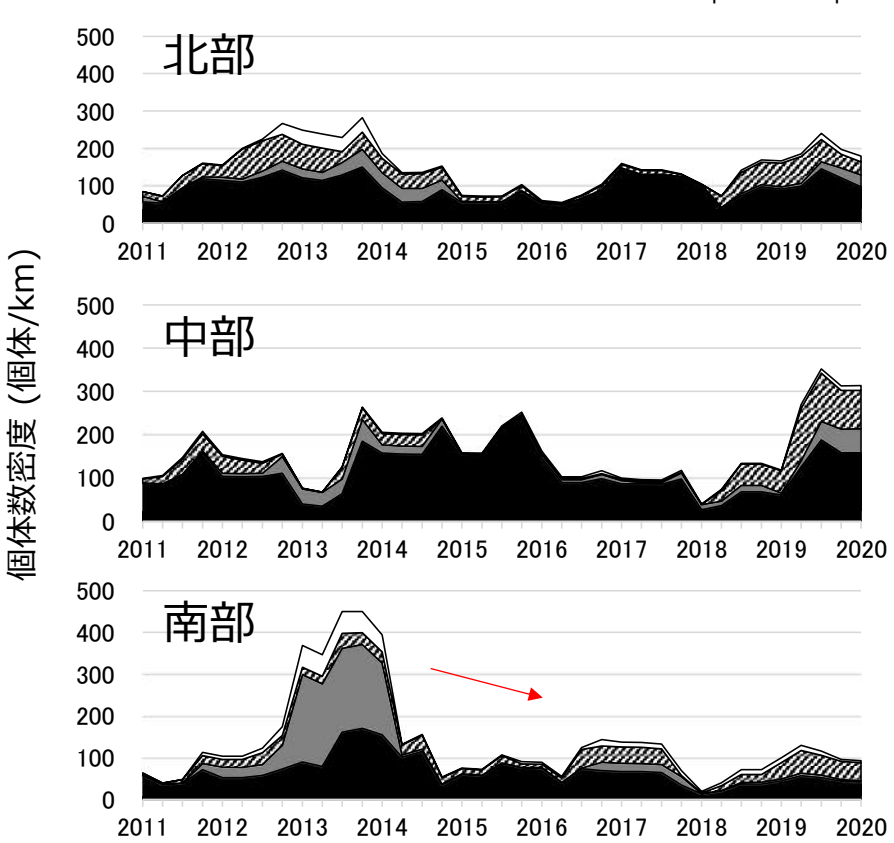



## ゴカイや二枚貝（環境省広域総合水質調査）





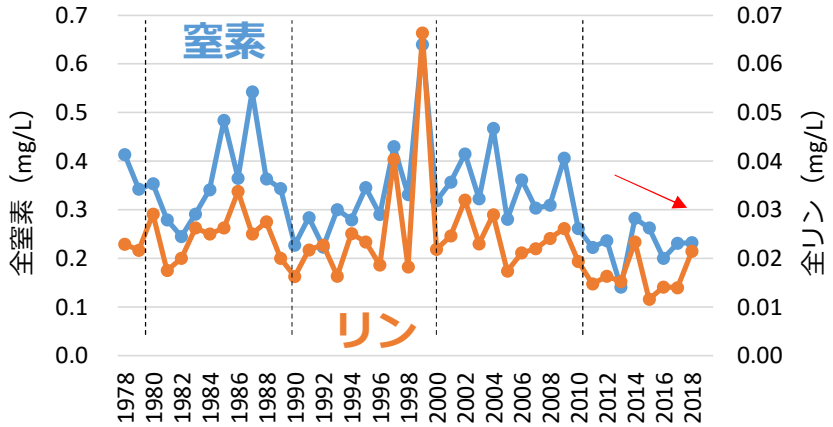

## 小型甲殻類（漁場一斉調査）



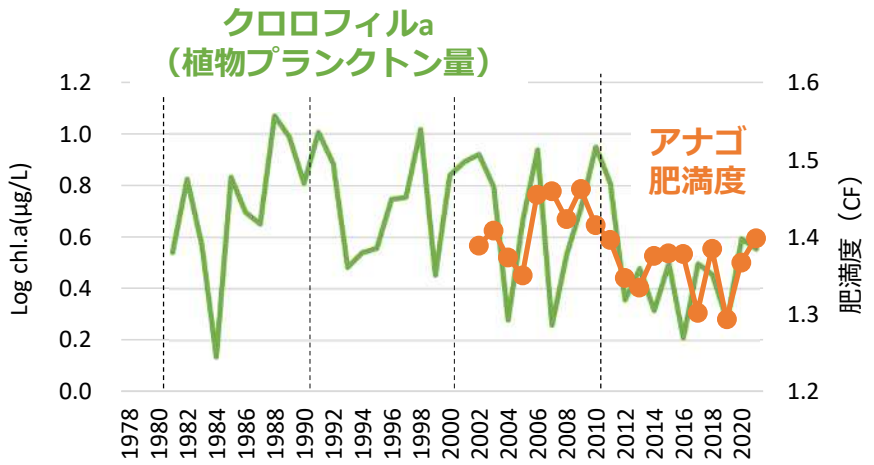

（曽根ら2022a）

# マアナゴ・シャコに対するボトムアップ効果の影響

伊勢湾の栄養環境（伊勢湾南部・春季）




（広域総合水質調査）




（公共用水域水質観測）

基礎生産力の低下
（植物プランクトンの減少）

餌料生物の減少

摂餌量の低下

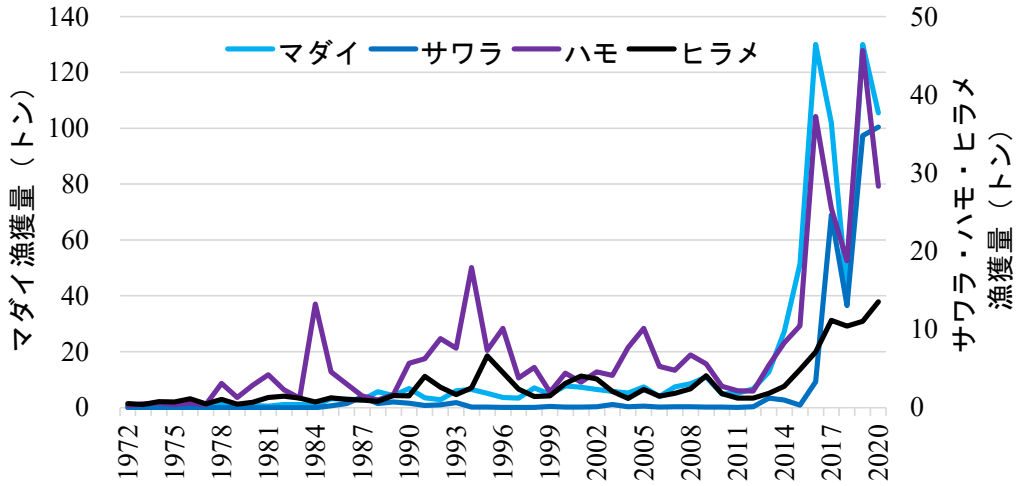
肥満度の低下

生残率の低下

資源量の減少

# 伊勢湾における水産資源の変化

## 増加している種



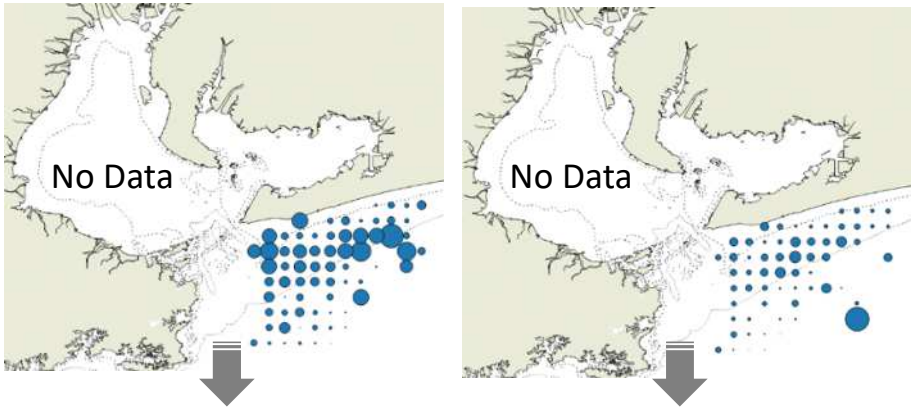

（伊勢湾小底主要港）

**マダイ** **ヒラメ** ハモ サワラ

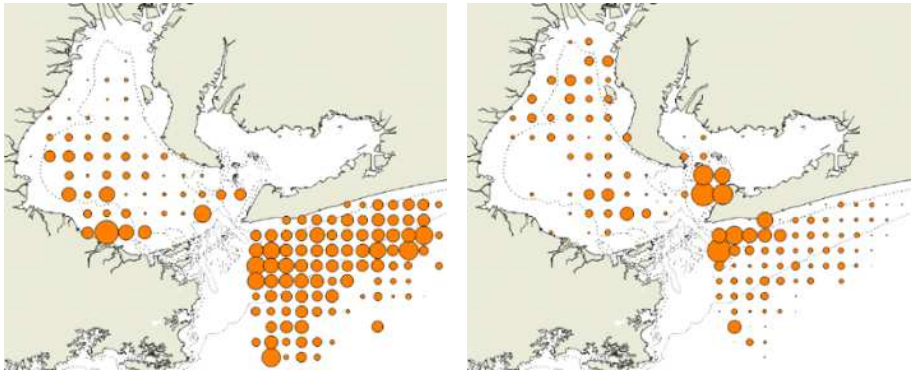
大型魚類

マダイ　　ヒラメ

2011-2013年




2019-2021年

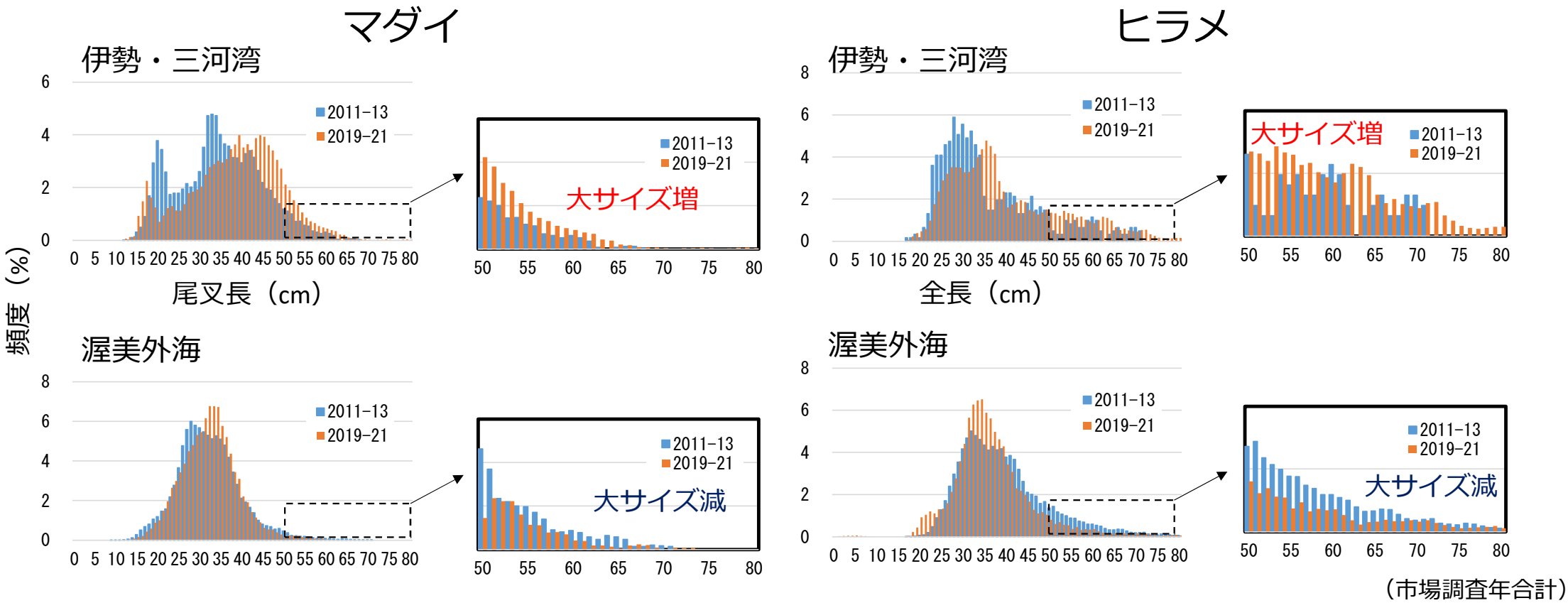


※外海・内湾のバブルサイズはそれぞれにおける相対値

（曽根ら2023a）

# マダイ・ヒラメの資源構造の変化

## 体サイズ組成




（市場調査年合計）

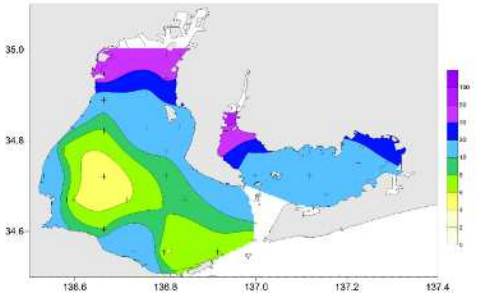
伊勢・三河湾で大型化
（ちなみにマダイ50cm:約15歳）

（曽根ら2023a）

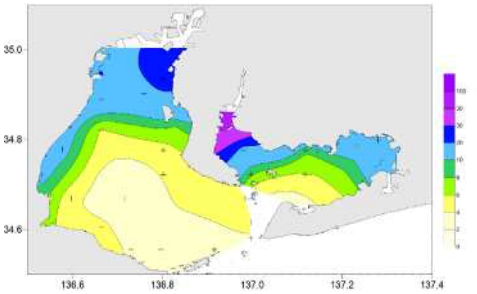
# 餌資源と大型魚類の分布域のシフト

Chl.a水平分布

2000年代夏季



2010年代夏季

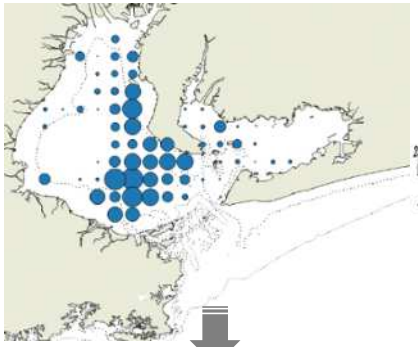


（加藤未発表）

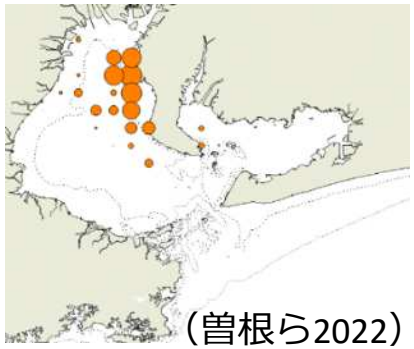
2010年以降
基礎生産力が低下

シャコ

2010-2012年



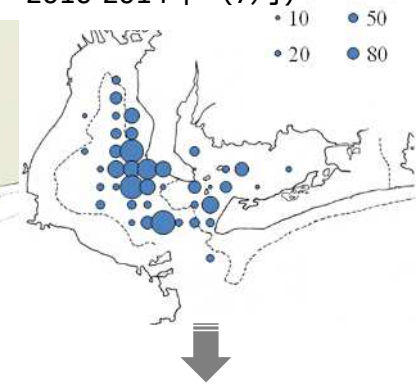
2018-2020年



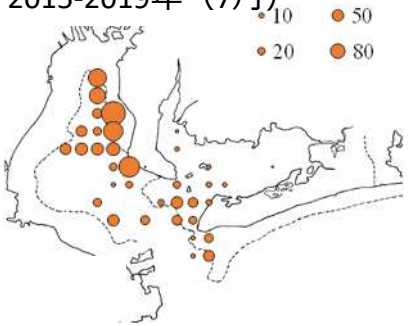
（曽根ら2022）

カタクチイワシ

2010-2014年（7月）

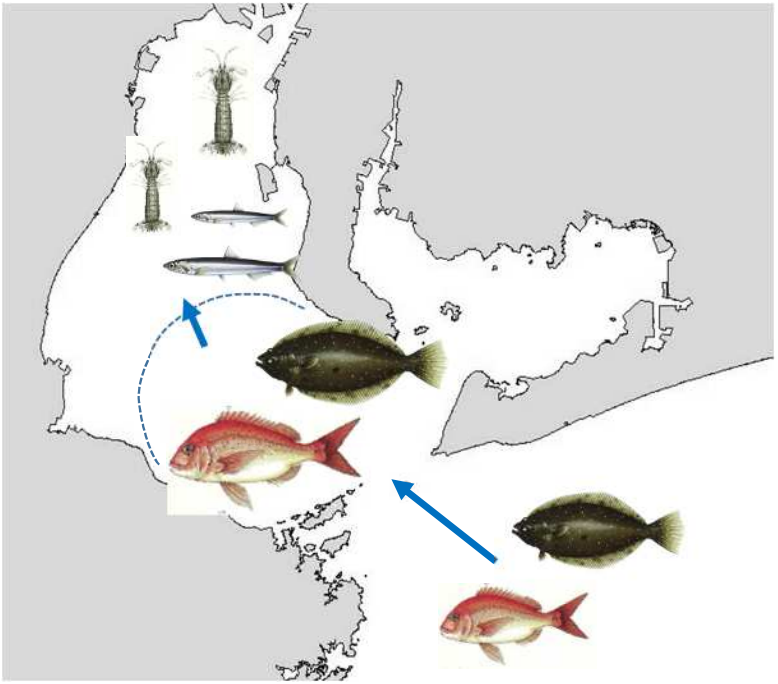



2015-2019年（7月）




（下村未発表）

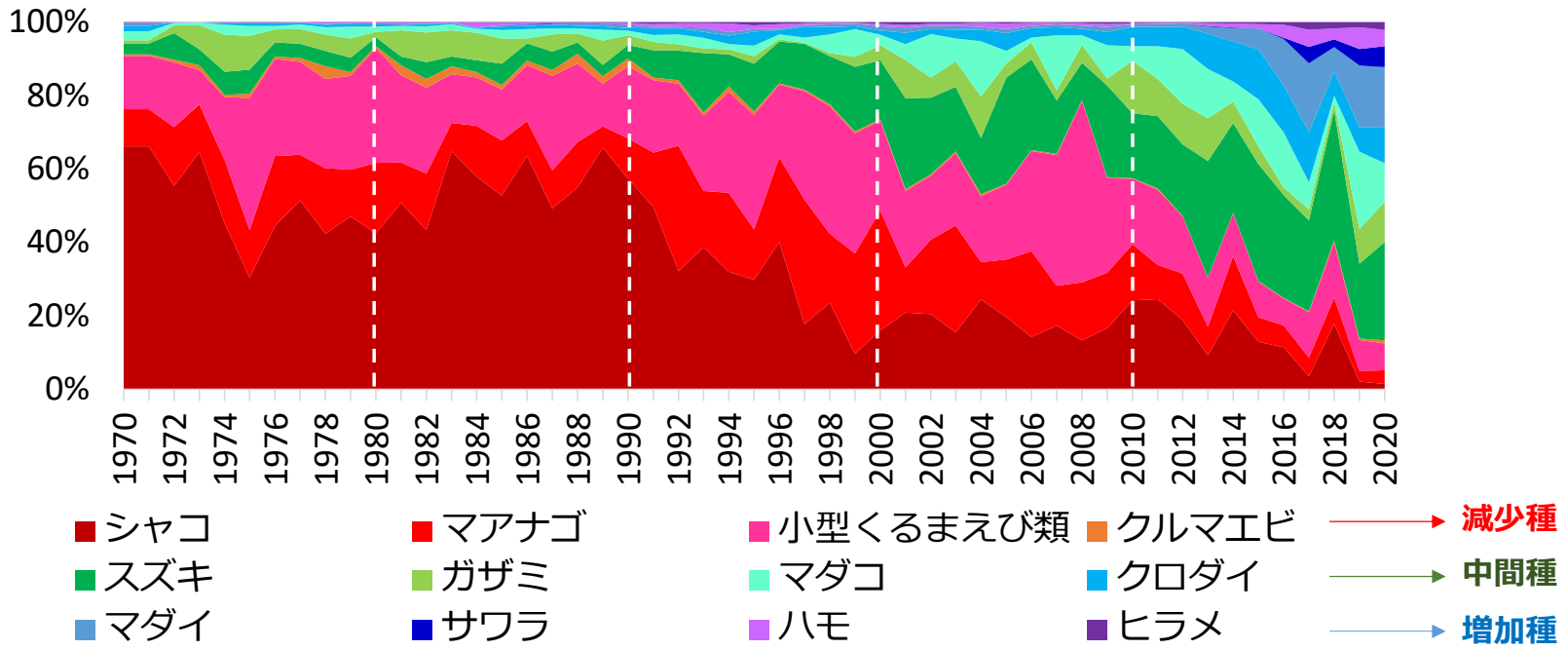
重要餌資源



水産資源の分布域の変化によって
伊勢湾の漁獲物組成が変化

# 伊勢湾における生態系構造と生物生産力の解析

## 漁獲物組成の変化（小底主要港主要12種）

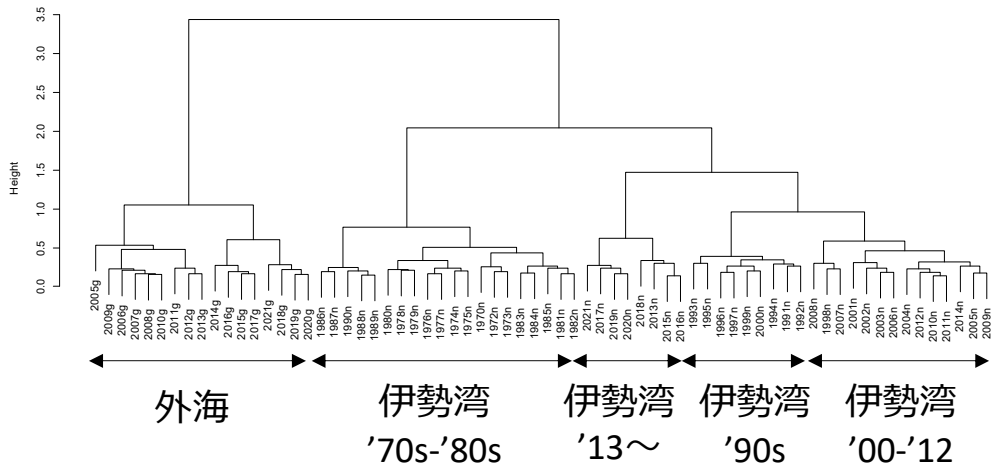



長期漁獲データ（伊勢湾小底1970-2020年）により、生態系構造と生物生産力を解析

# 生態系構造の把握

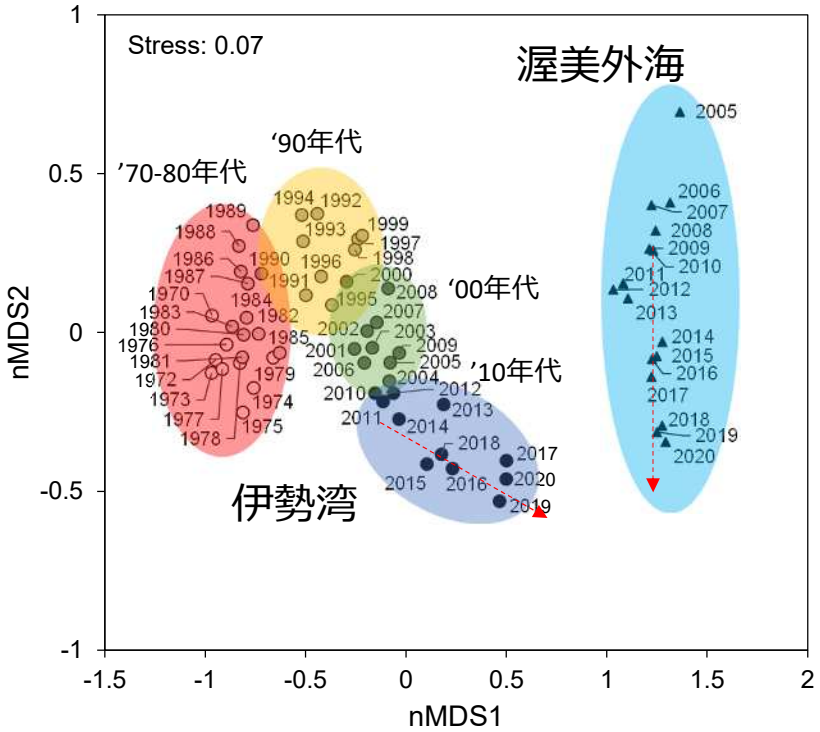
各年の魚種別漁獲量の類似性を解析：Bray-Curtis指数
（比較対象として渥美外海漁獲データも使用）

クラスター分析(Ward 法)




年代ごとに一定のまとまりとなる

非計量多次元尺度法（nMDS）

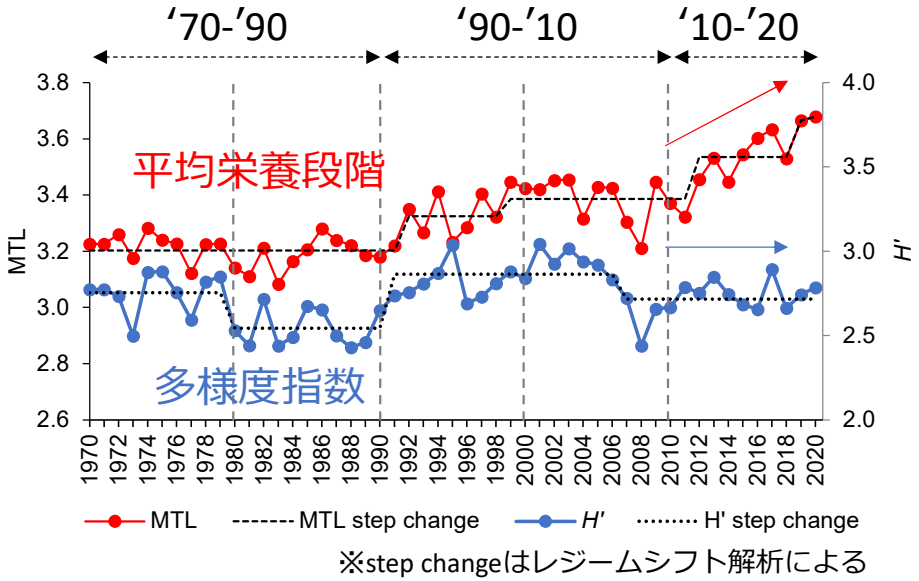



伊勢湾の漁獲物組成は外海に近づいている

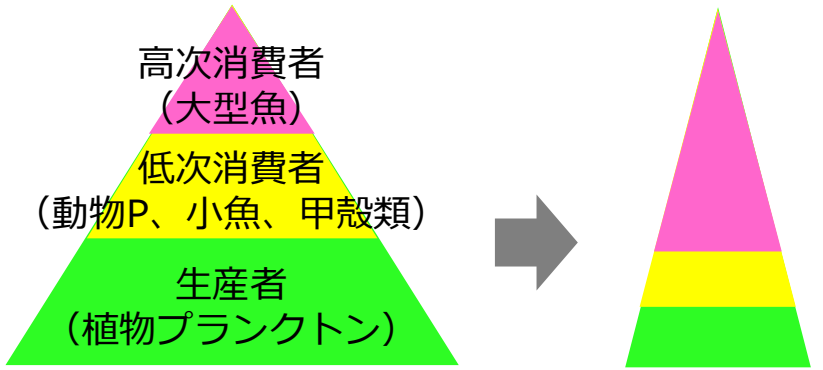
（曽根・日比野、印刷中）

# 生態系構造の把握

平均栄養段階（MTL）と多様度指数（Shannon-Wiener: *H'*）




※step changeはレジームシフト解析による



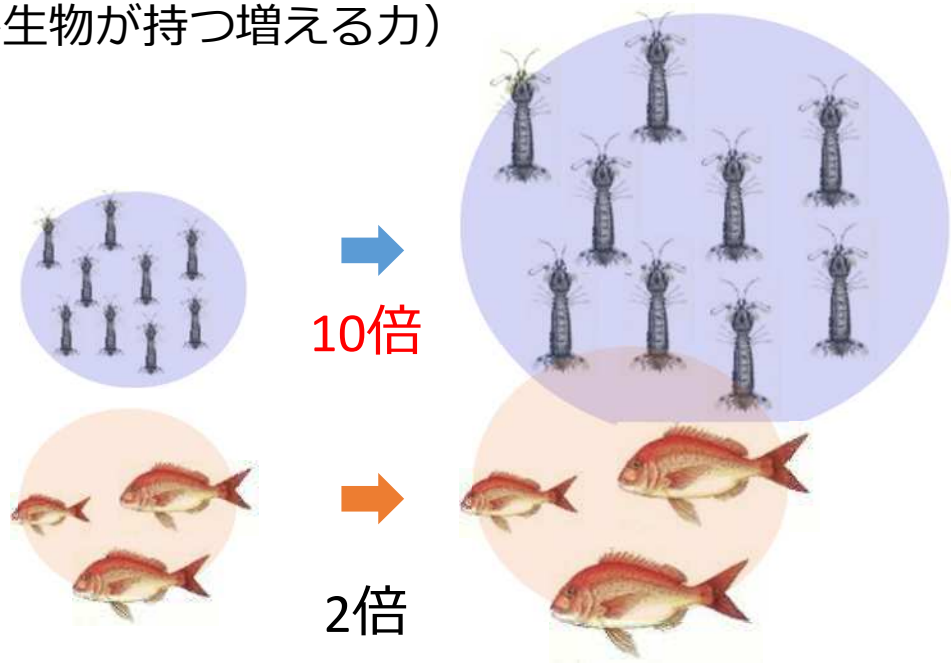

2010年～

'70-'90：シャコ・小型クルマエビ中心　→　MTLも多様度も低い
'80-'10 ：スズキ・マダコ等増加　→　MTLも多様度も上昇
'10-'20 ：シャコ等減少・マダイ等増加　→　MTLはさらに上昇、多様度はやや低下横ばい

（曽根・日比野、印刷中）

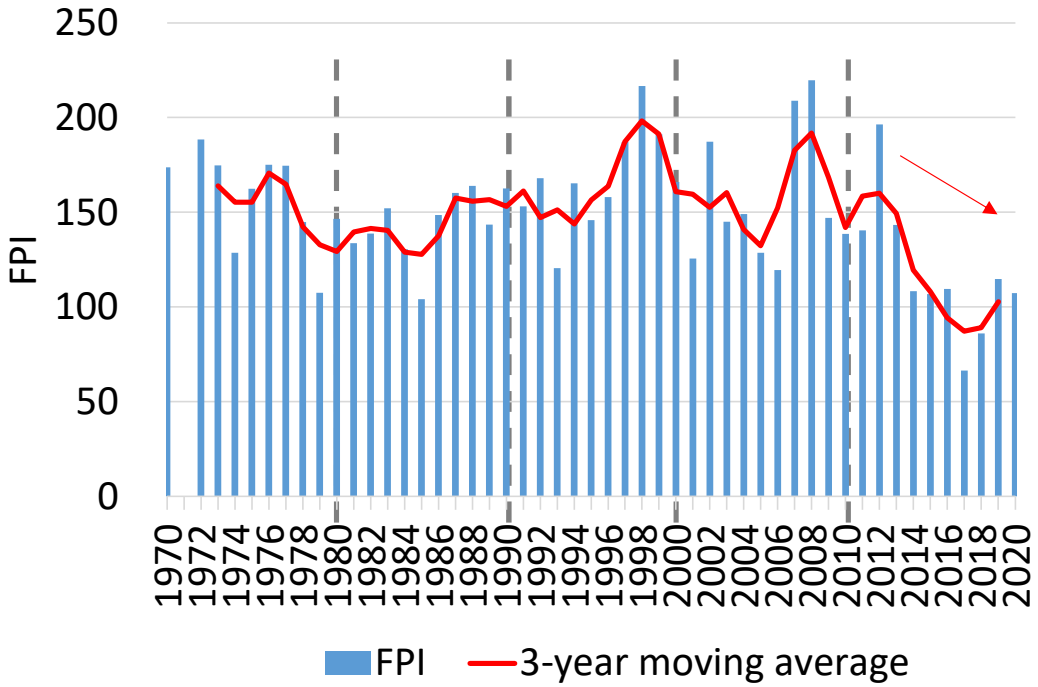
# 生物生産力の解析

漁獲対象の生物生産力
（＝各生物が持つ増える力）




$$FPI = \sum_{i}^{20} CPUE_i \times P/B_i$$

漁業生物生産指数（FPI）の推移



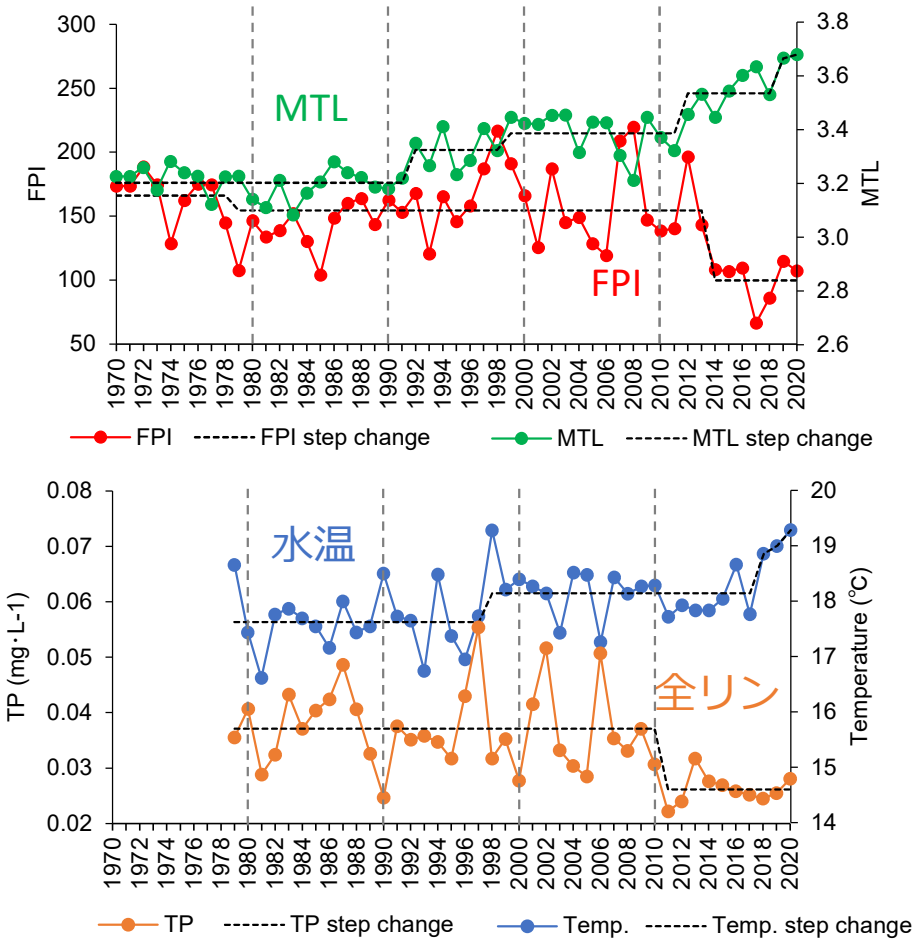

漁業生物生産指数（FPI）：
構成する種の資源量（CPUE）と生産効率（P/B比）による
（漁獲量上位20種の総和）

2010年以降、減少

（曽根・日比野、印刷中）

# 生態系構造と生物生産力の変動要因の解析

生態系構造（MTL）と生物生産力（FPI）に対する
水温及び全リン（基礎生産力の指標）の影響を解析




MTL/FPIに対するTP/水温のラグ相関

| Water quality | Lag (year) | MTL | FPI |
|---|---|---|---|
| TP | 0 | -0.34* | 0.29 |
| | -1 | -0.43** | 0.51** |
| | -2 | -0.51** | 0.38* |
| | -3 | -0.32* | 0.33* |
| Water Temperature | 0 | 0.46** | 0.07 |
| | -1 | 0.43** | -0.21 |
| | -2 | 0.48** | -0.20 |
| | -3 | 0.25 | -0.03 |

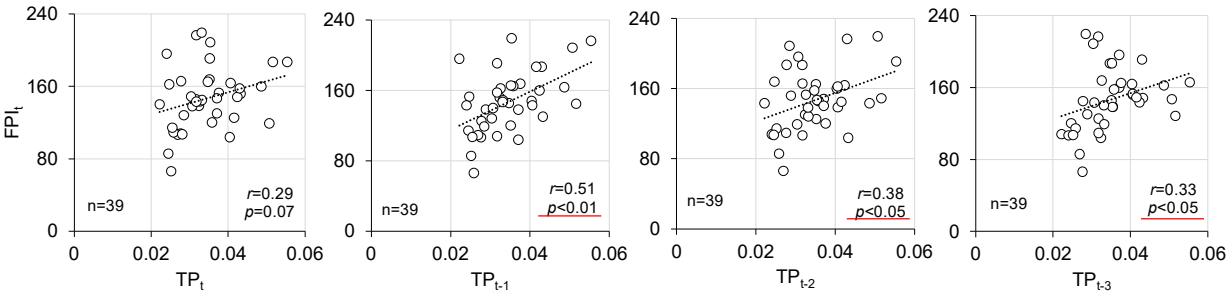
MTLの上昇はTP低下と水温上昇に関連がある
FPIの低下はTPの低下にのみ関連がある

生態系の構成種は基礎生産だけで無く水温の影響も受ける。一方、生物生産力は基礎生産力の影響が大きい。

（曽根・日比野、印刷中）

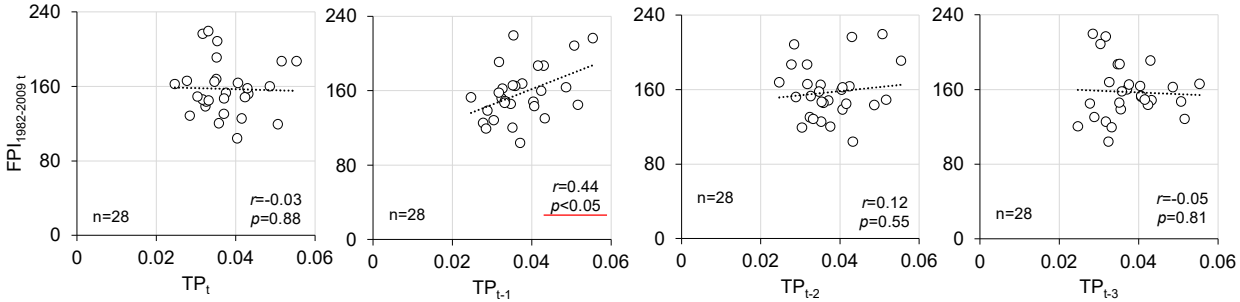
# 生態系構造と生物生産力の変動要因の解析

1982-2020



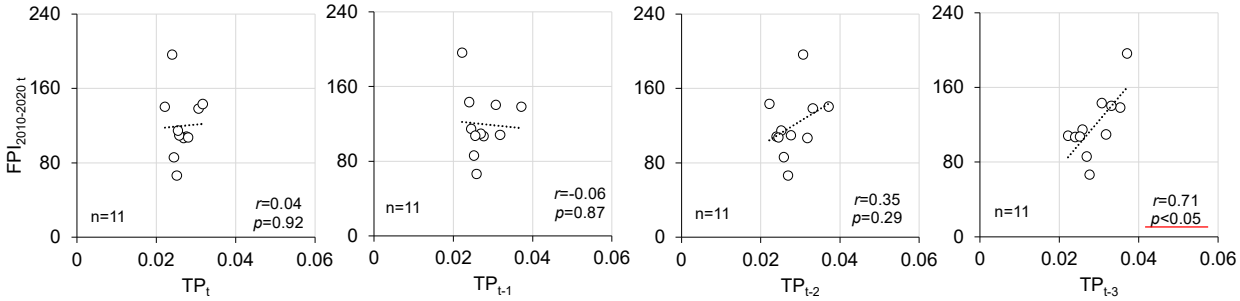

全期間を対象とすると、
FPIは1～3年前のTPの影響を受けている

1982-2009




シャコ等低次生物が漁獲主体であった過去
・FPIは1年前のTPの影響が大きい

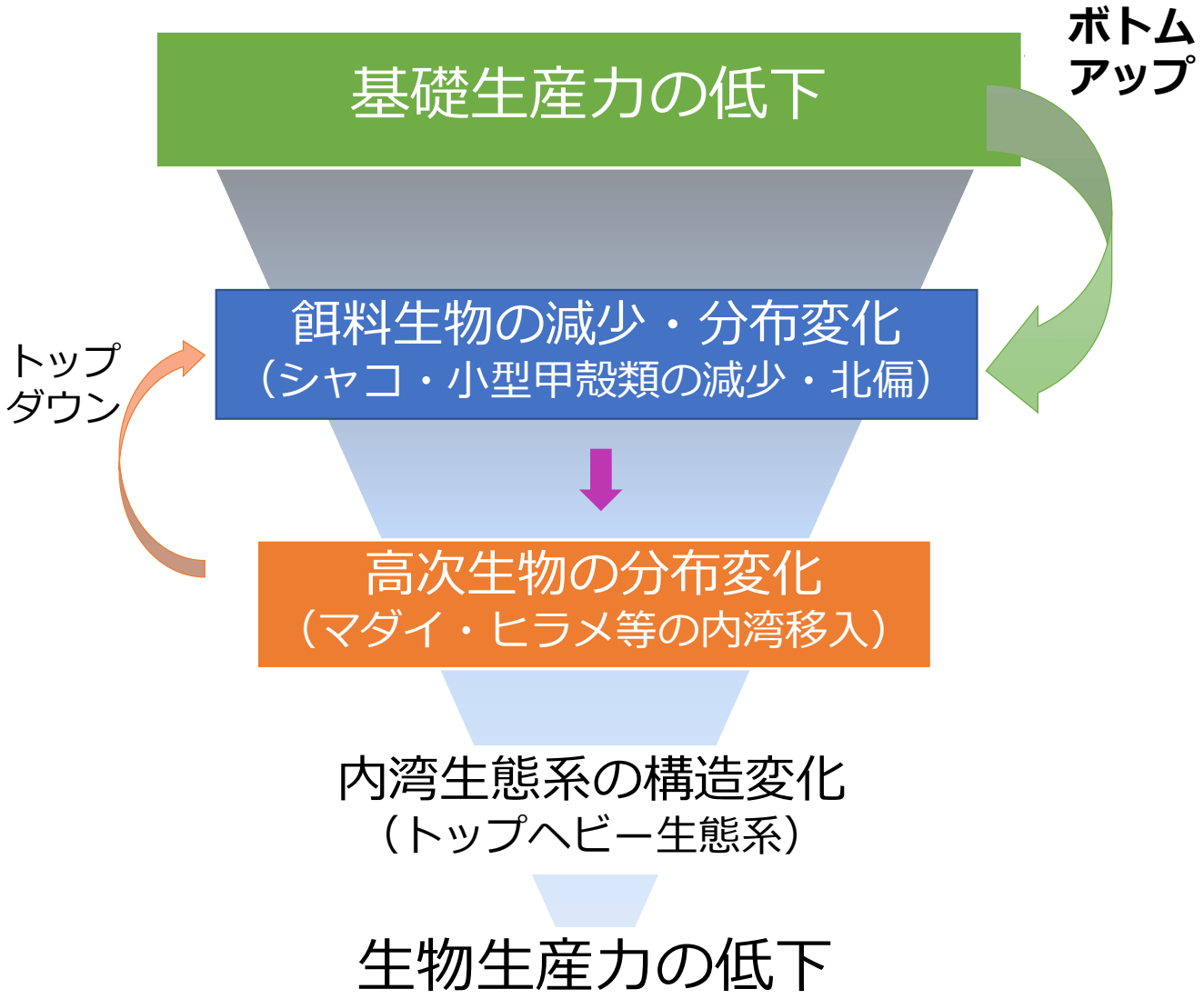
2009-2020




マダイ等高次生物が漁獲主体となった現在
・FPIは3年前のTPの影響が大きい

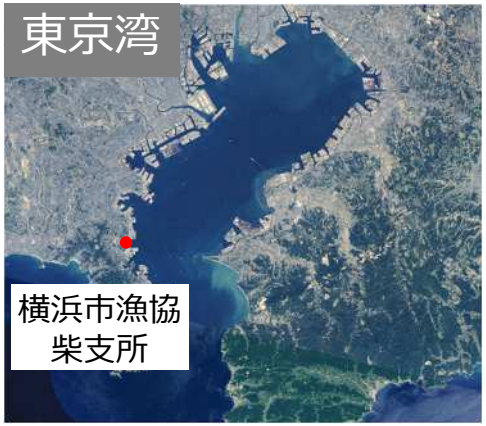
（曽根・日比野、印刷中）

# 伊勢湾における生態系構造と生物生産力の解析



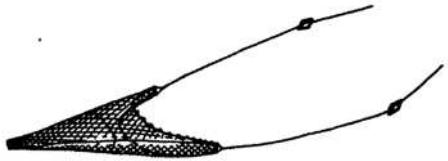
# 三大湾での水産資源の変動と生態系構造の変化を比較

## 他の内湾ではどうか？



各湾主要漁協における漁獲統計資料（1980～2021年）を使用

小型底びき網（板びき）



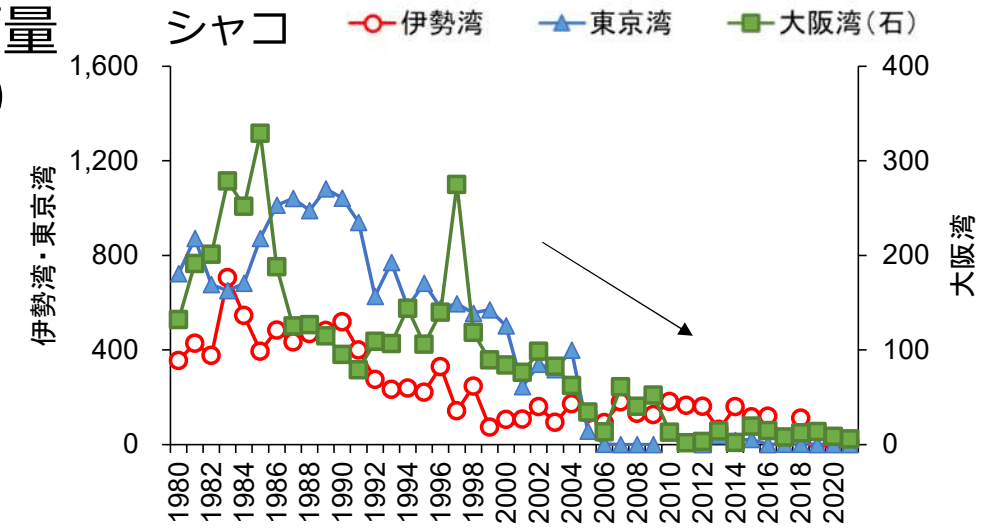
(1980-2009)
・神奈川県農林水産統計から
東京湾海域地区抽出

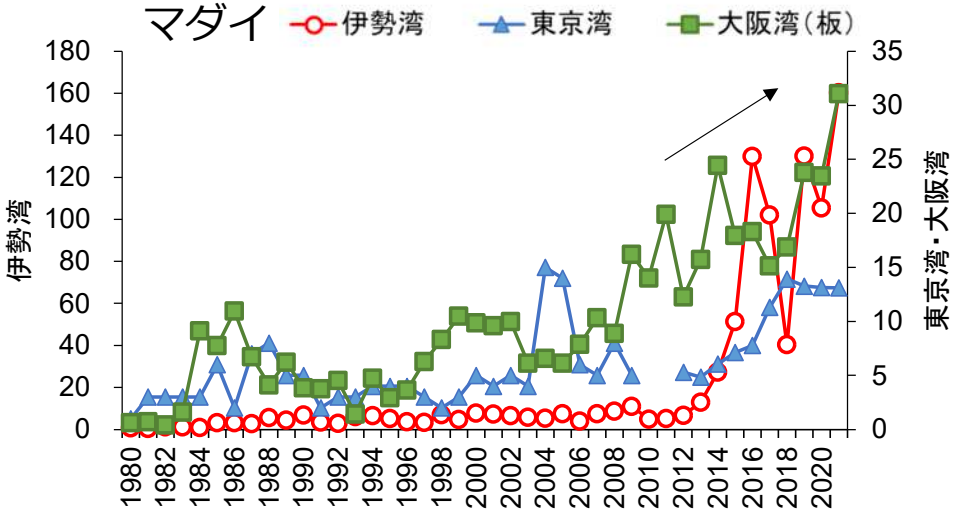
(2012-2021)
・小型底びき網（ビーム）

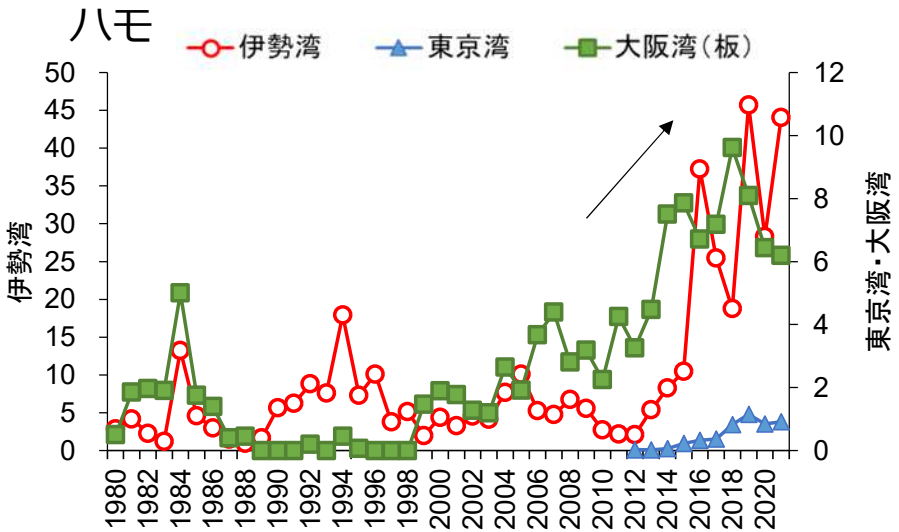
小型底びき網
（板びき、石げた）

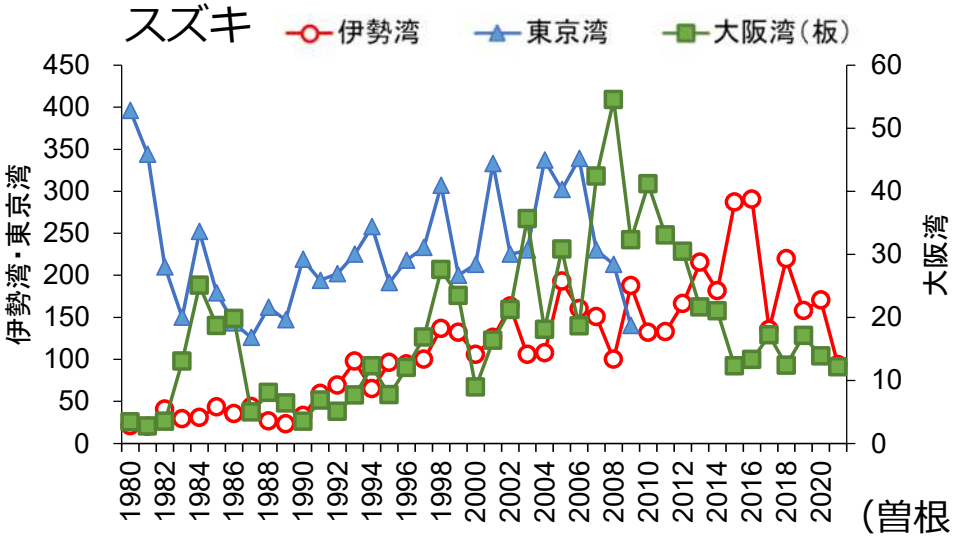
# 三大湾における主要水産資源の変動

漁獲量
(t)



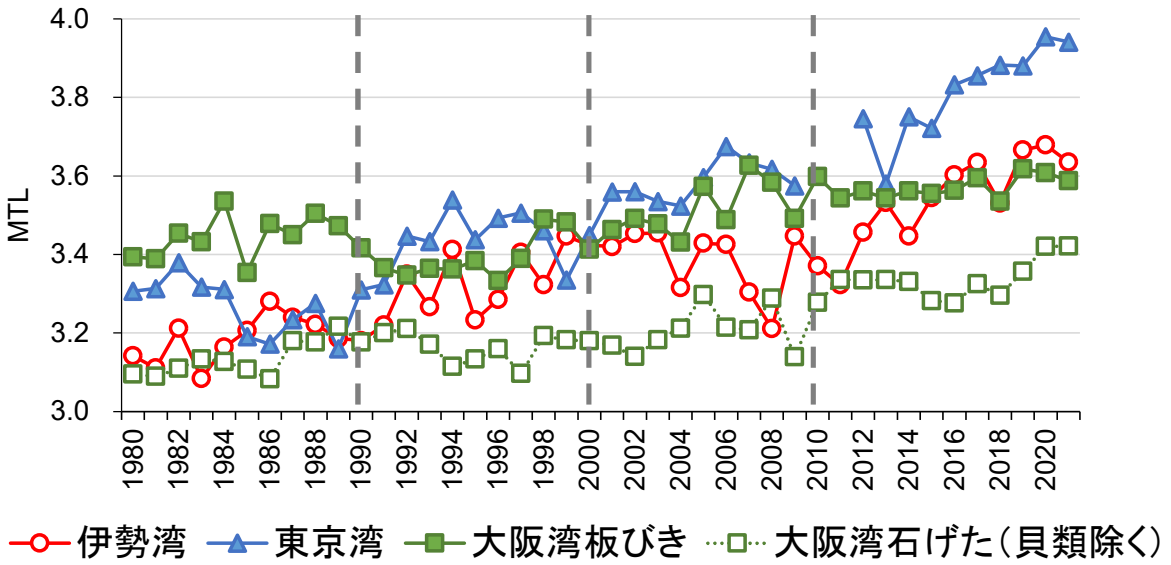




(曽根ら2023b)

# 三大湾の生態系構造の比較

## 平均栄養段階（MTL）の推移




## 各湾MTLの相関係数（***：$p$<0.01）

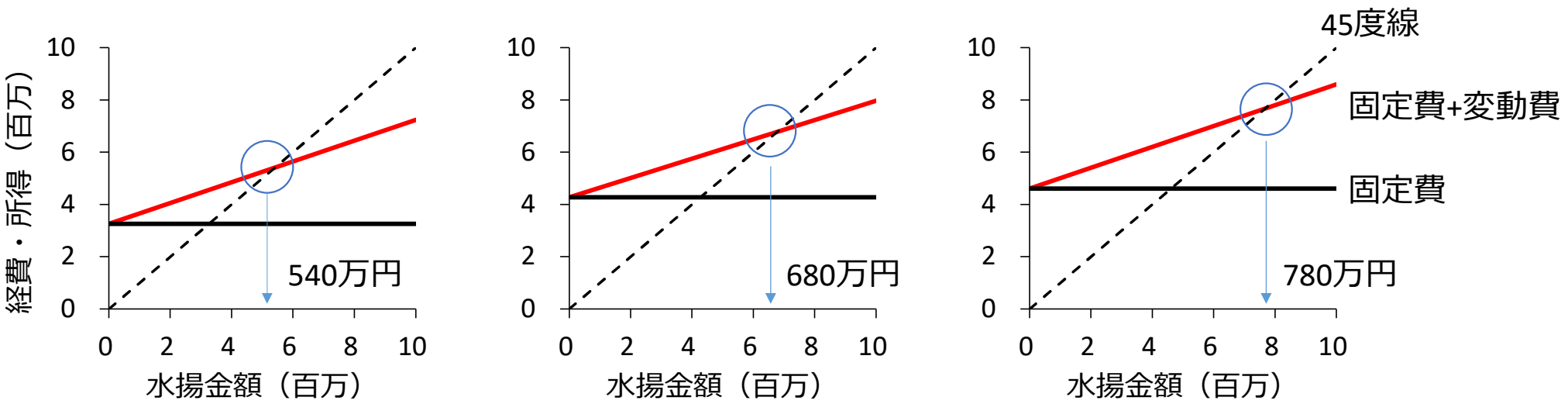
| | 伊勢湾 | 東京湾 | 大阪湾（板びき） | 大阪湾（石桁） |
|---|---|---|---|---|
| 伊勢湾 | – | *** | *** | *** |
| 東京湾 | 0.85 | – | *** | *** |
| 大阪湾（板びき） | 0.69 | 0.80 | – | *** |
| 大阪湾（石桁） | 0.57 | 0.66 | 0.74 | – |

東京湾や大阪湾も伊勢湾と
同様の生態系構造の変化が生じている

# 伊勢湾における漁業経営への影響

## 漁業者への影響はどうか？

伊勢湾小型底びき網漁業における損益分岐点の年代比較



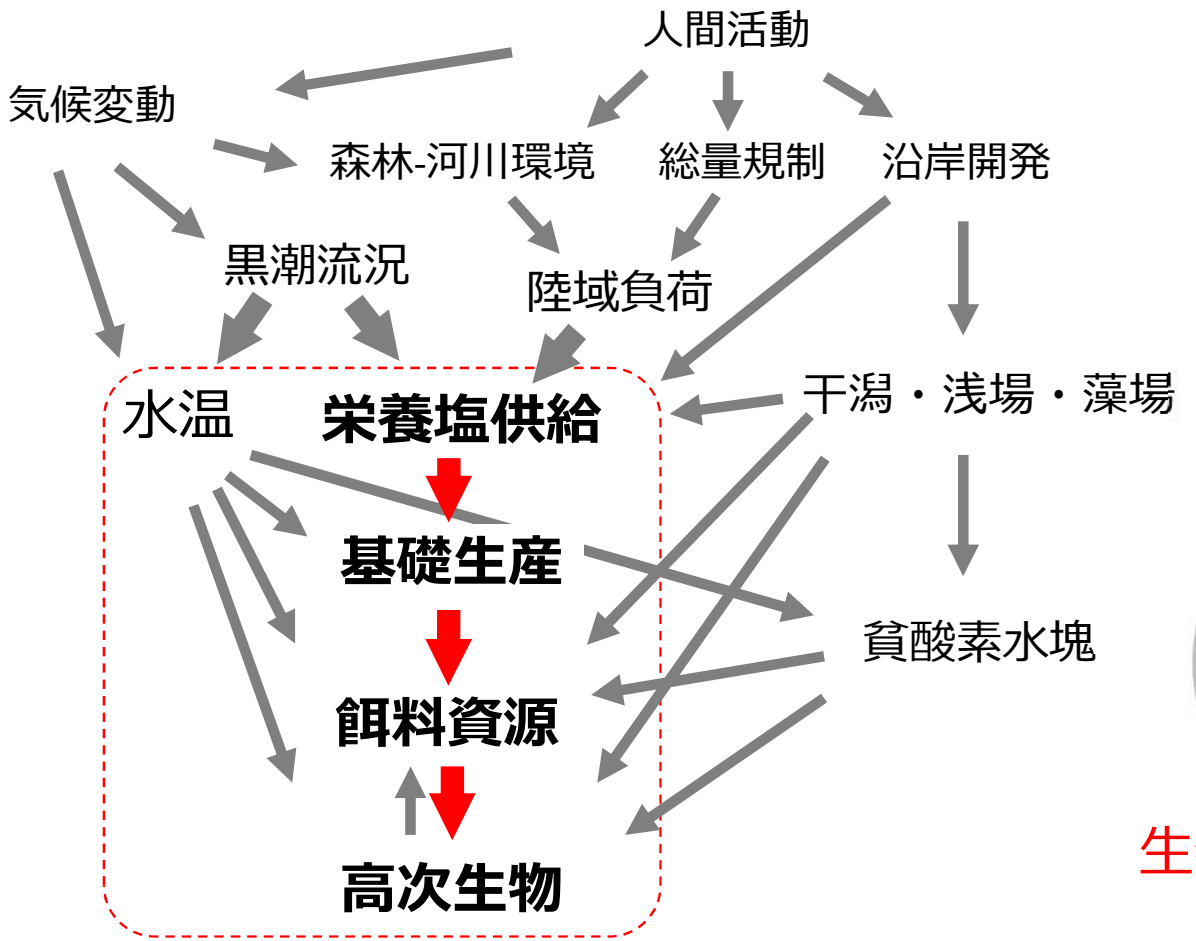

損益分岐点は上昇（固定費：減価償却・修繕費等、変動費：燃油代等）

↓

**大型魚類狙いにより航行距離が増加**

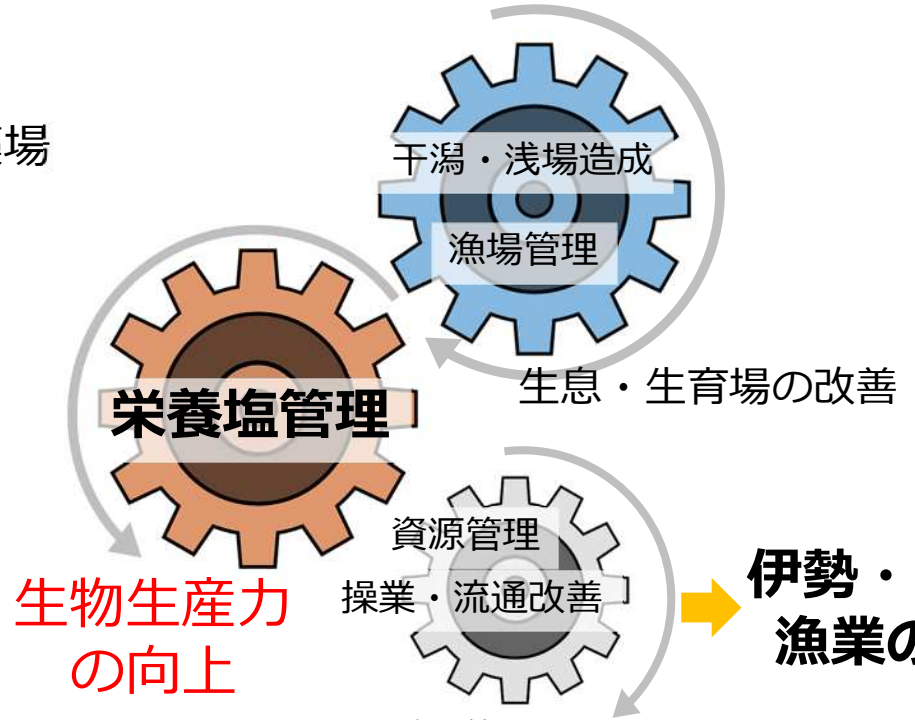
# まとめと課題

## 内湾資源の変動要因（イメージ）




**生態系構造・生物生産力の変化** → **漁業経営**

## 伊勢・三河湾における課題

生産力の回復に向けた取り組み

- 栄養塩管理運転
- 環境基準の見直し