

潮干狩りのできる「きれいで豊かな海」の再生に向けて

2022-08-20 (土) 資料 1-2
矢作川流域圏懇談会
60分(名古屋会場からweb)

藤原建紀 京都大学名誉教授 Email: jzt04155@nifty.com



1. 海の栄養：窒素 N・リン P とは
2. 川から海に入っている N・P が減っている
 - 1) 大阪湾・瀬戸内海
 - 2) 浜名湖(海水湖)
 - 3) 伊勢湾
 - 4) 矢作川・三河湾
3. 内海に必要な窒素濃度の下限値(直接測定)
4. 窒素・リン削減が生物生産におよぼす影響
5. テレビでみる豊かな海の 栄養濃度レベル
6. 豊かな海の再生 と N・P
流域圏の総合的栄養管理

1. 海の栄養＝肥料：窒素 N・リン P とは

★ 田畑の肥料は ^{チッソ リン カリ} N・P・K

森を育てる肥料はどこからくるか

窒素 N: 雨水から

リン P: 母岩から



★ 内海の N・P は陸から来る

★ 生物体中の 窒素

植物は 根から N を取り込み, 体のタンパク質にする

動物は 食物中のタンパク質として N を取り込み,

体のタンパク質にする

窒素 1g = タンパク質 6.25 g



植物の窒素(N)欠乏について

窒素が不足すると、細胞中の原形質が生成されにくくなり、葉緑素が少なくなると、しだいに葉が黄色く小さくなり枯れていき、植物全体の緑色が少なくなる。これを**黄化症**(おうかしょう)といい、施肥の診断の目安となっている。

(厚生労働省認定教材:「土・肥料及び作業法」)

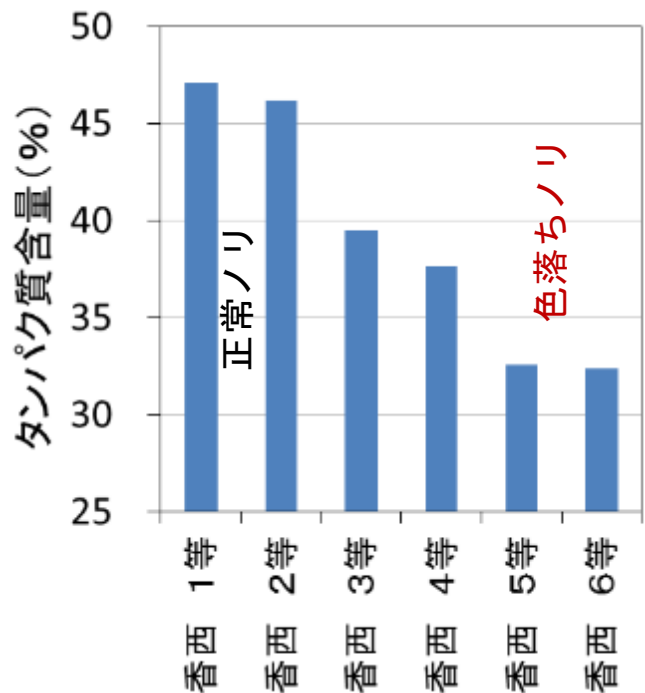


- 上段左より
- ◀ ① Mg 欠乏, ② Ca 欠乏,
 - ◀ ③ Fe 欠乏, ④ S 欠乏
- 下段左より
- ⑤ N 欠乏…葉の色がうすくなり、
全体の成長が止まる。
 - ⑥ P 欠乏, ⑦ K 欠乏
 - ⑧ 正常…コントロールとして
比較せよ。

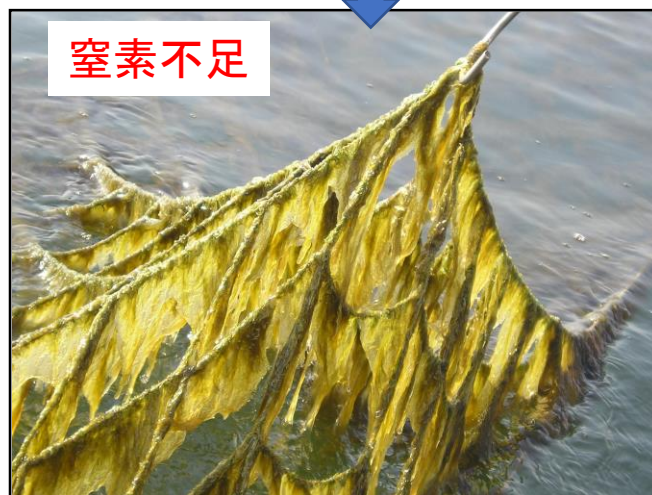
高校:化学Ⅱ教科書(啓林館)より

栄養不足で ノリが色落ち → **窒素欠乏症**（陸上植物では **黄化症** といわれる）
（高タンパク食品）

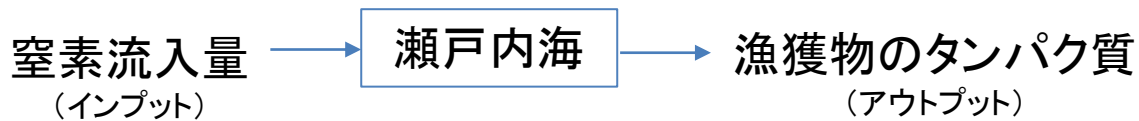
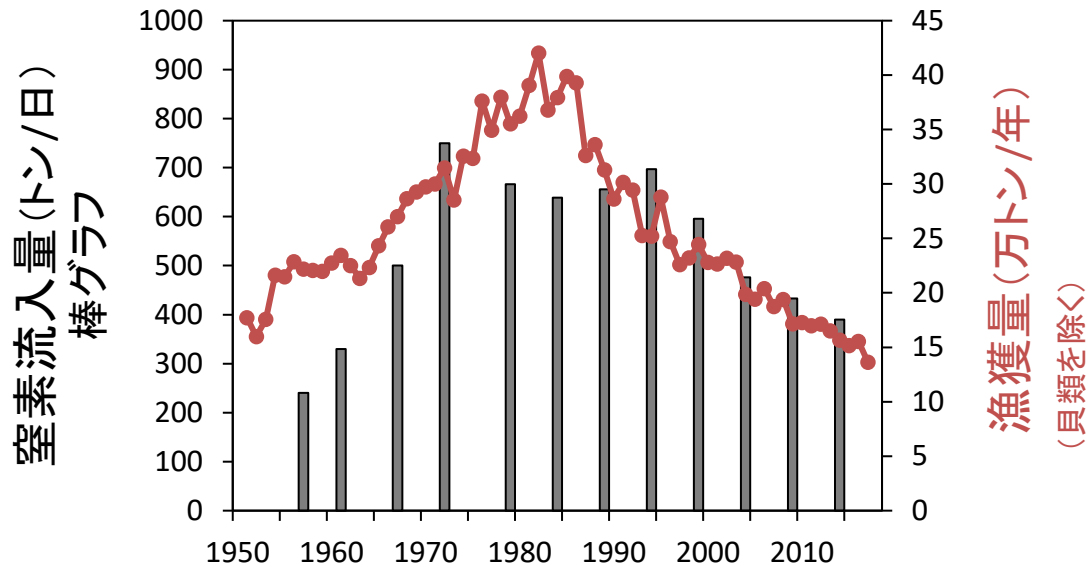
窒素量 × 6.25 = タンパク質量
（日本食品標準栄養成分表）



正常ノリ



色落ちノリ
（黄化症）



1990年以降, 流入した窒素量の約5%が,
魚介類のタンパク質として漁獲される(回収される).

窒素流入量(新生産量)から持続可能・漁獲量を推算できる.
(水産海洋学, Agriculture model)

2. 海に入る N・P が減っている

- 1) 大阪湾・瀬戸内海
- 2) 浜名湖(海水湖)
- 3) 伊勢湾
- 4) 矢作川・三河湾

【減少の理由】

大きく減っているのは**産業系 & 生活系**

森林や土壌からの流出が大きく減っているわけではない。

**森林は、雨水のNを吸収し、森林植物の生長に使い、
渓流水には出さない。**(健全な森林の場合)

N・Pでみると「森は海の恋人」ではなく、
「森(森林植物)は、N・Pを取り合う海のライバル」

森林を伐採すると、渓流水にでるN・Pが増えることが
谷全体を使った いくつもの伐採実験で示されている。

産業系の例

製鉄業(高炉)は、窒素の大きな供給源。

減産すると海の窒素濃度が下がる。(数トンN/日)



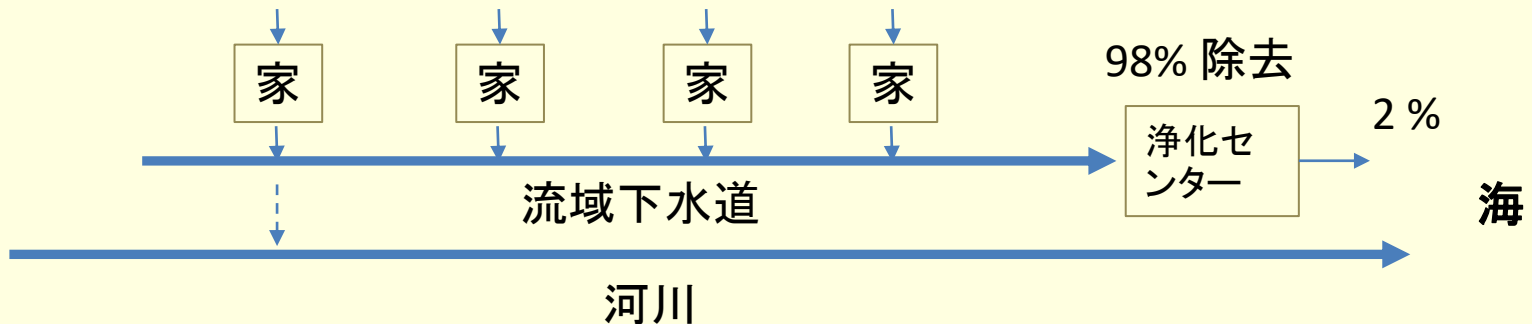
製鉄で使うコークスを作るとき、石炭の中の窒素(約2%)は副産物として排出される。

- ・ 石炭は数億年前の植物の化石。
- ・ 製鉄で出る **窒素は、数億年前の植物の窒素**

生活系の例

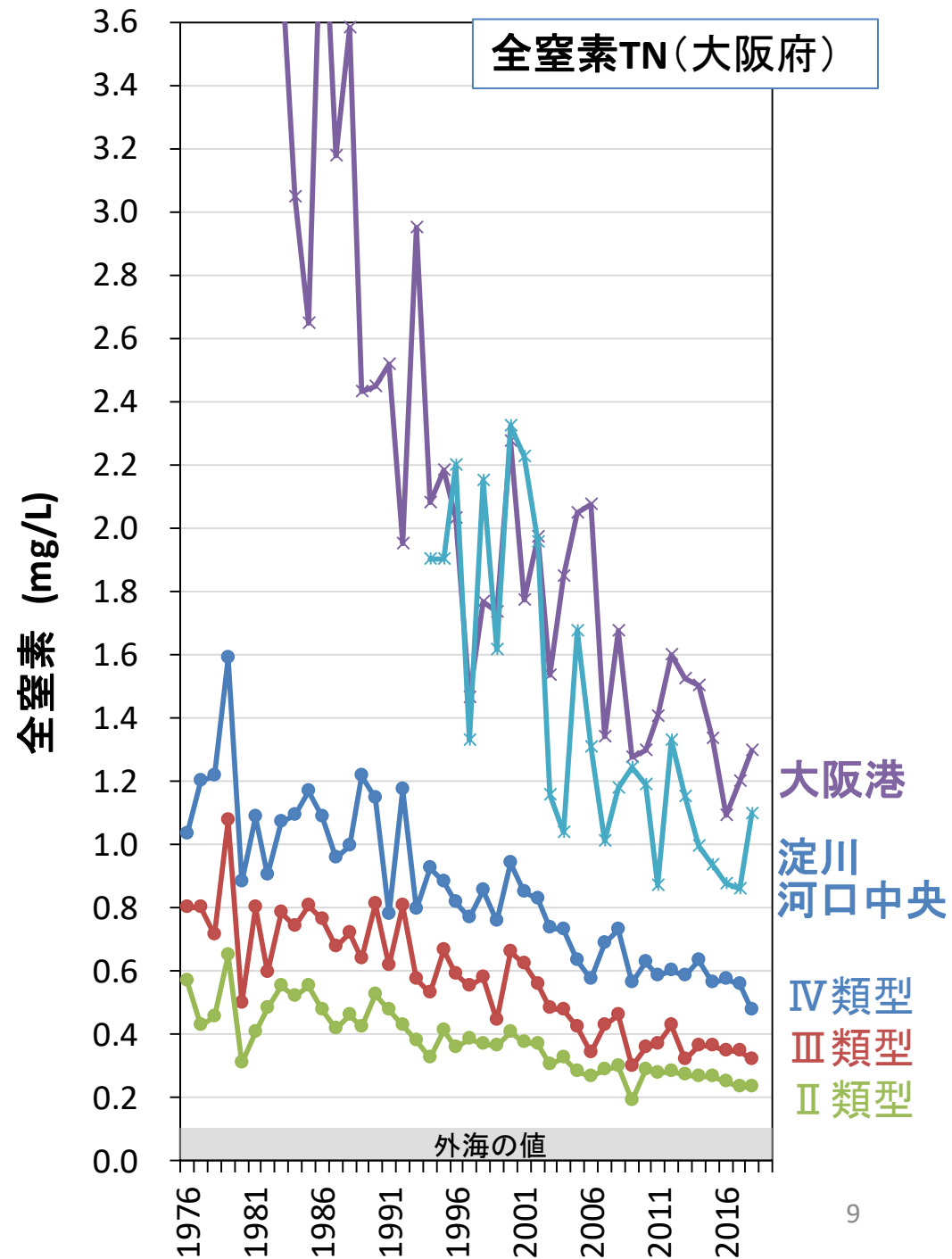
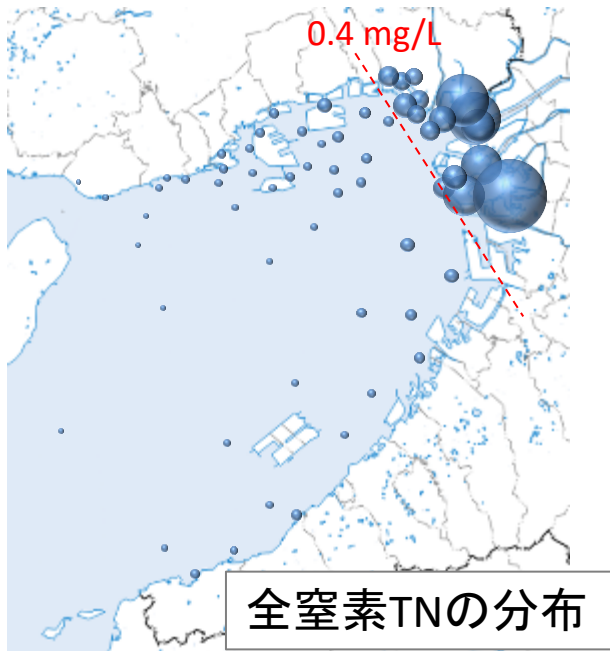
下水の高度処理は、流入する生活排水のリンの98%程度を取り除く。
出るのは 0.02 だけ。

流域の水とN・Pの流れ



【陸から入る窒素・リン量は、
1/3に減少】

大都市から海に流入する全窒素
TN量は極端に減って、
海域のTN濃度も経年的に減り続
けている。



【浜名湖は、海水湖】

面積あたりのアサリ漁獲量は、日本一だった。
この数年、アサリ漁獲量が急減した。
(カキやノリ、他の魚介類も)

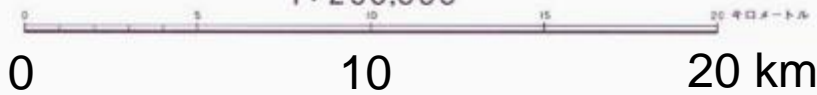


行政区画) 赤色の線は境界線は世界測地系(平成14年4月1日から適用)による

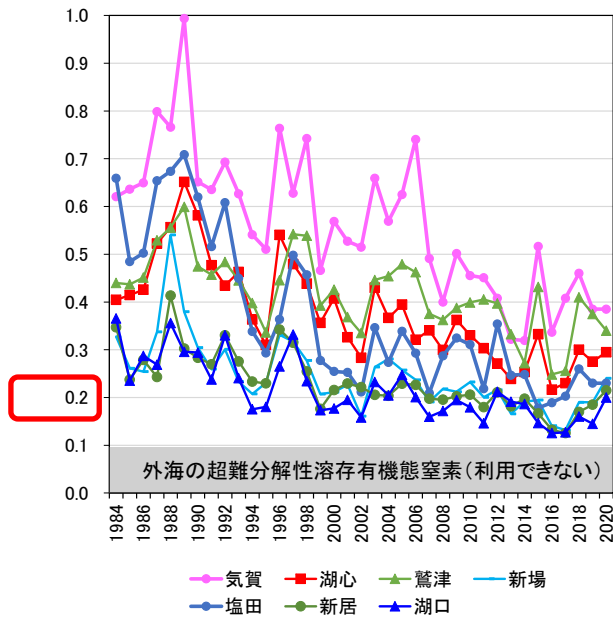
伊良湖岬

天竜川

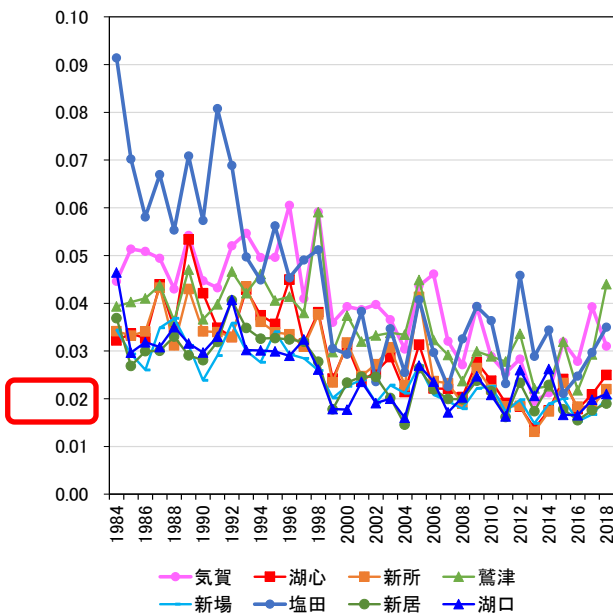
1:200,000



浜名湖・全窒素 (mg/L)



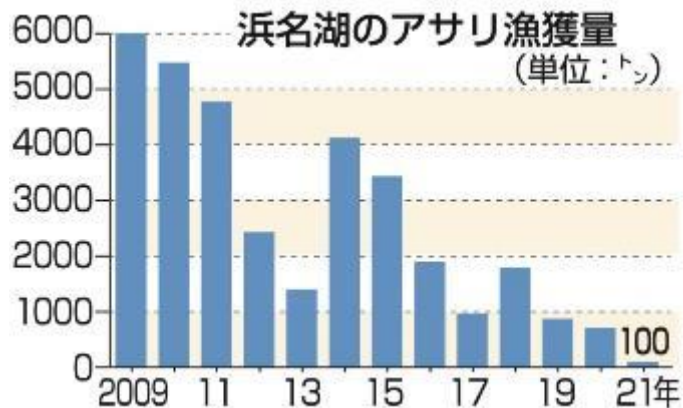
全リン (mg/L)



浜名湖のアサリ激減 漁獲最盛期の60分の1 潮干狩り絶望的

静岡新聞 2022年2月23日

<https://www.at-s.com/news/article/shizuoka/1020827.html>



浜名湖全窒素TN・全リンTP濃度は経年的に低下。2015年頃から、南部はアサリの生育が困難なレベル (TN < 0.2 mg L⁻¹) になっている。

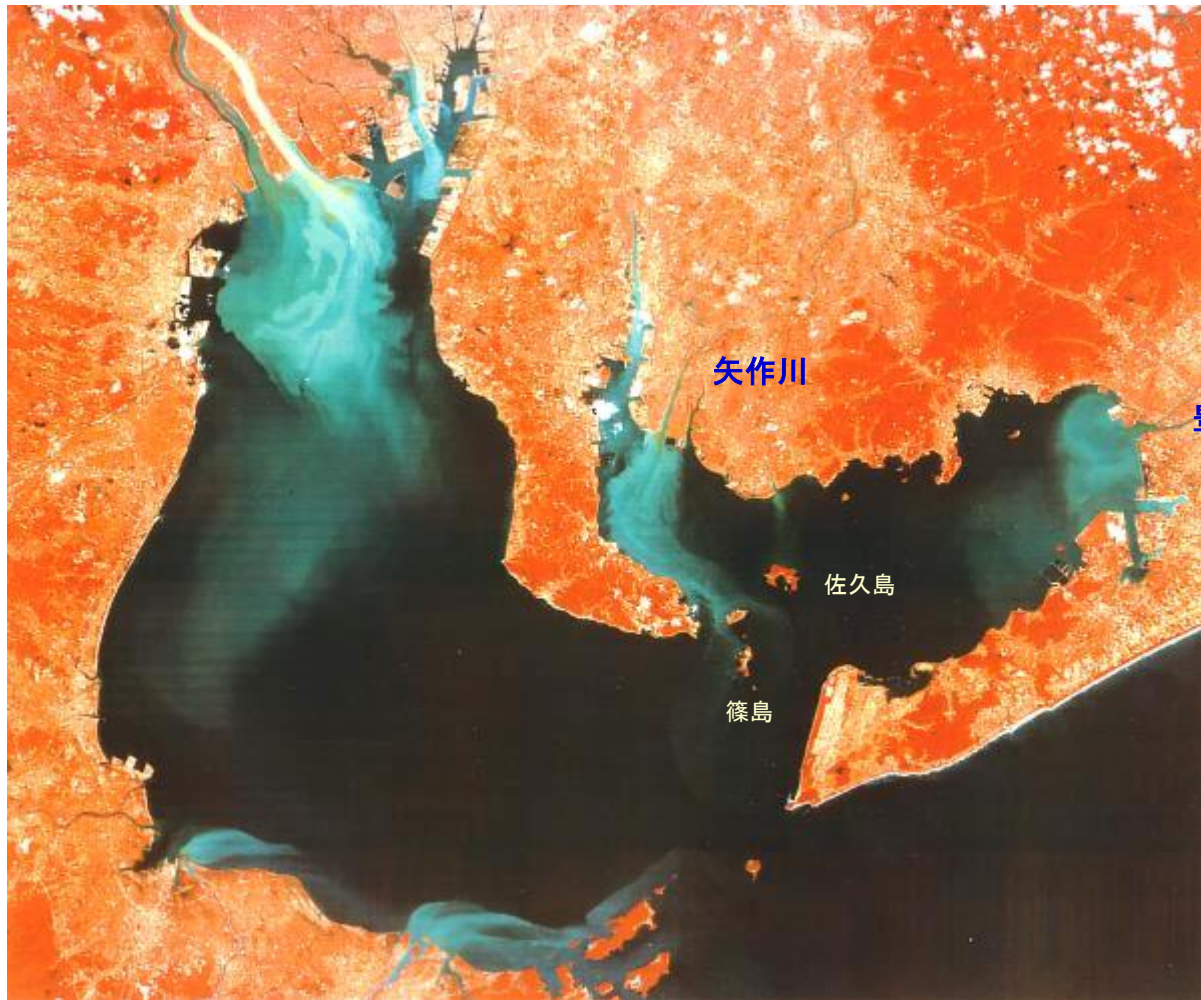
左図の赤枠は外海生態系に変わる危険なスイッチ位置

海産生物の生育に必要な水質(全窒素・全リン濃度の下限値)の定量化:
アサリおよび生物付着板を用いた現地調査
水環境学会誌, 2020, 43, 175-182

【三河湾西部】

★ 矢作川の 窒素・リン が、
日間賀島, 篠島, 佐久島 を潤す

★ 矢作川の 砂
集水域の中に「川砂」でできた山々がある。
アサリを育てるにはとても良い川。

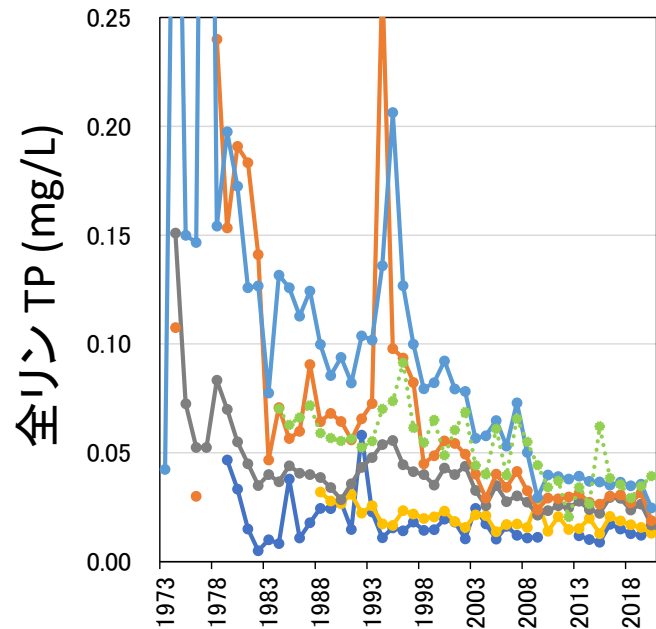
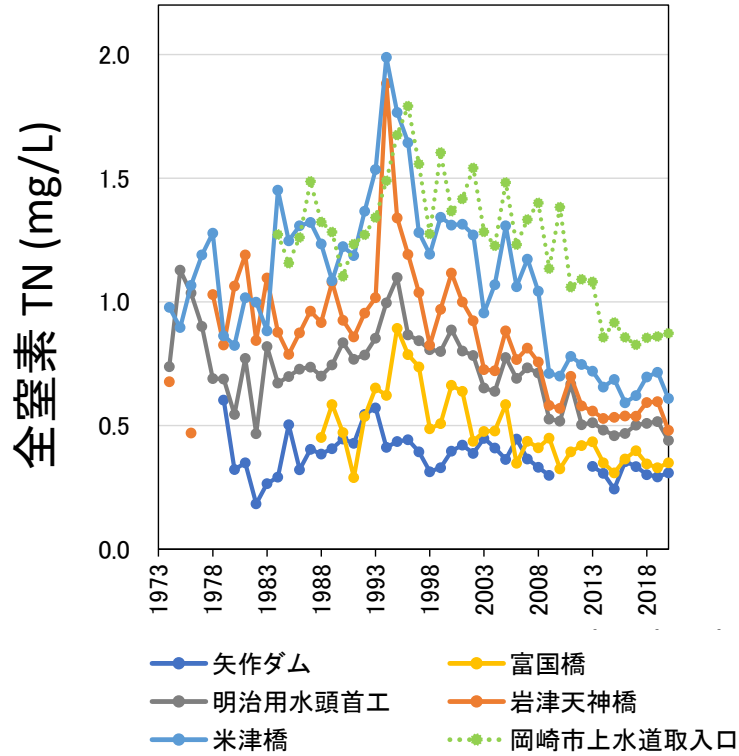


豊川の水は円を描いて広がる
木曾三川も円を描く
(地球自転効果による)

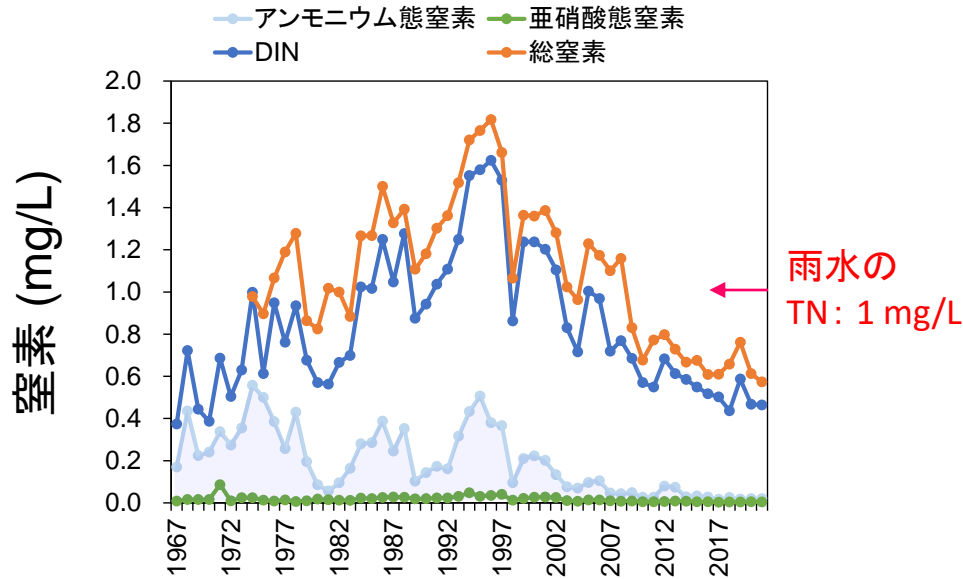
矢作川の中流から下流までの水質

1973年(昭和48年)から2020年度

河川水のTN, TP濃度が高くなっているのは富国橋より下流側(東海環状自動車道よりも南西側)



矢作川流域下水道 幹線 は1992年に完成
 (処理方式:凝集剤添加硝化脱窒法+急速ろ過)

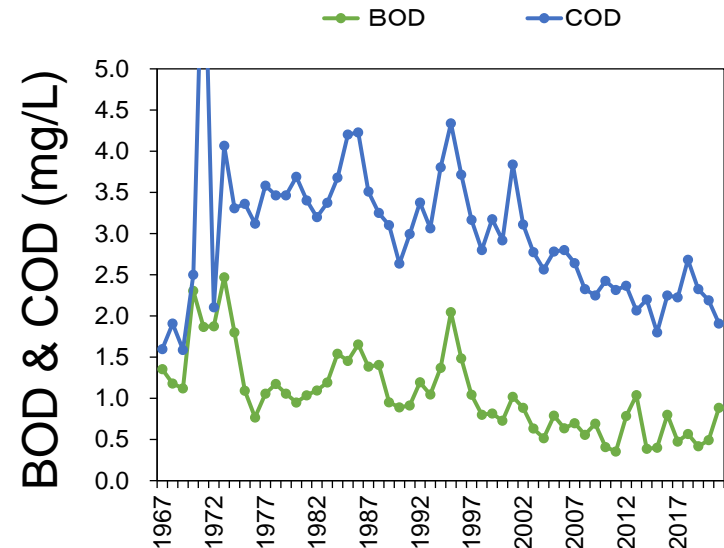
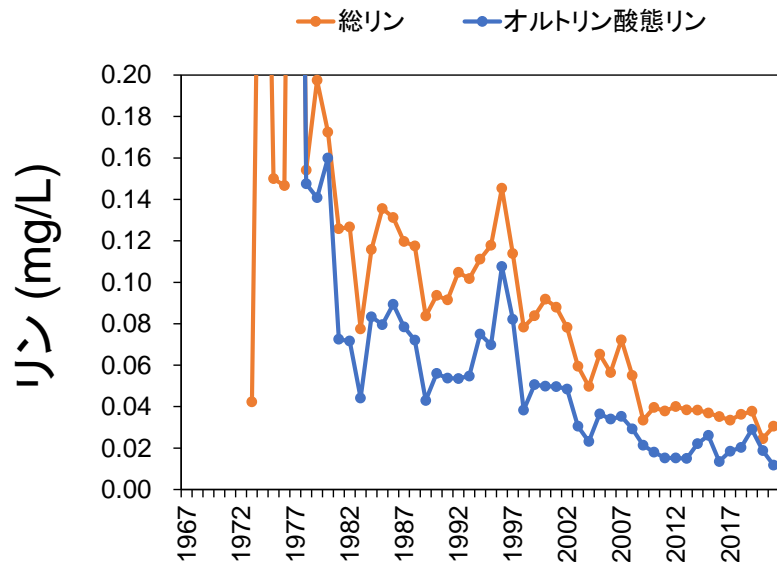


矢作川(米津橋)の水質長期変化

1967年(昭和42年) から2021年

矢作川の窒素は1996年をピークに、以降減少。2009年以降、雨水の窒素濃度(赤矢印)よりも低くなっている。

リンは、経年的に大きく減少。2020年には0.02 mg/L以下になった。これは海水中の濃度よりも低い。



矢作川(米津橋)の月別水質変化

1984年(昭和59年)から2021年12月

TN・TPとも、経年的に大きく低下している。(特にTP)

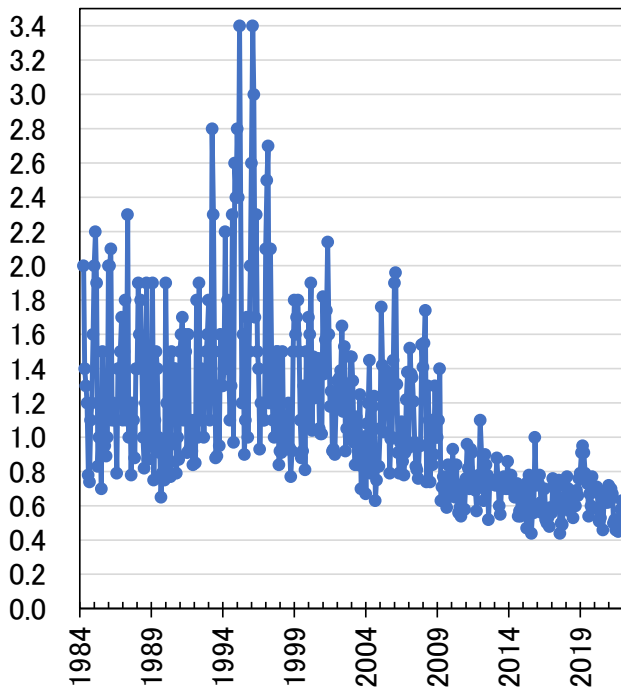
変動幅も減っており、出水等があっても、高い濃度にならない。

気になる点

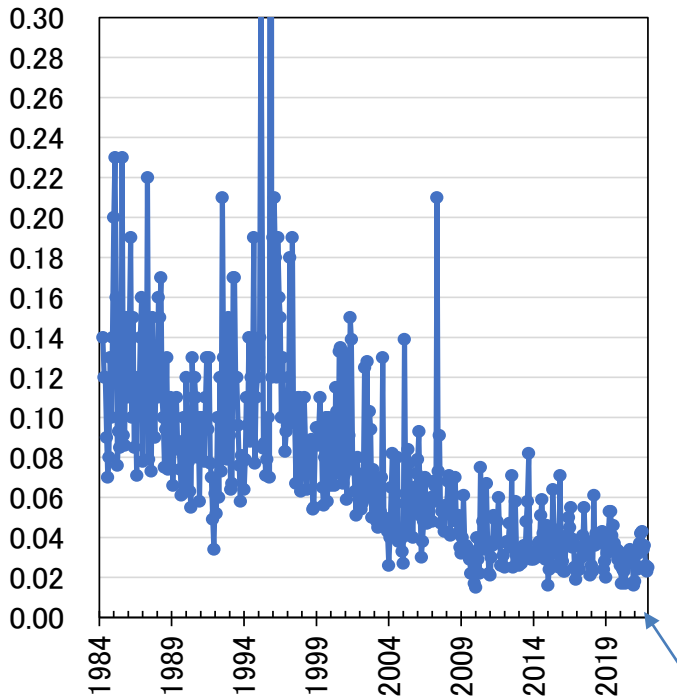
TPの低下が、**下げ止まっている様子。**

(大阪湾, 瀬戸内海, 浜名湖との違い)

全窒素 (mg/L)



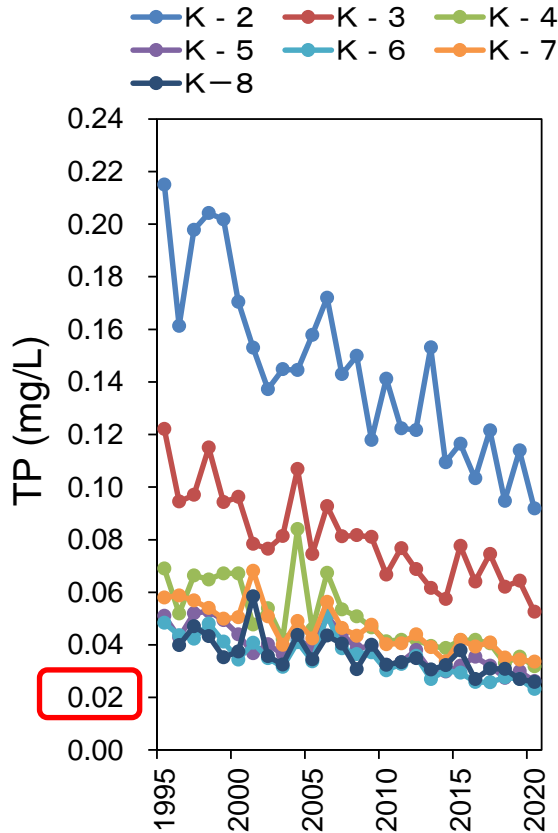
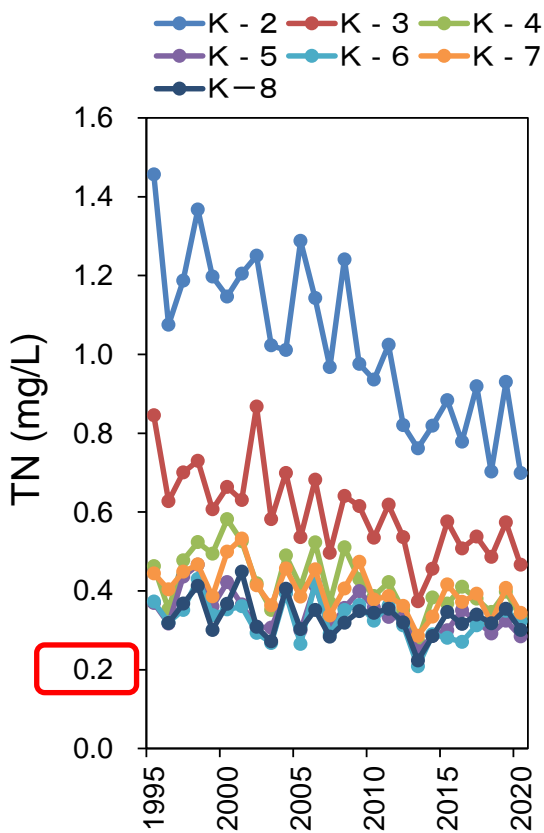
全リン (mg/L)



2021年12月まで

海の全窒素TN・全リン TP (mg/L) (知多湾 & 三河湾西部)

海域でも
TN・TP濃度は減っている
湾口近くのTPは、I 類型の水準に
近づきつつある。



1995年度(平成7) から2020年度
(25年間)

海域も
TPの低下が、下げ止
まっては いないようだ。



国土地理地図(電子国土web)を利用

全リン TP (mg/L)

(知多湾 & 三河湾西部, 表層)

陸からのリン流入量が 1/2 に減少し、
海域のリン濃度が下がっている。

(湾奥)

境川

矢作川

佐久島

→ 湾口

1995

→

年度

←

2020

年度	K2	K3	K4	K7	K5	K6	K8	A14	A8
1995	0.215	0.122	0.069	0.058	0.051	0.048			0.044
1996	0.161	0.095	0.052	0.059	0.043	0.044	0.040	0.039	0.037
1997	0.198	0.097	0.066	0.057	0.052	0.042	0.047	0.039	0.037
1998	0.204	0.115	0.065	0.054	0.053	0.048	0.043	0.034	0.041
1999	0.202	0.094	0.067	0.050	0.049	0.041	0.035	0.039	0.037
2000	0.171	0.096	0.067	0.051	0.044	0.034	0.037	0.033	0.034
2001	0.153	0.078	0.048	0.068	0.037	0.041	0.058	0.032	0.033
2002	0.137	0.077	0.054	0.051	0.040	0.035	0.036	0.034	0.037
2003	0.145	0.081	0.042	0.040	0.036	0.032	0.033	0.030	0.027
2004	0.145	0.107	0.084	0.049	0.042	0.041	0.044	0.034	0.030
2005	0.158	0.075	0.046	0.042	0.039	0.034	0.035	0.032	0.059
2006	0.172	0.093	0.067	0.056	0.051	0.051	0.044	0.036	0.032
2007	0.143	0.081	0.054	0.046	0.044	0.039	0.040	0.033	0.034
2008	0.150	0.082	0.051	0.043	0.039	0.037	0.031	0.032	0.030
2009	0.118	0.081	0.047	0.048	0.040	0.037	0.040	0.034	0.029
2010	0.141	0.067	0.041	0.040	0.032	0.030	0.032	0.030	0.030
2011	0.122	0.077	0.042	0.041	0.033	0.033	0.033	0.027	0.030
2012	0.122	0.069	0.042	0.044	0.038	0.036	0.035	0.032	0.033
2013	0.153	0.062	0.040	0.039	0.030	0.027	0.031	0.036	0.025
2014	0.109	0.057	0.039	0.034	0.030	0.030	0.032	0.026	0.022
2015	0.117	0.078	0.042	0.042	0.032	0.029	0.038	0.030	0.030
2016	0.103	0.064	0.042	0.039	0.035	0.026	0.027	0.026	0.026
2017	0.122	0.075	0.041	0.041	0.032	0.026	0.031	0.033	0.028
2018	0.095	0.062	0.033	0.035	0.027	0.028	0.031	0.027	0.024
2019	0.114	0.064	0.036	0.034	0.030	0.027	0.027	0.027	0.024
2020	0.092	0.053	0.032	0.034	0.026	0.023	0.026	0.024	0.023



赤: 高濃度, 青: 低濃度

★ 2021年6月9日

改正瀬戸内海環境保全特別措置法(瀬戸法) 公布

栄養塩類の「排出規制」一辺倒から きめ細やかな「管理」への転換

瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律案

「気候変動」の観点を基本理念に加えるとともに、新しい時代にふさわしい「里海」づくりを総合的に推進。



栄養塩類の「排出規制」一辺倒から
きめ細かな「管理」への転換

地域ごとのニーズに応じて一部の海域への栄養塩類供給を可能とする
「栄養塩類管理制度」の創設により、多様な水産資源の確保に貢献

- 関係府県知事が栄養塩類の管理に関する計画を策定できる制度を創設し、周辺環境の保全と調和した形で一部の海域への栄養塩類の供給を可能にし、海域や季節ごとに栄養塩類のきめ細かな管理を行います。
- 「規制」中心の従来の水環境行政から「きめ細かい管理」への転換を図ることにより、生物多様性の恩恵としての、将来にわたる多様な水産資源の確保に貢献します。

環境省HPから

環境省は 東京湾と伊勢湾, 瀬戸内海(大阪湾を含む)の3海域について, 現状以上の水質改善を求めず, (中略)

水質汚濁防止法に基づく基本方針を秋までに改定し, **新しい考え方**を反映させる。

改正瀬戸法の **新しい考え方**は,
伊勢湾・三河湾, 東京湾にも適用される

日本の環境基準は, 「水域の利用目的」によって定める。海域の一番の利用目的は「水産利用」。

非公開情報が含まれているため、一部内容を控えさせていただきます。

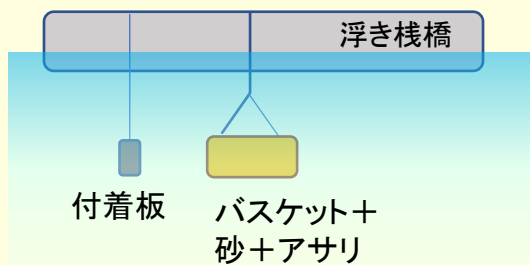
3. 内海の生物に最低限必要な窒素濃度(0.2 mg/L)の直接測定.

(出水, 高波, 貧酸素, 食害, 高温, , ,
エサ不足)

アサリが育たない原因はいくつもある.

原因が水質にあるかどうか 直接 明らかにする 診断調査でもある.

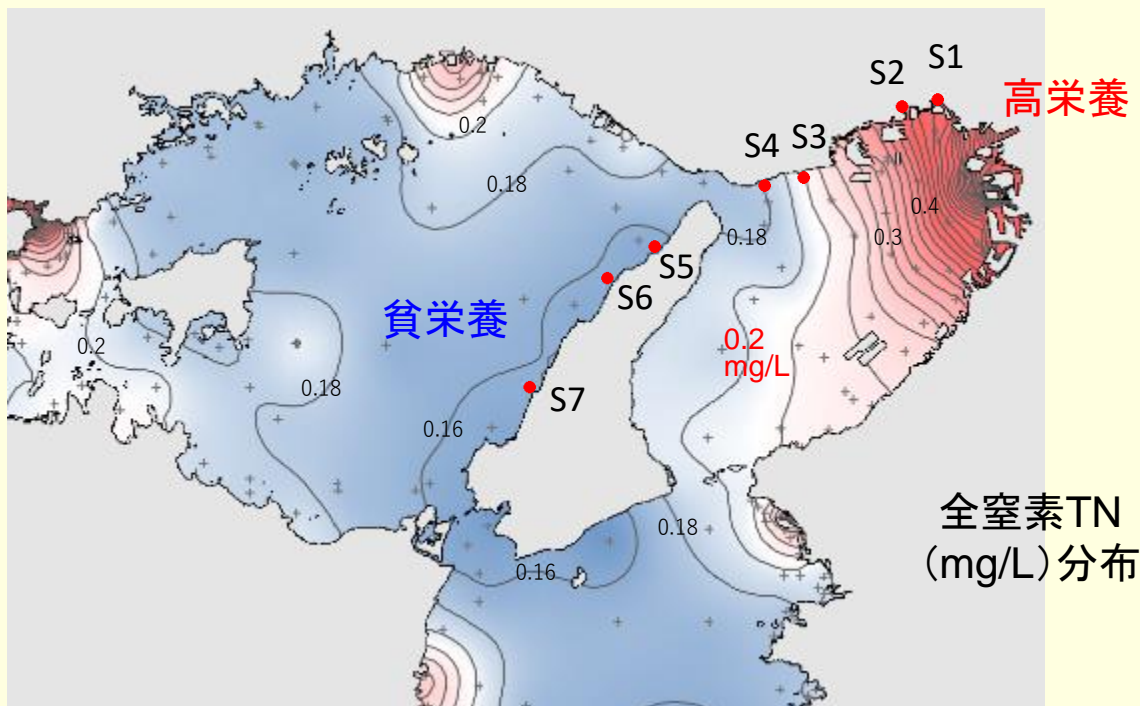
(エサ不足)



TN濃度の高い 大阪湾北東部から、
低い播磨灘に至る 7測点において、

- ★ アサリを飼育する.
- ★ 付着板をつるして付着生物を調べる.
- ★ 砂中の発生する底生生物を調べる.

海産生物生育に必要な 水質 を調べる.
(底質(砂)は各測点共通)





2ヶ月間育てたアサリ

栄養の乏しい海
クロロフィル濃度が低い。
身がやせ細っている。

軟体部の平均重量: 0.9 g



S3.5 9m3

3.6倍



栄養の十分ある海
クロロフィル濃度が高い。
よく育っている。

軟体部の平均重量: 3.2 g



S1 YH

【アサリ実験のまとめ】

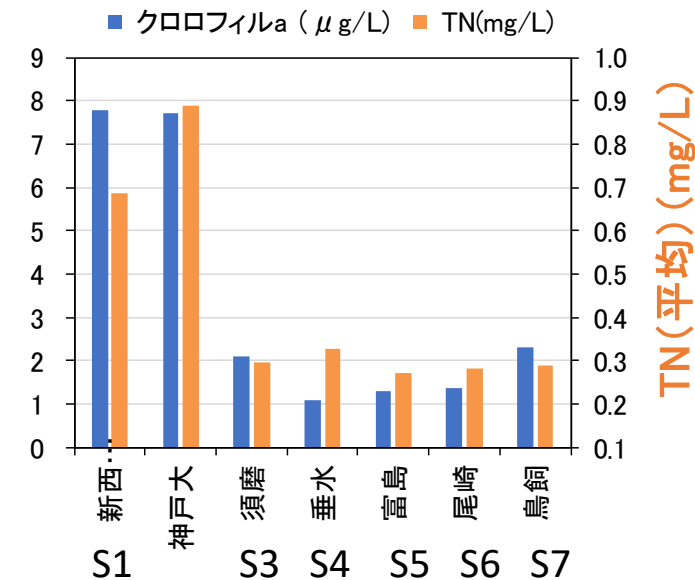
栄養豊富で植物プランクトンが多いところでは、アサリの身が大きく、よく育っていた。

栄養が少なく、クロロフィルa濃度が $2 \mu\text{g/L}$ 以下では、身が小さく痩せており、活力が低い状態であった(肥満度が12以下)。

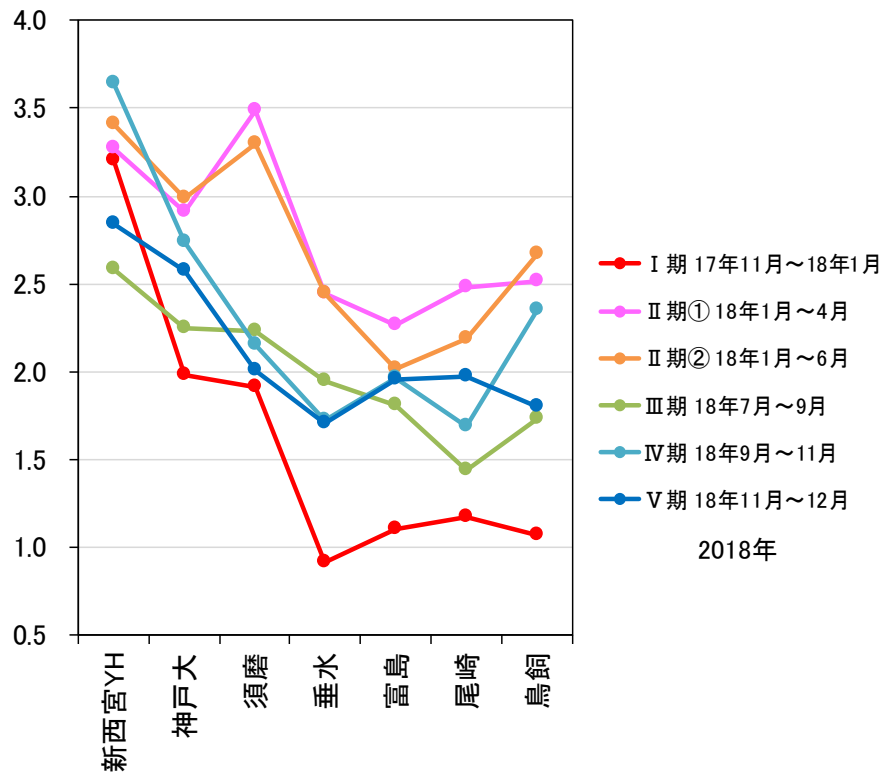
やせたアサリは、餓死するよりも前に、気象擾乱(高温, 高波等)で死にやすくなることに注意。

やせて 不健康 ← 栄養状態 → 健康

クロロフィルa(平均)($\mu\text{g/L}$)

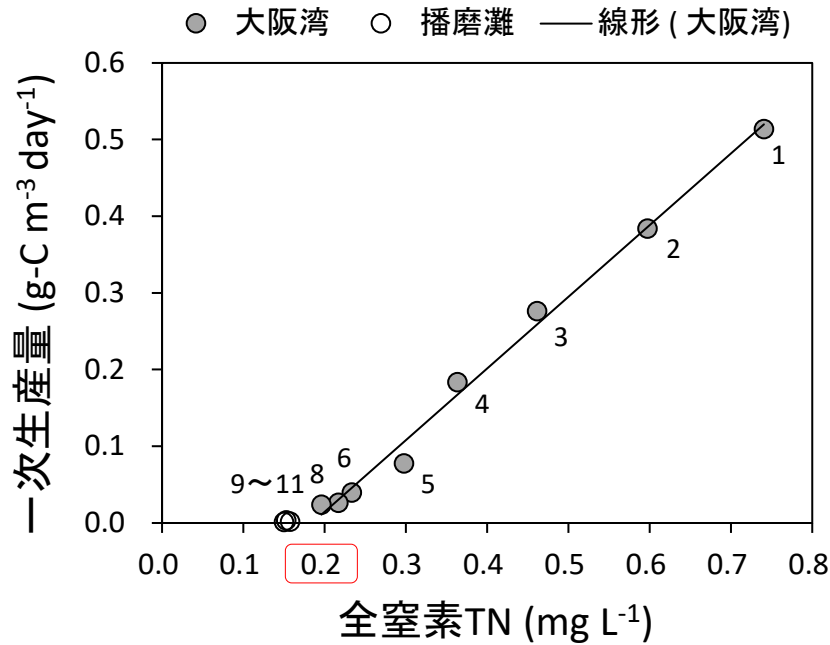


軟体部湿重量 (g)



【調査海域の一次生産量】

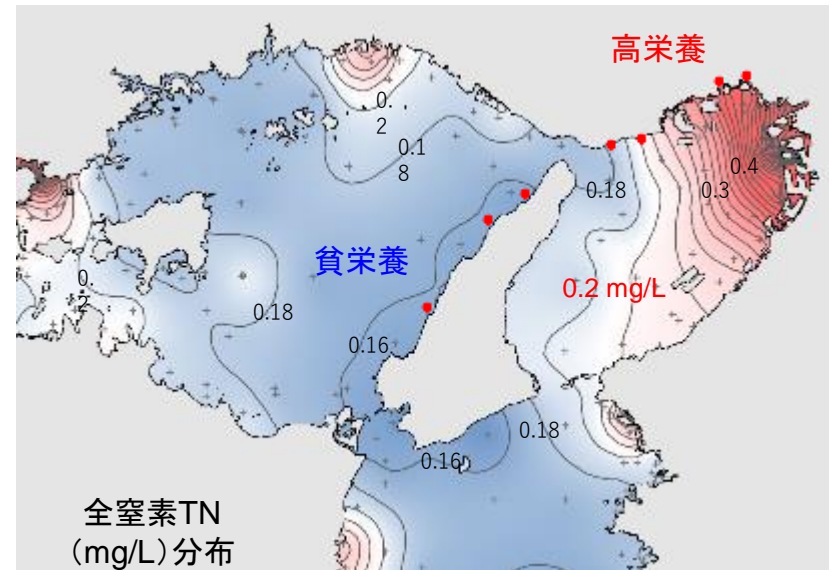
植物プランクトンの生産量



外海型 ← | → 内海型
スイッチ

全窒素TN = 0.2 mg/Lは、
内海型と外海型の 切り替わるスイッチ

内海型の一次生産と、
外海型の一次生産の分かれ目。



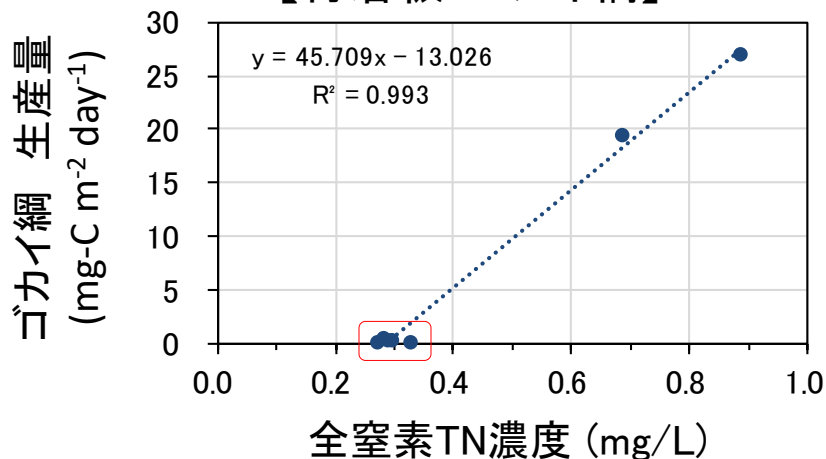
まず一次生産の
下限値が決まった。
→ 水産用水基準(2018)

【二次生産のうち、
魚類に好適なエサ生物^(注)
の生産速度】

(設置5ヶ月後の付着板の生物量)

(注)魚礁のB/C算定マニュアル

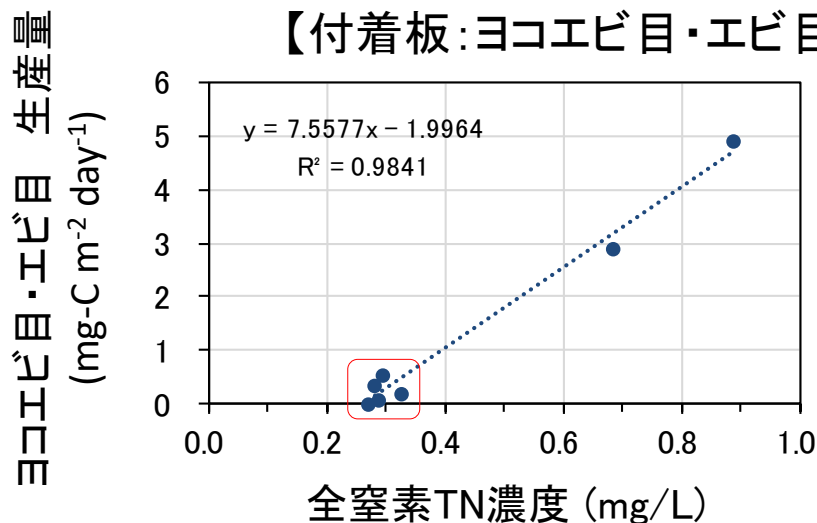
【付着板:ゴカイ綱】



生産量は、
海水の全窒素TN濃度が
0.3 mg/L付近で、
著しく小さくなった。

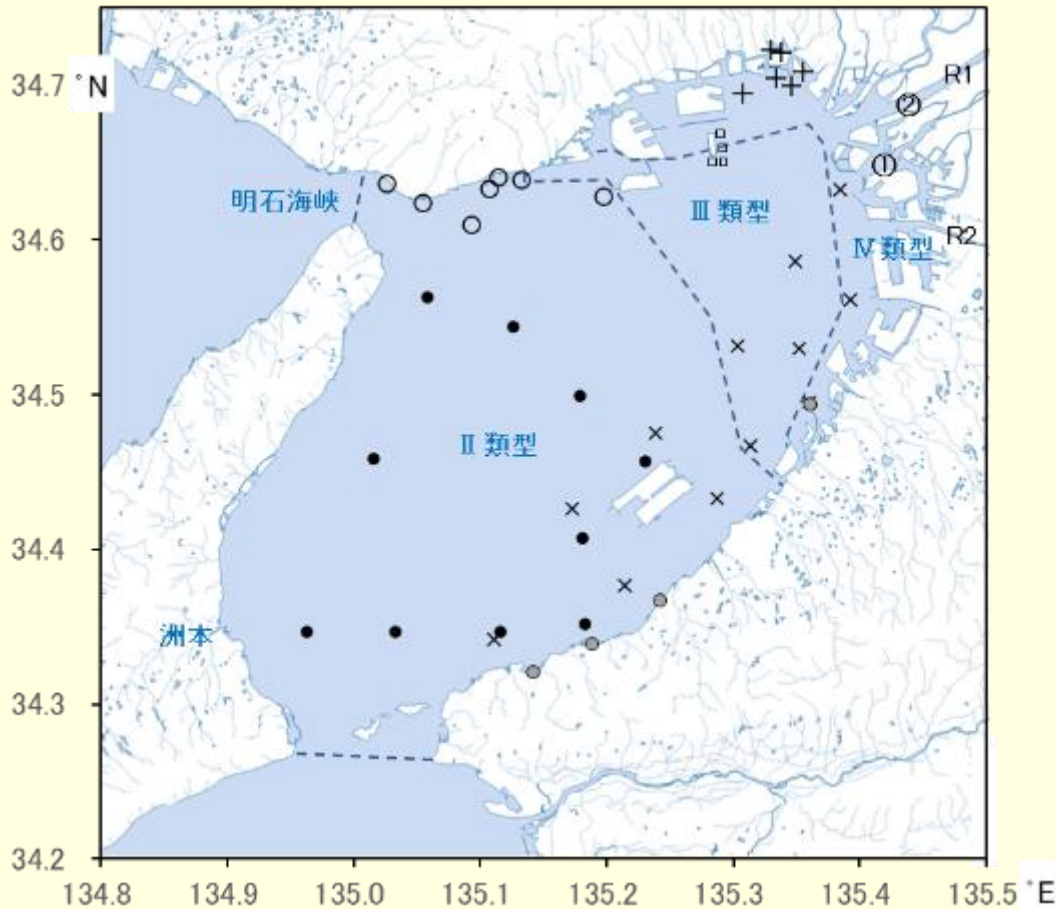
二次生産は TN = 0.3 mg/Lが
スイッチの位置

【付着板:ヨコエビ目・エビ目】



4. 窒素・リン削減が生物生産に及ぼす影響 (栄養塩類管理計画策定のための調査)

Impact of nutrient reduction on biomass production in semi-enclosed coastal seas:
a study for establishing scientific base for making a nutrient management plan

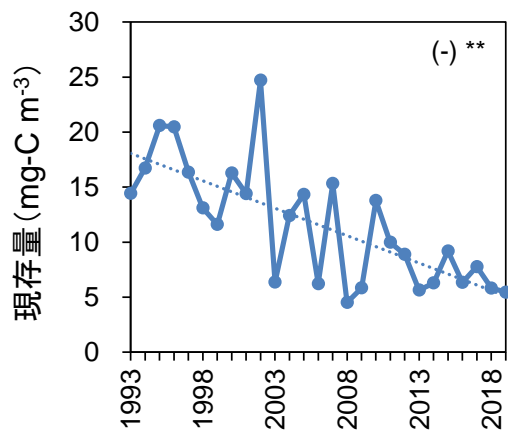


- ・ 植物プランクトン
- ・ 動物プランクトン
- ・ 稚魚 の調査

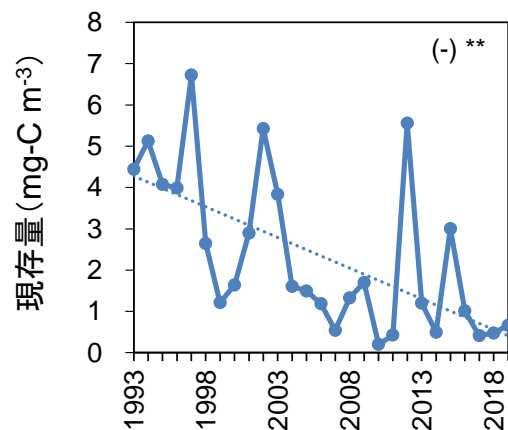
○印: 神戸市 II 類型全部
+印: 兵庫県 IV 類型の一部
□印: 稚魚調査
(大阪湾広域臨海環境整備センター)
●印: 大阪府浅海定線の一部



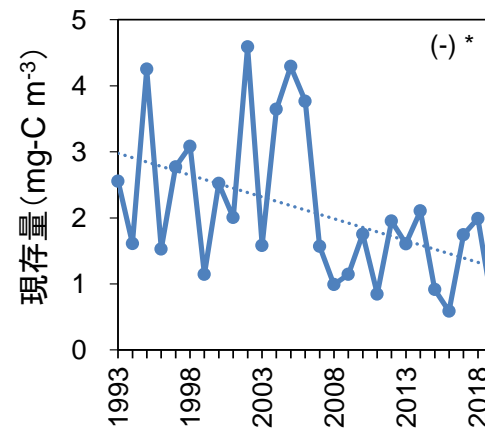
(a) カイアシ類



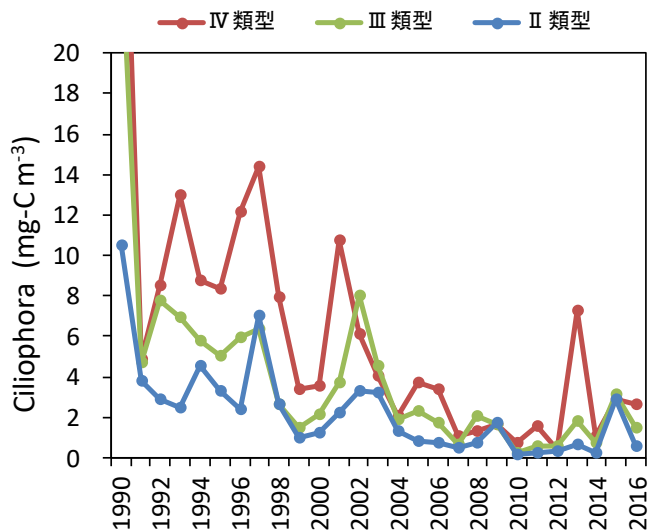
(b) 繊毛虫類



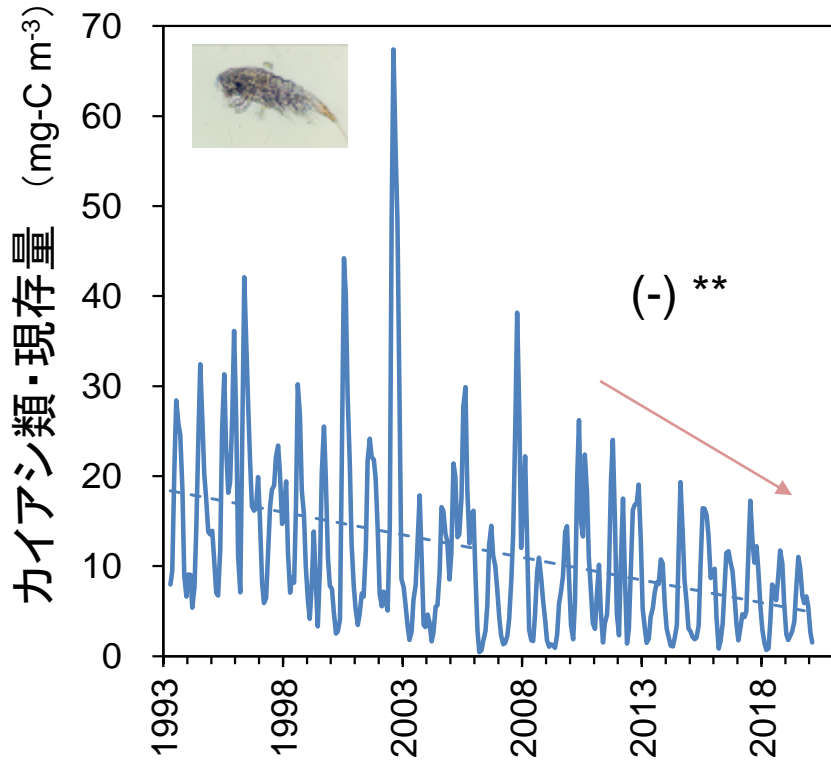
(c) 二枚貝幼生



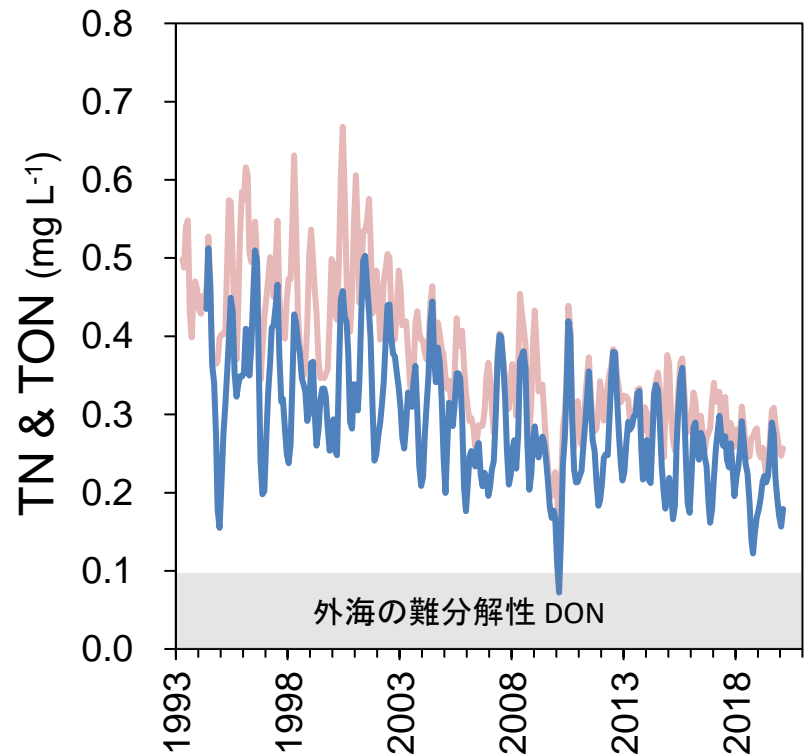
繊毛虫・年度平均 (mg-C m⁻³)



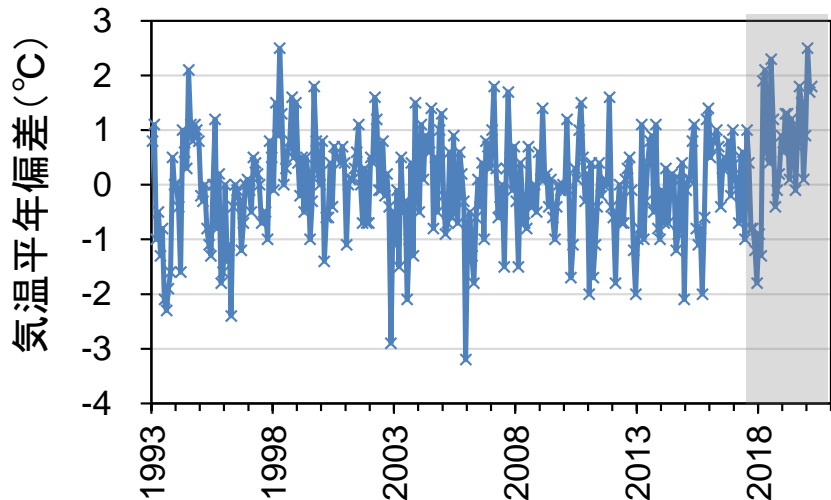
(a) カイアシ類現存量・月別



— TN — TON (= TN - DIN)



(b) 気温 平年偏差・月 淡路島・洲本



TN が減って、有機物量 (TON) が減る；
調べたどの生物群も量が減っていた。

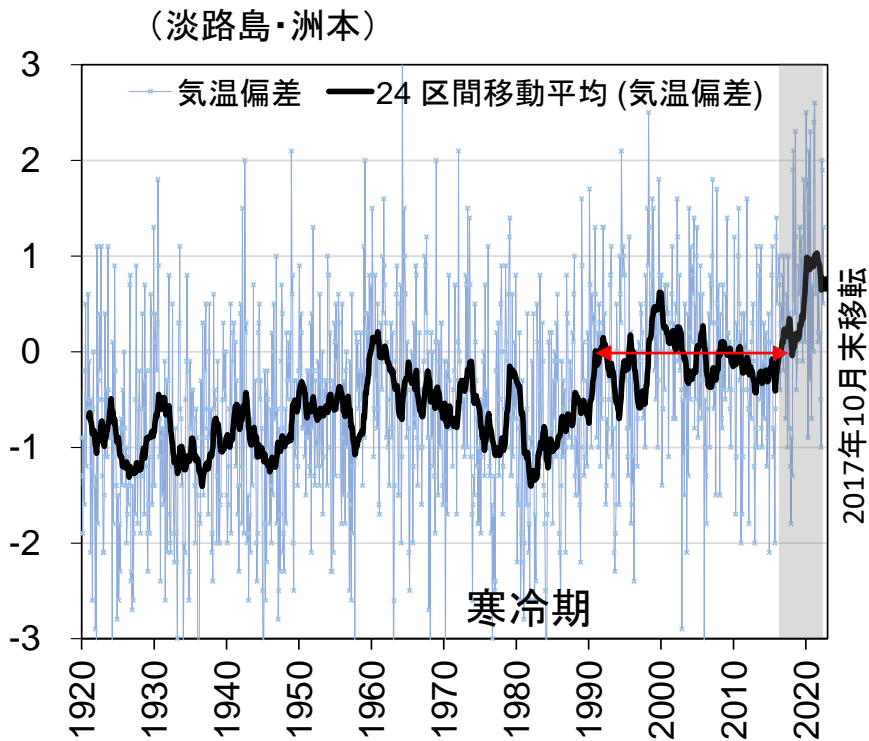
解析期間中、明瞭な気温上昇なし (b)。
気温上昇が、生物群量減少の原因とは
考えにくい。

気候変動について

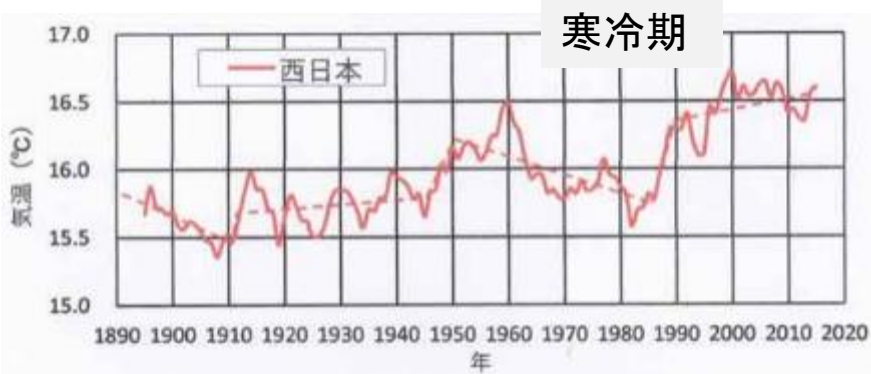
赤線の期間、
継続的な気温上昇なし。

★ 気候変動による気温上昇は、
単調な上昇ではない！
中緯度では数十年変動が大きい。

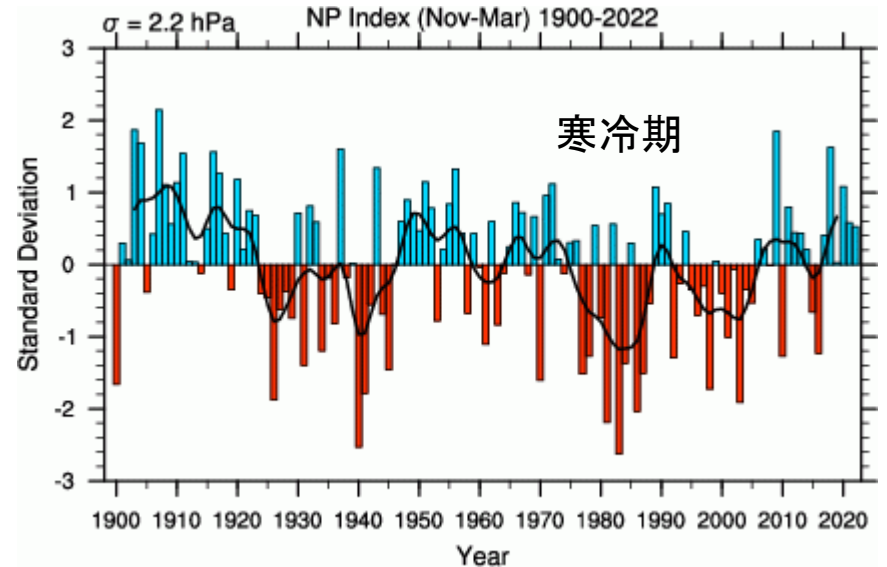
気温平年偏差 (°C)



1920年(大正9年)1月～2022年6月



西日本のバックグラウンド気温
(基準年の気温 + 地球温暖化量)の経年変化。
(近藤正純, 2018)

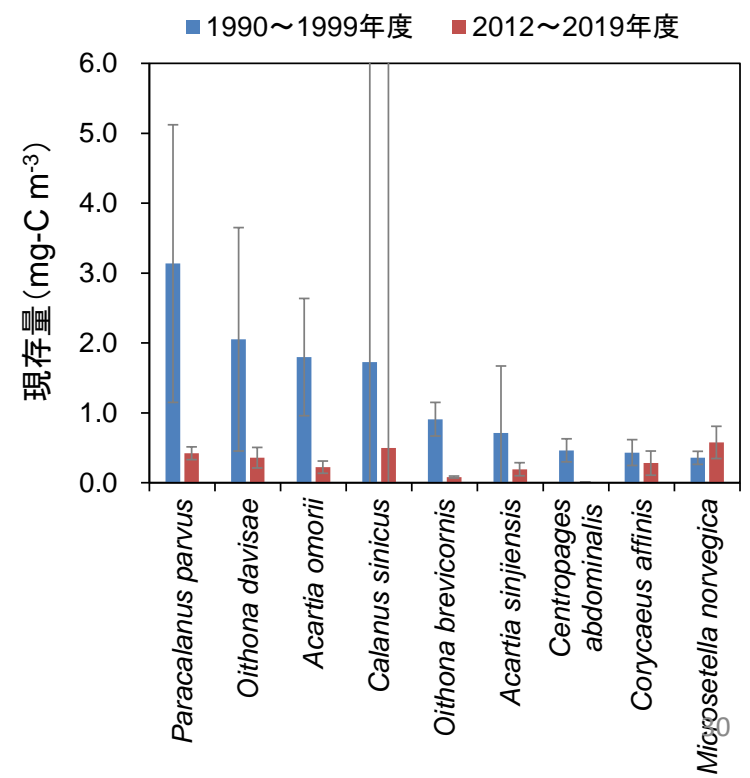
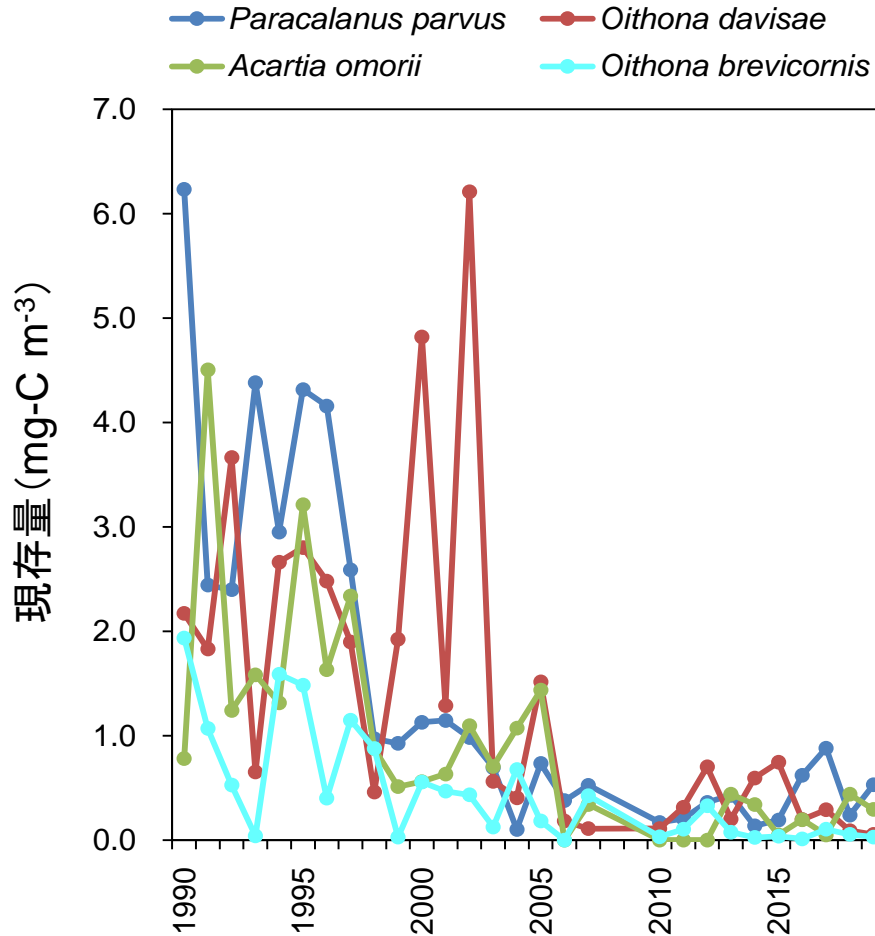


North Pacific Index
(Nov - Mar) 1900 - 2022

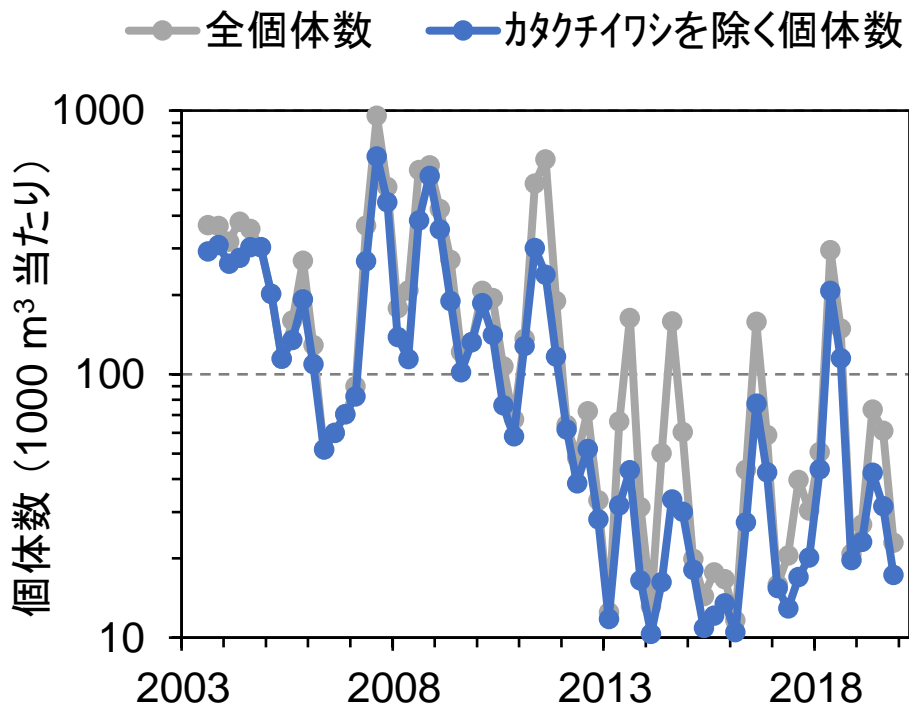
(from CLIMATE DATA GUIDE)



優占種が交代するのではなく、
卓越した優占種がなくなり
いずれの種も少数ずつになった。

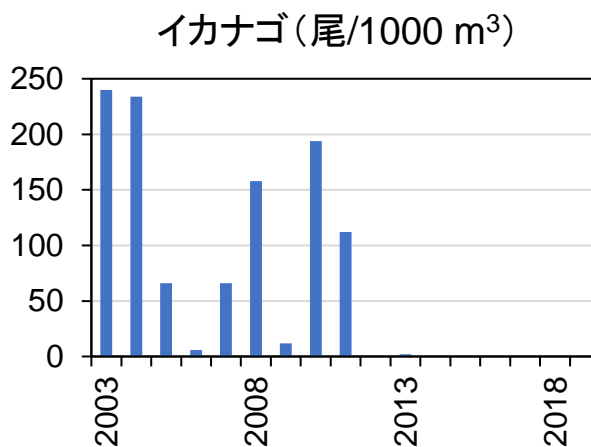


稚魚調査

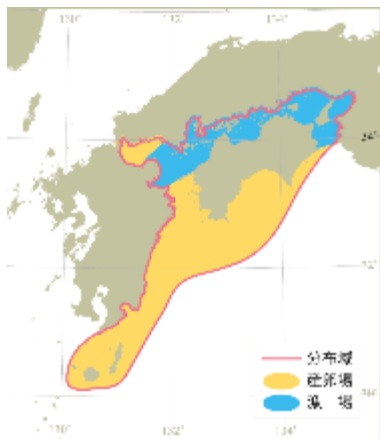


内海種は、1/3 に大きく減少。
イカナゴは採取されなくなった。

一方、外海との広域回遊性の
カタクチイワシは 増加傾向



2013年の2尾/1000 m³を最後に、
採取されなくなった。



カタクチイワシは
貧栄養の外海でも育ち、
生きていける。

← カタクチイワシ瀬戸内海系群の
分布域、産卵場および漁場

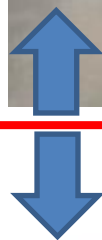


大きな口は プランクトンネット状

豊かな海と痩せた海：
海岸を歩くと一目で分かる。
貝殻があるか、ないか。



栄養：あるとき



ないとき



↑ 豊かな海：
どこでも貝殻の白い帯
(Google map でも分かる)

淡路島岸
貝殻がなくなった。

(四日市・高松海岸)

生き物のいる
にぎわいのある海辺

昔ではない
2018年4月29日

栄養のある海では，潮干狩りで採り尽くしても，また復活する。

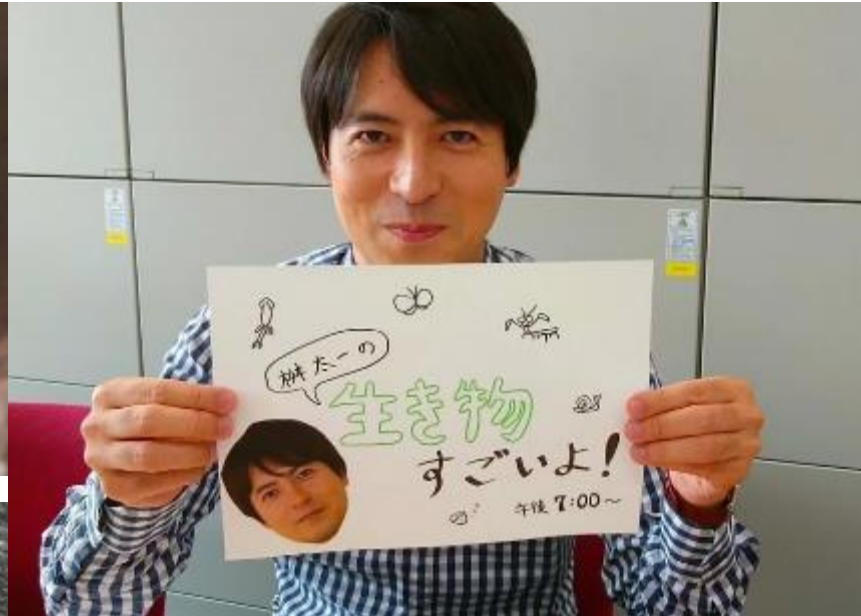




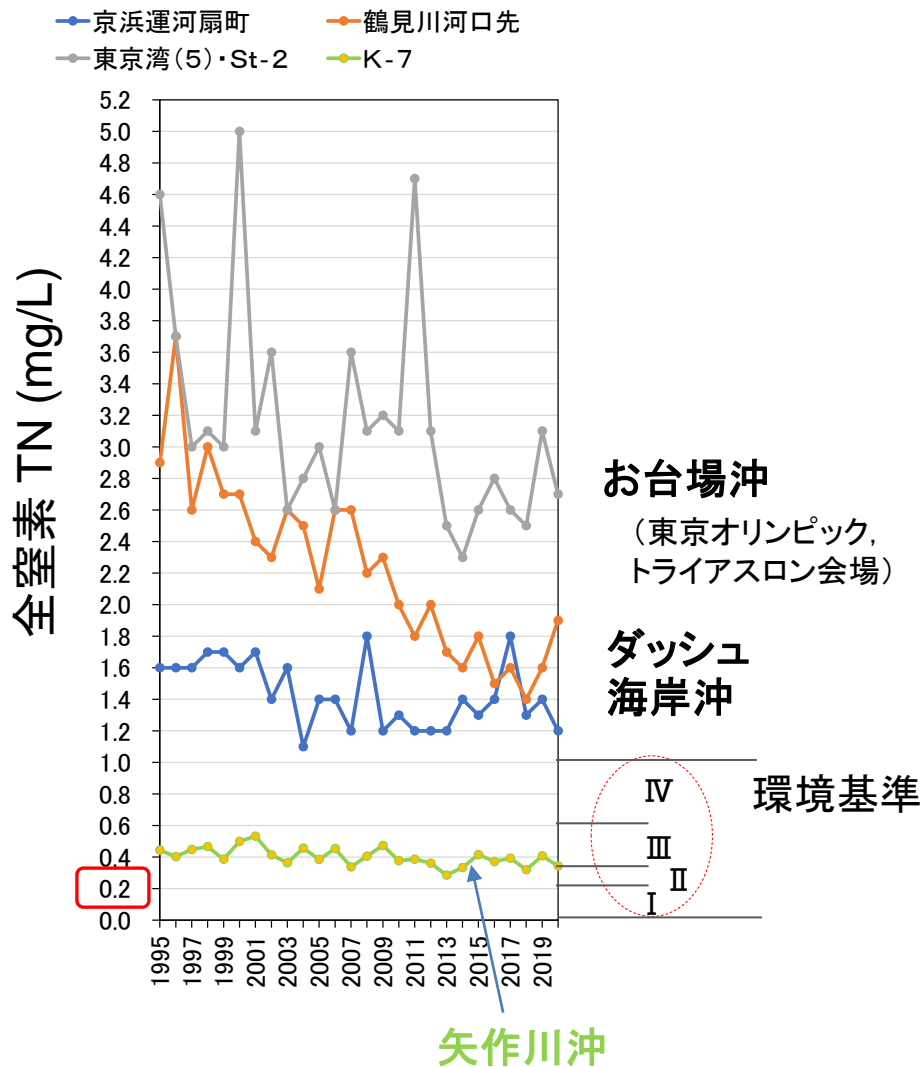
kakaku.com > ... > テレビ紹介情報 > 日本テレビ > ザ！鉄腕！DASH！！ - キャッシュ

「ザ！鉄腕！DASH！！～【ロケ再開！3ヶ月ぶりのDAS...

2020/7/12 - ホンビノス貝は外来種では初の千葉ブランドにんていでの高級貝という。また、横浜在住の木村尚さんが横浜DASH ... 樹太一が確認すると今回はイシガレイではなくヒラメだった。上品な甘みは和食だけでなくフレンチでも大...



5. テレビでみる豊かな海の 栄養濃度レベル



- ・ **栄養のある海**
栄養を生かす工夫と
継続的メンテナンスが必要.
- ・ **栄養がない海**
砂浜を作っても
生物が棲まない。(下の写真)

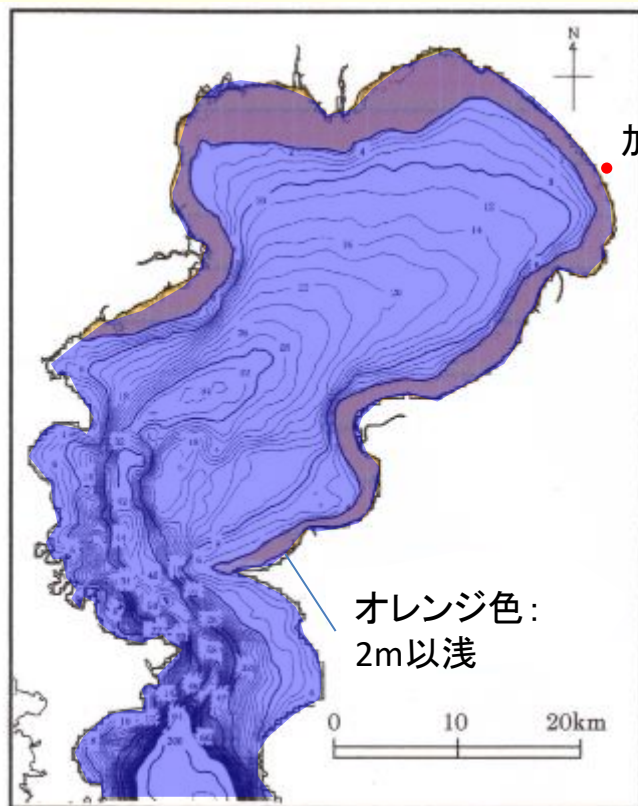
ただし、岩礁性海岸では
時間はかかるが、生物が
棲むようになる。



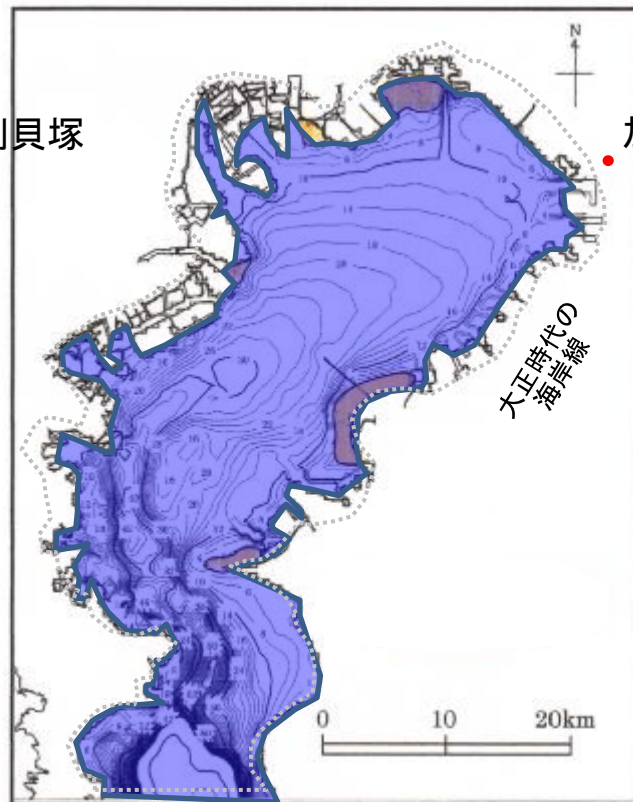
6. 豊かな海の再生 と N・P

浅い海が埋め立てられ、細く小さくなった東京湾

1920年頃(大正時代)の東京湾



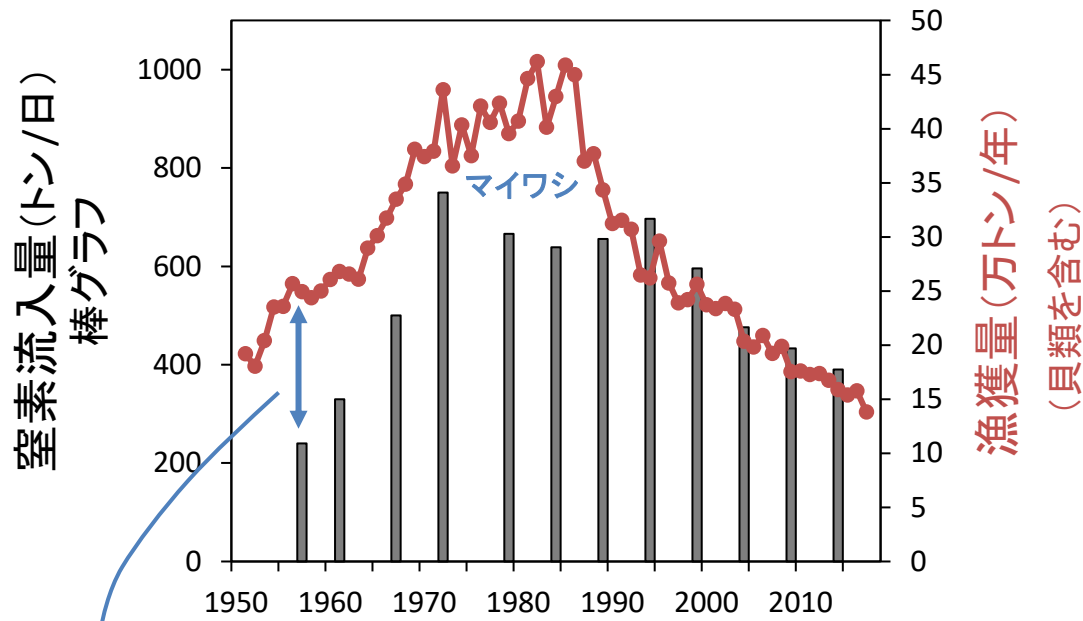
現在の東京湾



縄文遺跡
(今は内陸)

国総研 高尾敏幸
さん作成図を編集

東京湾の かつての豊かさは、浅い海に依存していた。
浅い海の 多くは失われた。
我々は、現在の地形で 豊かさと美しさの 両立を めざす。



昔あった浅場による
漁獲量(主に二枚貝)

Never Land
(ピーターパンから)

海域にもよるが、2000年～2010年代は、
そこそこ、豊かさと きれいさが 両立で
きていた。

近い過去：
データがある、目の前で起きていること。

海の色は植物プランクトンの色

内海が 青い海になったら要注意



汚れているのではない

本発表では「砂」についてはふれず、「栄養」のみについて報告した。

【栄養塩管理に必要なこと】

栄養(窒素・リン)のもたらす + と - の、両方の評価が必要。

現在の栄養水準のみきわめが大切。

★ 伊勢湾・三河湾は もはや富栄養ではなく 貧栄養レベル

しかしCODは下がらず、貧酸素も解消しない(上記の海ではむしろ逆に変化している)*

有機物生産(一次生産量)が減っていない。一方、有機物の質が変わった； 栄養価の低い有機物になった。→ 生食食物連鎖に乗らない。(水産生物, 海岸生物の著しい減少)

【陸域と海域を含めた 流域の物質循環の科学が不足】

いままでの 富栄養領域の科学とは異なる 貧栄養領域の科学が必要。

湖沼学, 陸上生態系生態学から学ぶところが大きい。
Physical-Chemical-Biological Coupling, Carbon dynamics
の科学

【科学が十分できていないなかで、どう対応するか】

経験則(*印等)を参考にしながら、

New 予測の不確実要素については、モニタリングしながらの順応的管理で 対応する。

「分からない部分があるので、何もしない」よりは、「確からしい方向へ歩みだしましょう。」の意味と、発表者は理解しています。

【海の栄養塩類管理 関係】

水産用水基準(2018) (2018年8月改訂)

水産用水基準(2018) アンモニア態窒素 修正 (2020年7月, 日本水産資源保護協会HPで提供)

http://www.fish-jfrca.jp/suisan_yousui_kijun_2018.html

この度、水産用水基準が改定され2018年版(第8版)が完成いたしました。(中略)

窒素・リンにかかる水質に関しては、本来の水産の立場に沿った「水産用水基準」に近づいたと考えております。

また、“全窒素 0.2 mg/L以下・全リン0.02 mg/L以下の海域は、閉鎖性内湾では生物生産性の低い海域”という文言を加えられたことは、水産の立場から貧栄養化のリスクについて警鐘する大きな一歩と考えます。

さらに、付録として赤潮・貝毒の原因となる有害有毒プランクトンに関する情報も追加いたしました。

3. 海産生物の生育に必要な水質(全窒素・全リン濃度の下限値)の定量化:アサリおよび生物付着板を用いた現地調査

水環境学会誌 43 巻 (2020) 6 号

<https://doi.org/10.2965/jswe.43.175>

4. 窒素・リン削減が海域の有機物量(CODおよびTOC)に及ぼす影響(東京湾, 伊勢湾)

水環境学会誌 44 巻 (2021) 5 号

<https://doi.org/10.2965/jswe.44.135>

5. 窒素・リン削減が海域の有機物量(CODおよびTOC)に及ぼす影響:削減の効果とその作用機構(大阪湾)

水環境学会誌 44 巻 (2021) 6 号

<https://doi.org/10.2965/jswe.44.185>

6. 瀬戸内海における海水中有機物のC:N:P比と窒素・りん濃度の関係性について

季刊 全国環境研会誌. Vol.46 (2021) No.3, 115-122.

[06JELA_4603042_2021.pdf \(nies.go.jp\)](https://doi.org/10.2965/jswe.44.185)

7. 栄養塩類変動が内湾の生態系・生物生産に及ぼす影響:大阪湾

水環境学会誌 45 巻 (2022) 3 号

<https://doi.org/10.2965/jswe.45.145>

【付録1】

貧栄養な外海に棲む生物種は、少ないエサに 適応している.



スイッチの外海側と内海側では生物種が異なっていた

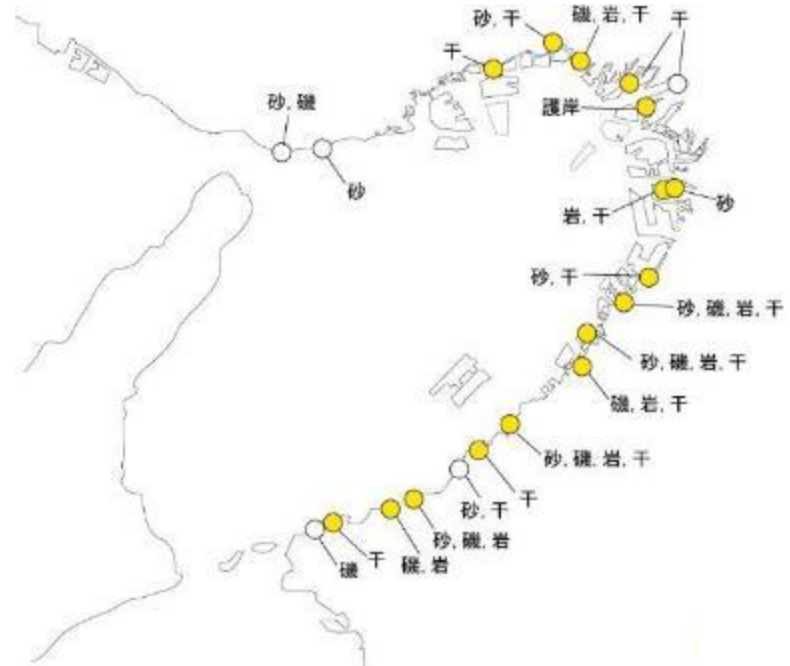
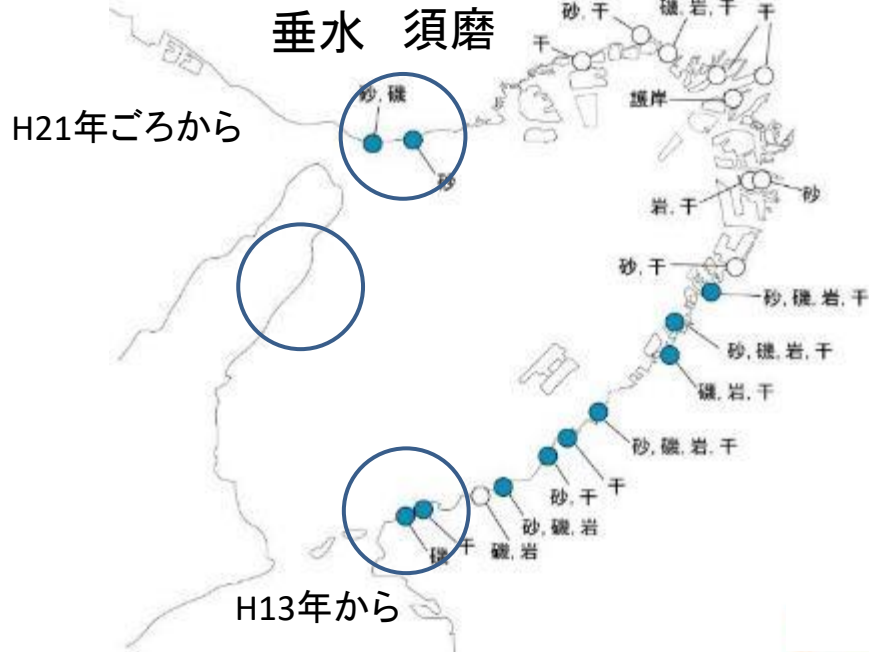
【ケガキとマガキの分布】

大阪湾西部から外海形のケガキに変わってきた

ケガキ（外海型）



マガキ（内湾型）



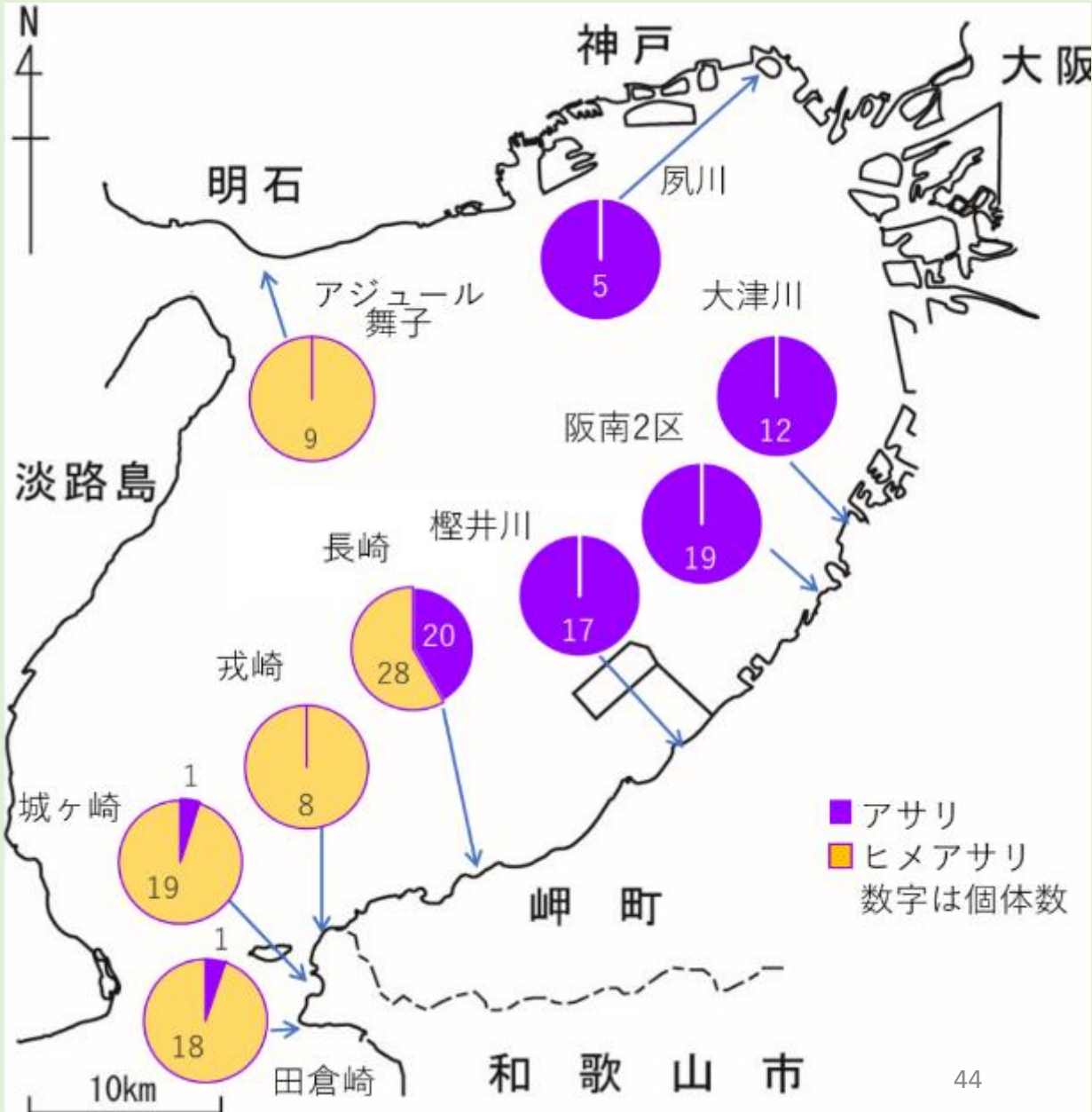
■第7回大阪湾生き物一斉調査（H26年5月）
「大阪湾の自然と再生」（大阪湾海岸生物研究会調査）

【ヒメアサリとアサリの分布】

大阪湾の
アサリと
ヒメアサリ
(2015-2016年
の調査結果)

加太から岬町、神戸市
西部では外洋性のヒメ
アサリが優勢。

湾内部の西宮から泉南市ま
ではアサリのみ。



山西良平先生作成

【アサリとヒメアサリ】

見た目はそっくり。ヒメアサリは浮遊物(エサ)を効率よく採れる器官を持っている。

ヒメアサリの入水管を顕微鏡で観察

先端に生えた触手(入水管口触手)にたくさん突起が発達し、まるで樹の枝のような複雑な形状をしているのがわかります(図4-B)。一方、アサリの入水管口触手は単純な棒状で、このように枝分かれした構造はみられません。

このような例は、内湾性のハマグリとその近縁種で外洋に面した砂浜に棲むチョウセンハマグリでも報告されており、この場合、チョウセンハマグリの入水管口触手にだけ樹状構造がみられます。

黒潮生物研究財団 CURRENT, Vol.2,
No.2, 2001

【外海型生物は少ないエサに適
応している。】

外海型ろ過食者は、
効率よく懸濁物を取り込める
器官を持っている。

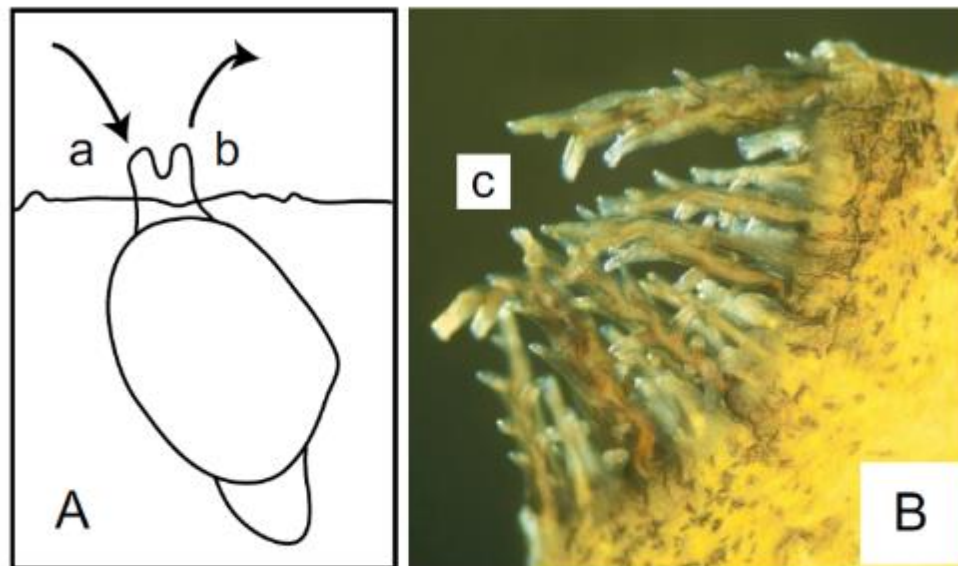


図4 マルスダレガイ科二枚貝の模式図
とヒメアサリの入水管先端部

a:入水管 b:出水管 c:入水管口触手

貧栄養化した磯（和歌山県 田辺湾 天神崎）



貧栄養な海では、栄養を海水中に拡散させず、食物連鎖の中で、むだなく循環させる。

褐虫藻とサンゴの共生はよく知られている。



イ貝類とアオサ類 →

貝のおしっこで海藻が育つ

← カメノテとノリ



下水処理場のN・P除去率 (処理方法別)

全窒素 除去率

処理方式	除去率
標準活性汚泥法	57%
嫌気無酸素好気法	73%
ステップ流入式多段硝化脱窒法 及び急速ろ過法(凝集剤添加)	84%

全リン 除去率

処理方式	除去率
標準活性汚泥法	90%
嫌気無酸素好気法	85%
ステップ流入式多段硝化脱窒法 及び急速ろ過法(凝集剤添加)	98%

* 高度処理法に該当するものは、
赤色で示した。(2009 ~ 2011年度の平均)