

瀬戸内海の栄養塩異変の 原因究明と栄養塩管理

香川大学・農学部
香川大学・瀬戸内圏研究センター
多田邦尚

栄養塩の現状の認識

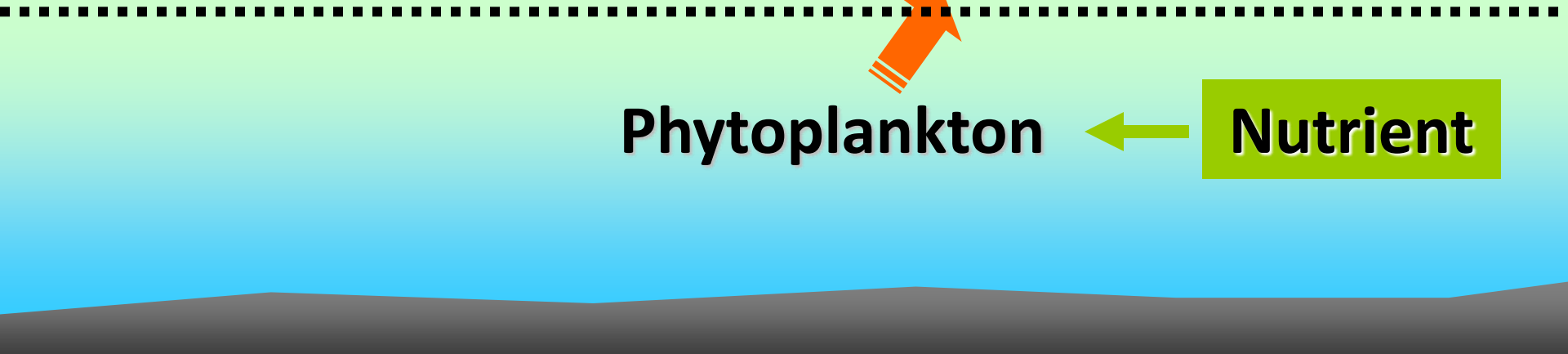


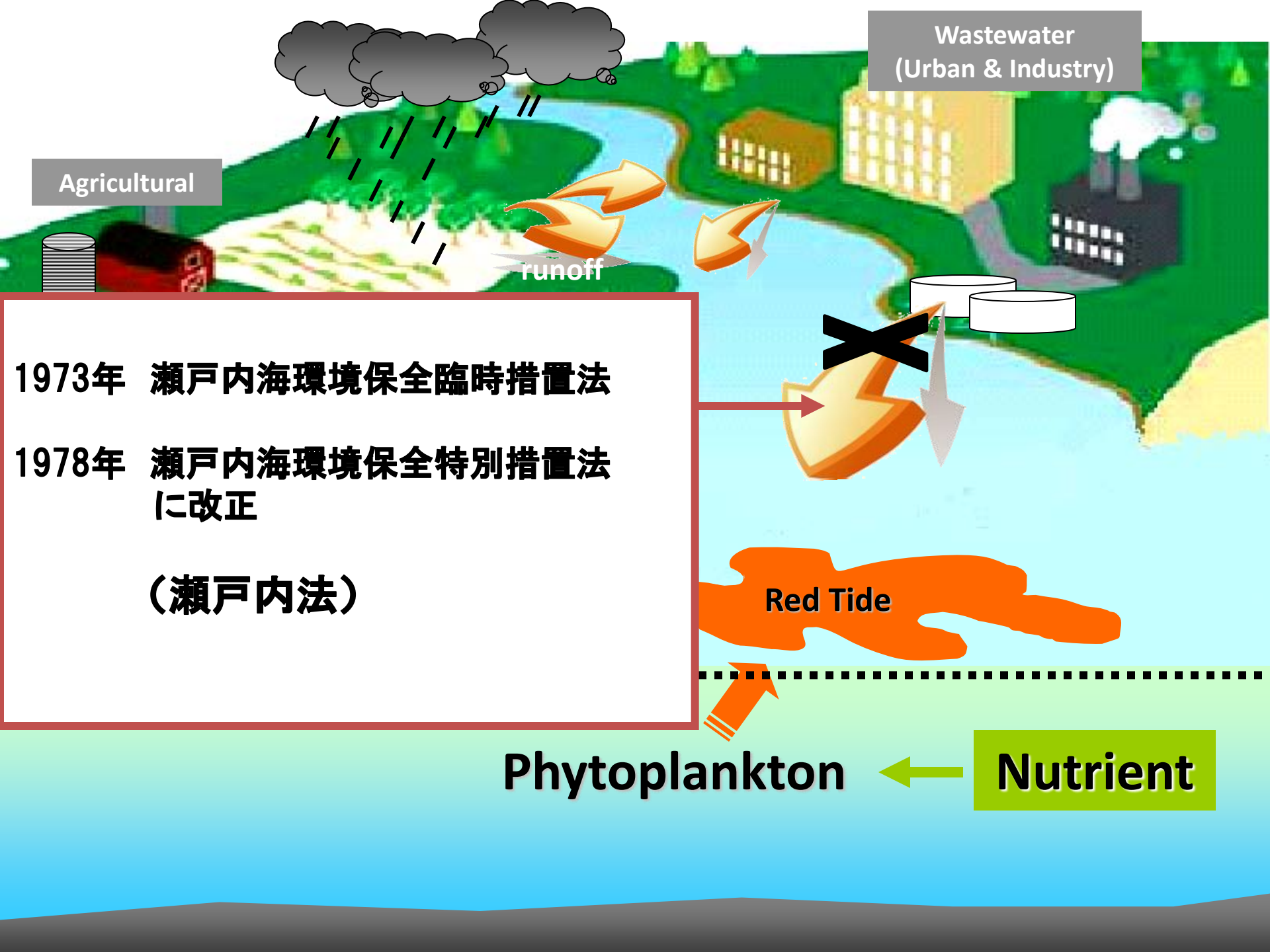
高度経済成長期



Phytoplankton

Nutrient





Agricultural

Wastewater
(Urban & Industry)

runoff

1973年 瀬戸内海環境保全臨時措置法

1978年 瀬戸内海環境保全特別措置法
に改正

(瀬戸内法)

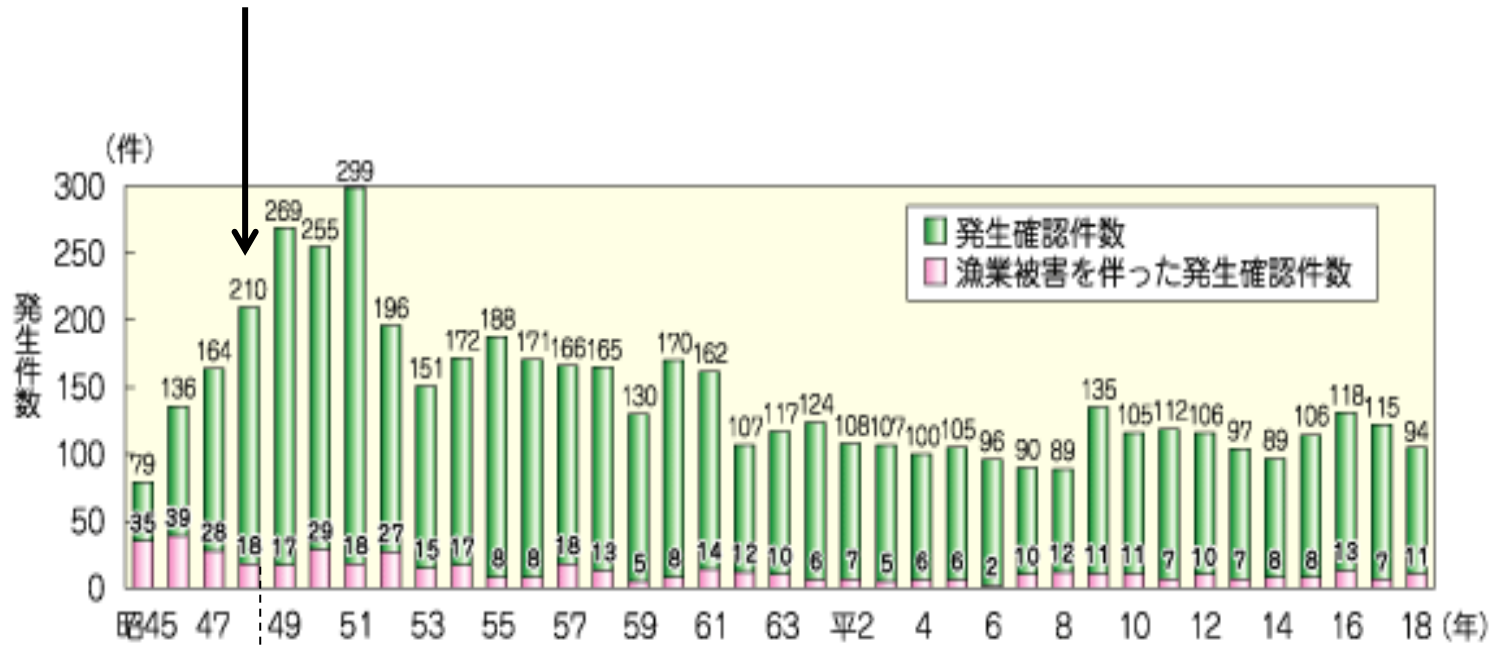
X

Red Tide

Phytoplankton

Nutrient

1973年（昭和48年）瀬戸内海環境保全臨時措置法



高度成長期

昭和30～48年

**瀬戸内海はきれいになった！
赤潮発生件数も減少**

But

イワシ類の不漁

イカナゴの不漁

ハリの不作(色落ち)

牡蠣の不作

環境管理の実験海域・瀬戸内海のたどった道

瀬戸内法

1980年	第1～4次	総量規制	COD
2002年	第5～6次	総量規制	COD, N, P

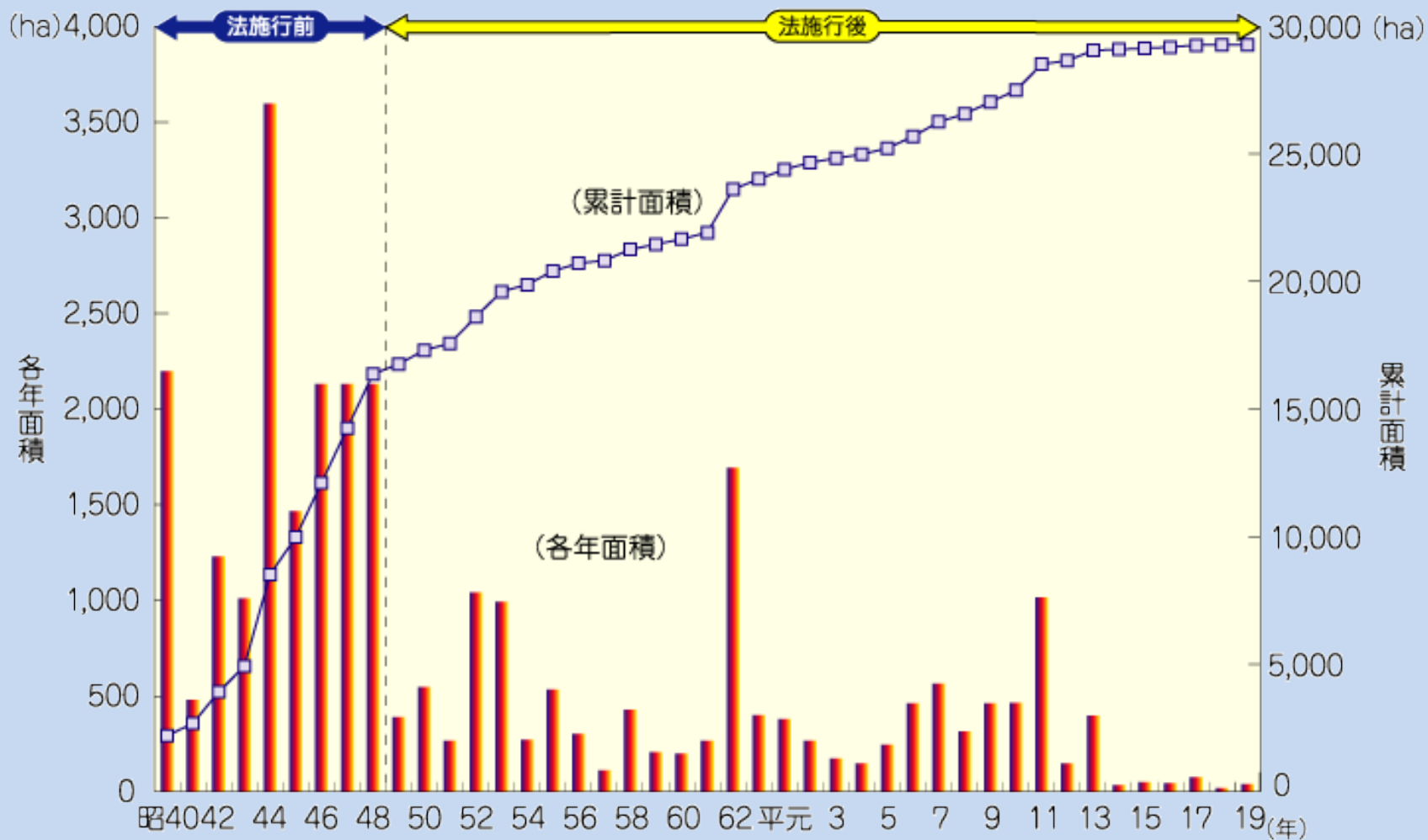
<第6次水質総量規制のあり方>

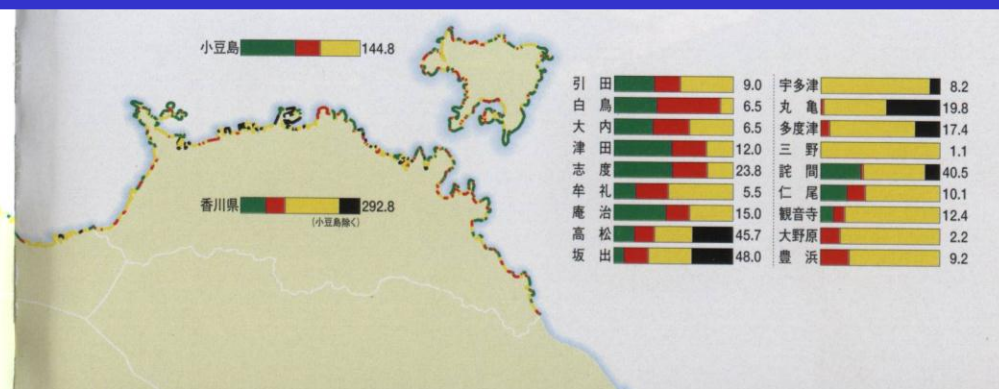
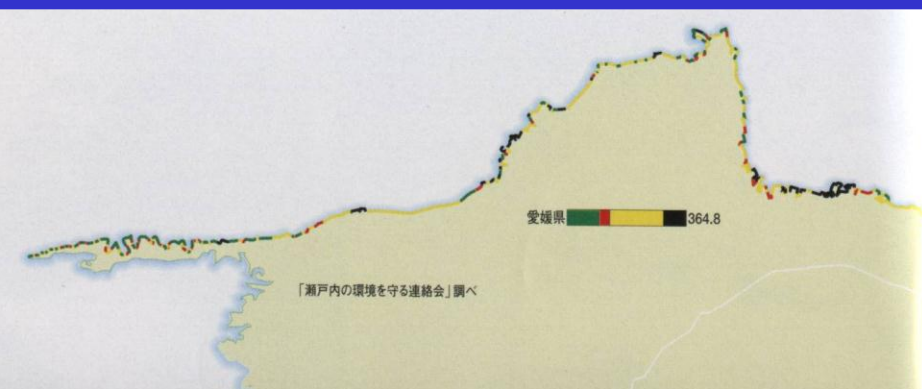
窒素・リンについては、大阪湾において引き続き削減が必要であるが、それ以外の瀬戸内海では現在の水質を維持することが適切。

(中央環境審議会答申)

単に、水質を良くするという時代は終わった！！！！

瀬戸内海の埋め立て面積

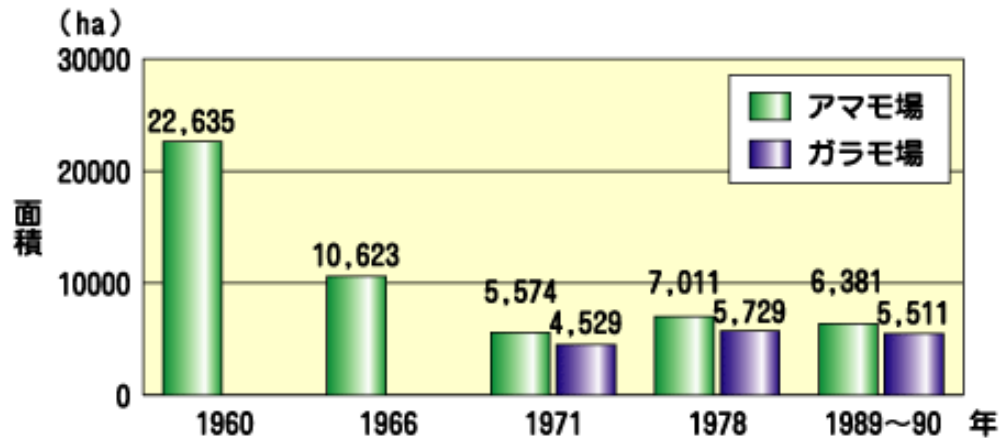




『連鎖の崩壊』（四国新聞社）より

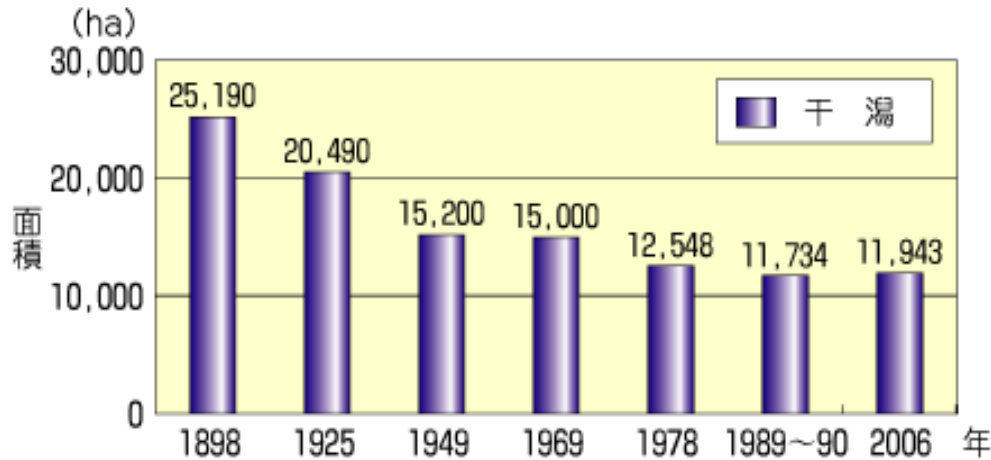
「瀬戸内の環境を守る連絡会」調べ

瀬戸内海における藻場面積の推移(響灘を除く)



出典: 1) 1960、1966、1971年: 水産庁南西海区水産研究所調査
 2) 1978年(第2回)、1989~1990年(第4回): 自然環境保全基礎調査(環境庁)

瀬戸内海における干潟面積の推移(響灘を除く)



出典: 1) 1898、1925、1949、1969年: 「瀬戸内海要覧」(建設省中国地方建設局)
 2) 1978(第2回)、1989~1990年(第4回): 自然環境保全基礎調査(環境庁)
 3) 2006年: 「瀬戸内海干潟実態調査報告書」(環境省、平成18年)
 注) 出典により、面積測定方法に違いがある。

アマモ場とは



メバル稚魚

アオリイカ卵囊



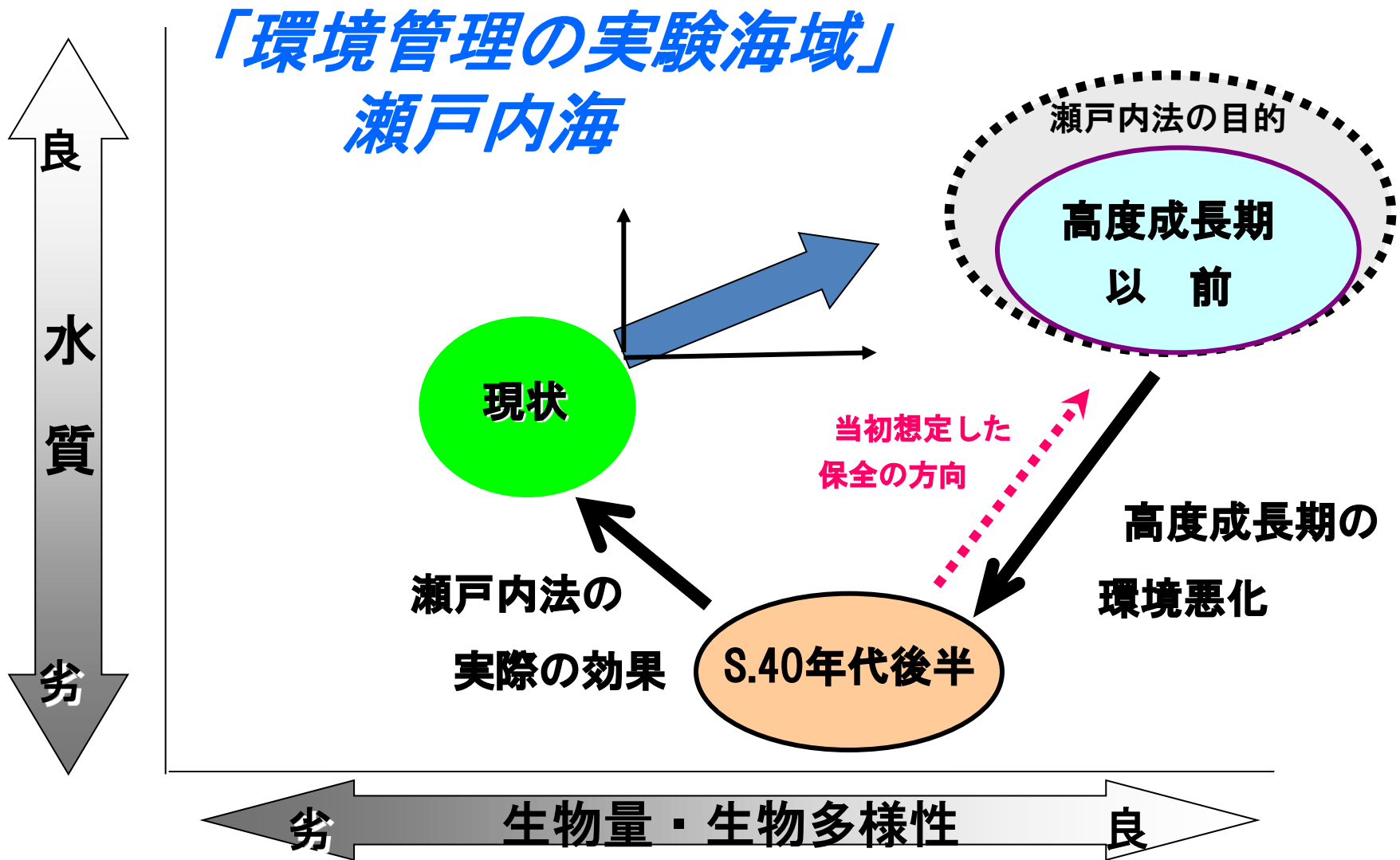


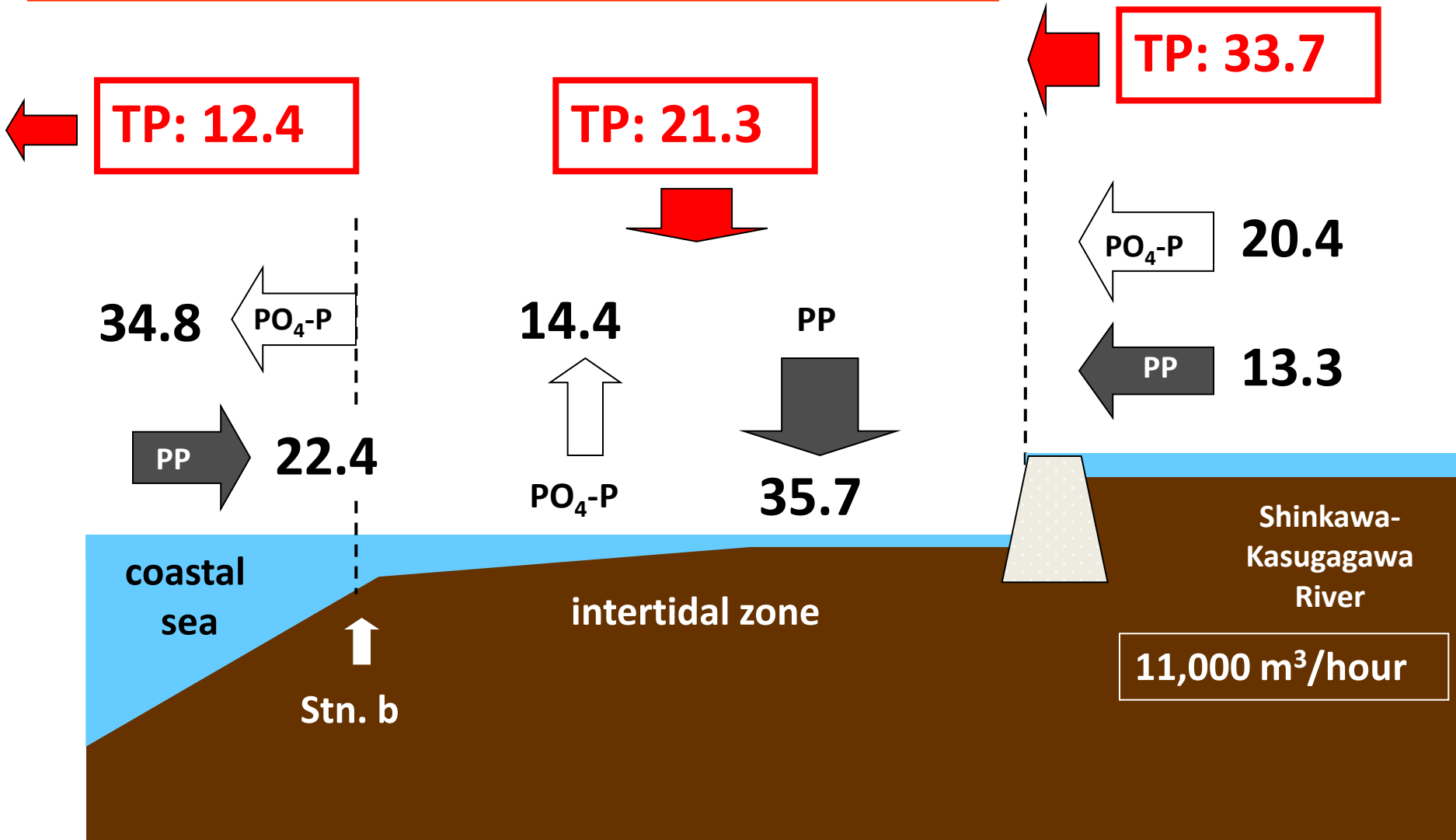
図. 新たな環境保全・創造施策のイメージ

(環境省の図を改変)



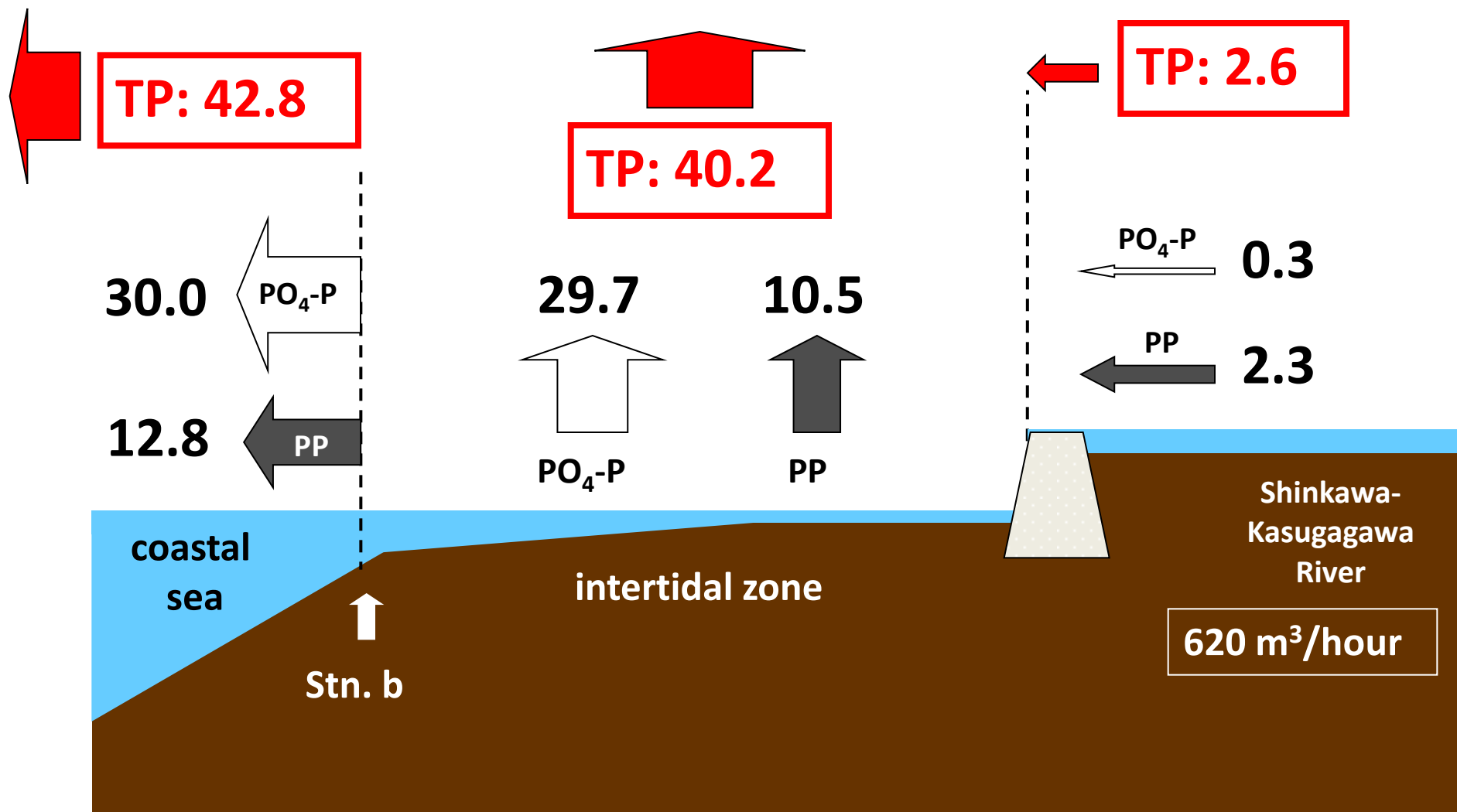
河川から負荷されたリンの70%が干潟に捕捉されている

(kg/12 hours)



2 Nov

Phosphorus balance (kg/10 hours)



色落ちで平年の6割

過去20年間で最低水準に

本県産の海苔は、2010年産の収穫量が、前年産に比べて約1割減となった。これは、平年の約6割にとどまり、過去20年間で最低水準に落ち込んだ。これは、海水の塩分濃度が低く、海苔の成長が遅く、収穫量が減少したためと見られる。

県、本格取り組みへ

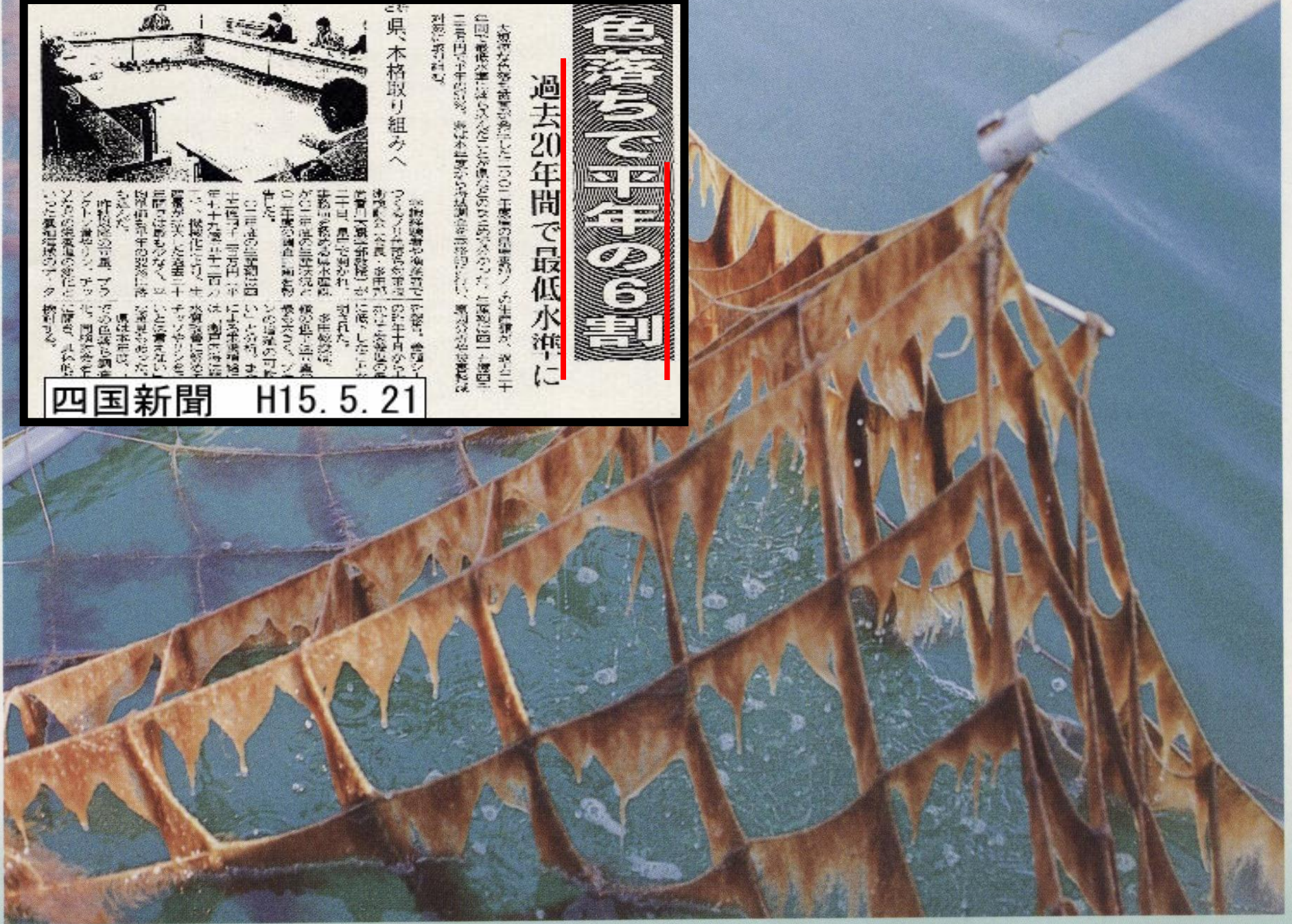


本県産の海苔は、2010年産の収穫量が、前年産に比べて約1割減となった。これは、平年の約6割にとどまり、過去20年間で最低水準に落ち込んだ。これは、海水の塩分濃度が低く、海苔の成長が遅く、収穫量が減少したためと見られる。

県は、海水の塩分濃度を上げるための対策として、塩水注入機を導入し、海水の塩分濃度を調整している。また、収穫時期を遅くすることで、海水の塩分濃度を高く保ち、収穫量を確保している。

県は、今後も引き続き、海苔の生産量を確保するための対策を講じていくとしている。

四国新聞 H15. 5. 21



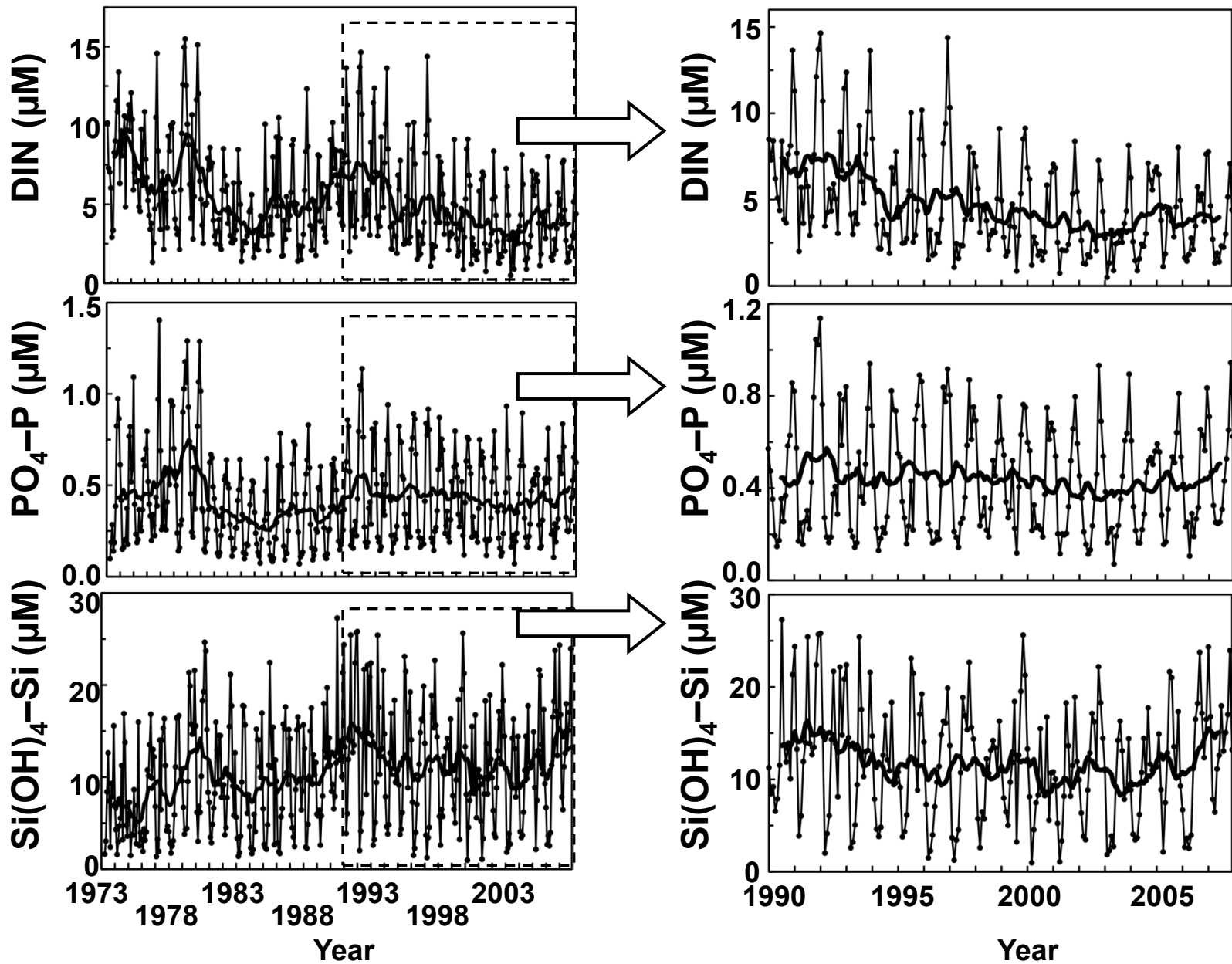


図 播磨灘の栄養塩濃度変化（兵庫県浅海定線調査より） Nishikawa *et al.* 2010

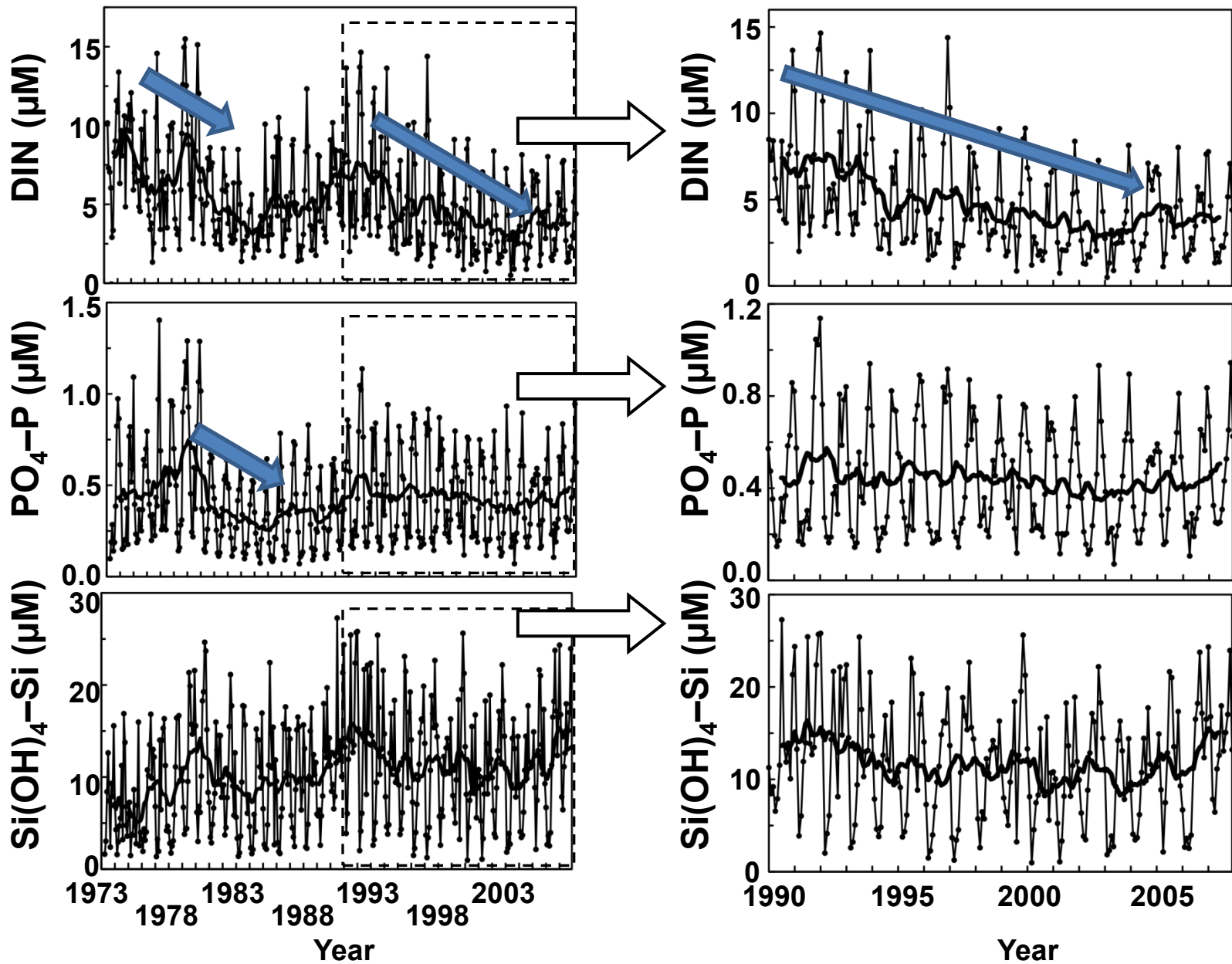
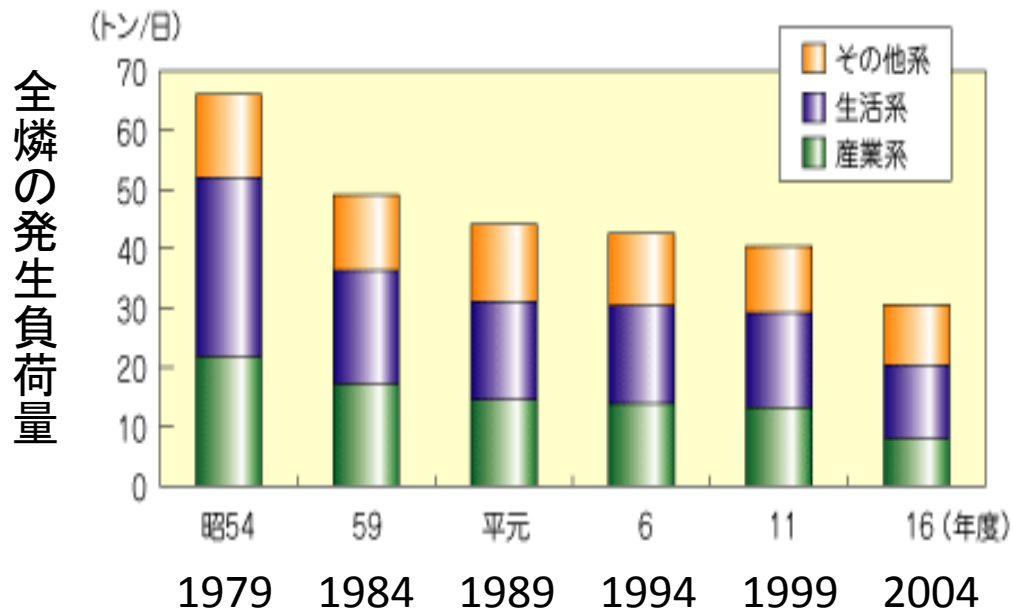
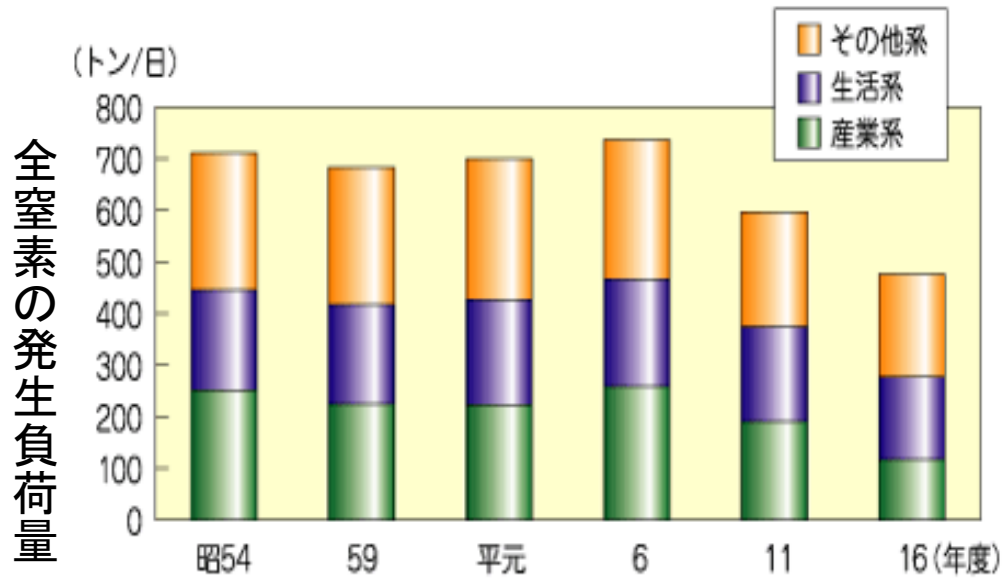
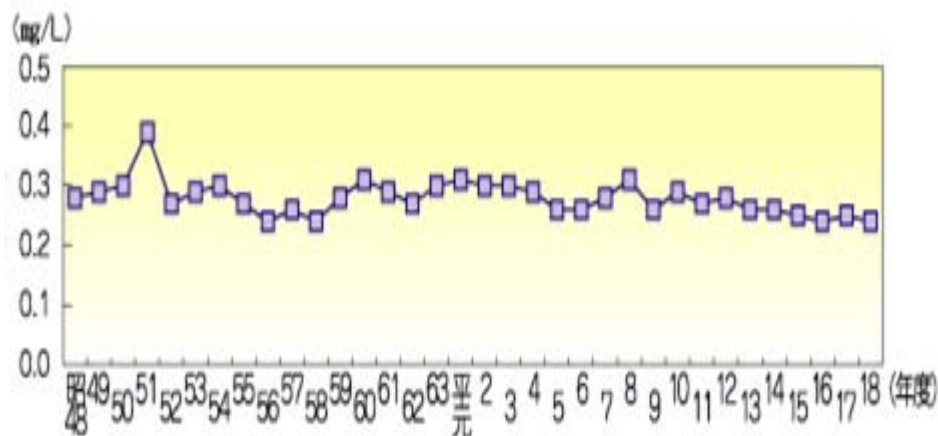


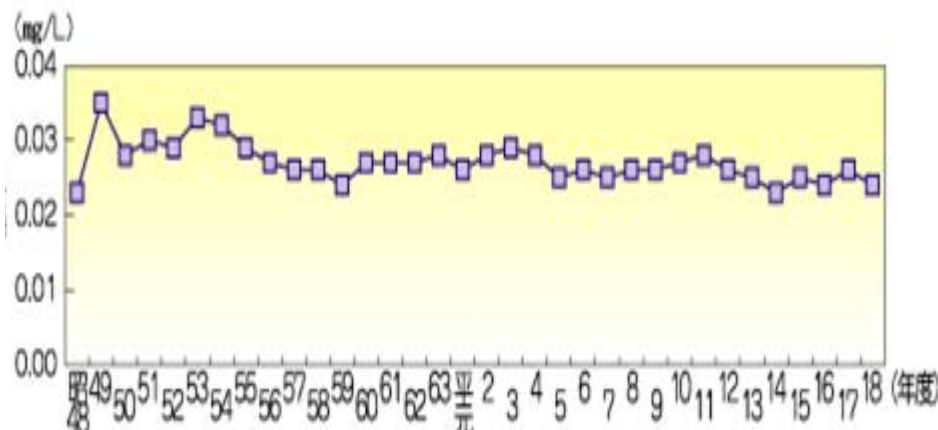
図 播磨灘の栄養塩濃度変化（兵庫県浅海定線調査より） Nishikawa *et al.* 2010



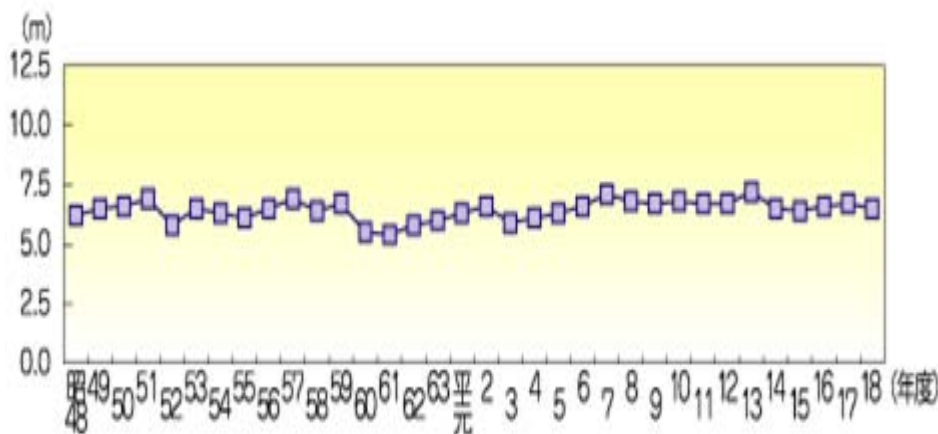
全窒素



全リン



透明度



1973

1980

1990

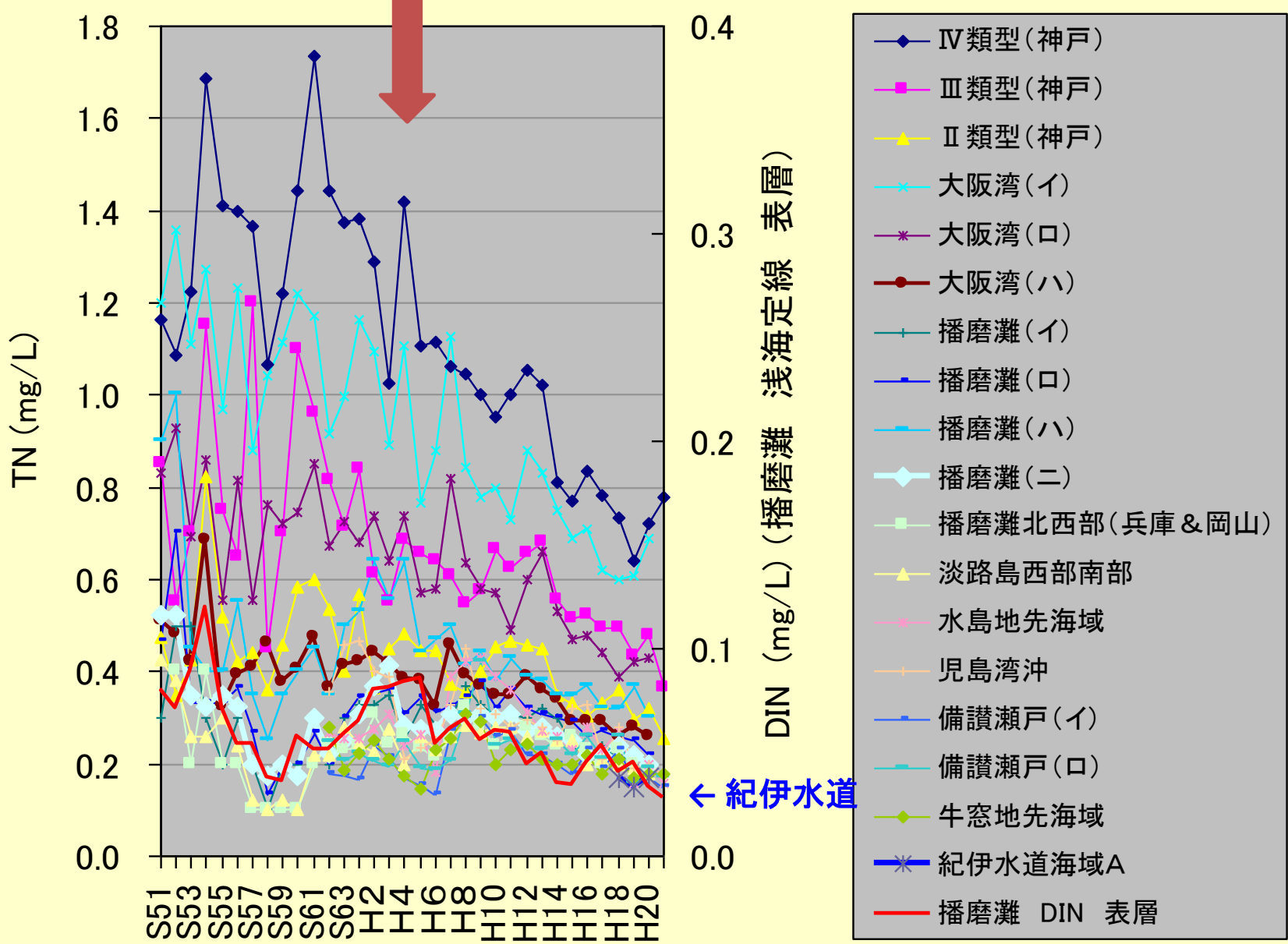
2000

注) 瀬戸内海の18灘の平均値を単純平均したものである。

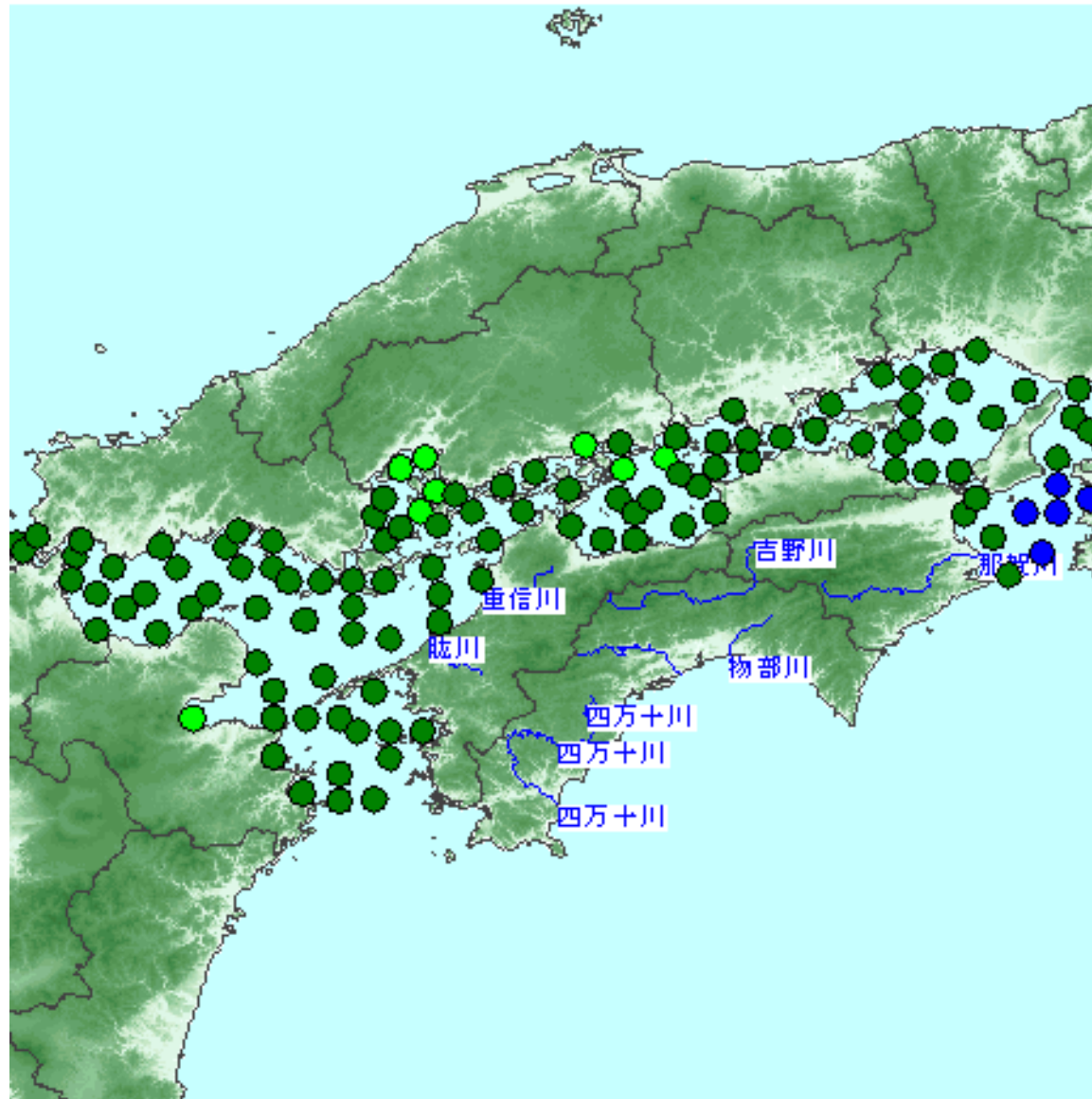
出典:「広域総合水質調査」
(環境省)

公共用水域水質調査データ

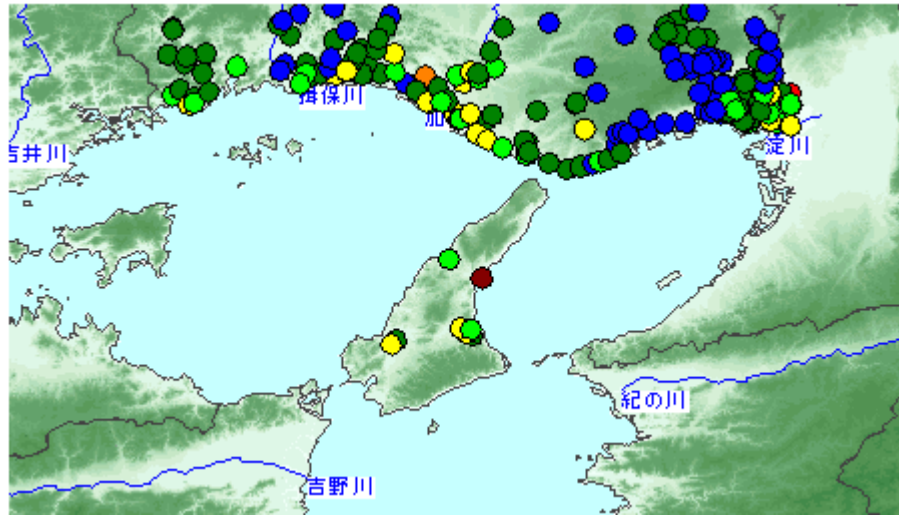
全窒素 全データ



広域総合調査観測点

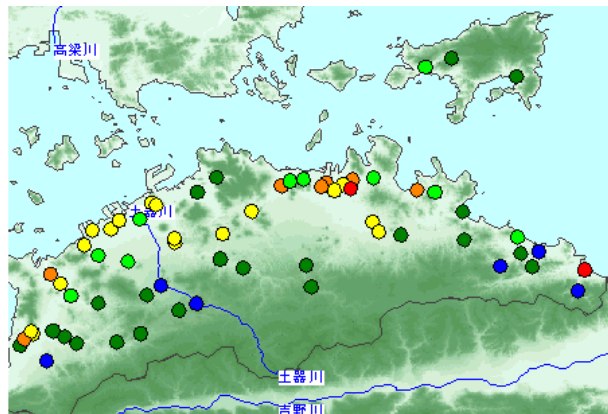


公共用水域調査

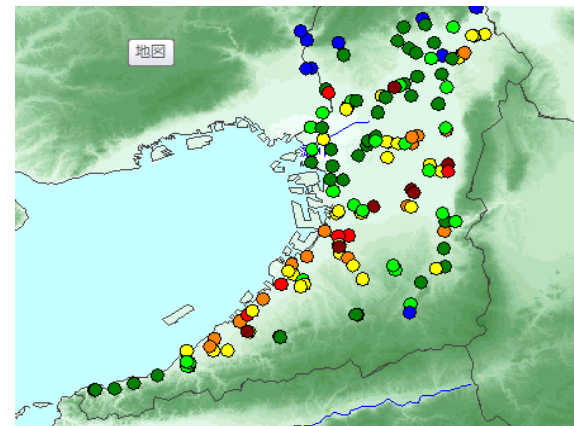


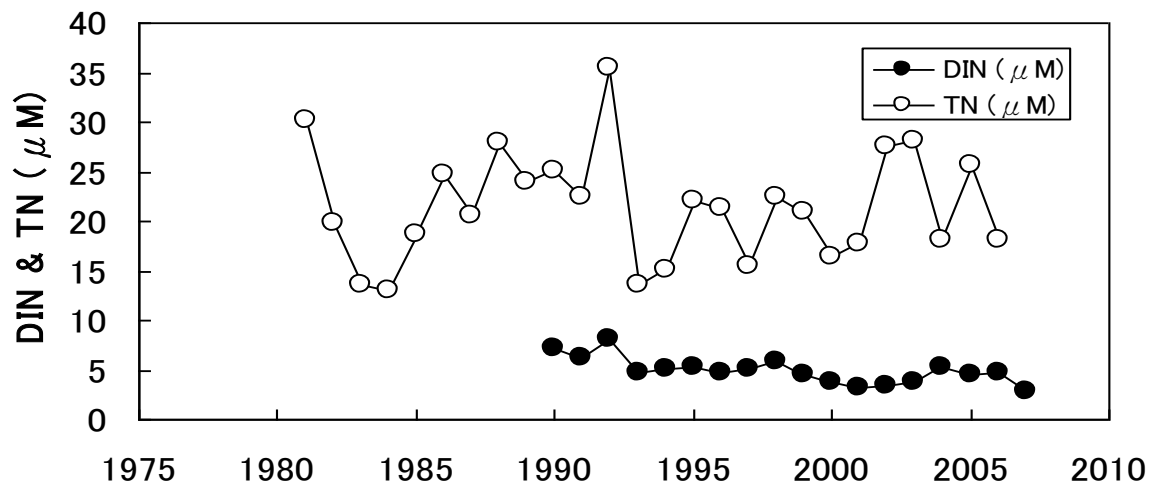
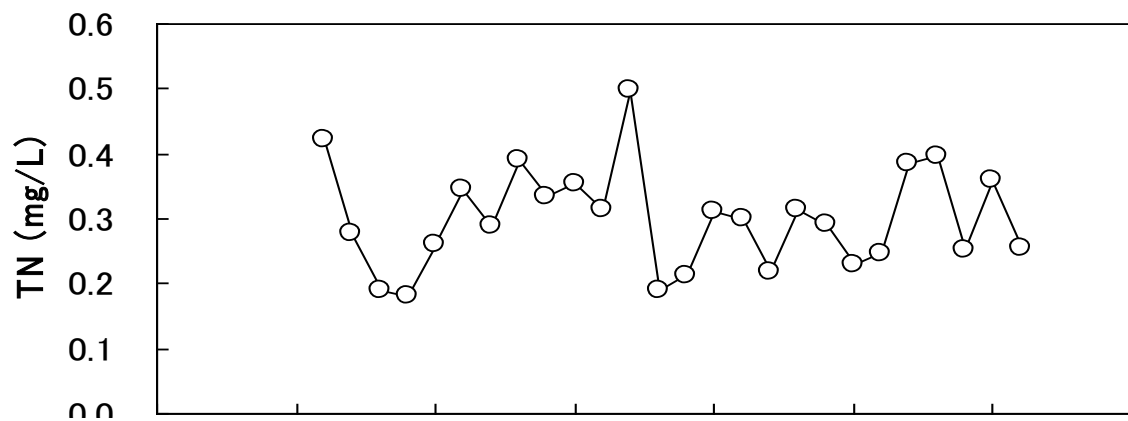
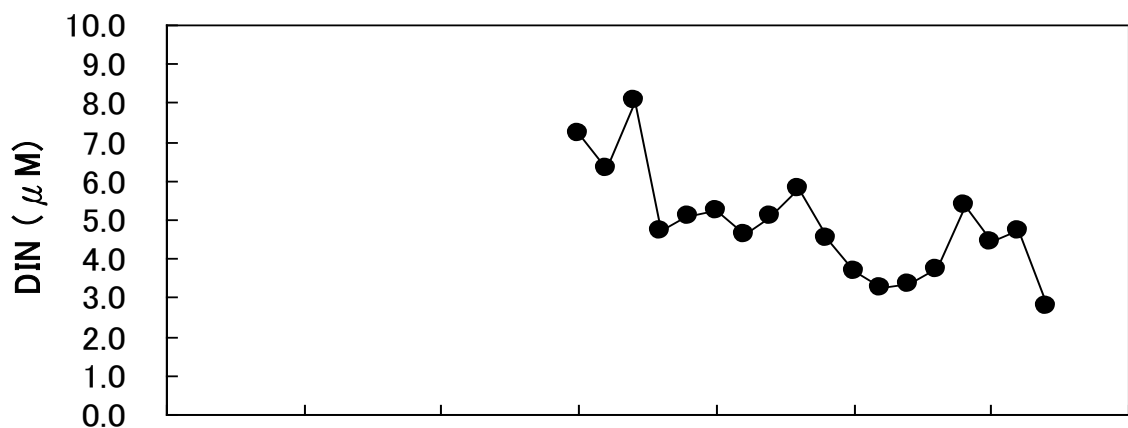
兵庫県

大阪府



香川県

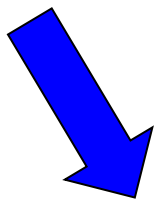




-  兵庫県
-  香川県
-  環境省
-  香川大

<備讃瀬戸海域>
 広域総合調査点195
 香川県浅海定線調査点 1

植物フランクtonやノリが利用



無機態
窒素
(DIN)

無機態
窒素
(DIN)

有機態
窒素

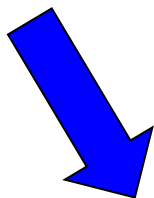
全窒素



総量規制は
こちらで

非常に、海水中の微妙な窒素濃度の変化が、水産業に影響する！

植物プランクトンやノリが利用



無機態
窒素
(DIN)

無機態
窒素
(DIN)

有機態
窒素

全窒素



総量規制は
こちらで

栄養塩管理に向けて

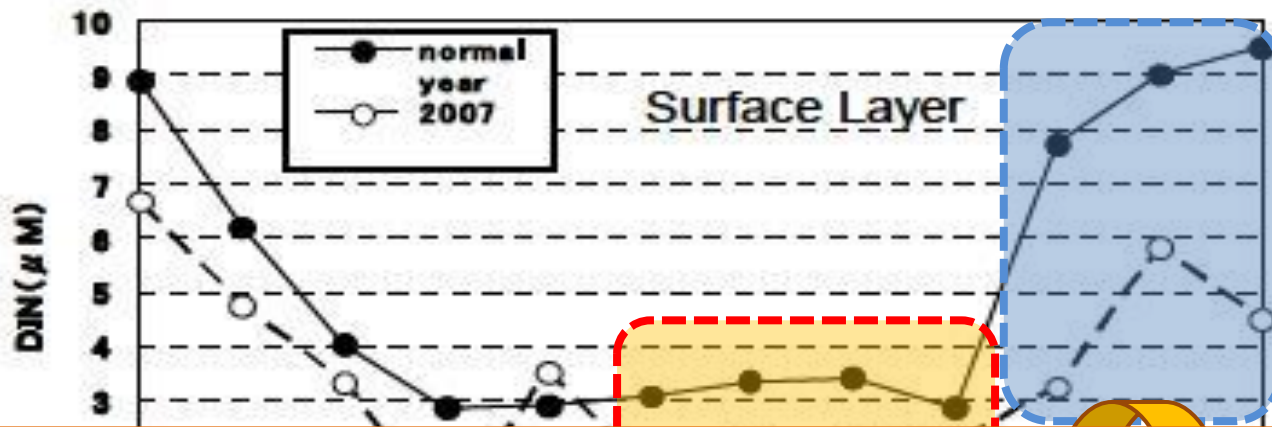
栄養塩濃度を適切に管理する必要性

栄養塩は

どこから、どれくらい

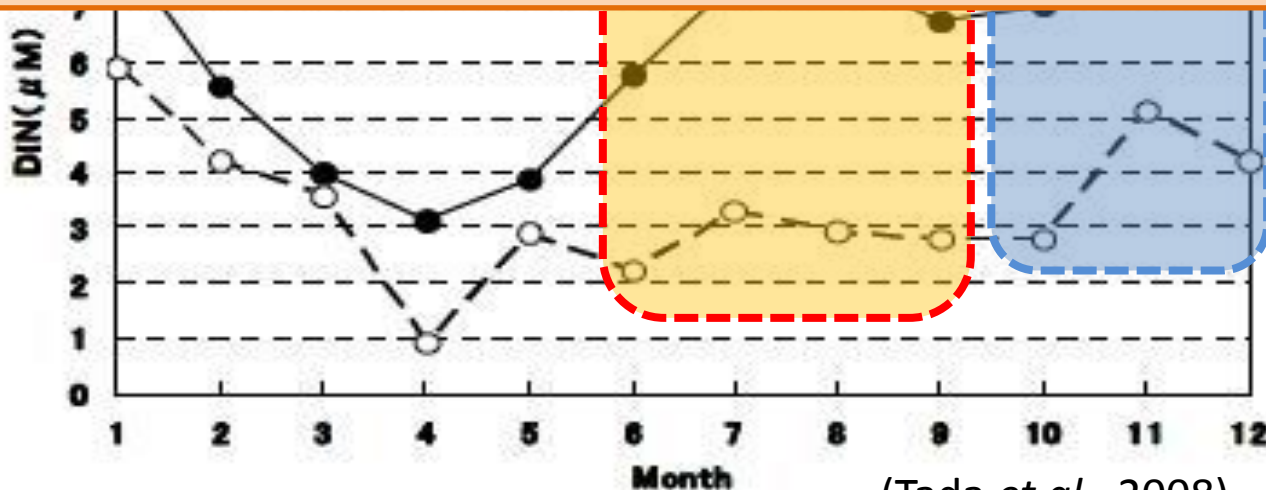
入って来るのか ？

播磨灘のケース



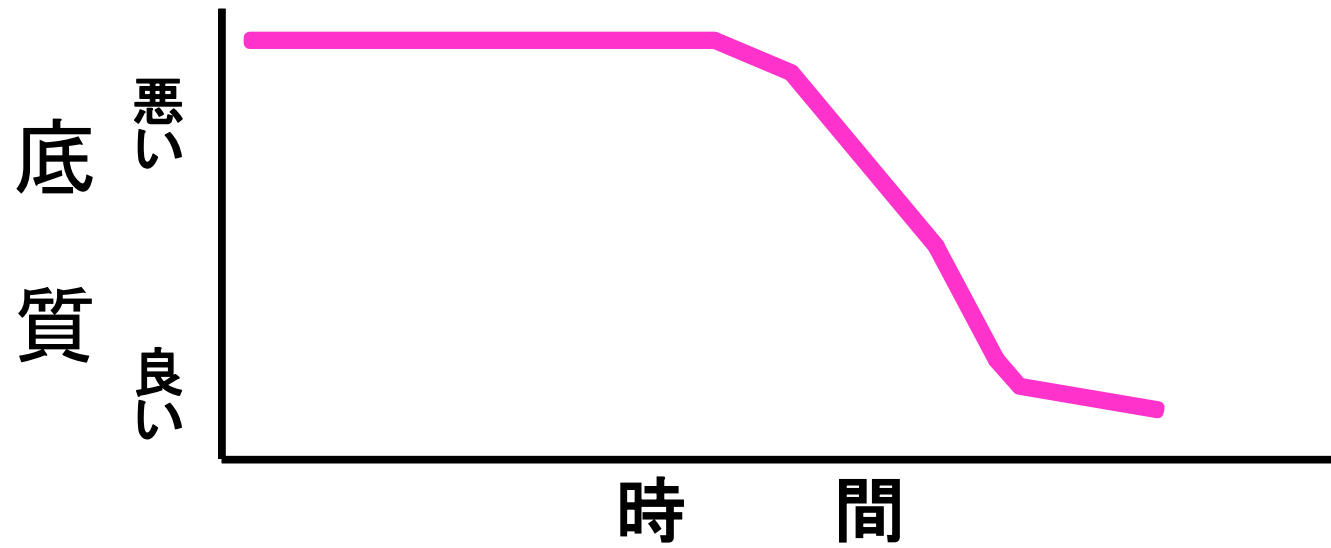
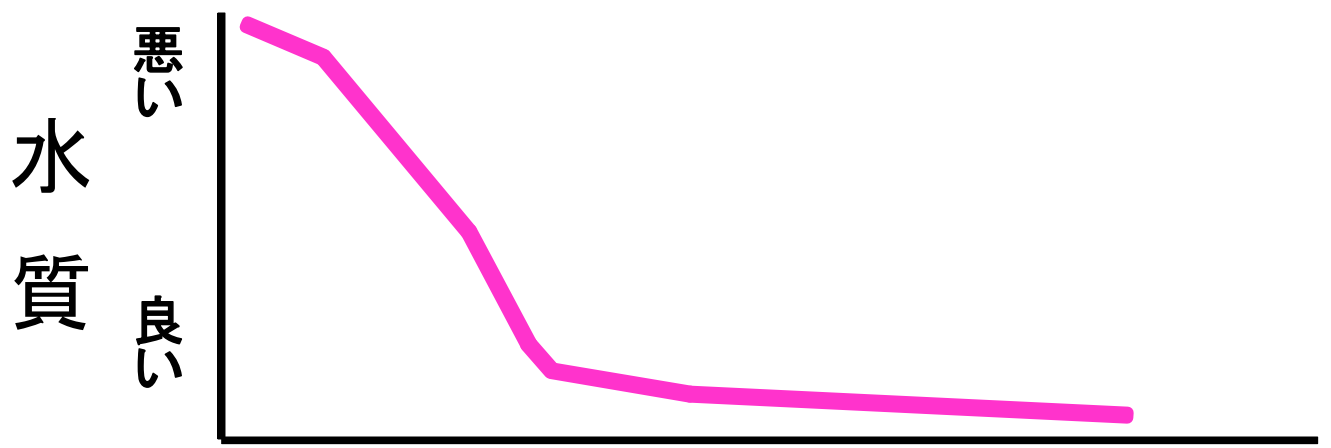
底泥から底層への栄養塩溶出量の減少の可能性は……？

→ 栄養塩濃度減少の原因究明を！



(Tada et al., 2008)

図 播磨灘における表層水と底層水のDIN濃度の季節変動



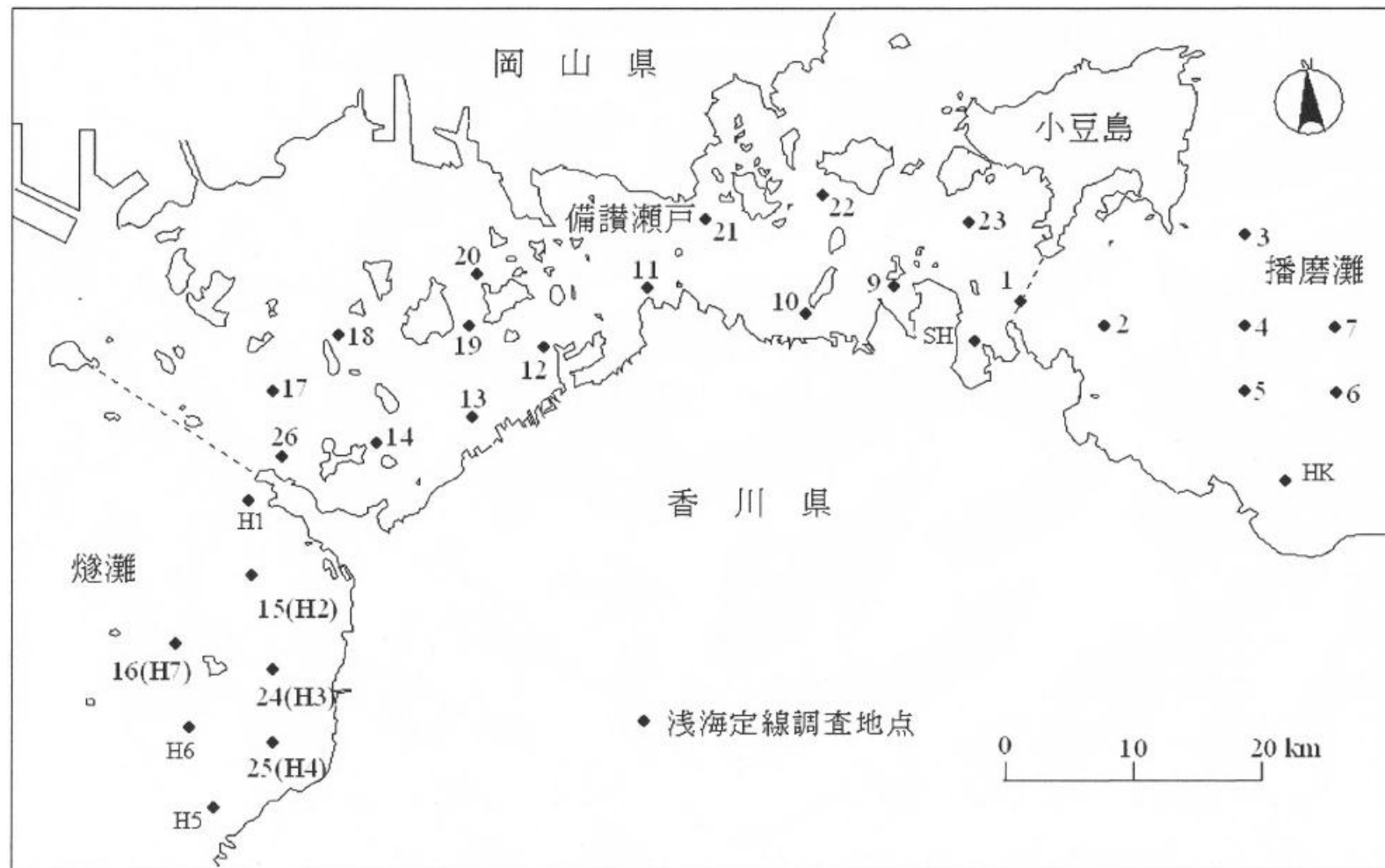
播磨灘を囲む河川流域



播磨灘では、北：南＝14：1で河川水流入

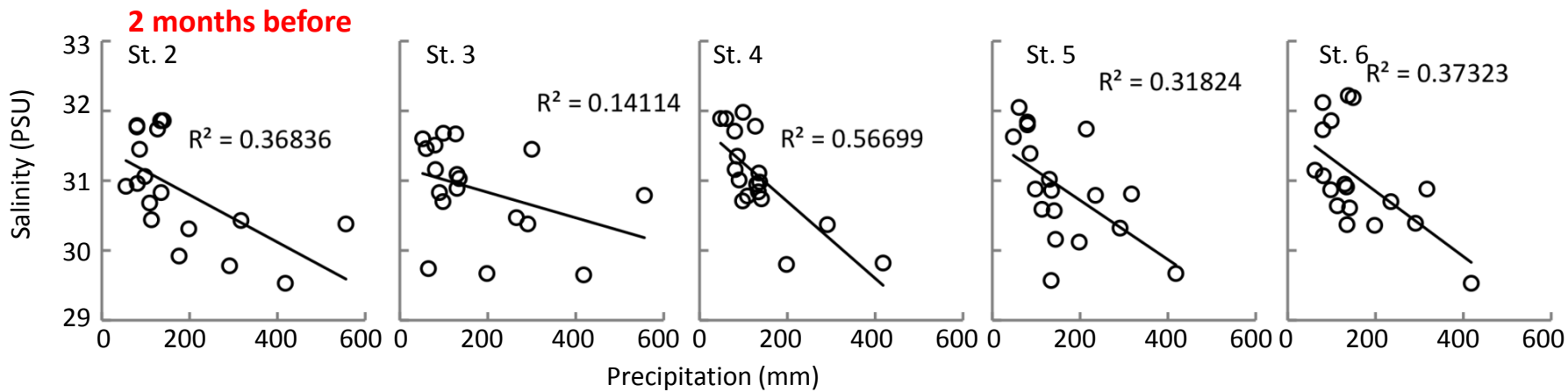
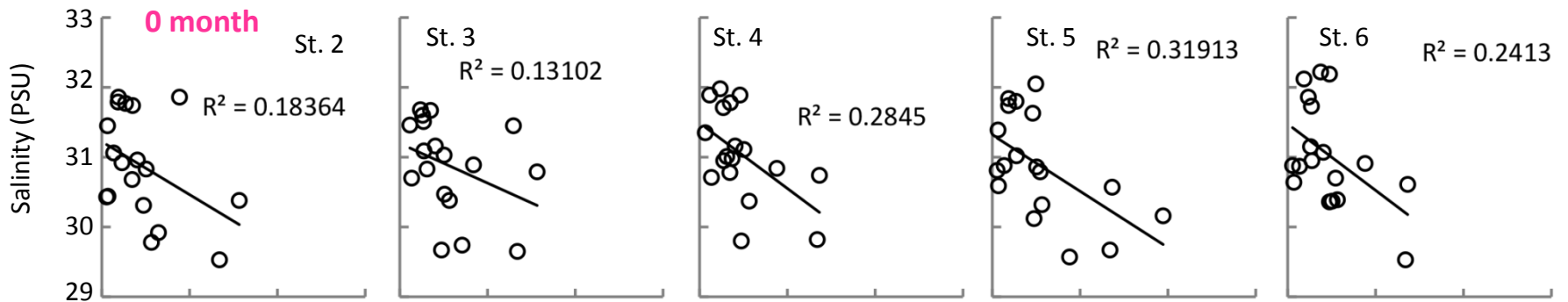
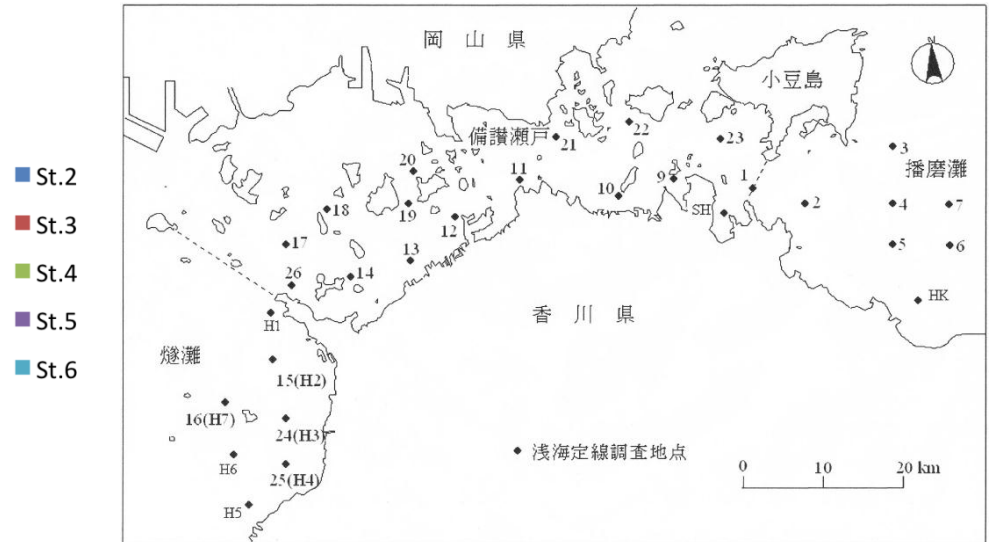
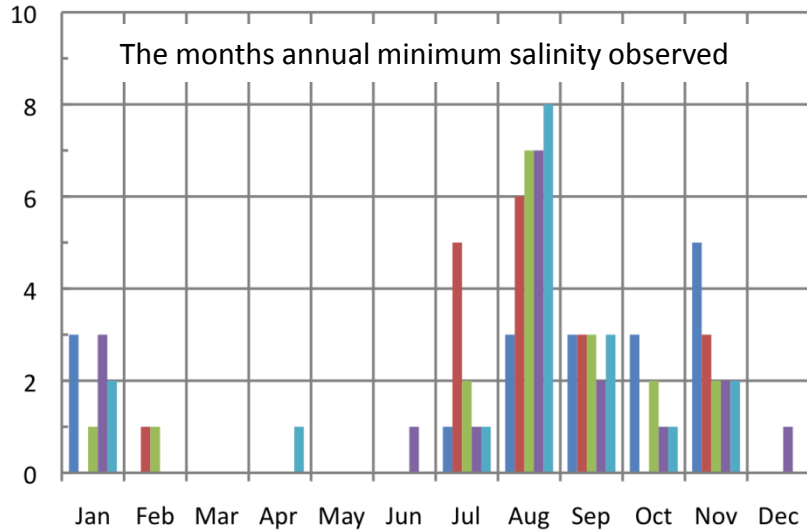
But

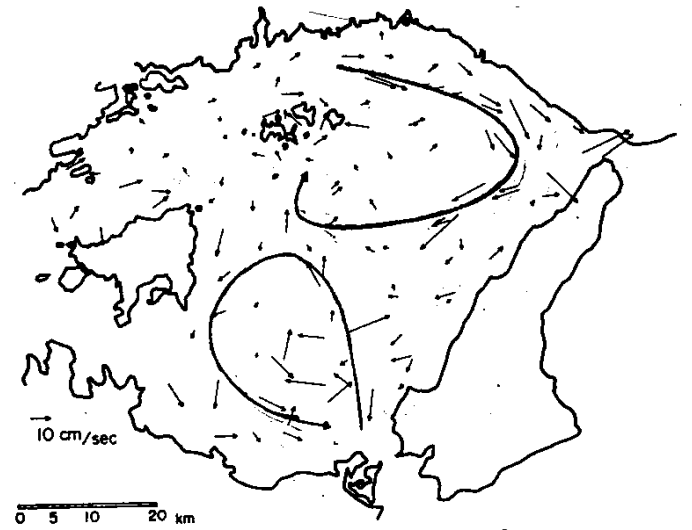
ノリも14：1と言うわけではない！



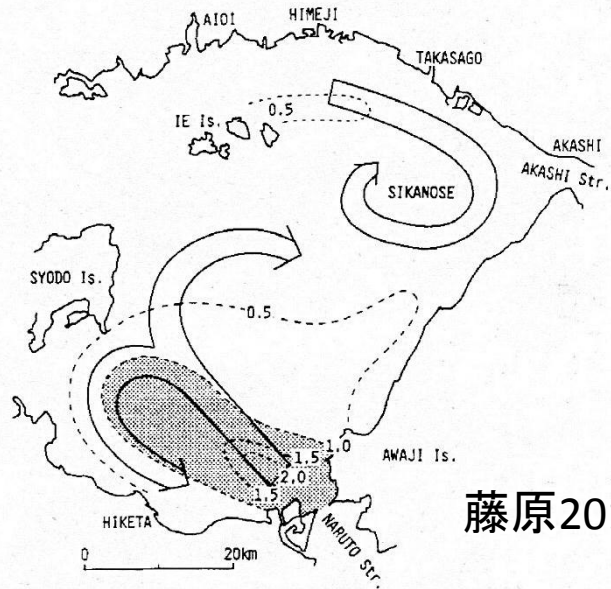
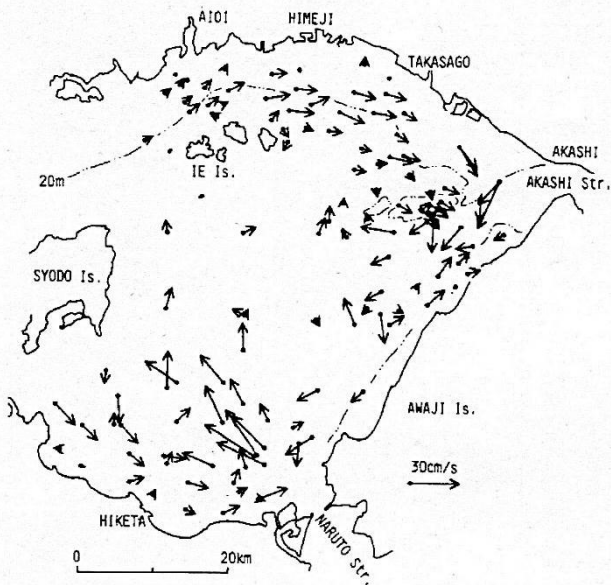


2002 - 2008





柳 1980



藤原2011

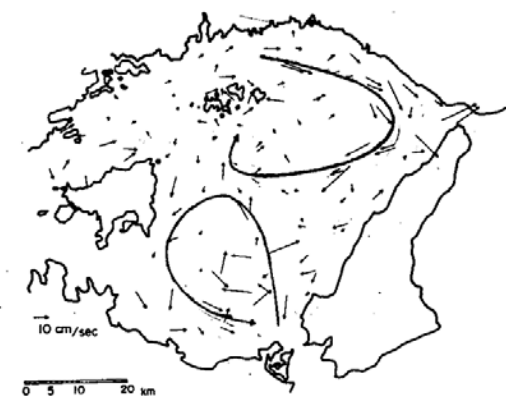
図-6 播磨灘の恒流。(左) 流速ベクトル, (右) 残差流と潮流流速の比。陰影部は残差流が潮流の振幅よりも大きい領域;ここでは, 往復流ではなく, 一方向流となる。

河川から播磨灘に入った栄養塩は、 どのように動くか？

刈収穫期の西風が強い時は、東へ！

大雨の後は、2ヶ月位かけて南に移動？

それ以外の時期は ???



播磨灘の残差流 (柳 1982)

播磨灘の残渣流の
詳細な解析が必要！

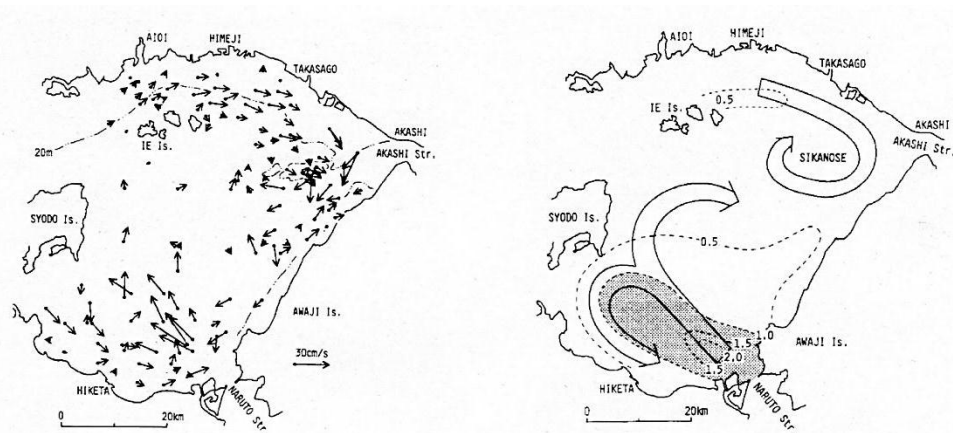
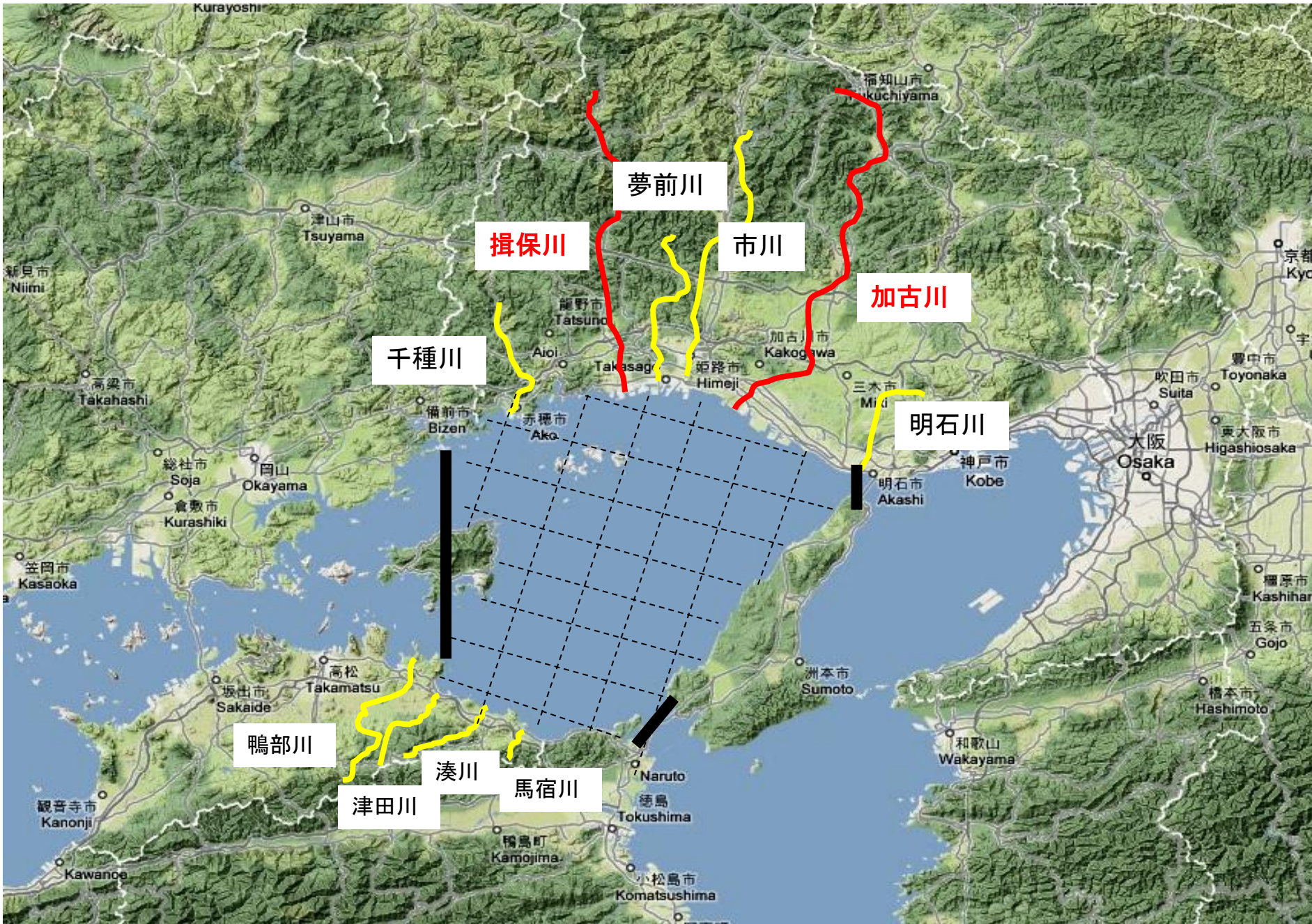


図-6 播磨灘の恒流。(左)流速ベクトル,(右)残差流と潮流流速の比。陰影部は残差流が潮流の振幅よりも大きい領域；ここでは、往復流ではなく、一方向流となる。



夢前川

揖保川

市川

加古川

千種川

明石川

鴨部川

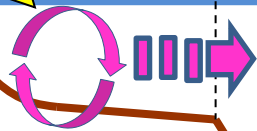
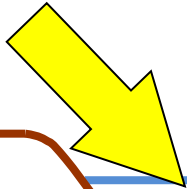
湊川

馬宿川

津田川

沿岸海域における 栄養塩の供給と循環

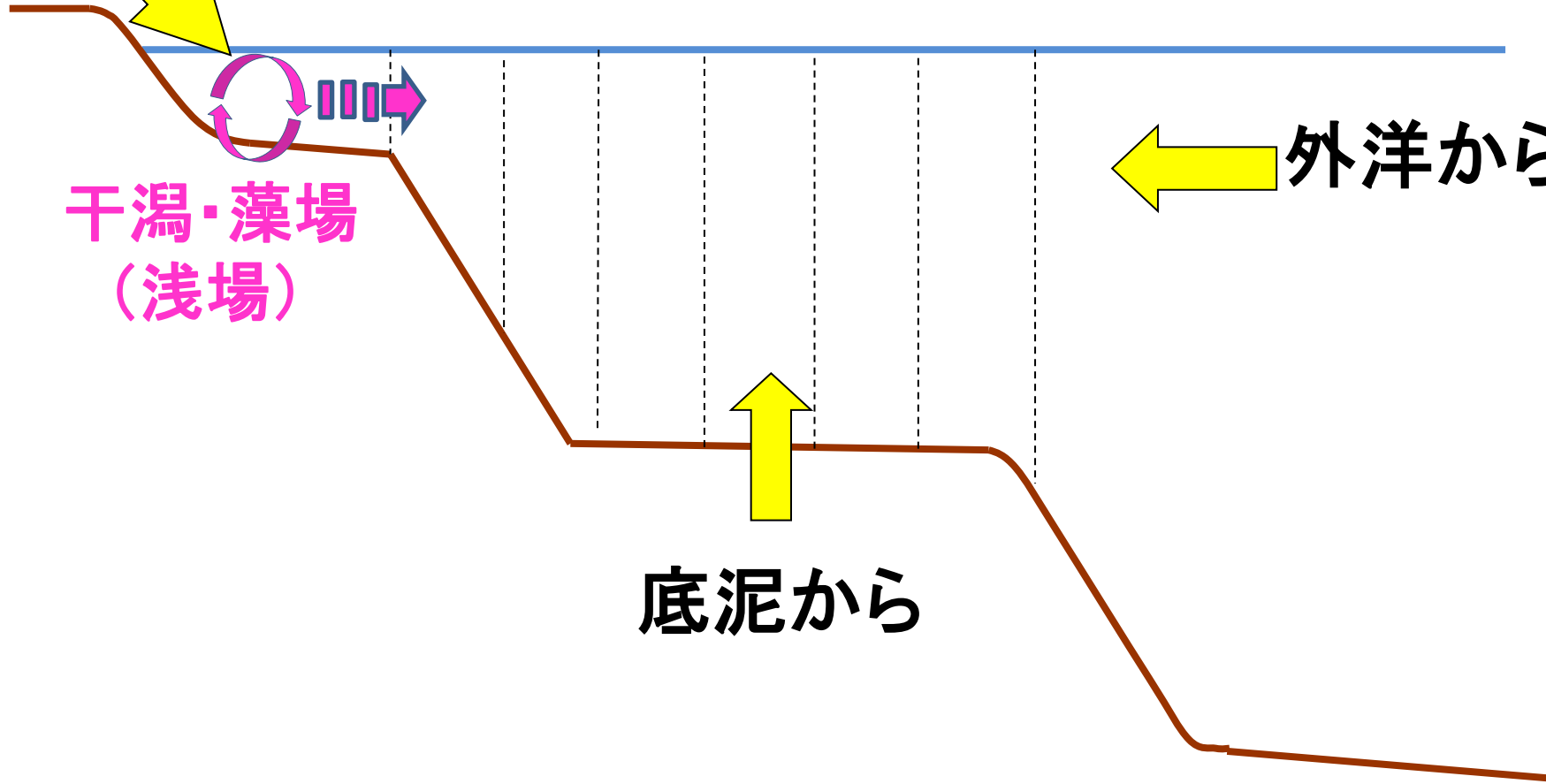
河川から



干潟・藻場
(浅場)

← 外洋から

底泥から



「きれい過ぎる海」に悲鳴 ノリ業者が規制緩和求める



色落ちしたノリの撤去のため引き揚げられたノリ網＝香川県さぬき市

流れ込まなくなると主張。海水温の上昇もあって数年前から色落ちが目立ち始めたという。同漁協の理事で漁師歴30年の山本浩智さん(47)は「仲間がどんどん廃業している。このままでは海も漁師も死ぬ」と嘆く。同漁協など3漁協は1月、県に規制緩和を陳情した。

瀬戸内海はきれい過ぎる？ 下水処理場の排水規制で瀬戸内海から栄養素が失われ、養殖ノリの色落ちや出荷減少を招いているとして、香川県のノリ業者が悲鳴を上げている。漁協は県に規制緩和を求めているが、妙案がないのが現状だ。

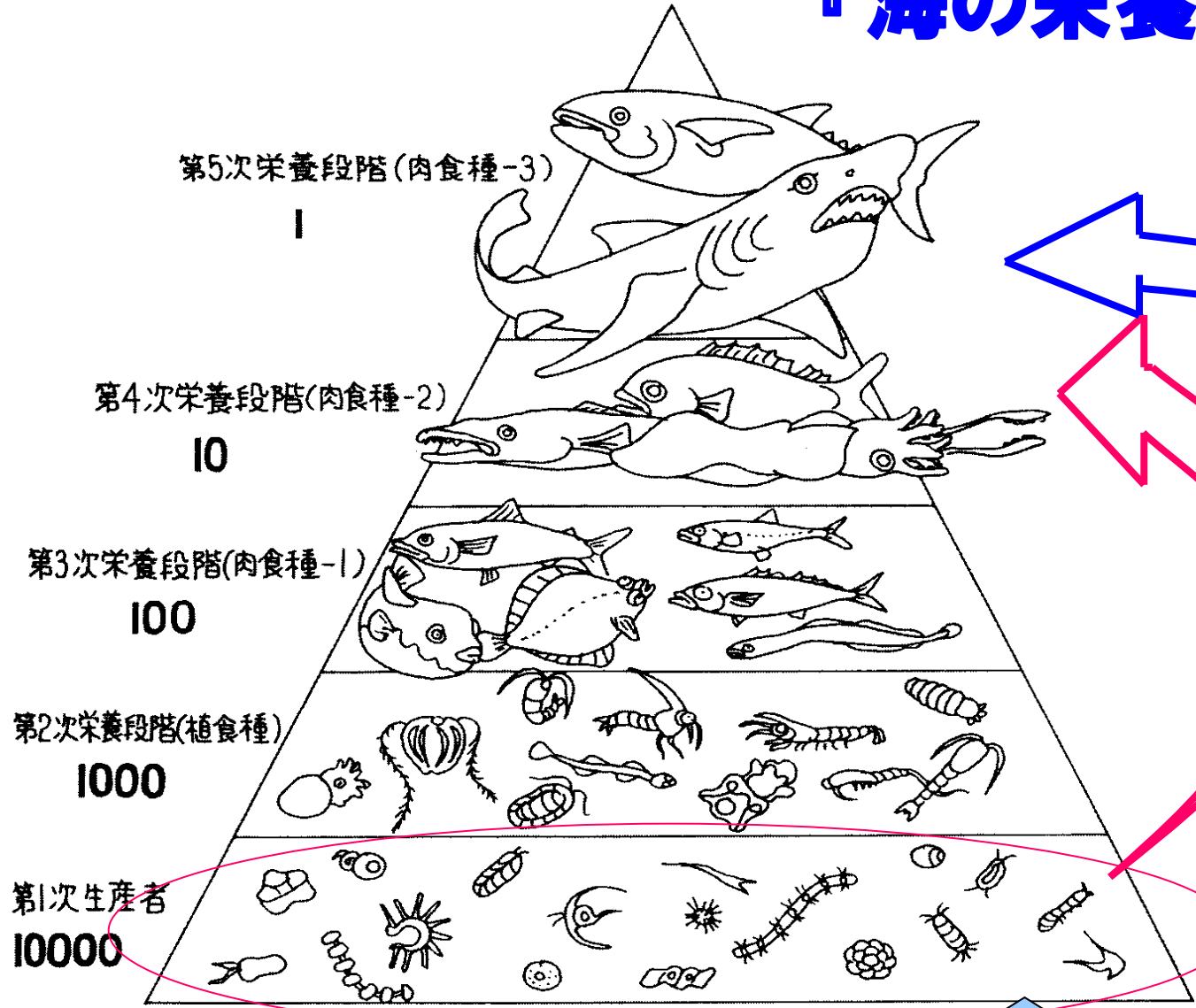
県水産課によると、2007年度の県内ノリ生産は3億2100万枚で10年前のほぼ3分の1に。販売金額も10年前の88億円から18億円に急減した。

鴨庄漁協(同県さぬき市)は、ノリの生育に必要な窒素やリンが規制で河川からほとんど

↑ 香川県のノリ養殖は基幹産業
(全国6位)

◆海の食物連鎖ピラミッド

『海の栄養塩と漁業』



数字は、第5次栄養段階生物の量を1とした場合の、下位の生物の捕食される量

栄養塩

まとめ

近年(1990年以降)、栄養塩濃度、特にDIN濃度は減少しているが、原因はわからない。

TN濃度では、検出できないような微妙な濃度差が水産業に影響する。

栄養塩減少の原因がわからなければ、対策はたてられない。各海域で、栄養塩ソースの割合(河川、底泥、外洋)や浅場の機能、および詳細な残差流の解析が必要がある。

栄養塩濃度を高めても、単純には漁獲高は上がらない。