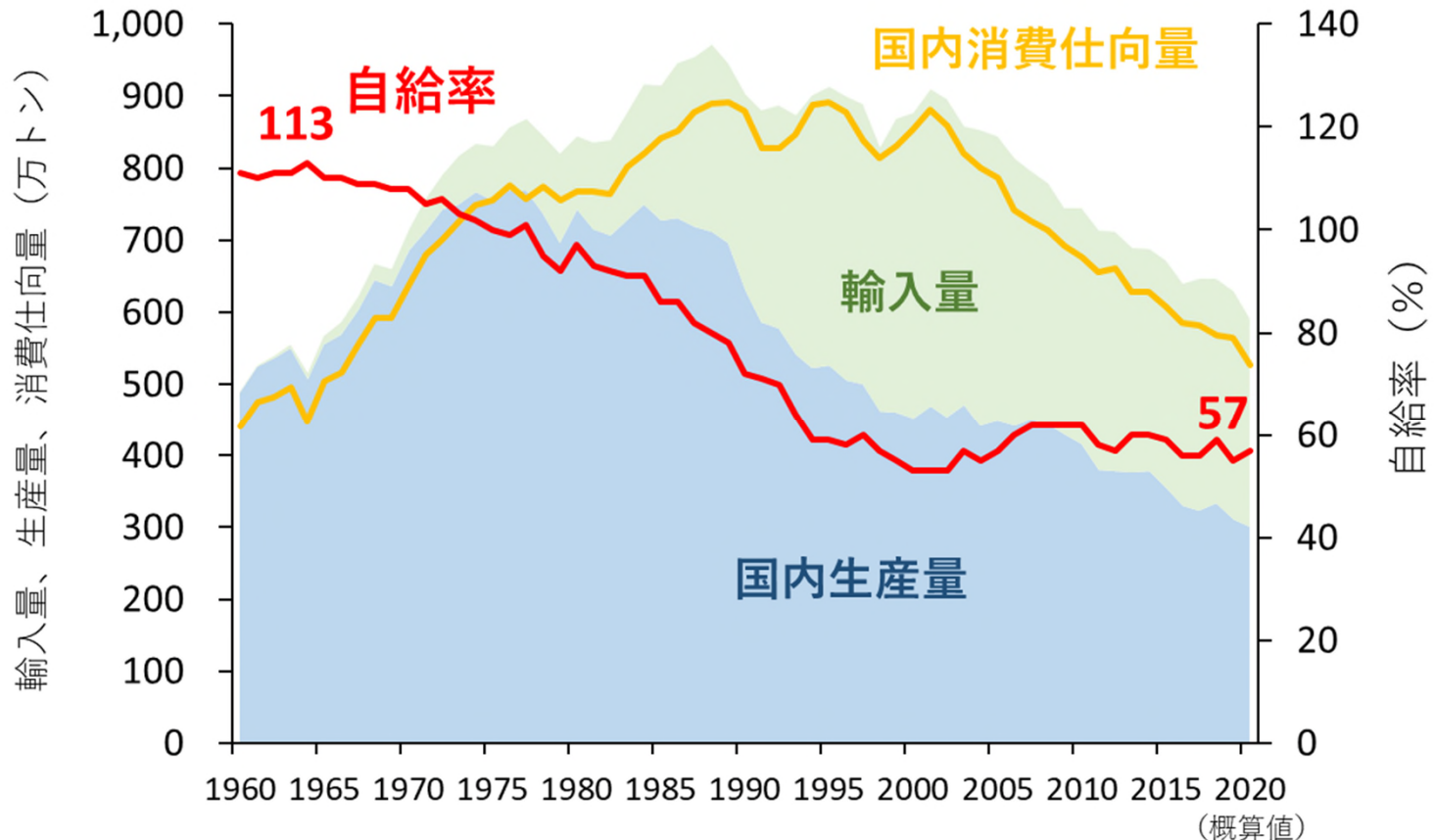


アサリ湧く豊かな伊勢湾・三河湾に

前愛知県水産試験場長
蒲原 聡

食用魚介類の自給率の推移



資料：農林水産省「食料需給表」

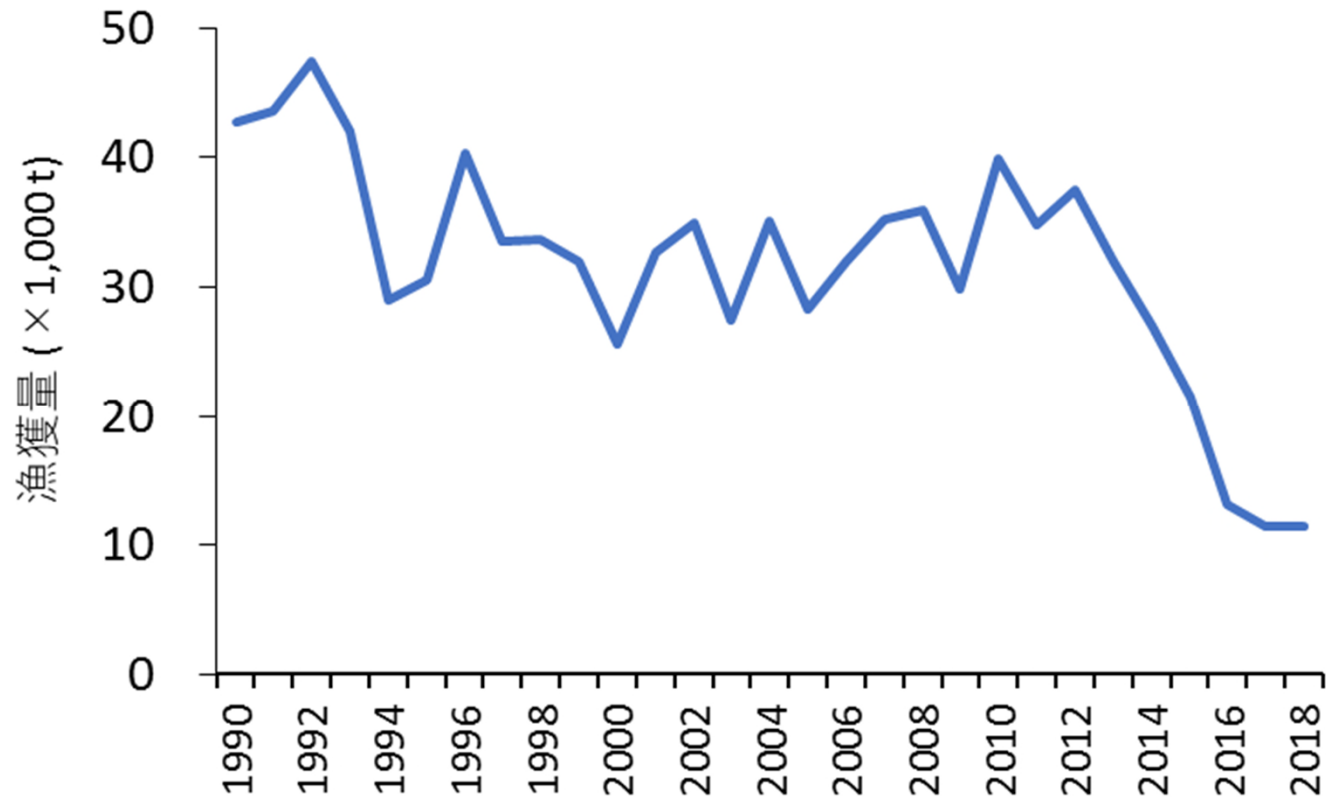
注：自給率 (%) = (国内生産量 ÷ 国内消費仕向量) × 100

国内消費仕向量 = 国内生産量 + 輸入量 - 輸出量 ± 在庫増減量

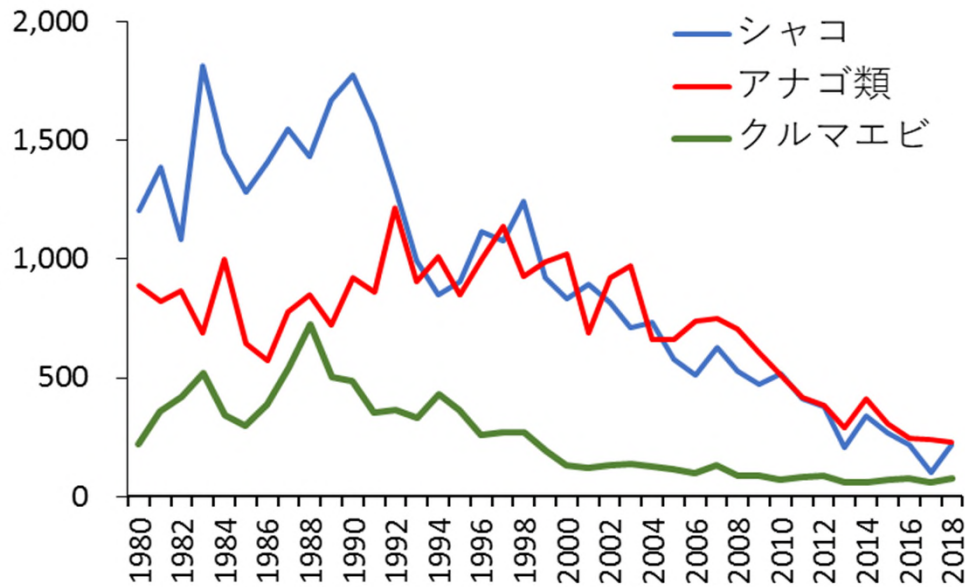
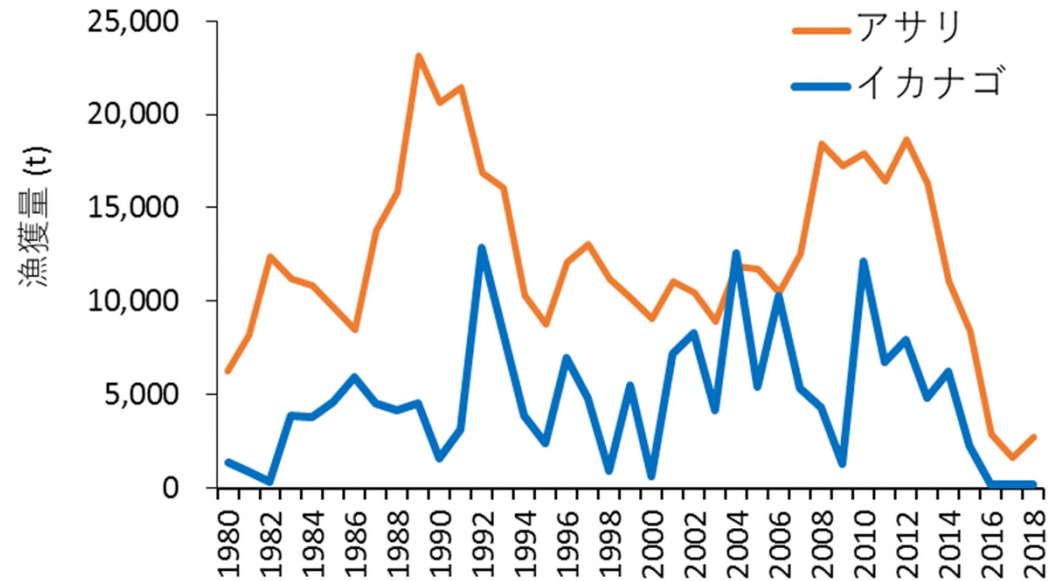
愛知県の漁獲量の推移

生活史が内湾と関係のある魚種

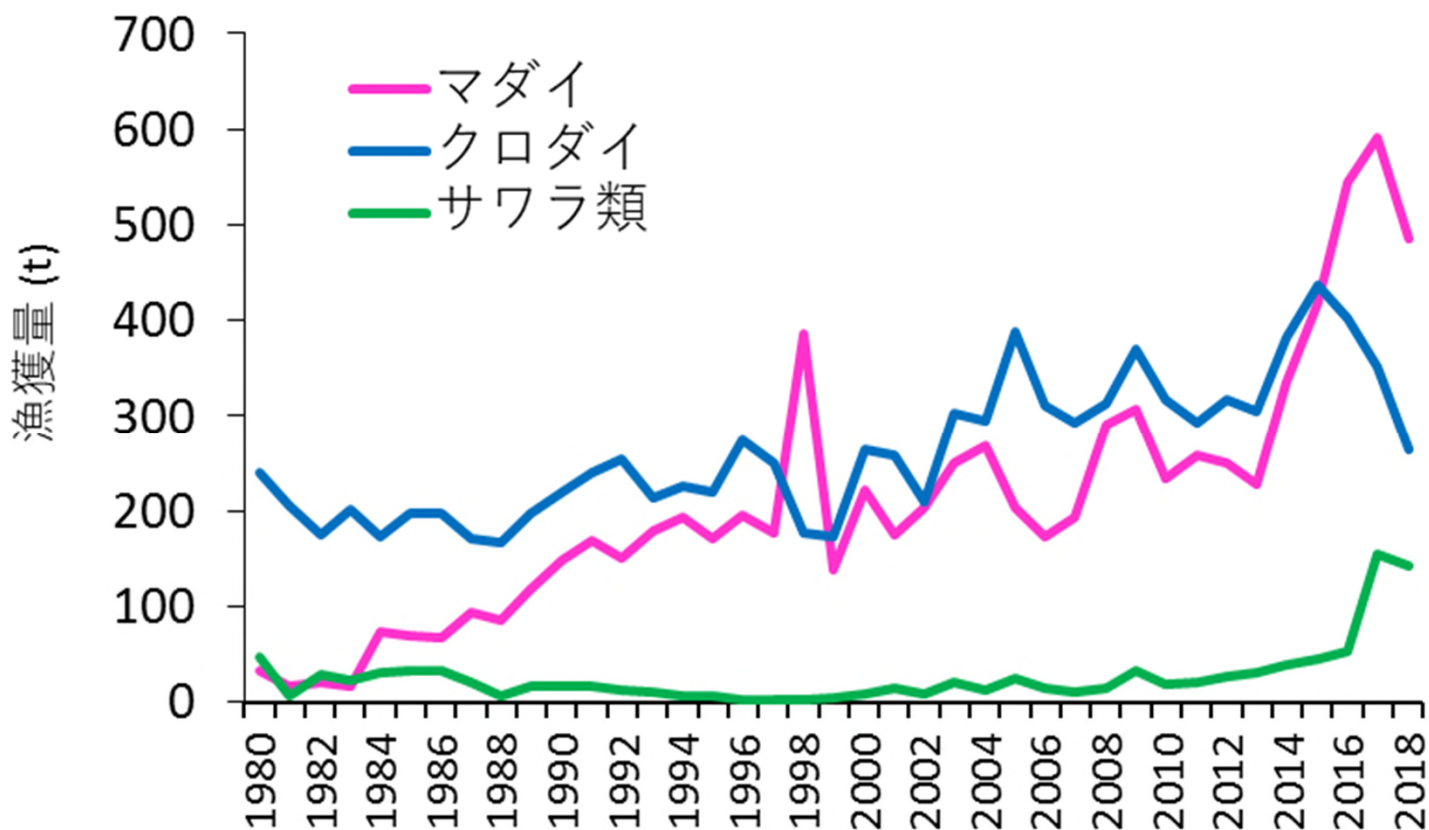
(来遊性が強く、資源変動の大きいイワシ類、アジ類、サバ類を除く)



減少している魚種

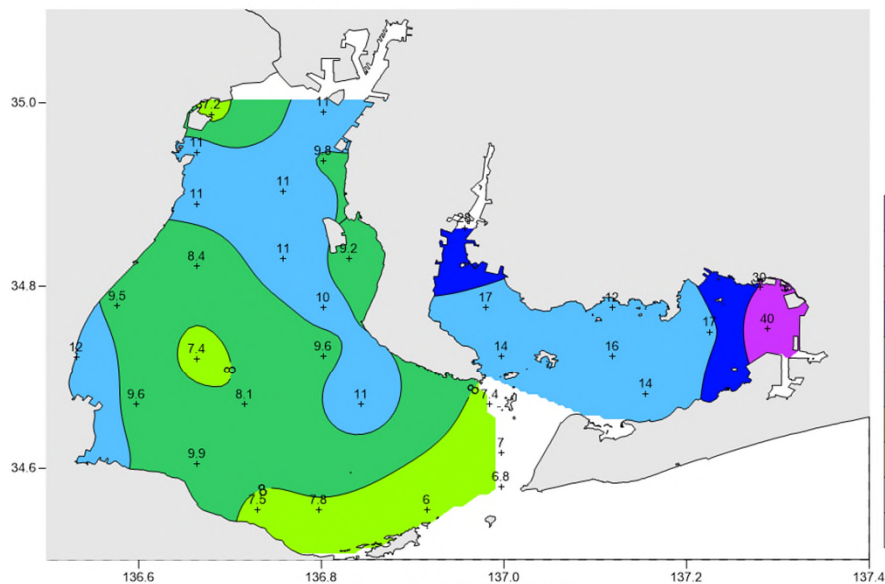


増加傾向にある魚種

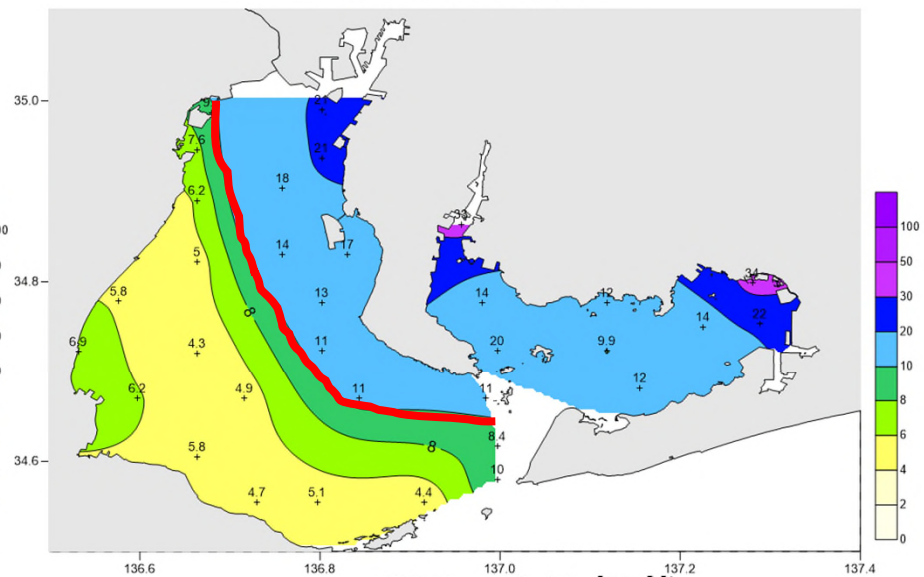


クロロフィルa濃度の水平分布

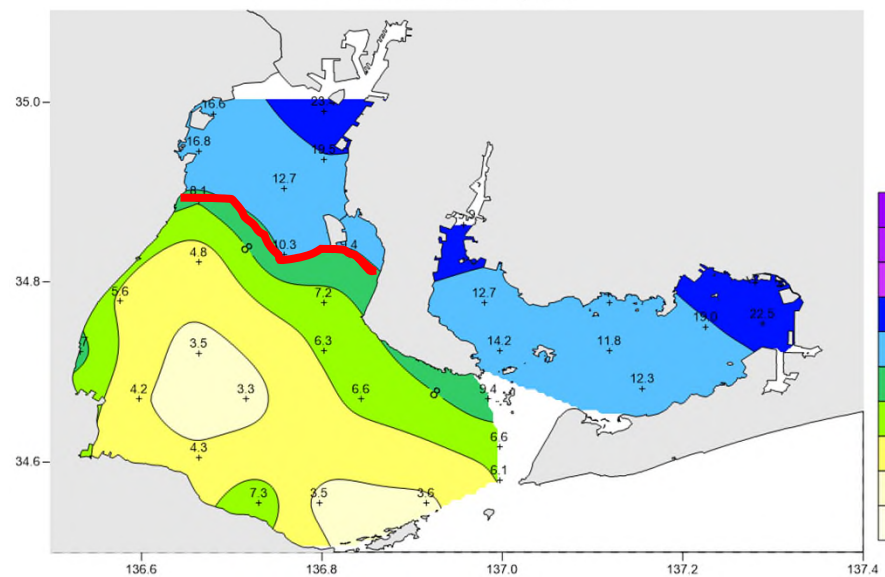
CHL 1980年代



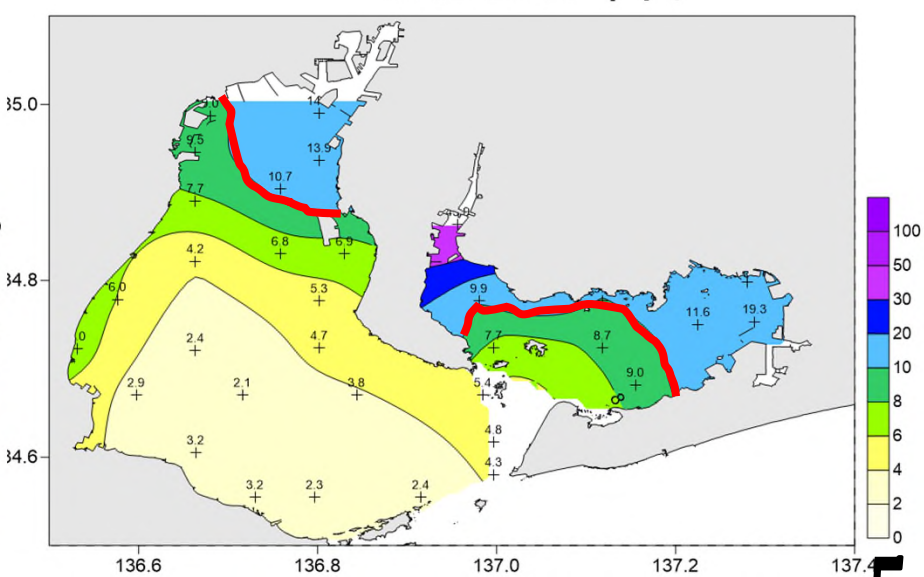
CHL 1990年代



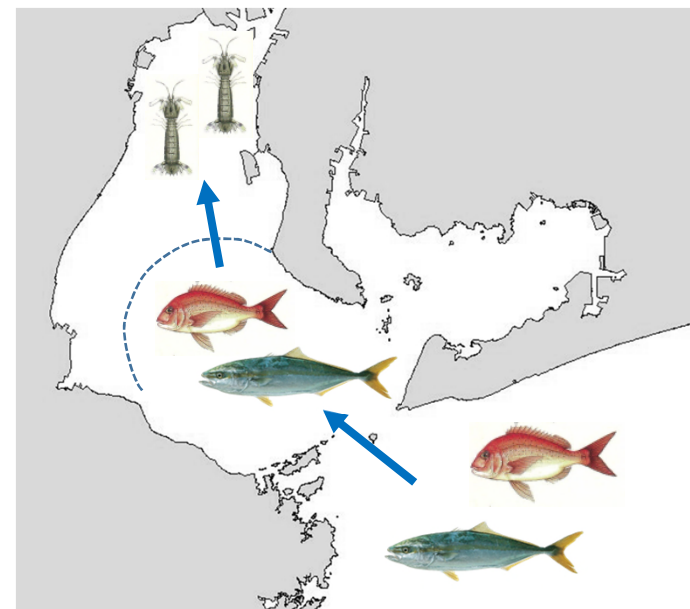
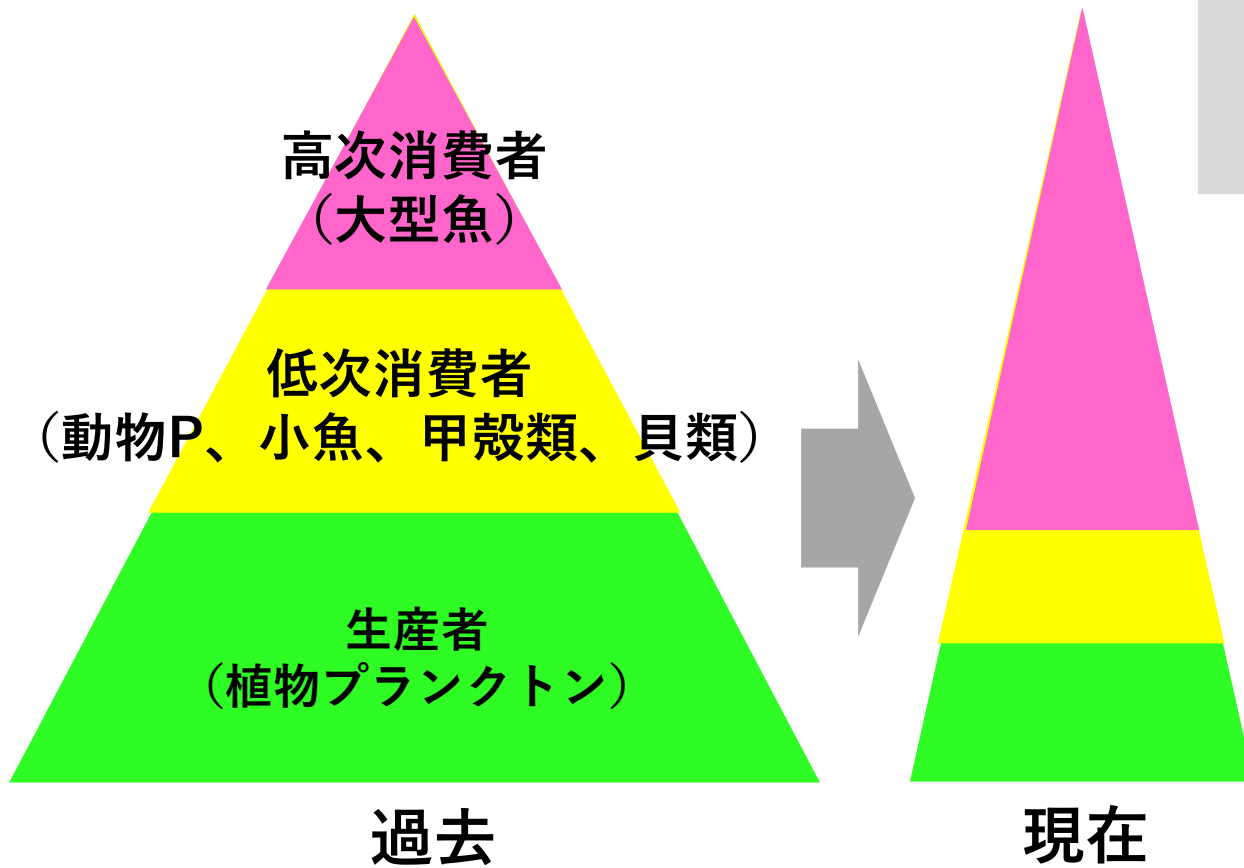
CHL 2000年代



CHL 2010年代



伊勢湾の生態系構造の変化



大型、遊泳性魚類の増加

捕食圧

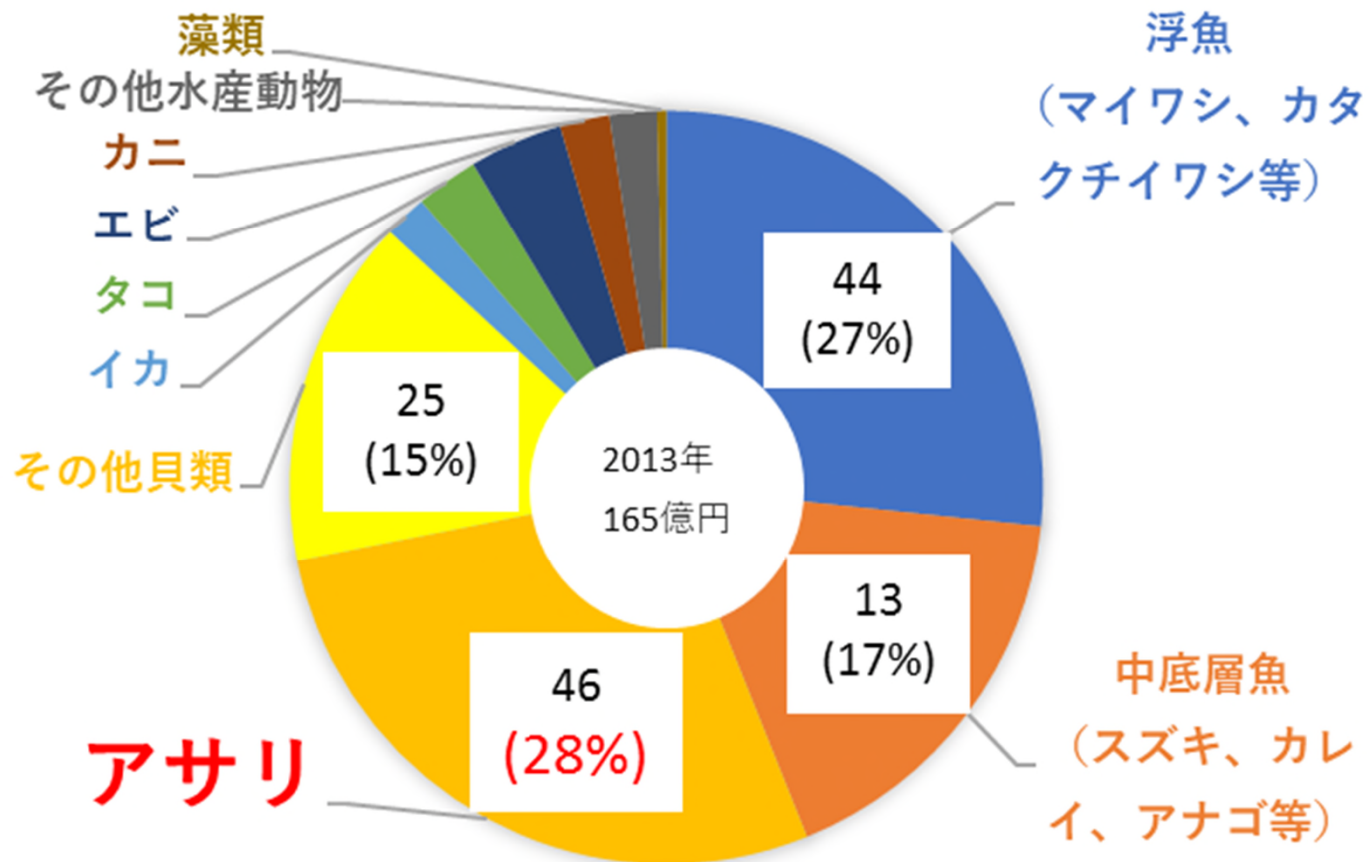
アサリ、イカナゴ、
シャコ、マアナゴ、
クルマエビの減少

餌減少

生産者の減少

愛知県魚種別海面漁業生産額（億円）

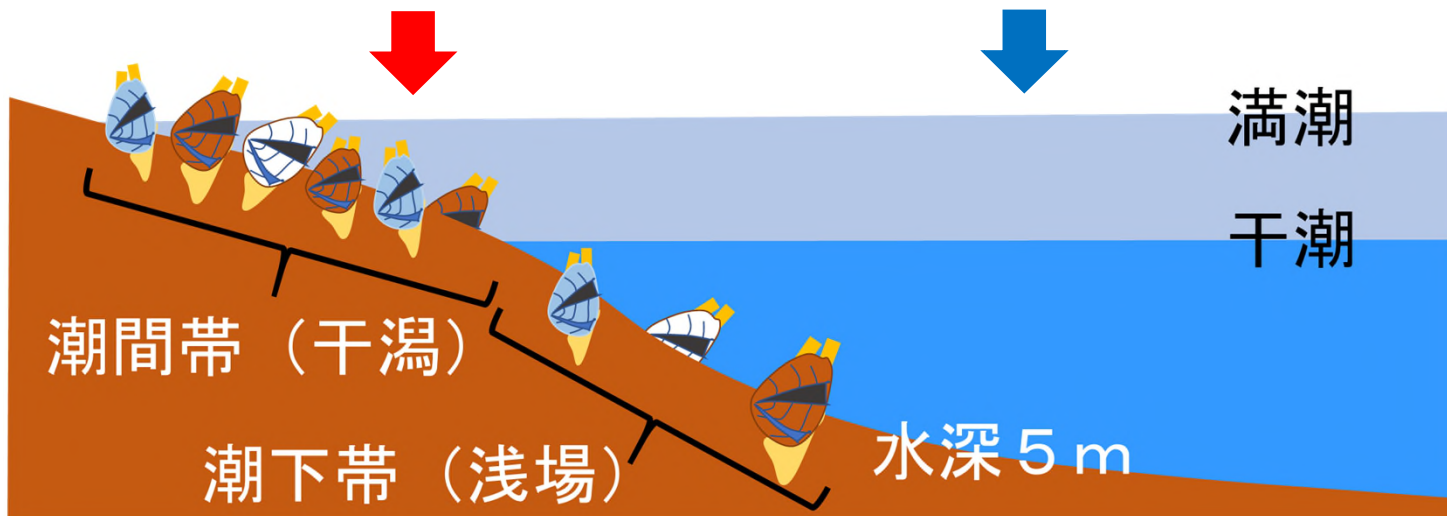
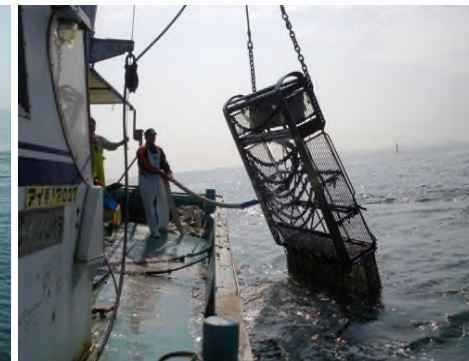
アサリは、生産額の3割を占める主力の魚種。



アサリ漁業

腰まんが漁

水流噴射式桁網（通称：ポンプ網）漁



アサリ漁獲量の推移

- ・ 愛知県のアサリ漁獲量は、2013年の16,000t（46億円）から、2017年の1,600t（5億円）に減少。
- ・ 西三河地区で県内の8割を漁獲。



アサリを増やすための施策・活動

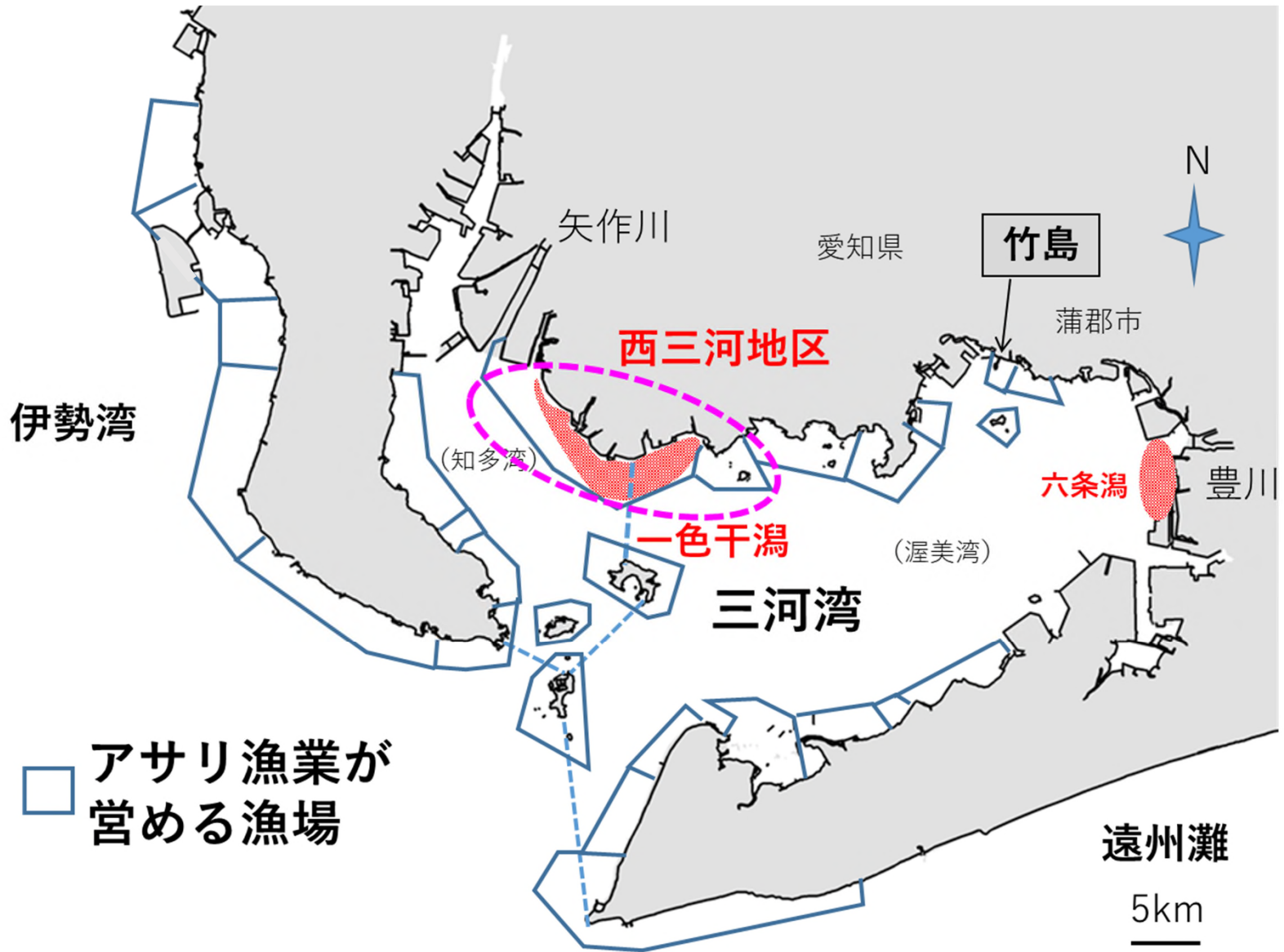
干潟・浅場造成
(川砂の投入)



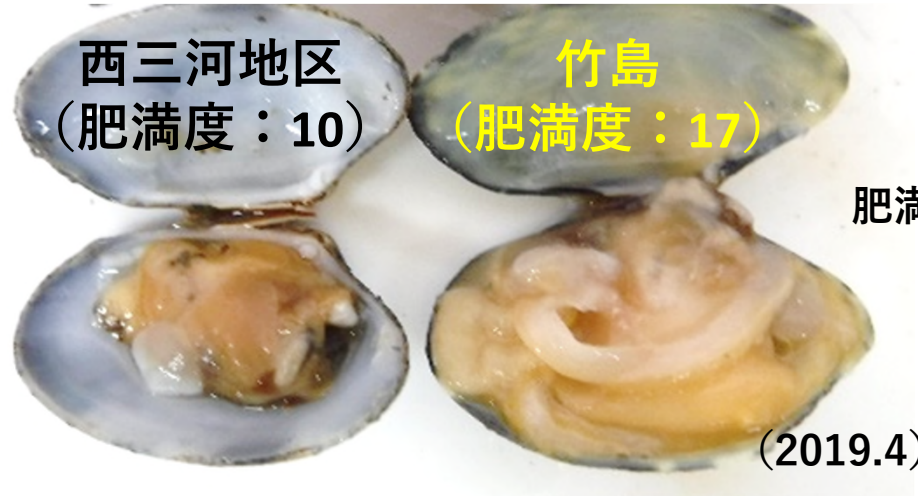
アサリ稚貝の移植放流
(六条潟での採捕状況)



アサリ漁場

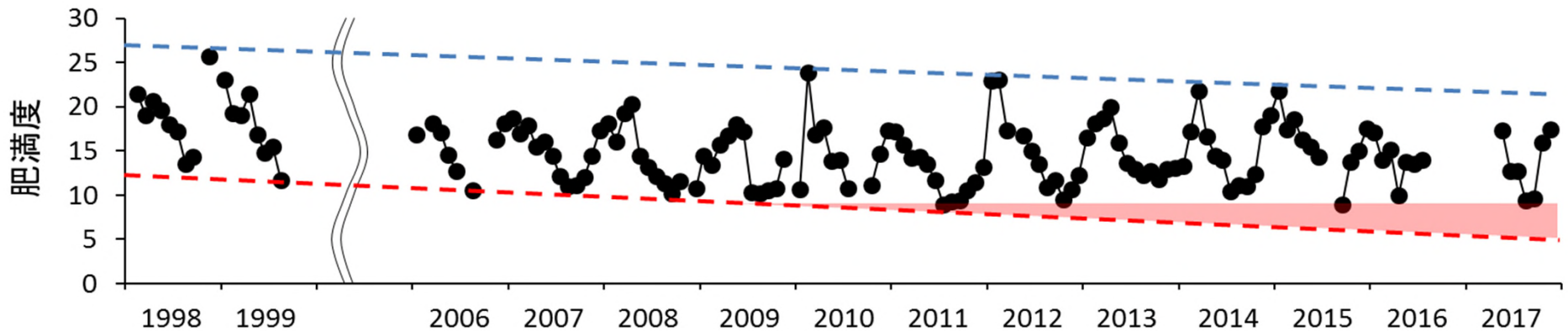


アサリの肥満度



$$\text{肥満度} = \frac{\text{軟体部湿重量(g)} \times 10^5}{\text{殻長(mm)} \times \text{殻高(mm)} \times \text{殻幅(mm)}}$$

西三河地区の肥満度の推移



アサリの潜砂実験 (2022.12)

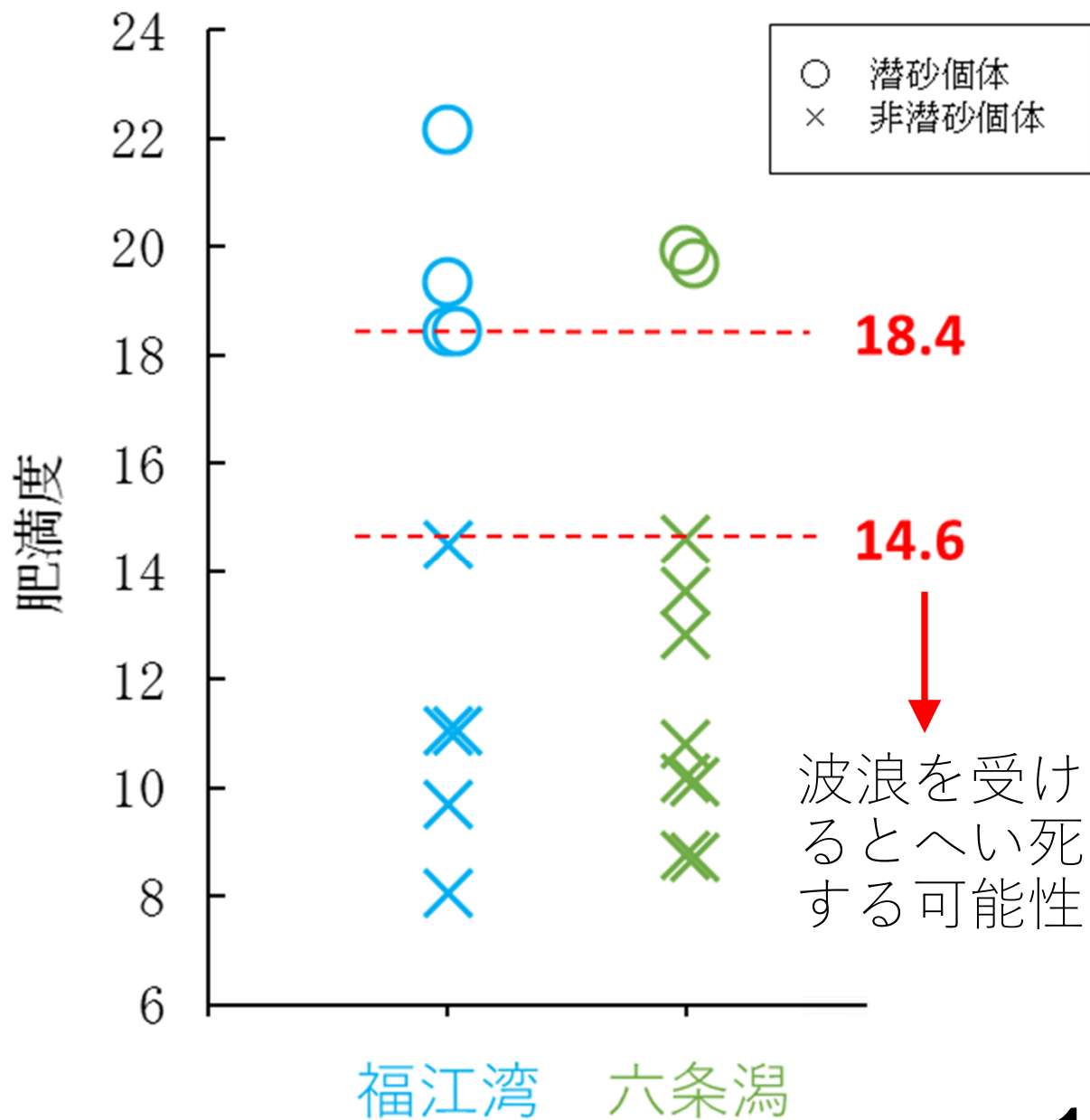
福江湾

六条潟



アサリの潜砂実験

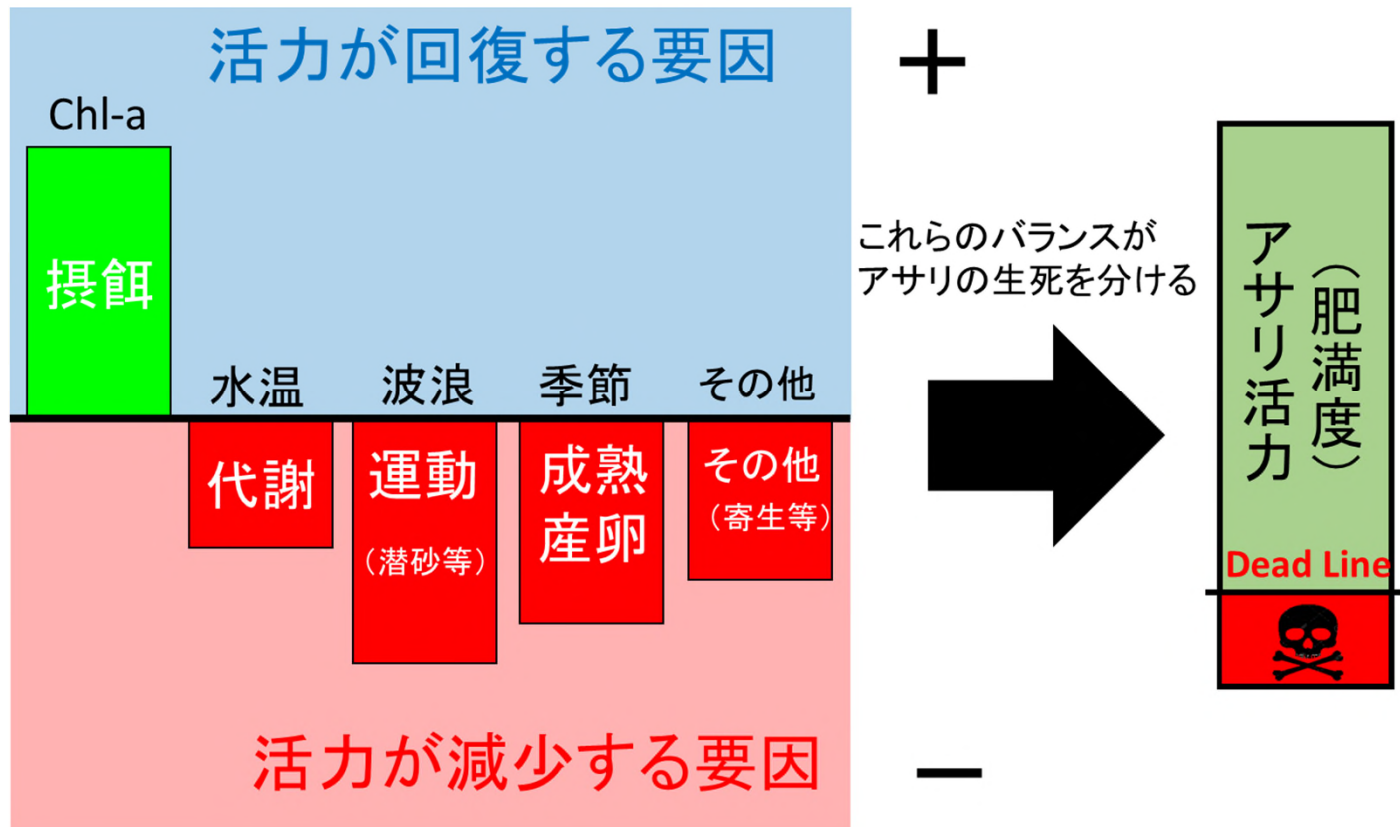
2022年12月
産卵後の
アサリを使用
18°C馴致
120分観察



アサリ資源の減少要因

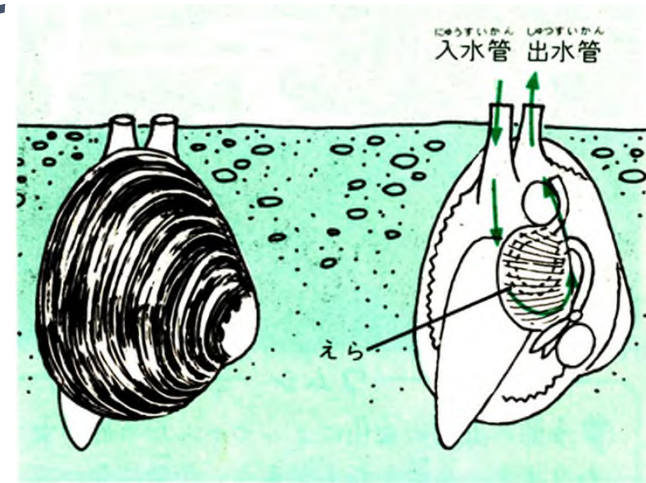
直接的な減耗要因

干潟・浅場の消失、苦潮、貧酸素水塊、高水温、波浪による洗堀、食害（魚類、甲殻類、貝類、鳥類等）、有害プランクトン、浮泥の堆積等



アサリの摂餌

- えらで植物プランクトンをこして食べる。
- アサリ1個が、1時間で1ℓの水をろ過する。



植物プランクトン

30分

2時間

3.5時間

5時間

6時間

アサリなし

アサリ成長モデル (Solidoro *et al*, 2000) (芝ら, 2020)

・ 餌料環境の変化に伴うアサリの成長過程を表現するモデル

・ アサリ軟体部乾重量の時間変化 = $A - B - C$

A : 餌料摂食による同化、 **B** : 呼吸による異化

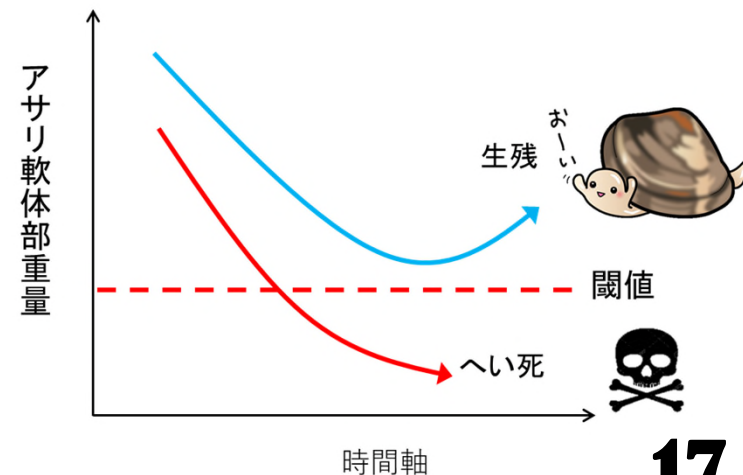
C : 生殖腺へのエネルギー配分の速度項からなる。

・ アサリが飽食状態になると、最大成長速度以上は成長しない。

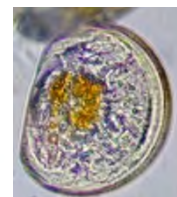
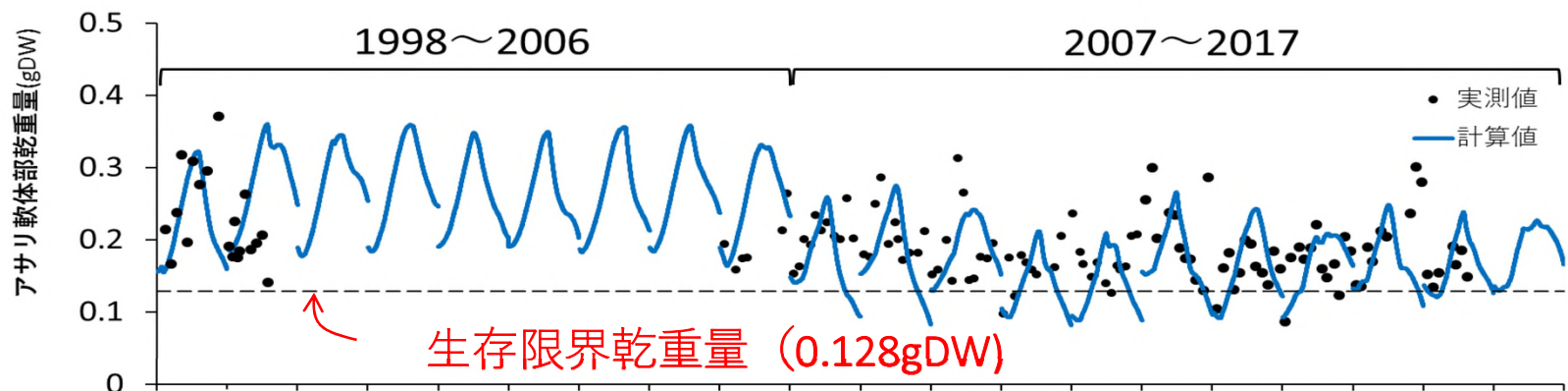
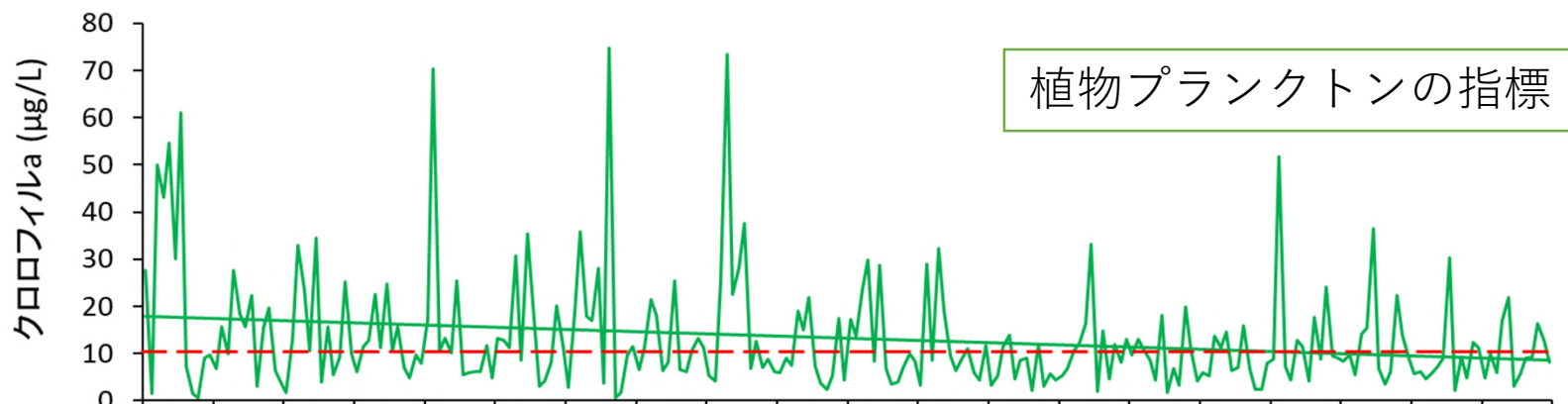
・ 餌料不足になると成長が抑制される。

・ 水温により、成長と呼吸が制限を受ける。

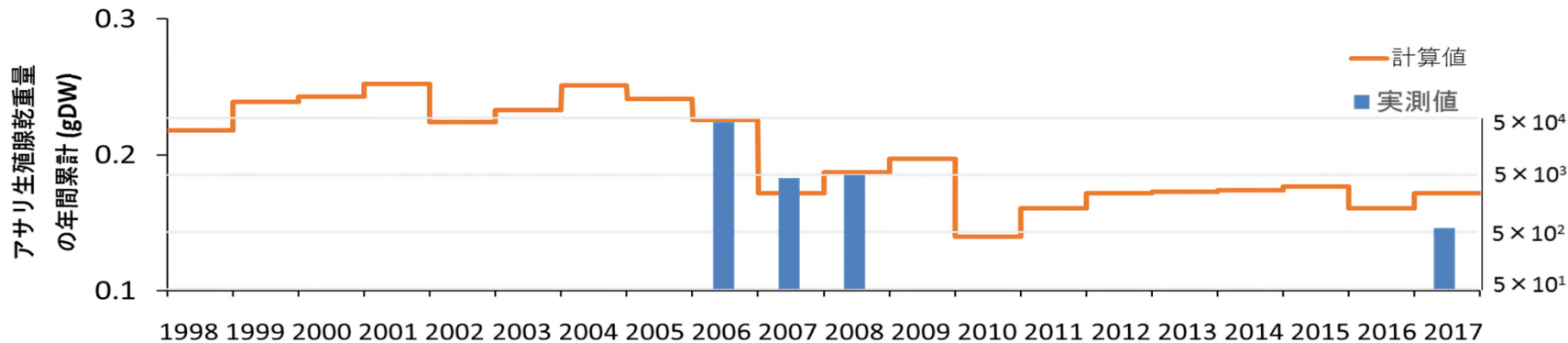
・ 現場データから、10.5を生存に必要な肥満度と設定。



西三河地区のアサリの軟体部重量及び生殖腺重量の推移



D状幼生 (0.1mm)



矢作川河口域(st.7)D状幼
最大発生密度(個体/m³)

アサリの生活史



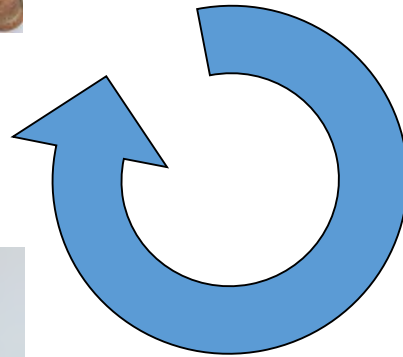
成 貝

1年半で3cm

産 卵
春・秋

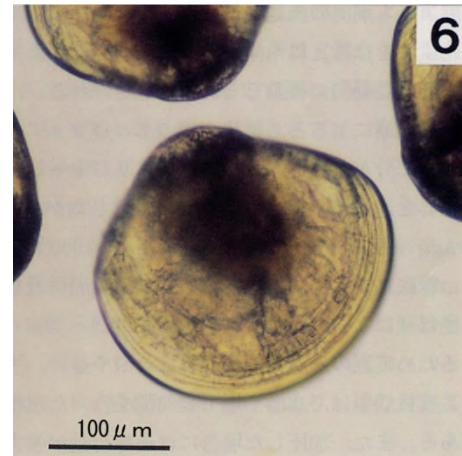
海中に浮いている
(プランクトン)

2~3週間
0.1~0.2mm



稚 貝

半年で1cm



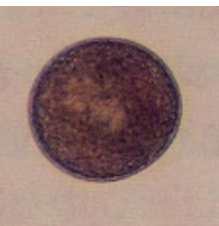
着底稚貝

0.2mm~

アサリの成長

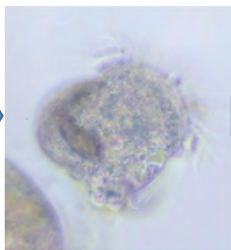
浮遊している期間

着底

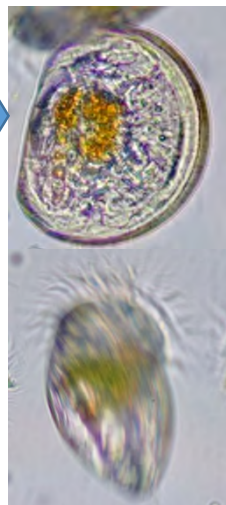


0.1mm

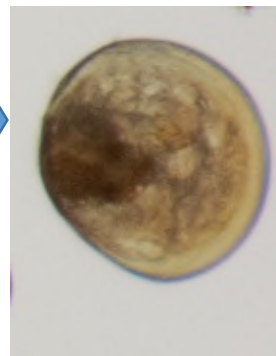
受精卵



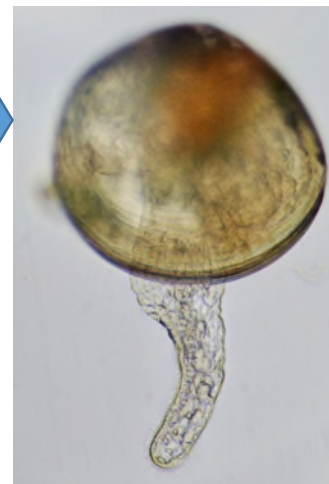
トロコフォア幼生



D状期



アンボ期

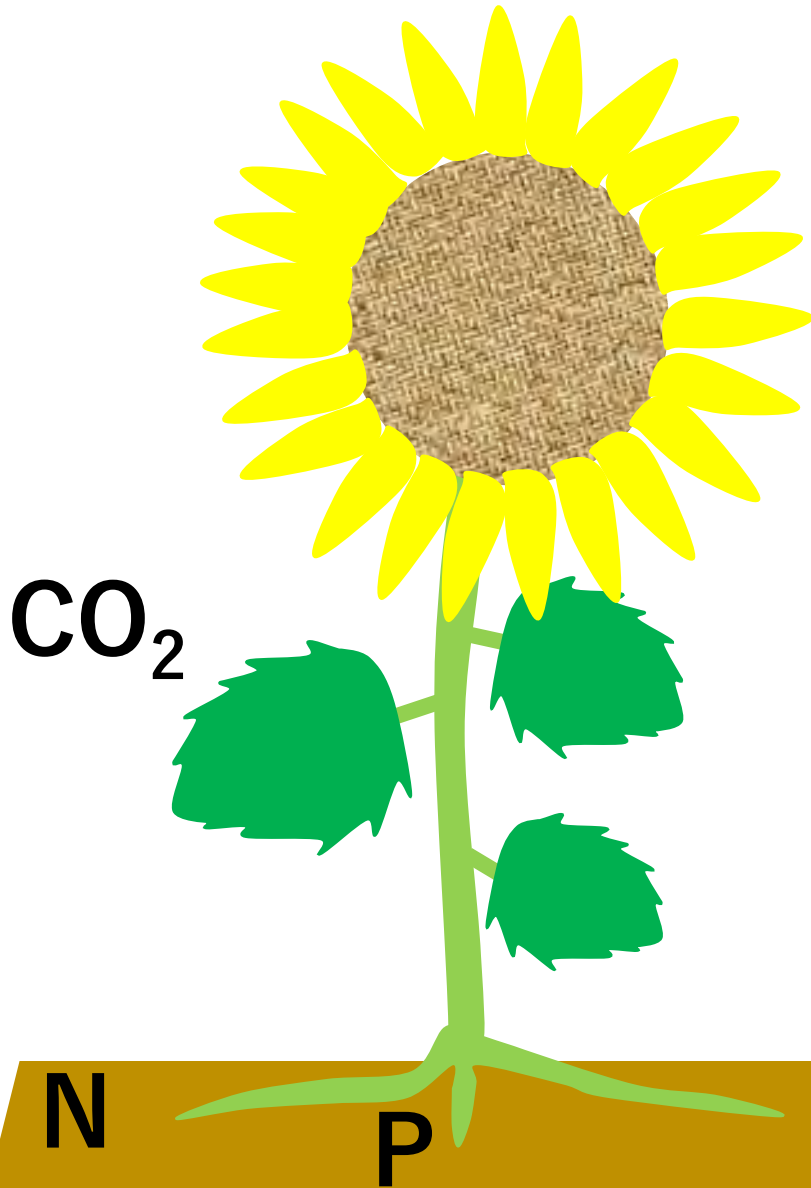


稚貝

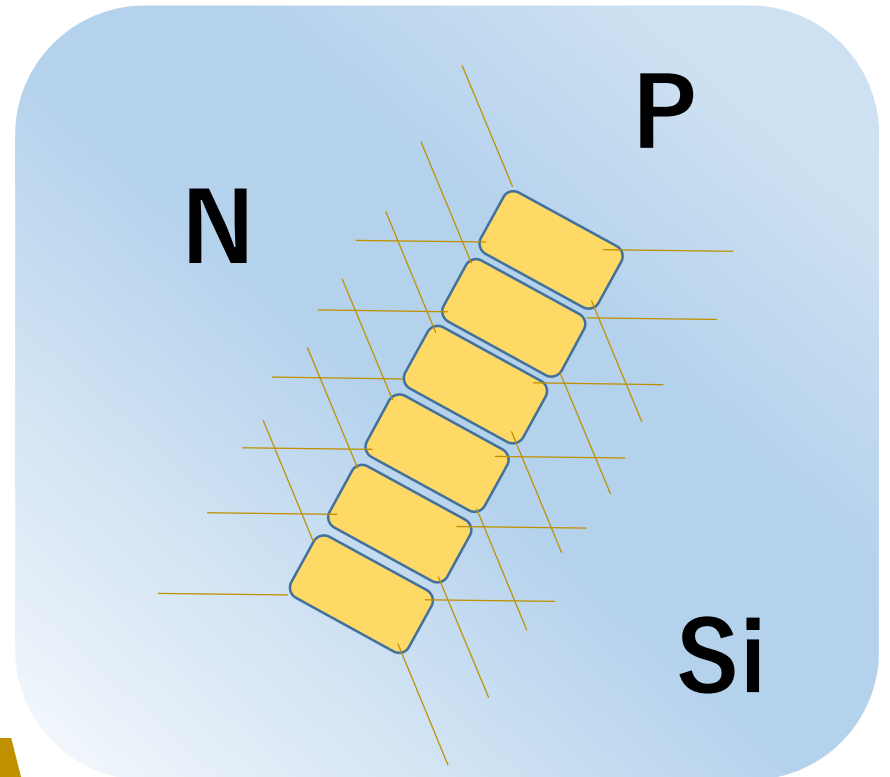


フルグロン期

植物は肥料の3要素（窒素、リン、カリウム）が必要

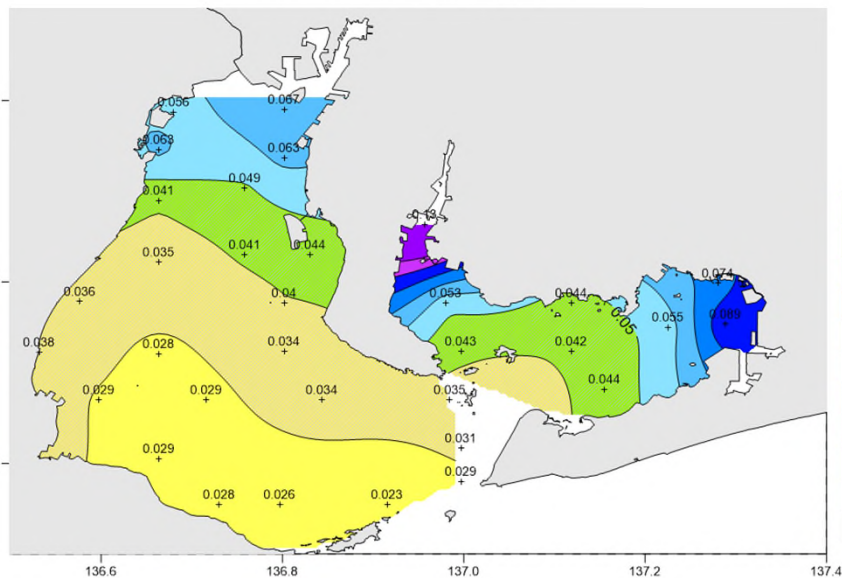


植物プランクトン（珪藻類）は、窒素、リン、ケイ素が必要

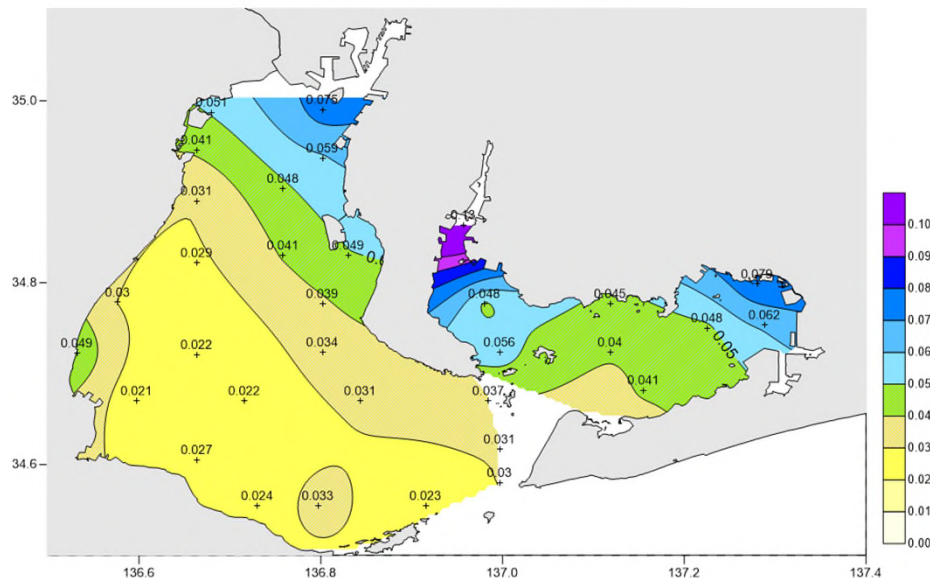


リン濃度の水平分布

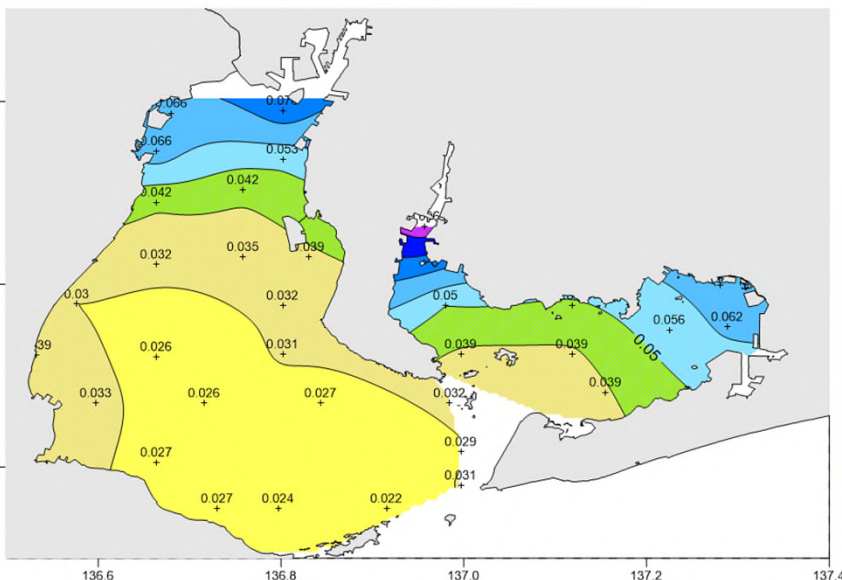
T-P 1980年代



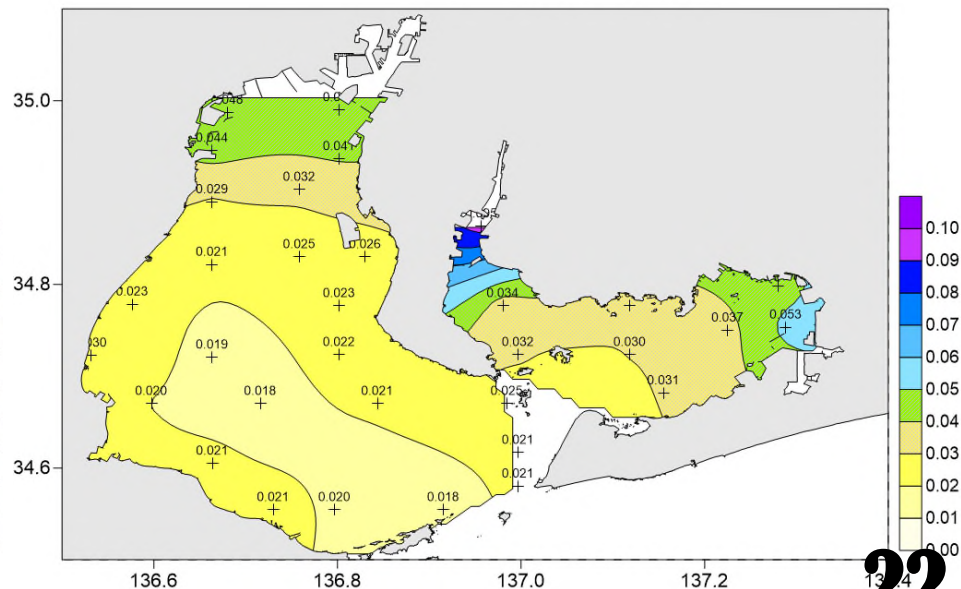
T-P 1990年代



T-P 2000年代

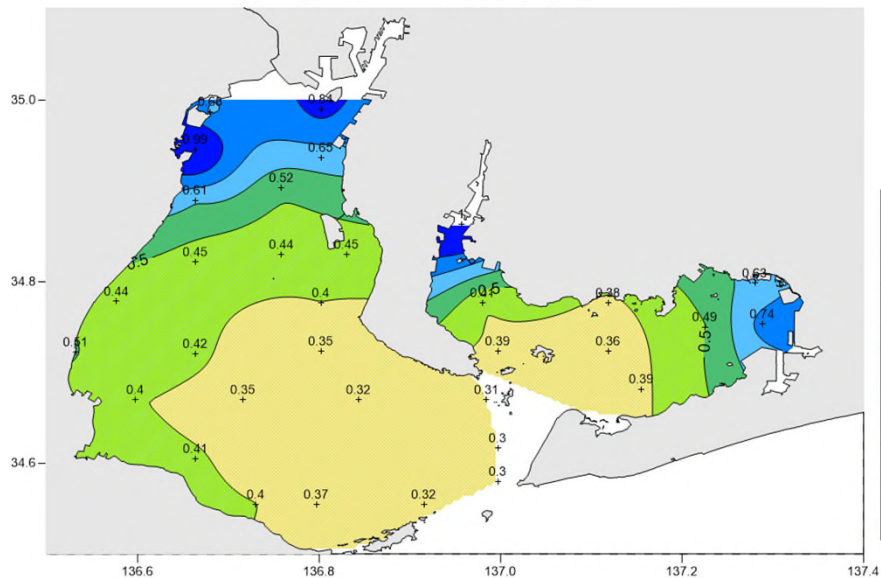


T-P 2010年代

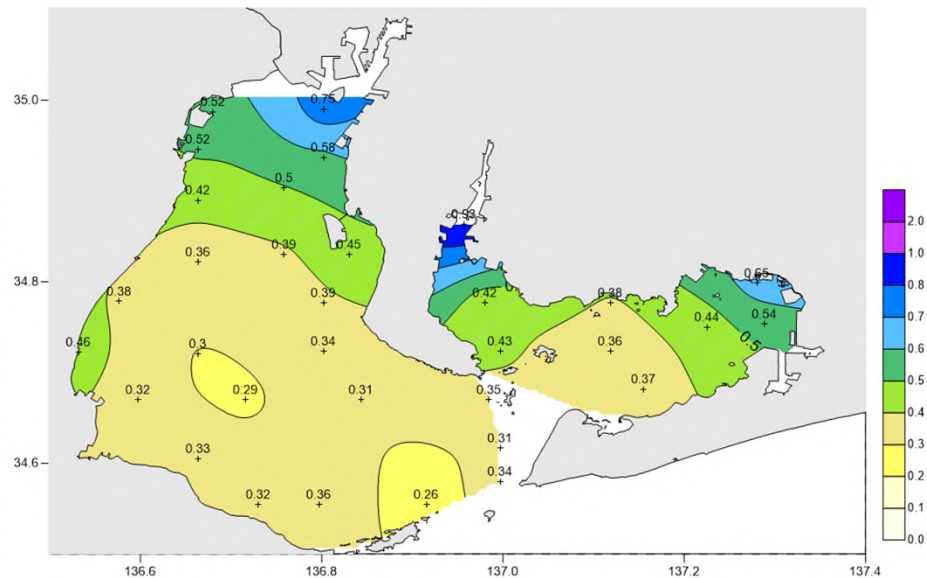


窒素濃度の水平分布

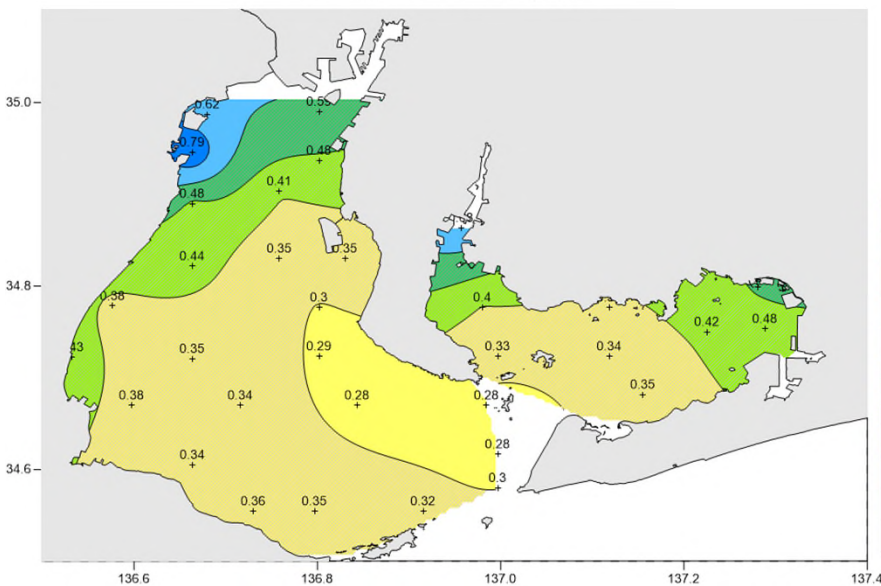
T-N 1980年代



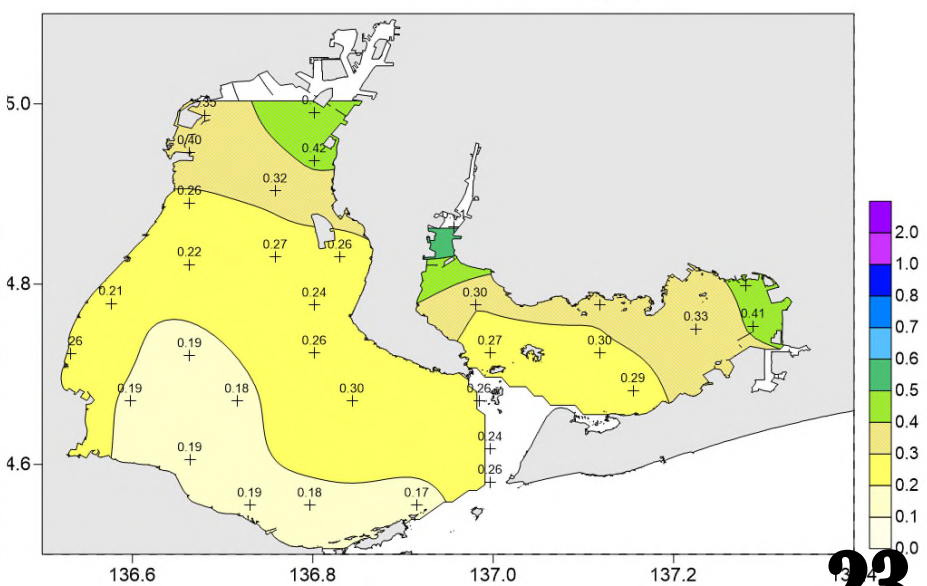
T-N 1990年代



T-N 2000年代



T-N 2010年代

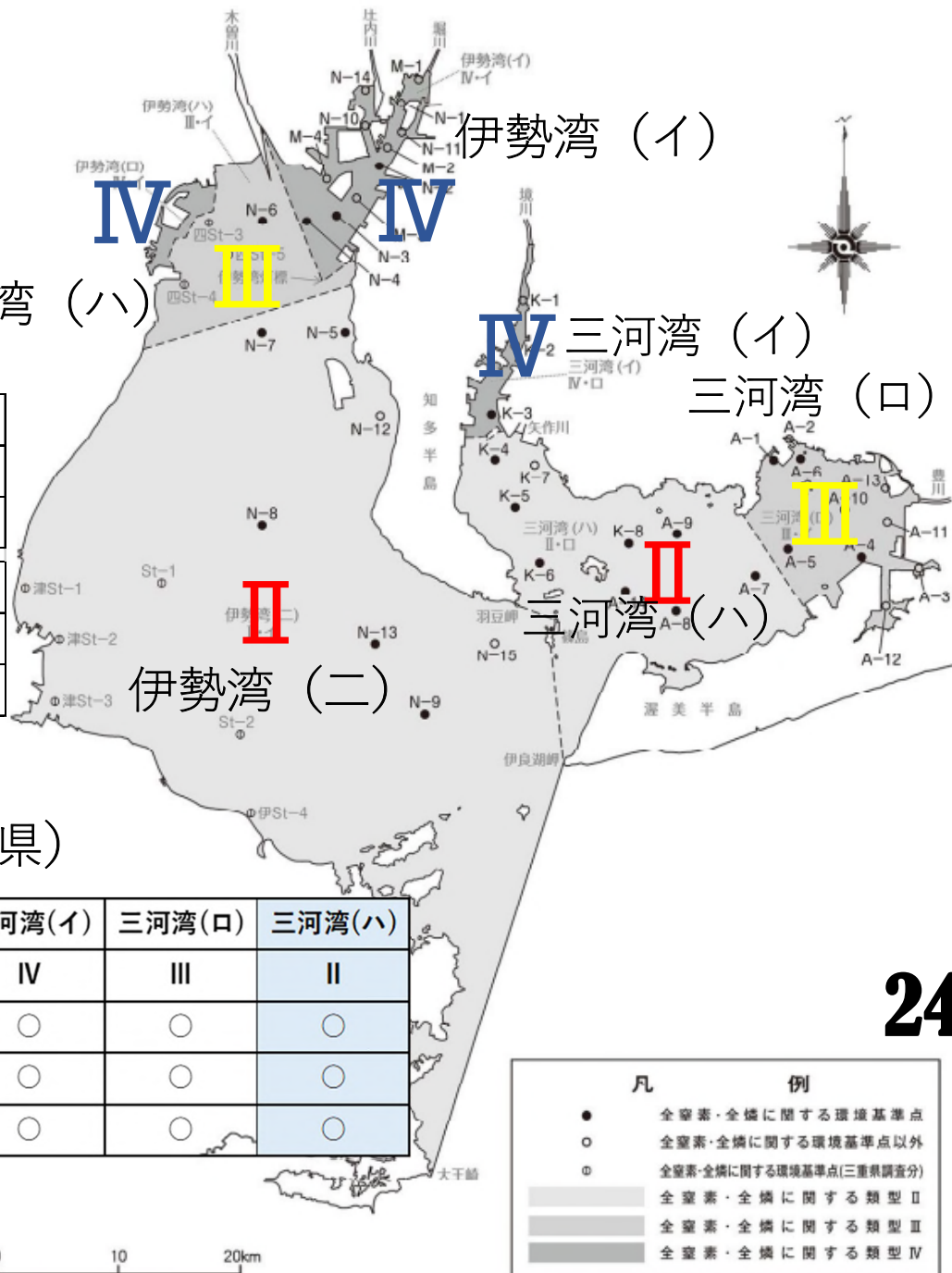


環境基準の類型と達成状況

環境基準	II 類型	III 類型	IV 類型
全窒素	$X \leq 300$	$X \leq 600$	$X \leq 1,000$
全リン	$X \leq 30$	$X \leq 50$	$X \leq 90$
水産用水基準	1種	2種	3種
全窒素	$X \leq 300$	$300 < X \leq 600$	$600 < X \leq 1,000$
全リン	$X \leq 30$	$30 < X \leq 50$	$50 < X \leq 90$

伊勢湾 (ハ)

($\mu\text{g/L}$)



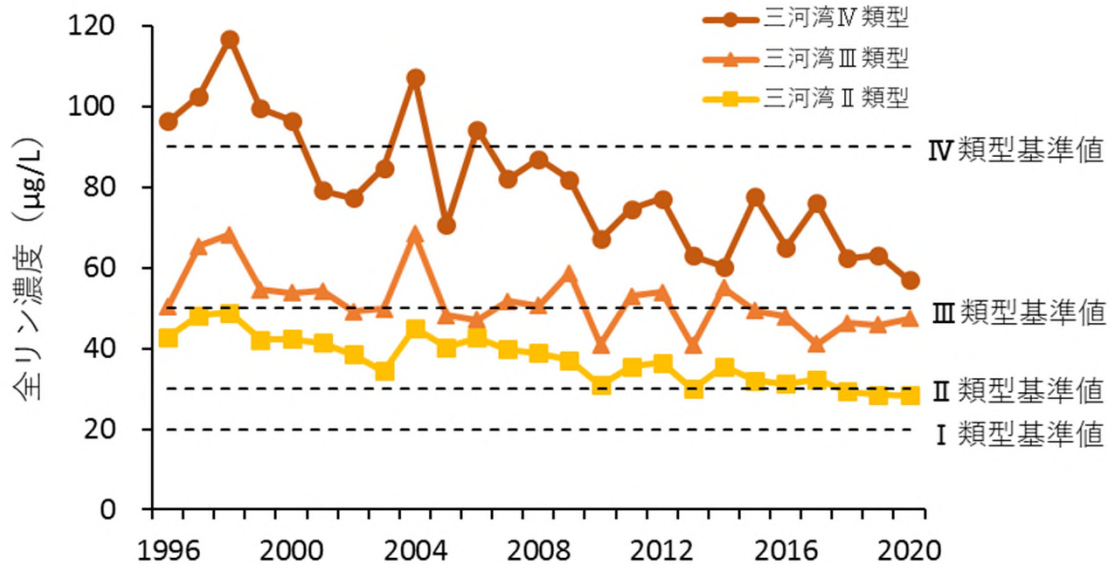
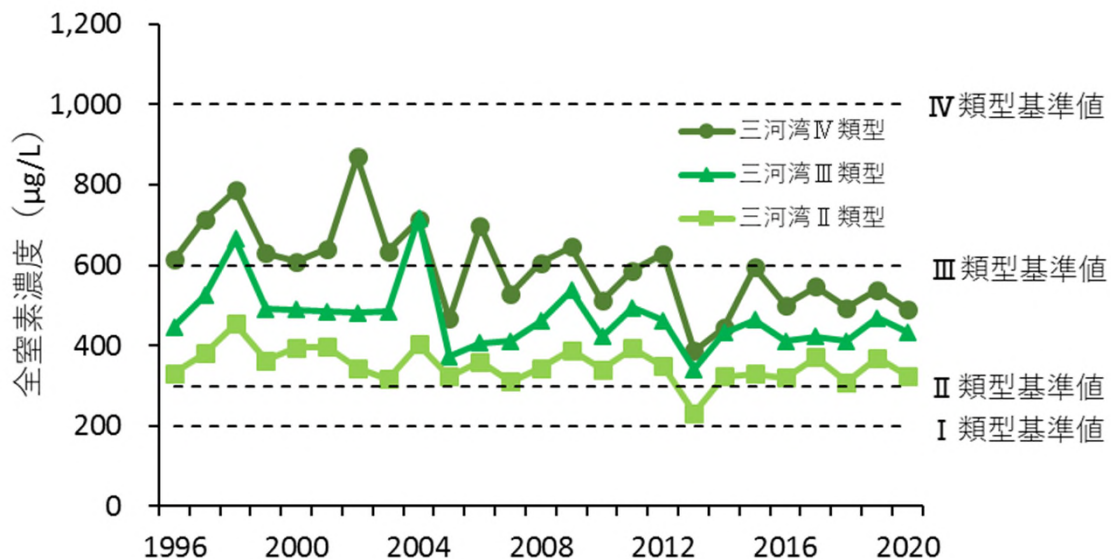
全リンの環境基準達成状況 (愛知県)

全燐	水域名	伊勢湾(イ)	伊勢湾(ハ)	伊勢湾(二)	三河湾(イ)	三河湾(口)	三河湾(ハ)
	類型	IV	III	II	IV	III	II
達成状況	2018	○	○	○	○	○	○
	2019	○	○	○	○	○	○
	2020	○	○	○	○	○	○

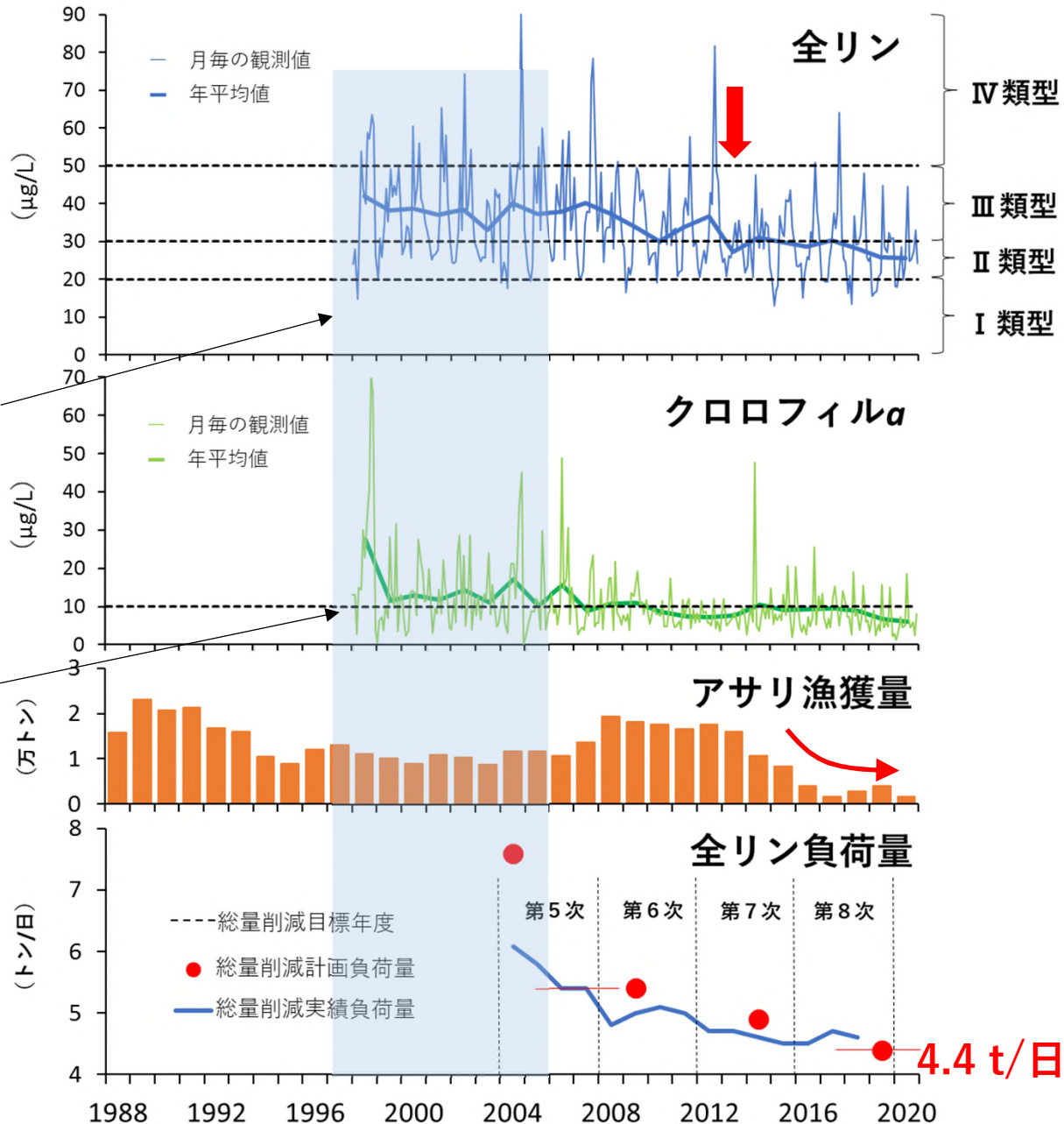
(公共用水域水質調査結果)

0 10 20km

水質の推移（三河湾）



伊勢湾・三河湾 II 類型海域の水質とアサリ漁獲量の推移

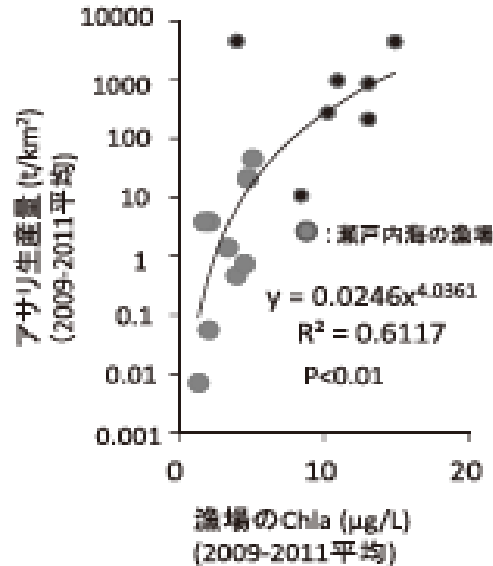


水産用水基準では、アサリはIV類型の生物。

アサリの成育に必要な全リン濃度が観測された年代。

クロロフィルaは10µg/Lを越える濃度が必要。

文献によるアサリ漁獲量に必要な水質の試算

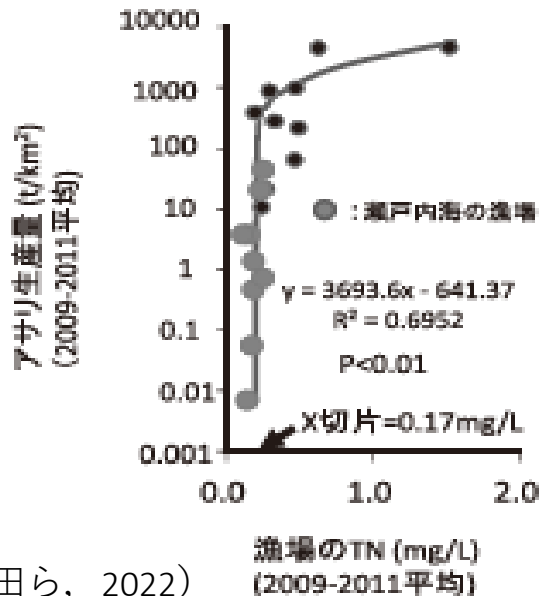


西三河地区共84号(26.5km²)の場合
アサリ漁獲量

15,000 t

アサリ生産量

566 t/km²



必要な水質は、

Chl a 12 µg/L

TN 0.33 mg/L (Ⅲ類型)

TP 0.044 mg/L (Ⅳ類型に近いⅢ類型)

(TN=8.371*TP-0.0404、藤原ら、2020)

第9次総量削減基本方針（2022.3.23）

2019年に対する陸からの負荷の含有目標量（トン/日）

岐阜県

窒素：29 → 29
リン：1.9 → 1.8

三重県

窒素：21 → 22
リン：1.6 → 1.7

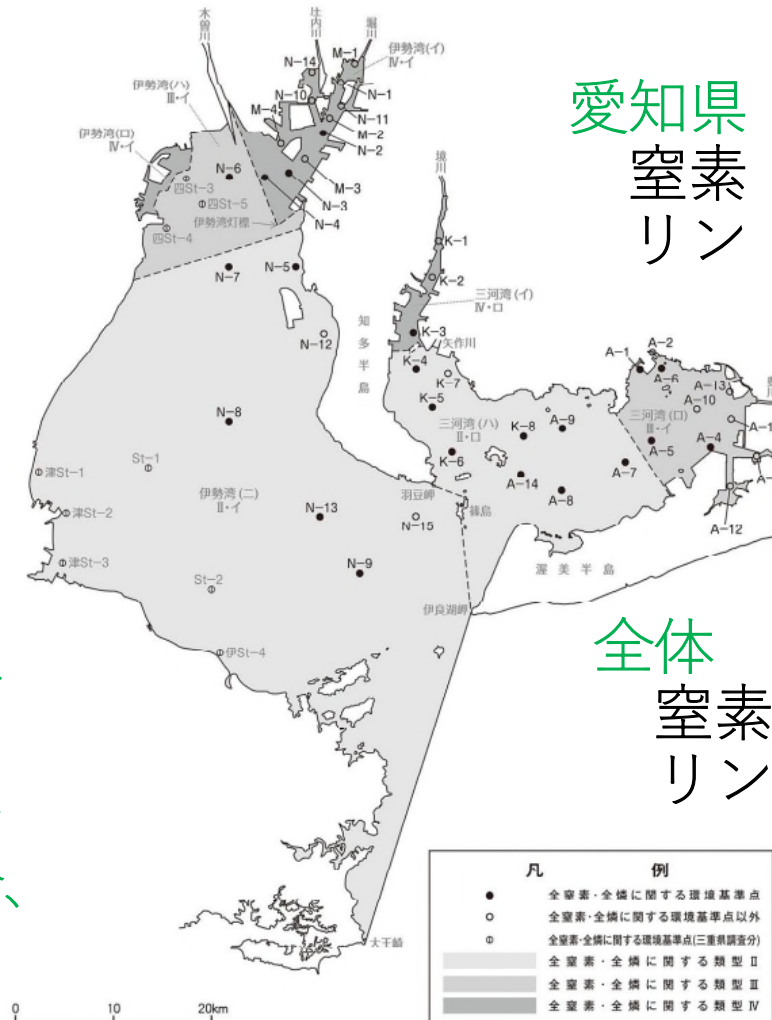
窒素・リンについてはすべての対象海域に対してこれ以上の削減を行わないこと（中央環境審議会、第9次答申、2021）。

愛知県

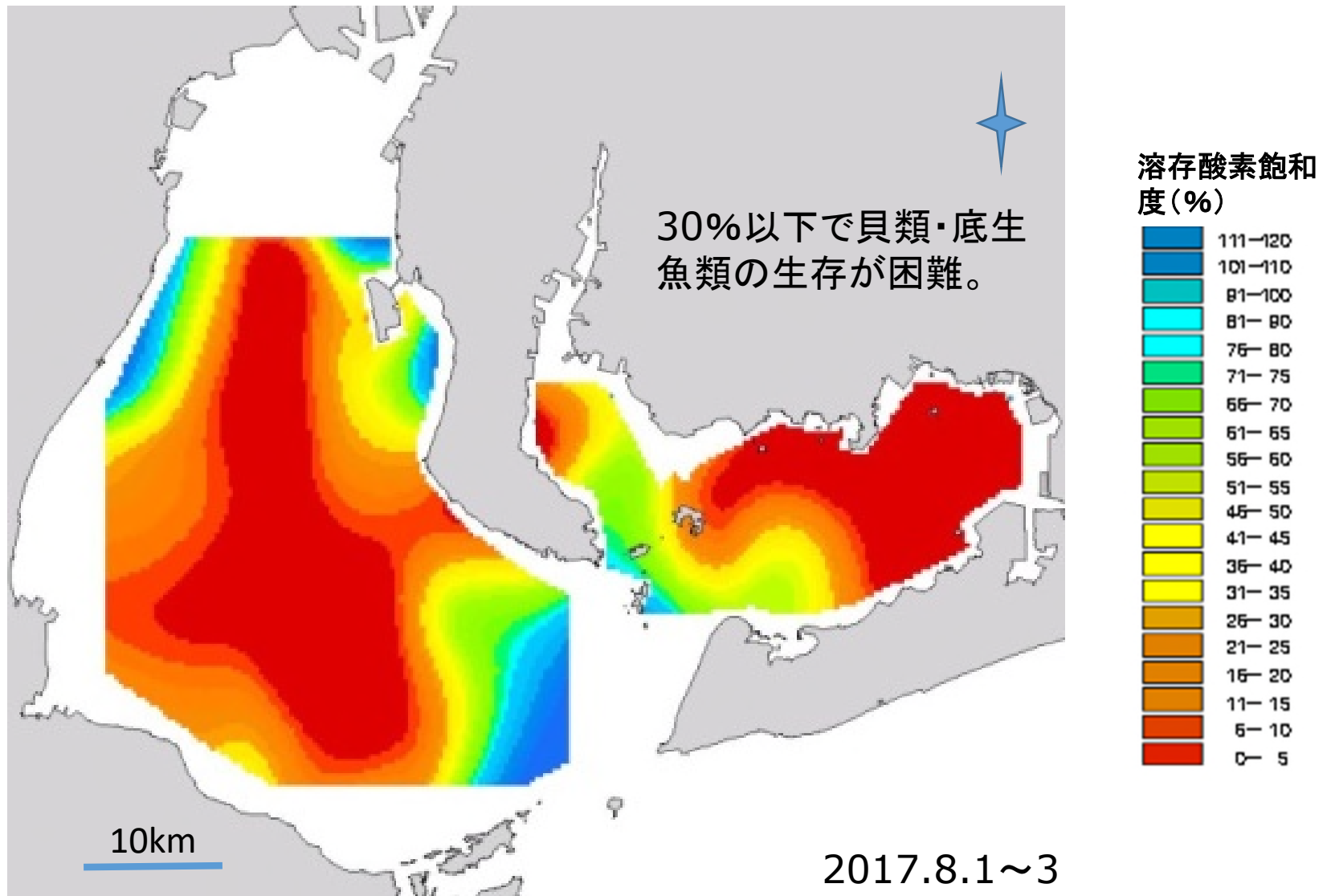
窒素：56 → 55
リン：4.5 → 4.4

全体

窒素：106 → 106
リン：8.0 → 7.9



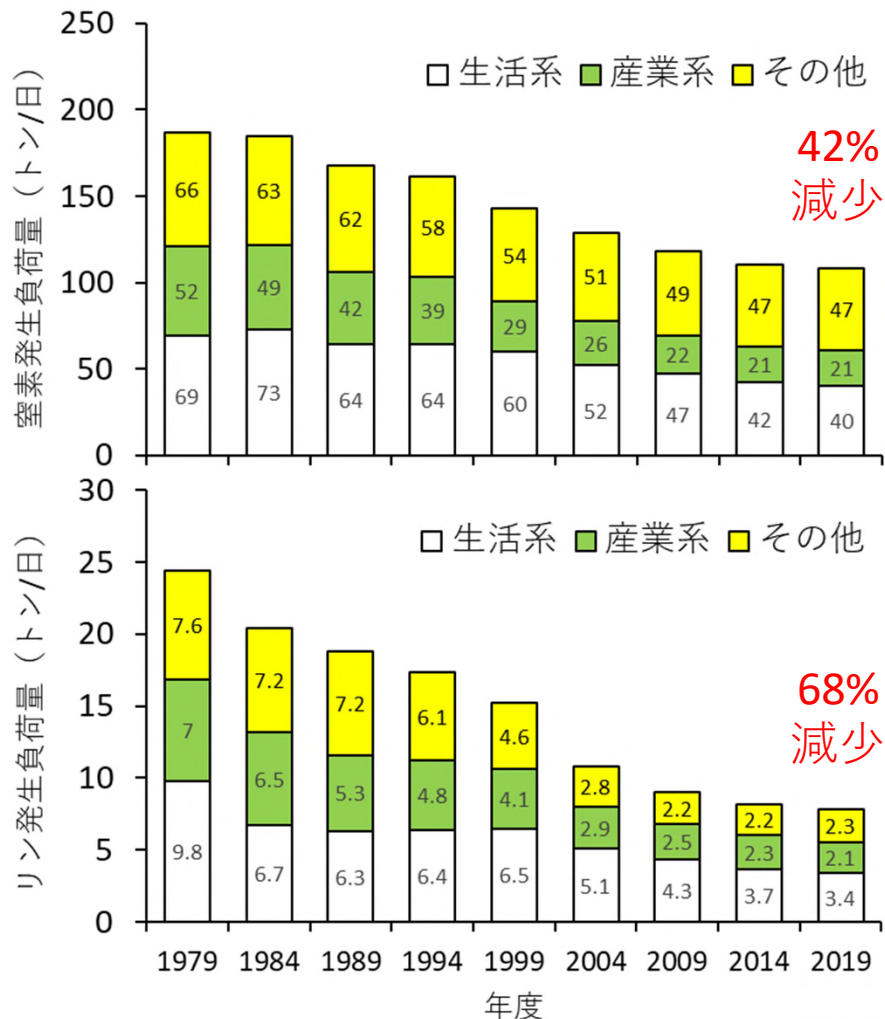
夏季に伊勢湾・三河湾の底層に発生する貧酸素水塊



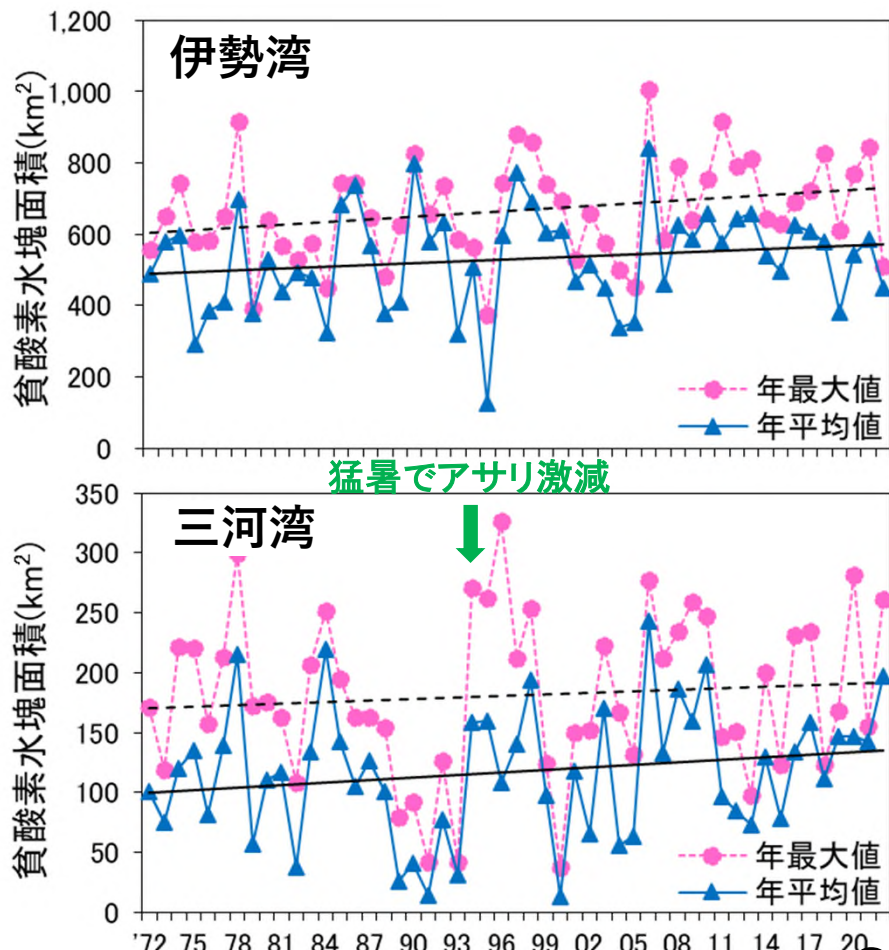
水質変化の背景

*** 流入負荷が減少しても貧酸素化は改善されていない！**
→ 総量削減を緩めると貧酸素化が深刻になるとは言えない。

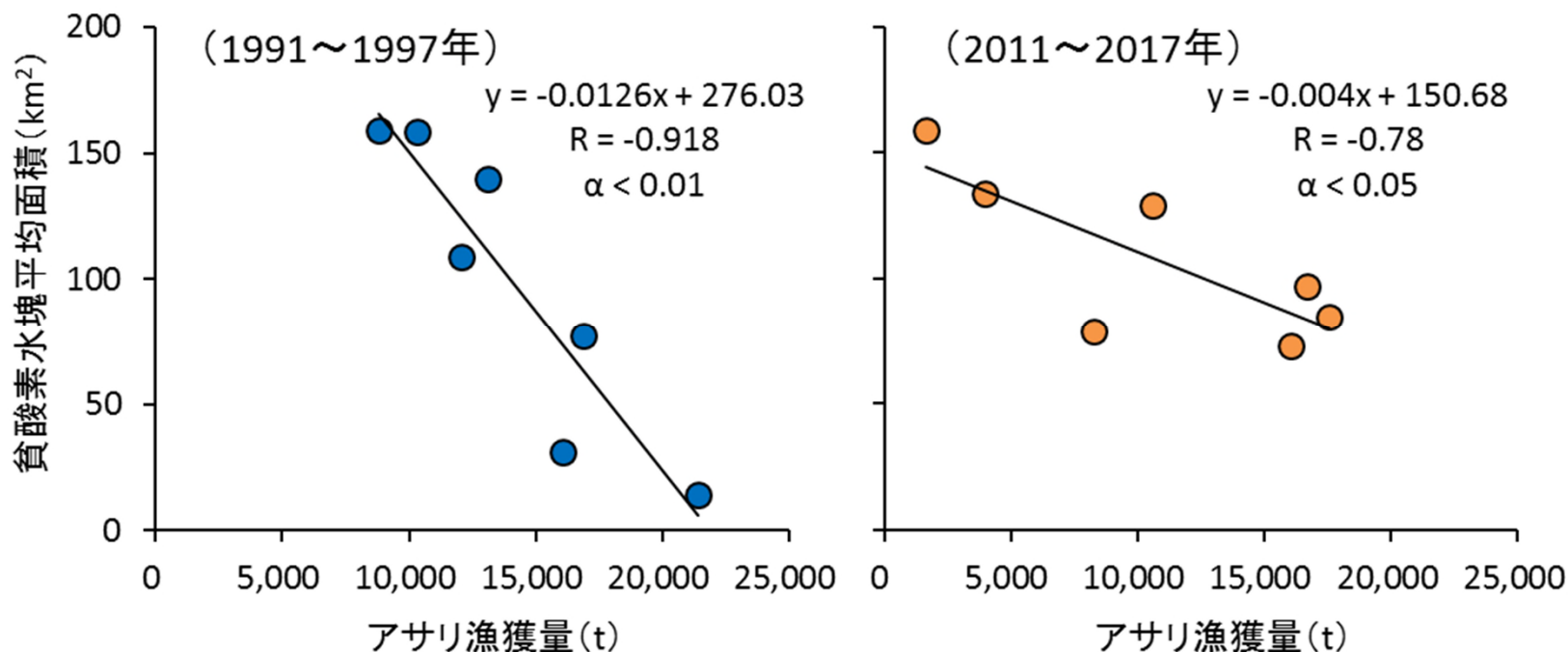
伊勢・三河湾における発生負荷量の推移
 出典：環境省「発生負荷量管理等調査」



伊勢湾および三河湾における貧酸素水塊 (DO飽和度30%以下) 面積の推移



アサリ漁獲量と三河湾の貧酸素水塊面積との関係

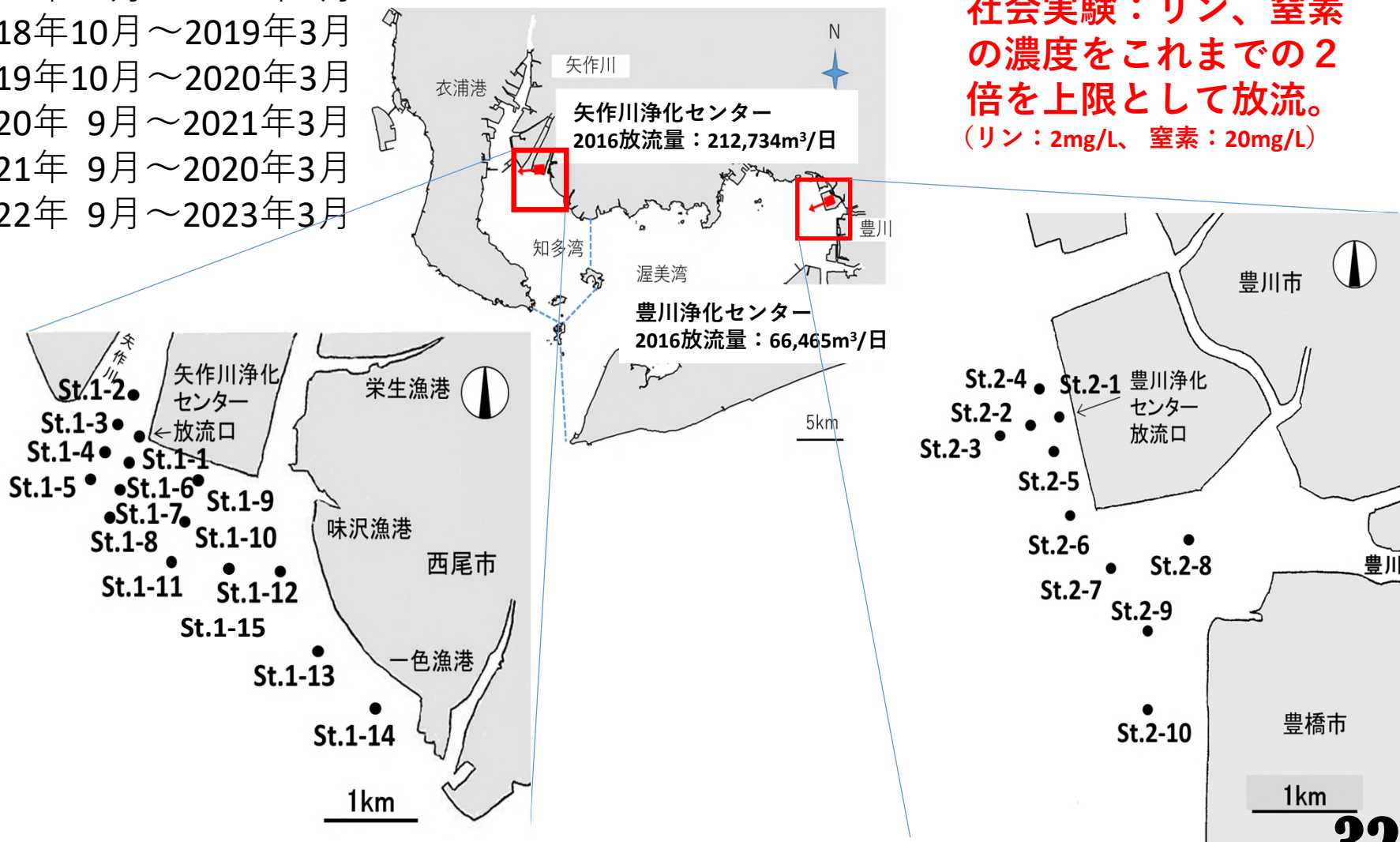


アサリの浄化能力向上 → 赤潮減少 → 貧酸素水塊減少

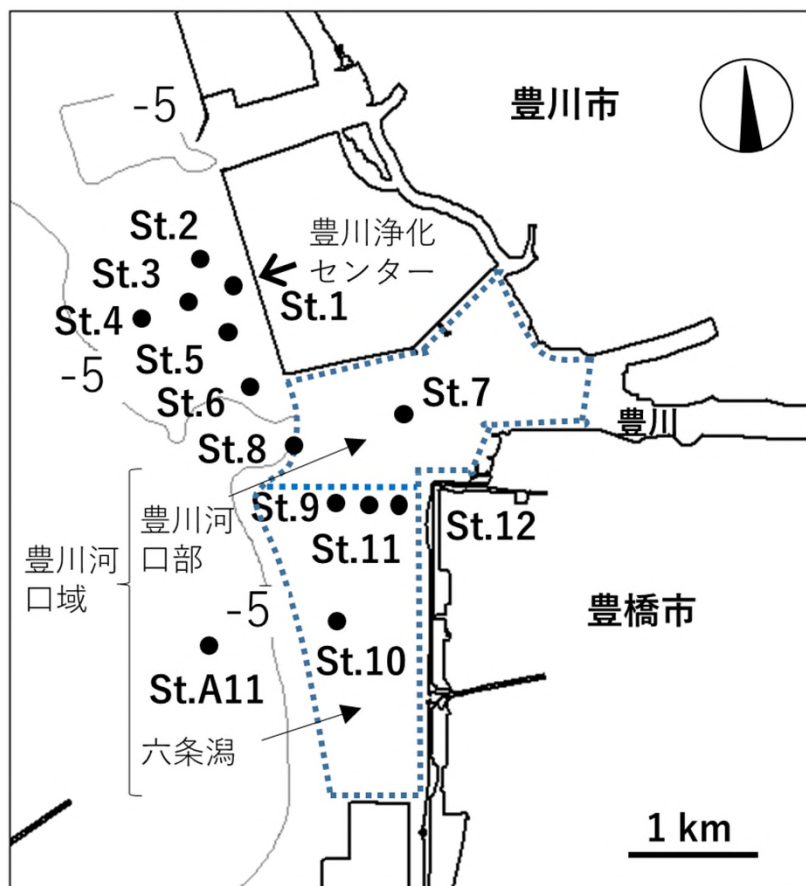
広域流域下水道によるリン濃度増加運転の影響調査

- 2017年11月～2018年3月
- 2018年10月～2019年3月
- 2019年10月～2020年3月
- 2020年 9月～2021年3月
- 2021年 9月～2020年3月
- 2022年 9月～2023年3月

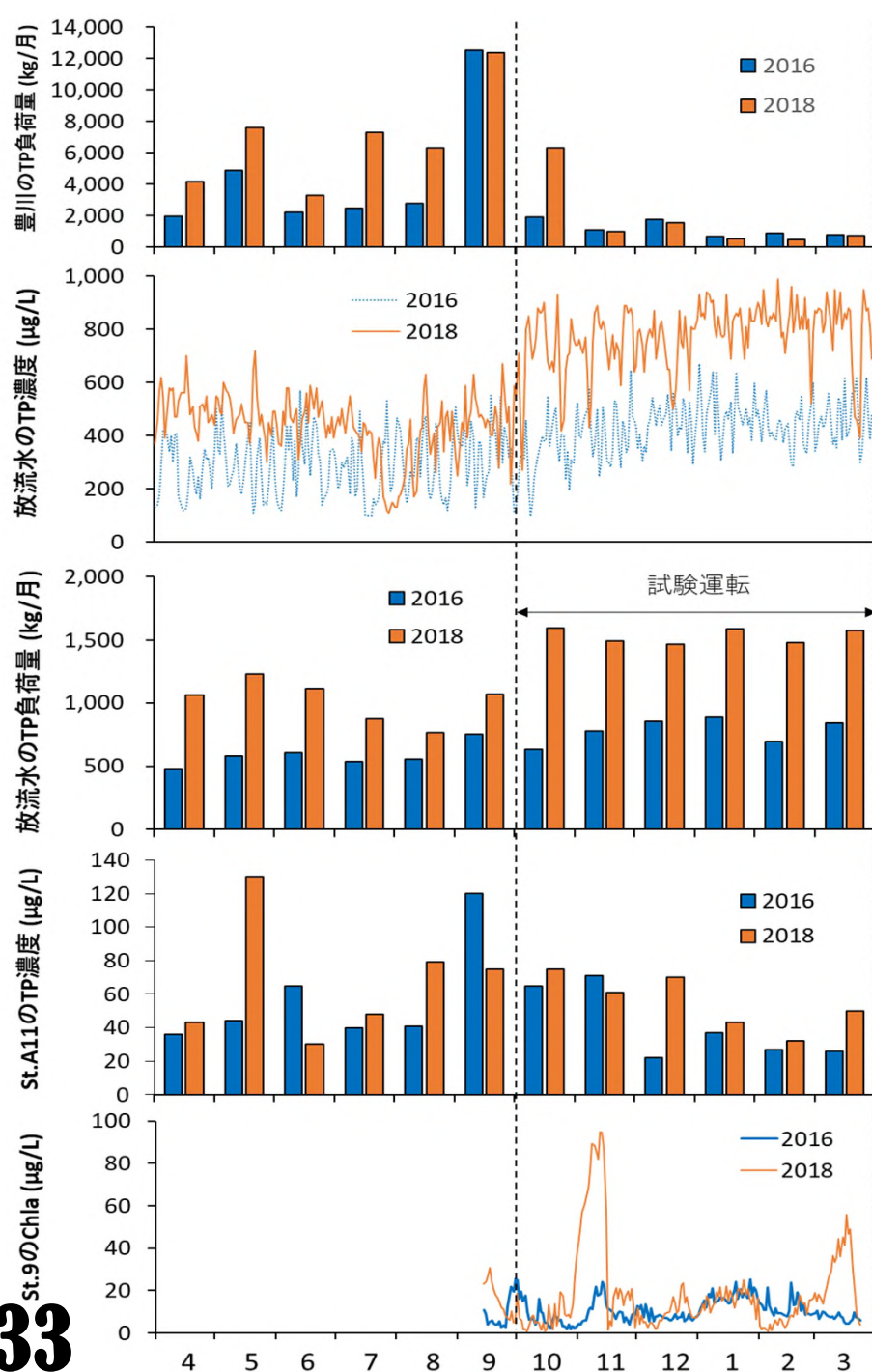
2022年 11～3月
社会実験：リン、窒素の濃度をこれまでの2倍を上限として放流。
 (リン：2mg/L、窒素：20mg/L)



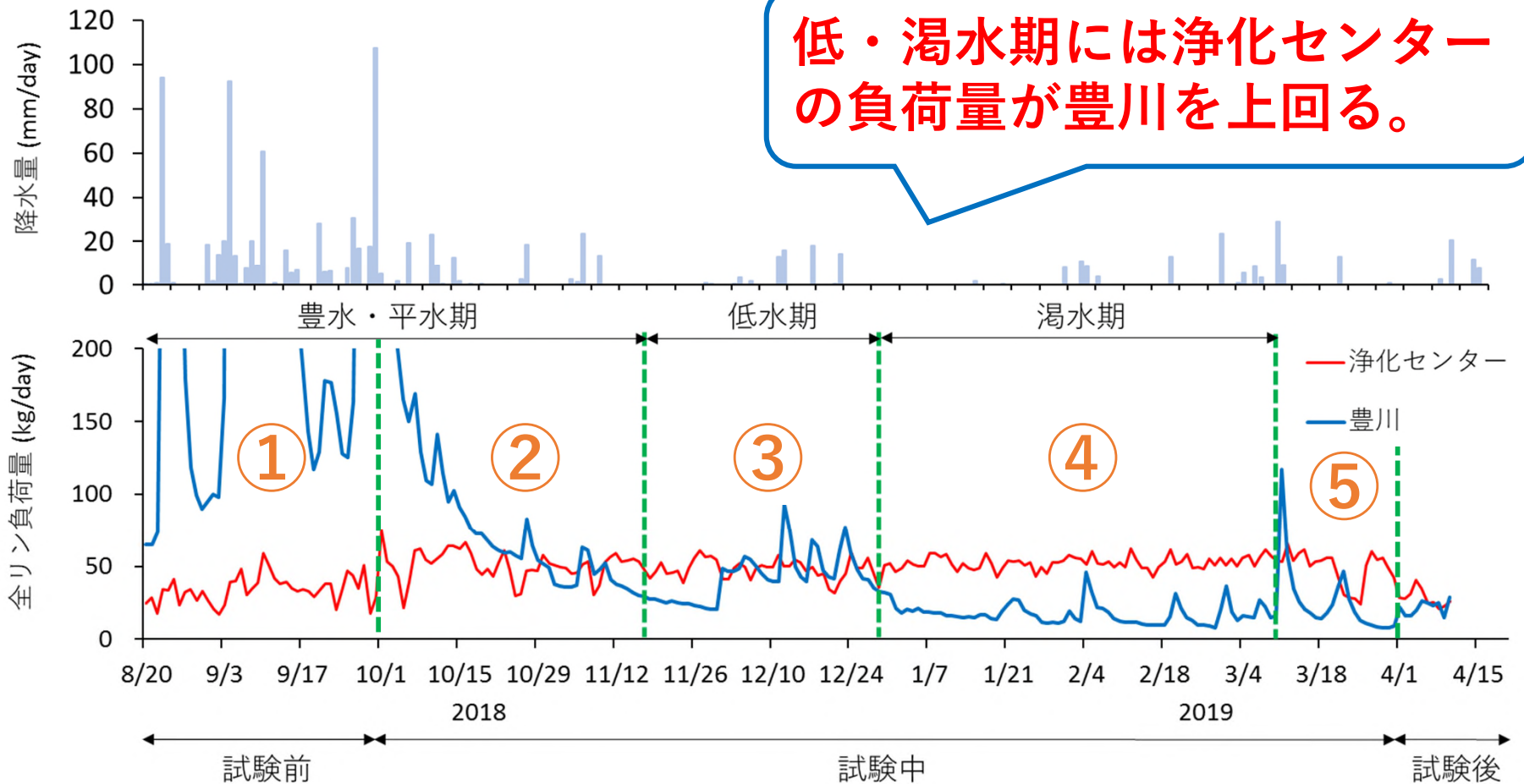
試験運転の開始前と開始後の水質の比較



(蒲原ら、2022)

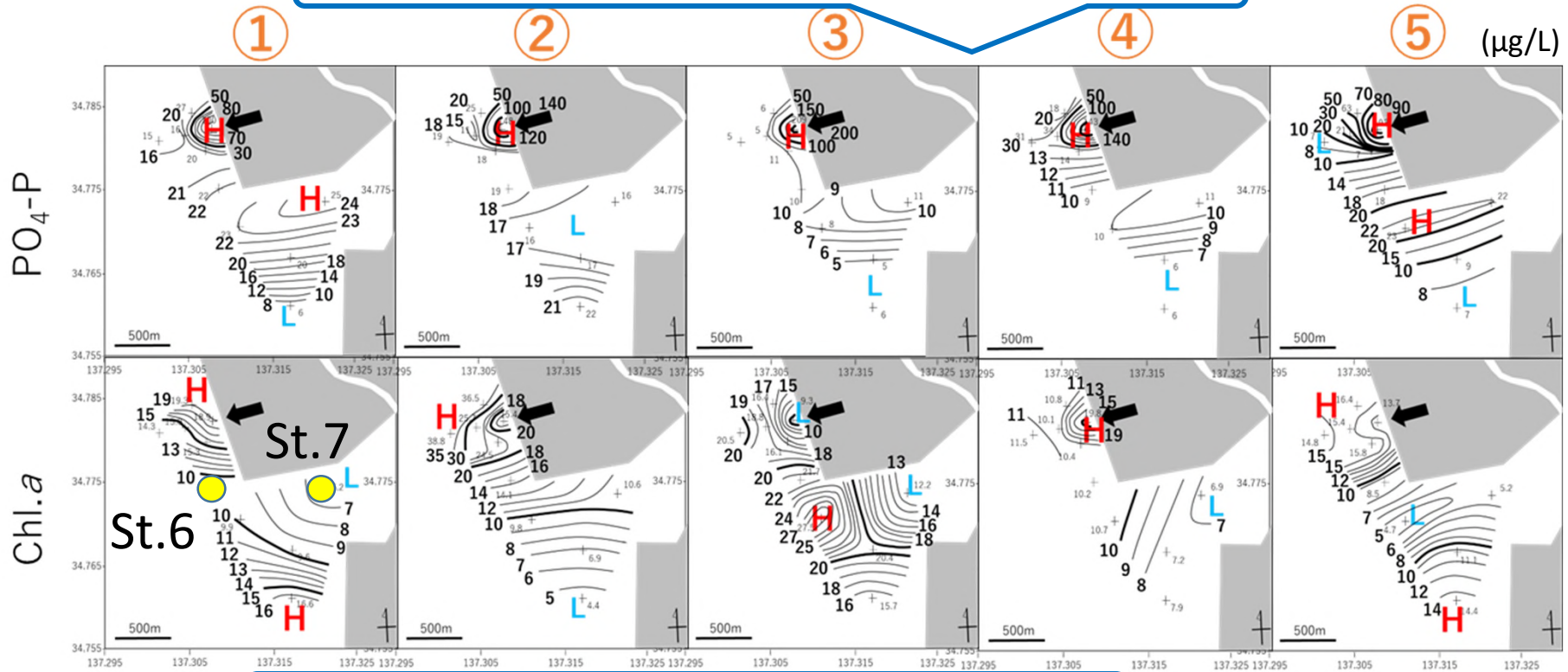


下水道試験運転時の豊川河口域における発生源別負荷量の推移



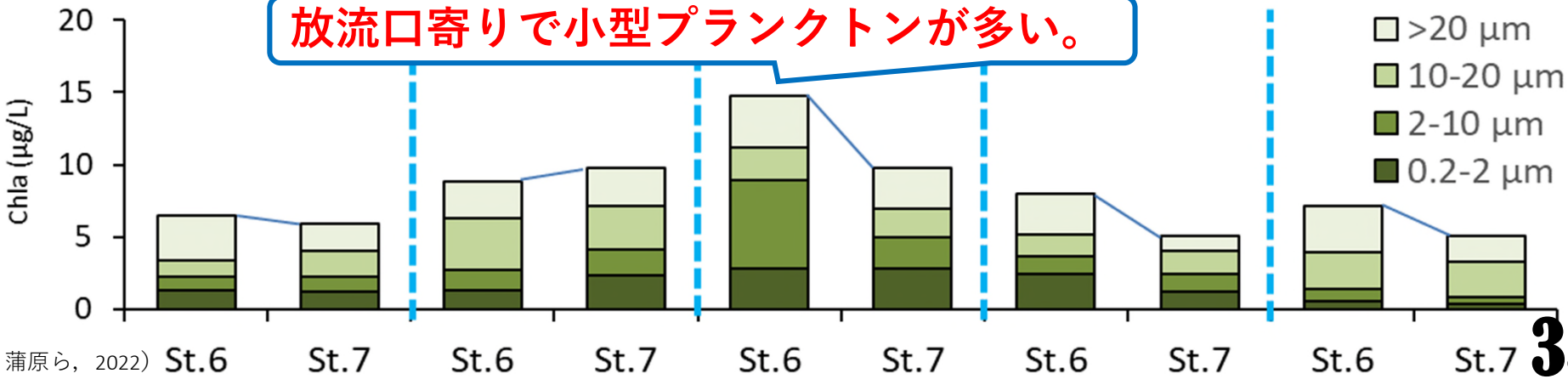
豊川河口域におけるPO₄-PとChl.aの水平分布

放流水の栄養塩で植物プランクトンが発生



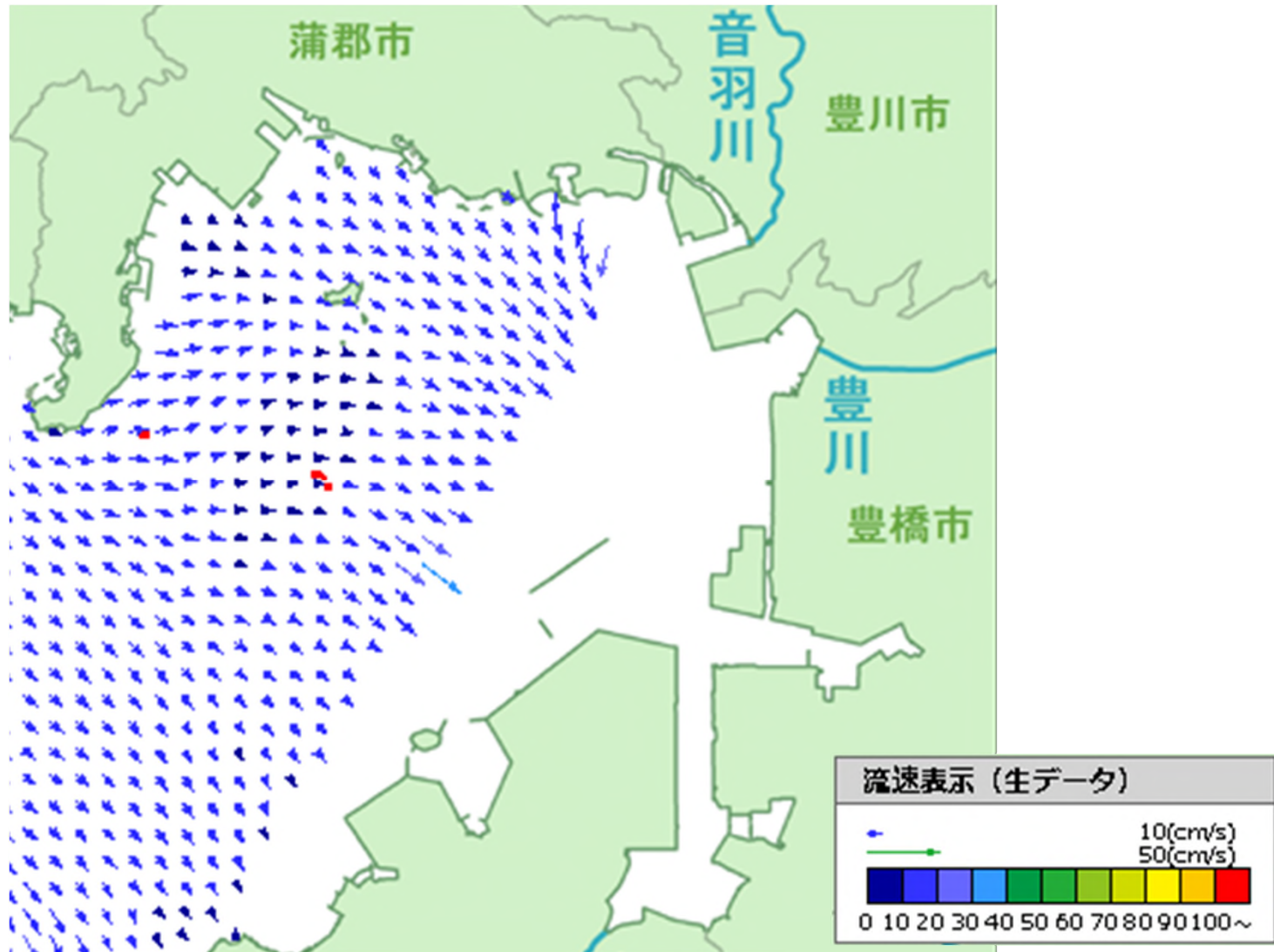
放流口寄りで小型プランクトンが多い。

- >20 µm
- 10-20 µm
- 2-10 µm
- 0.2-2 µm



海洋短波レーダー観測による海表面の流れ

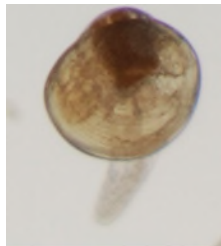
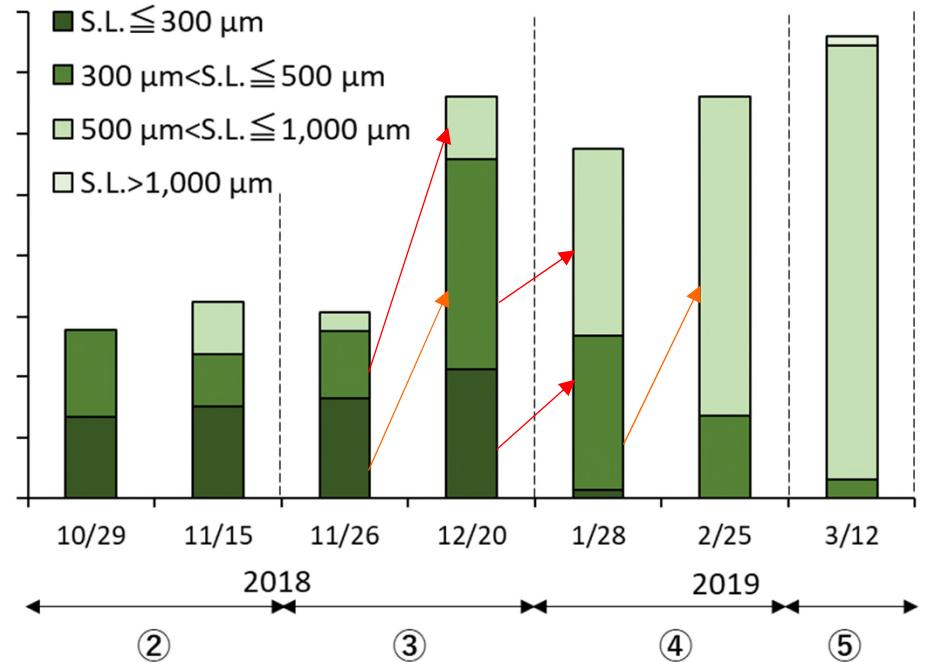
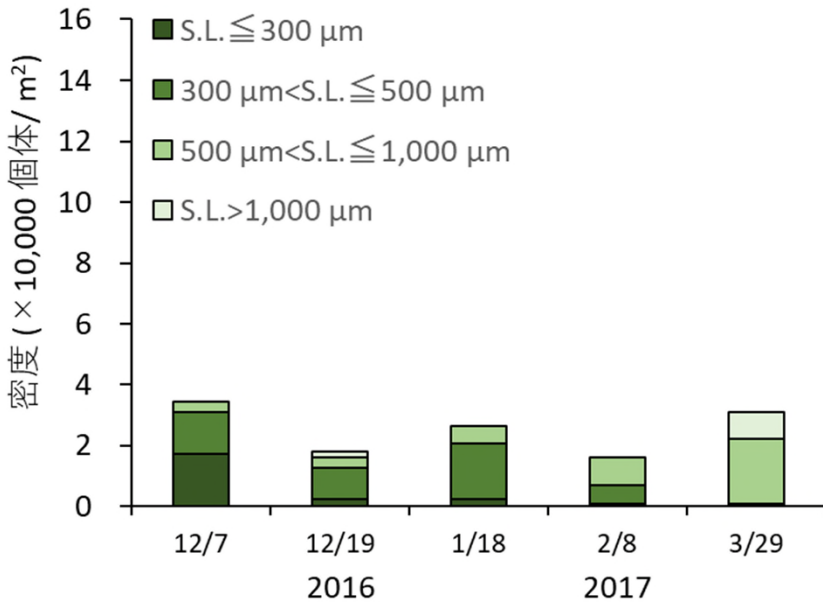
2018.11.19



秋季着底稚貝の殻長別生息密度

2016年度（試験運転前）

2018年度（試験運転）



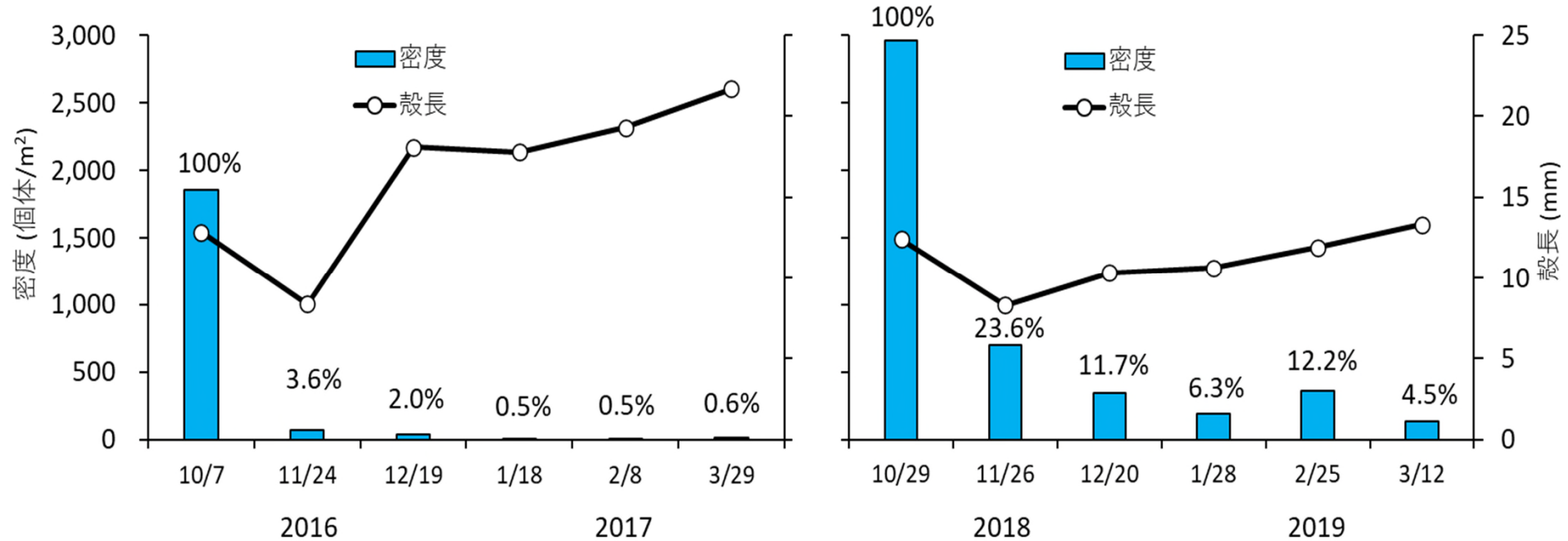
(殻長 ≤ 0.3mm)



(0.3 < 殻長 ≤ 0.5 mm)

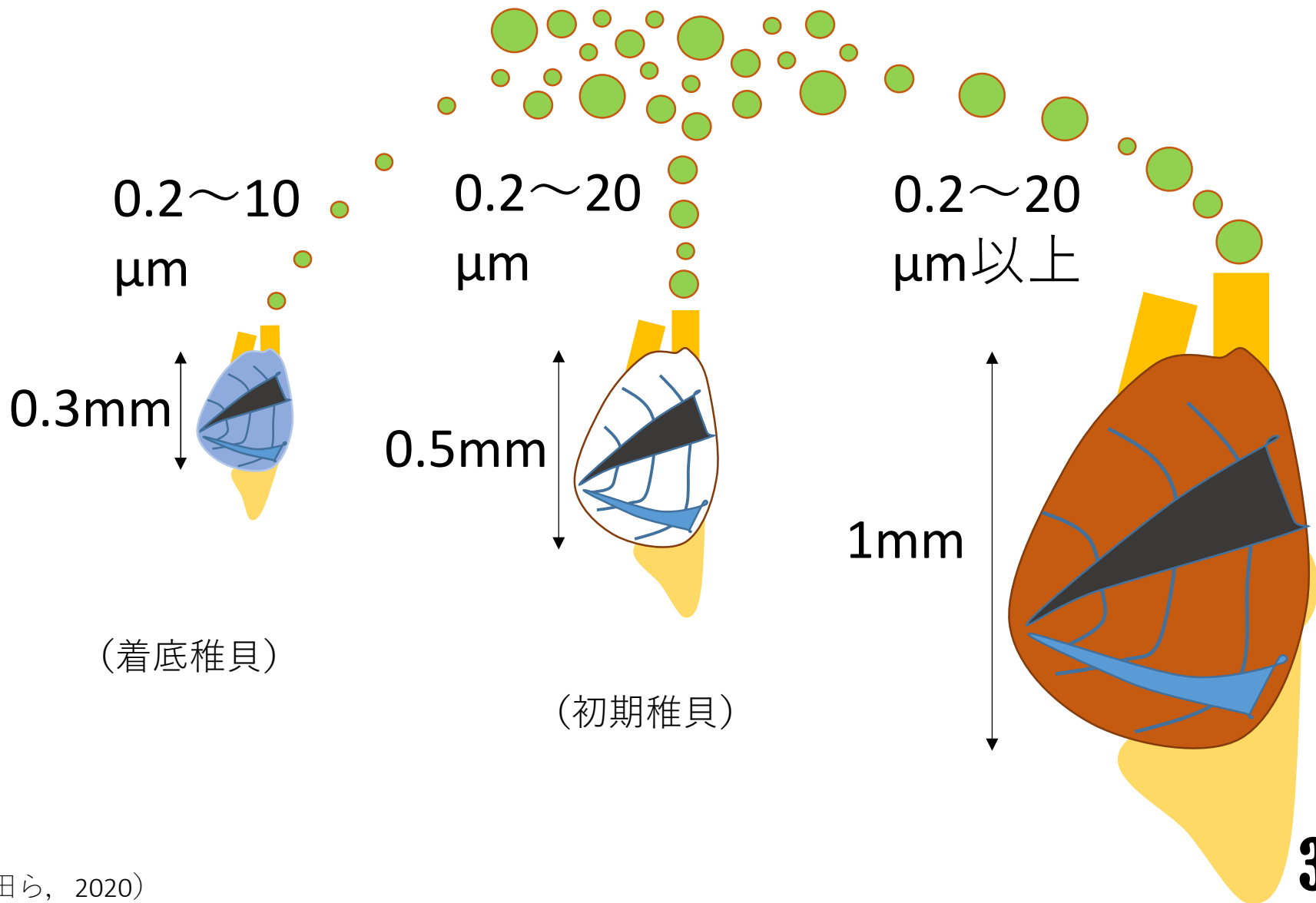
次のステージに成長。

秋季以前に着底したアサリ稚貝の 生息密度および殻長の推移



2018年度は2016年度より生残割合が高い。

アサリ稚貝と餌サイズの関係

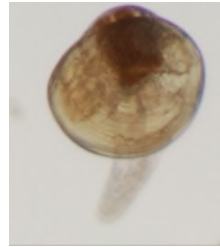


リン増加試験運転の効果

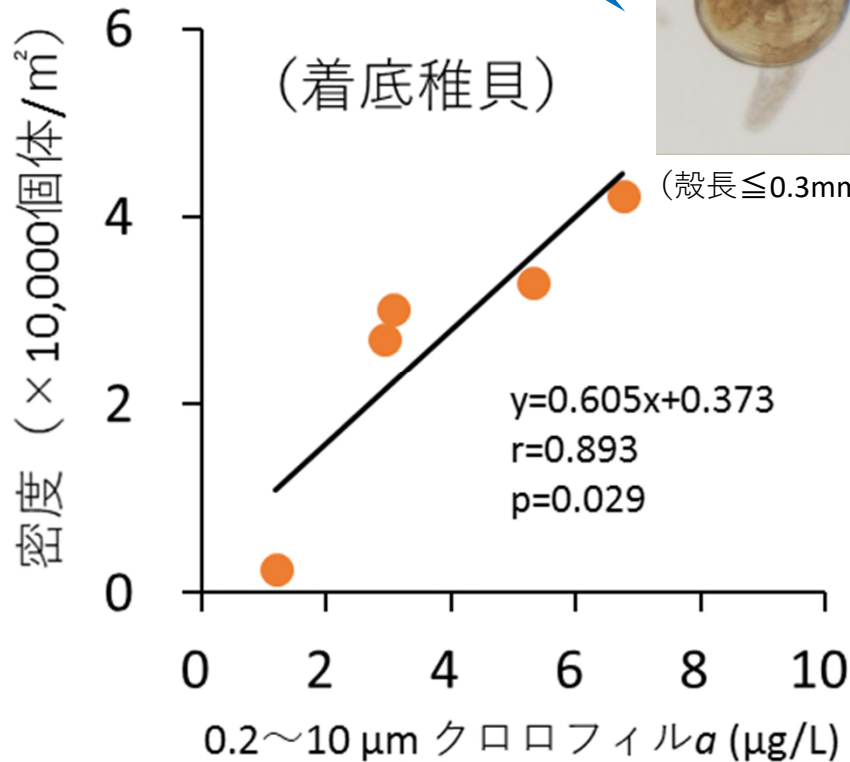
小型サイズのクロロフィルa濃度とアサリ稚貝密度との関係

(2018年度：低・濁水期 11～3月)

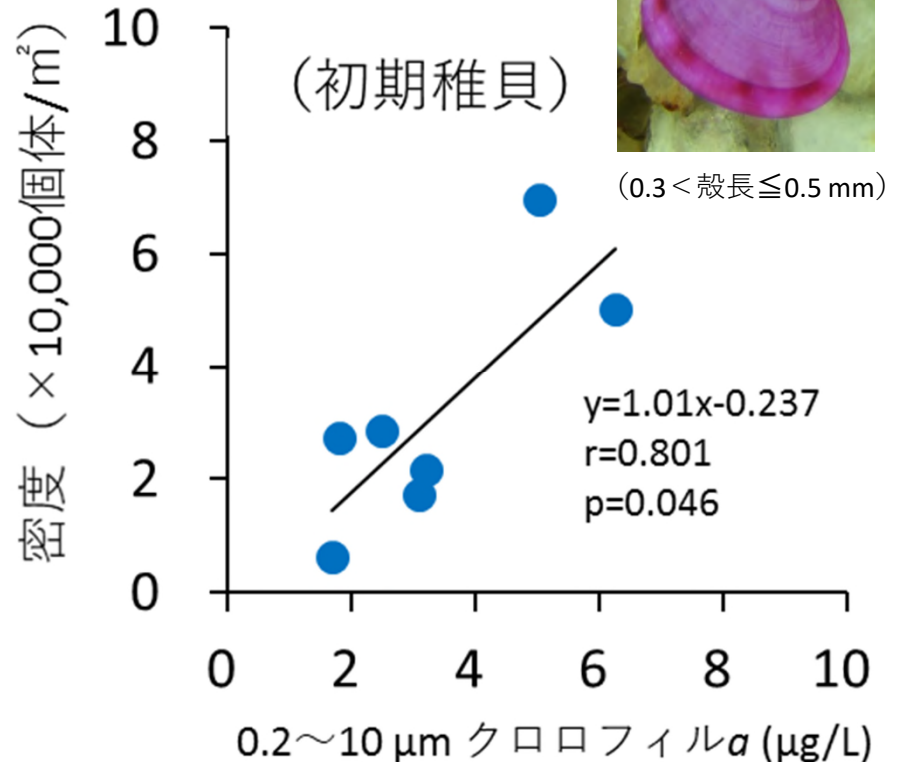
小型プランクトンの
発生濃度が高いほど
稚貝密度が高い！



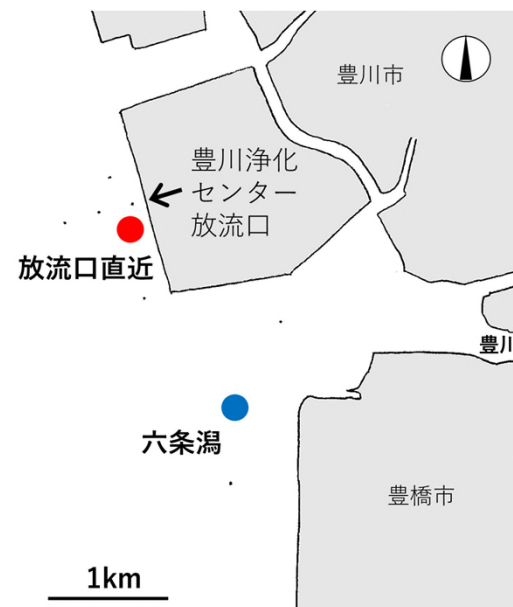
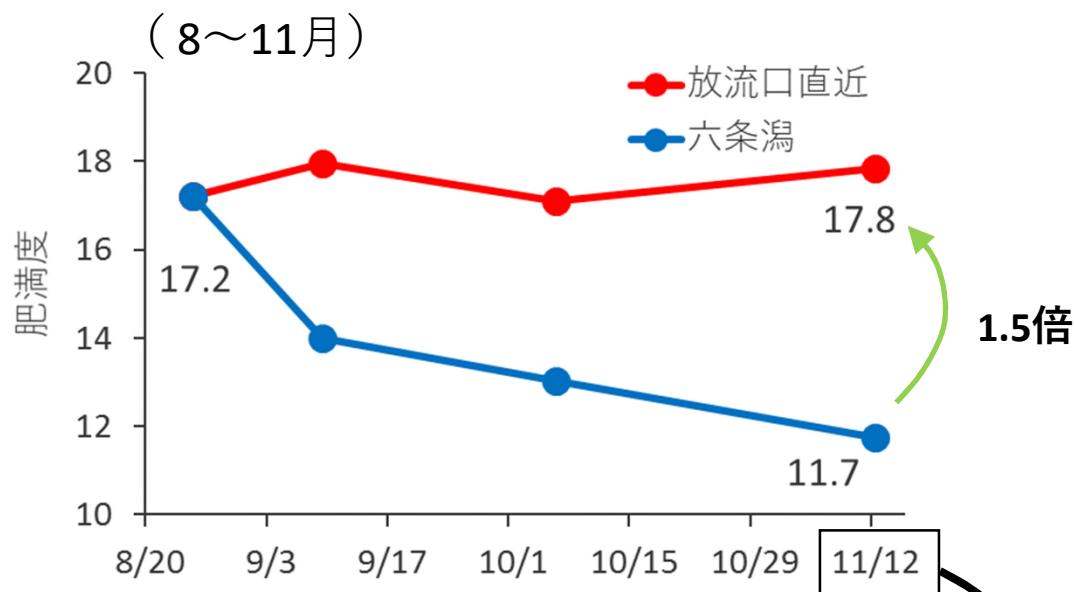
(殻長 ≤ 0.3 mm)



(0.3 < 殻長 ≤ 0.5 mm)



豊川浄化センター直近及び六条潟のアサリの肥満度と潜砂率 (2020年)



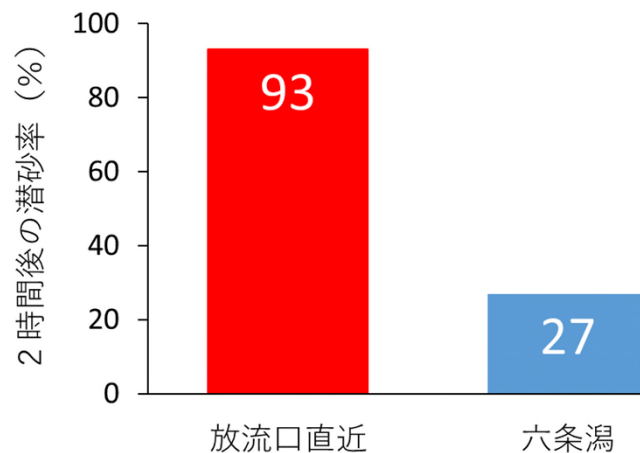
放流口直近

六条潟



殻長：1.3倍

11月の潜砂率 (15個体)



まとめ

- ・アサリの漁獲量が、2017年に1/10に減少。
- ・海域の栄養塩濃度が低くなり、植物プランクトンが減少。
- ・成長モデルから、餌料不足でアサリが減耗したと推定。
- ・流域下水道の管理試験運転による、海域への栄養塩の供給。
- ・それを元に植物プランクトンが増殖。
- ・アサリ稚貝の成育への管理運転の効果を確認。

生態系を維持するためには、生物生産の場の確保とそこへの栄養塩供給が必要。

→必要量の栄養塩が供給できるシステムの構築が急務。

