

海域の物質循環健全化計画検討(三河湾地域検討)業務成果

# 三河湾地域ヘルシープラン (案)

平成25年3月

# 目 次

第1章 はじめに.....	1
1.1 三河湾ヘルシープラン作成の背景とそのねらい.....	1
1.2 三河湾ヘルシープラン策定の流れ.....	2
第2章 三河湾の特性.....	3
2.1 地形的特徴.....	3
2.2 湾内の水質・底質の分布.....	4
2.3 湾への負荷.....	5
2.4 生物生産.....	9
2.5 赤潮.....	10
2.6 貧酸素水.....	10
2.7 漁業.....	12
2.8 三河湾における施策の実施状況.....	13
第3章 環境の歴史の変遷.....	16
第4章 三河湾の物質循環と課題.....	19
4.1 三河湾の特徴とあるべき健全な姿.....	19
4.2 物質循環の滞りの要因・課題.....	20
第5章 課題解決のアプローチ.....	22
5.1 想定されるアプローチ.....	22
5.2 優先すべき科学的アプローチ.....	23
5.3 優先すべき科学的アプローチによる効果の検証.....	29
5.4 その他必要な留意事項.....	29
第6章 三河湾ヘルシープラン.....	30
6.1 ヘルシープラン全体.....	30
6.2 優先すべき科学的プランとその目標.....	31
第7章 実行に向けて.....	32
7.1 プランの実行順序と想定される実行体制.....	32
7.2 各科学的プラン実施によるCHECK計画.....	33
7.3 実行に向けた課題とその解決策.....	34

## 参考資料

概要版(第3回にかけて作成予定)

## 第1章 はじめに

### 1.1 三河湾ヘルシープラン作成の背景とそのねらい

- ◆ 三河湾は、穏やかで浅い水域であり、豊川や矢作川などから流れ込む栄養から多くの生物が生み出され、多くの生物が生活する、かけがいのない場所です。そして、私達の生活は、三河湾から得られる豊かな恩恵に支えられています。
- ◆ しかし、三河湾では、高度成長期(1970年代(昭和40年代))を中心に行われた埋立などの沿岸の開発、流入負荷の増加により、貧酸素水の拡大などの問題が生じ、生物が減少し、さらに生物の減少が物質循環を滞らせてしまう「悪化スパイラル」の状態に陥っています。
- ◆ 以上の問題を解決するために、昭和45年には水質の環境基準が設けられ、河川から流れ込む栄養が減らされるようになりましたが、その後三河湾の水質は改善せず、一向に問題となっている貧酸素水が縮小しません。それは、なぜでしょうか？三河湾の環境問題は、「河川からの過剰な栄養」だけが原因ではないからと考えます。
- ◆ このような過去の教訓を活かして、三河湾を豊かな海に再生するためには、流域の人々の協力によって、今後どのような対策を行っていくべきかをまとめたものが、このヘルシープランです。



## 1.2 三河湾ヘルシープラン策定の流れ

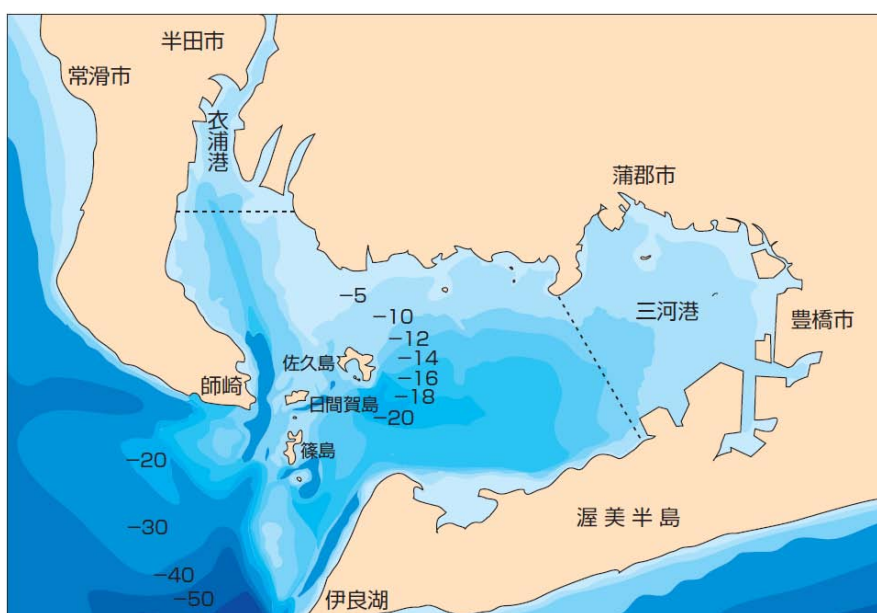
- ◆ 三河湾ヘルシープランは、三河湾に関連する学識者、漁業者、行政の人々が3年に亘る計9回の議論を通して作成したものです。
- ◆ 策定の流れは下図に示すとおりです。



## 第2章 三河湾の特性

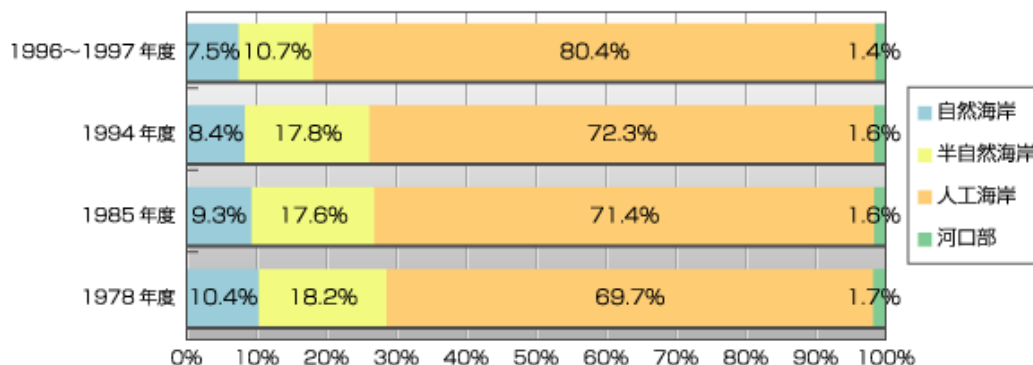
### 2.1 地形的特徴

- 三河湾は、愛知県に位置する知多半島と渥美半島に囲まれた水域面積 604km<sup>2</sup>の海域です。
- 水深は平均約 9.2m と非常に浅いことが特徴です。
- 湾中央の海底地形が盆状であり、外海との海水交換が行なわれにくい地形です。
- 海岸線は人工海岸の占める割合が約 80%と非常に高くなっています。
- 一級河川の豊川と矢作川を含め、40 以上の河川が流入している、河川からの栄養供給が豊富な水域であると言えます。



出典) 「三河湾データブック 2011」 (国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所、2011 年)

図 2.1 三河湾の海底地形



出典: 環境自然環境局: 第2回~5回自然環境保全基礎調査(1978~1998)を基に作成

出典) 伊勢湾環境データベース

図 2.2 三河湾における海岸線(汀線形式)割合の変遷



番号	河川名	番号	河川名	番号	河川名	番号	河川名	番号	河川名
1	五宝川	11	稗田川	21	矢崎川	31	柳生川	41	天白川
2	大川	12	須賀川	22	鳥羽川	32	梅田川		
3	新江川	13	豆搦川	23	八幡川	33	境川		
4	布土川	14	逢妻川	24	拾石川	34	紙田川		
5	新川	15	猿渡川	25	落合川	35	蜷川		
6	堀川	16	前川	26	西田川	36	汐川		
7	石川	17	高浜川	27	紫川	37	今池川		
8	神戸川	18	新川	28	御津川	38	今堀川		
9	十ヶ川	19	蜷川	29	音羽川	39	新堀川		
10	阿久比川	20	北浜川	30	佐奈川	40	免々田川		

出典) Mikawa データベース (三河湾流域圏の環境情報総合サイト)

図 2.3 三河湾への流入河川

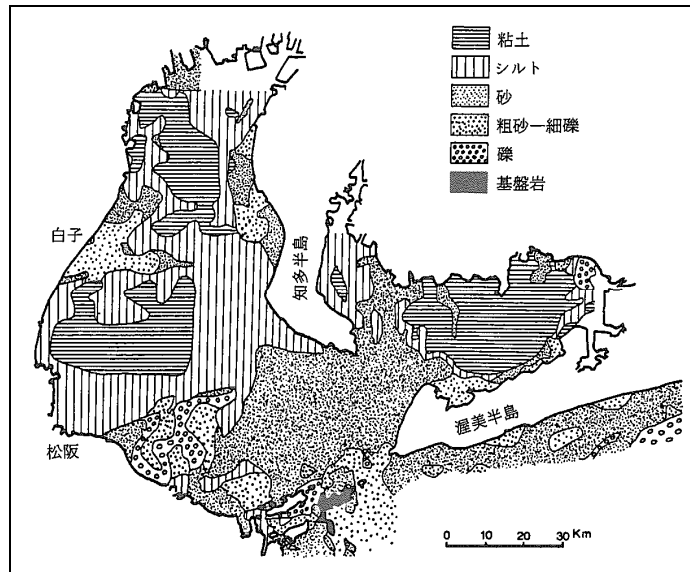
## 2.2 湾内の水質・底質の分布

### (1) 水質

- 水質の環境基準類型は、場所によって環境基準が A、B、C 類型、またはⅡ、Ⅲ、Ⅳ類型に区分されています。
- COD、T-N、T-P については、一部で環境基準を達成している場所もありますが、ほとんど環境基準を達成できていません。

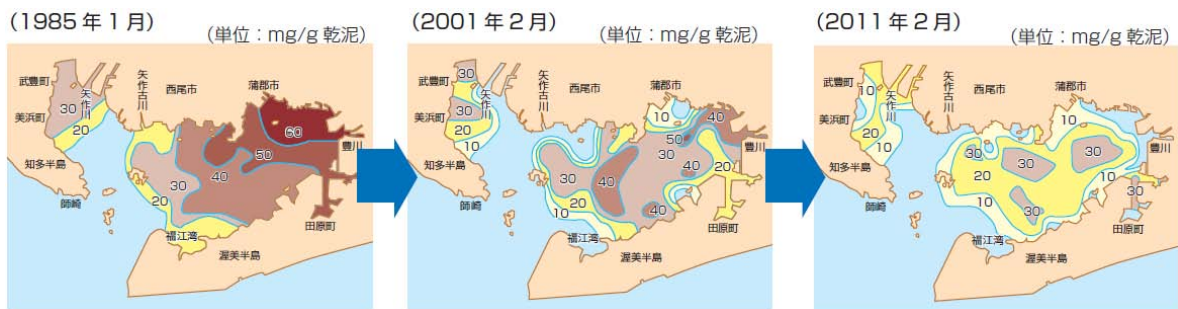
### (2) 底質

- 底質は、湾口付近では粗砂や細礫が分布していますが、渥美湾側の湾中央から湾奥にかけては概ね粘土が分布しており、衣浦湾側にはシルトが分布しています。
- 特に、湾口部の一部を除いて有機汚泥が広範囲にわたって堆積しています。



出典) 「日本全国沿岸海洋誌」 (日本海洋学会、1985年)

図 2.4 伊勢湾・三河湾の底質組成分布



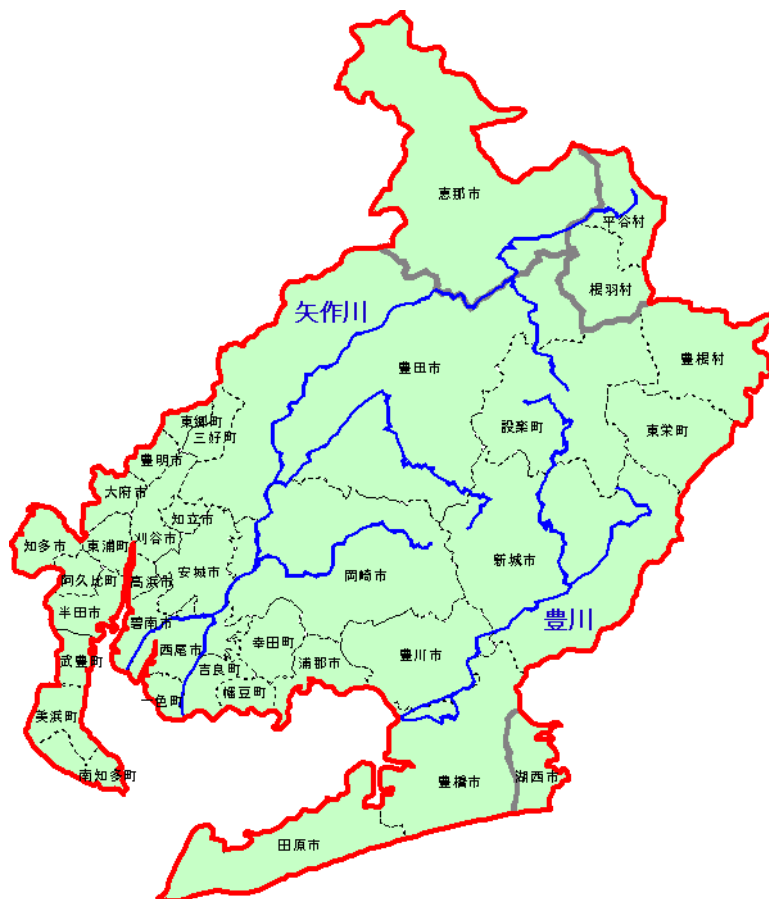
出典) 「三河湾データブック 2011」 (国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所、2011年)

図 2.5 底質 COD の平均分布(表層泥 0~5cm)の推移

## 2.3 湾への負荷

### (1) 流域範囲と人口

- ・ 流域面積は 3,624km<sup>2</sup>であり、主に愛知県東部地域の市町村で構成されています。
- ・ 流域人口は約 290 万人です。



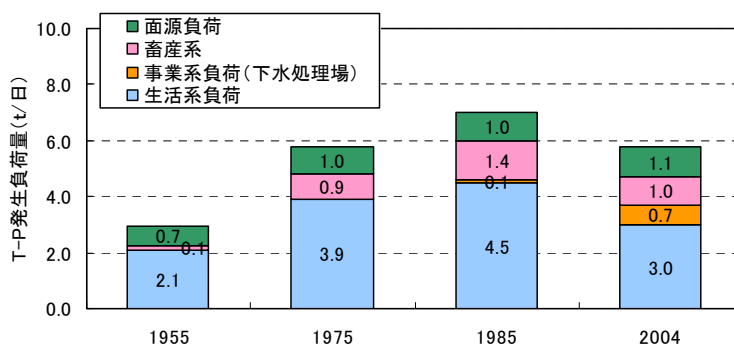
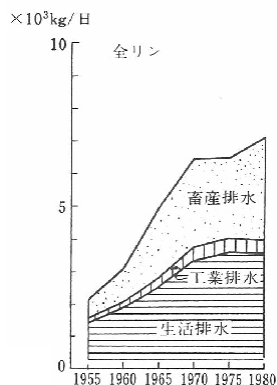
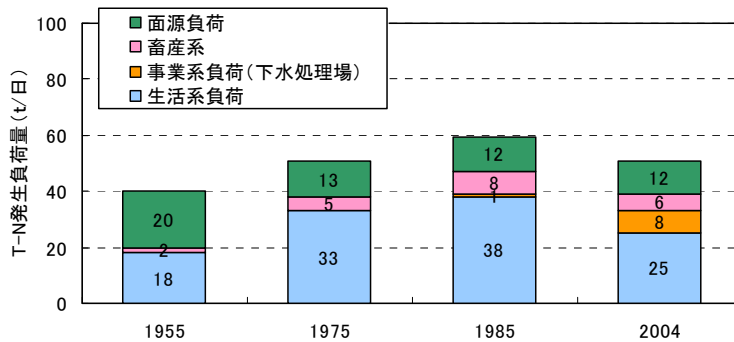
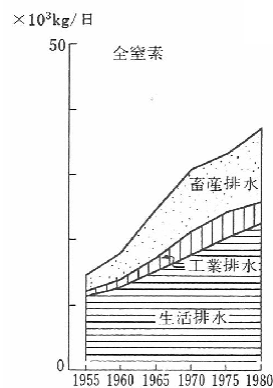
出典) Mikawa データベース (三河湾流域圏の環境情報総合サイト)

図 2.6 三河湾流域図

(2) 発生負荷量

- 三河湾における発生負荷量は 1980 年代に最大となり、その後は減少傾向にあります。
- T-N、T-P とともに生活系の負荷が最も多く、次いで面源系負荷が多くなっています。





<三河湾>

<愛知県全域>

注(右図) 事業系負荷(工場・事業場)は発生負荷量に含めていない。

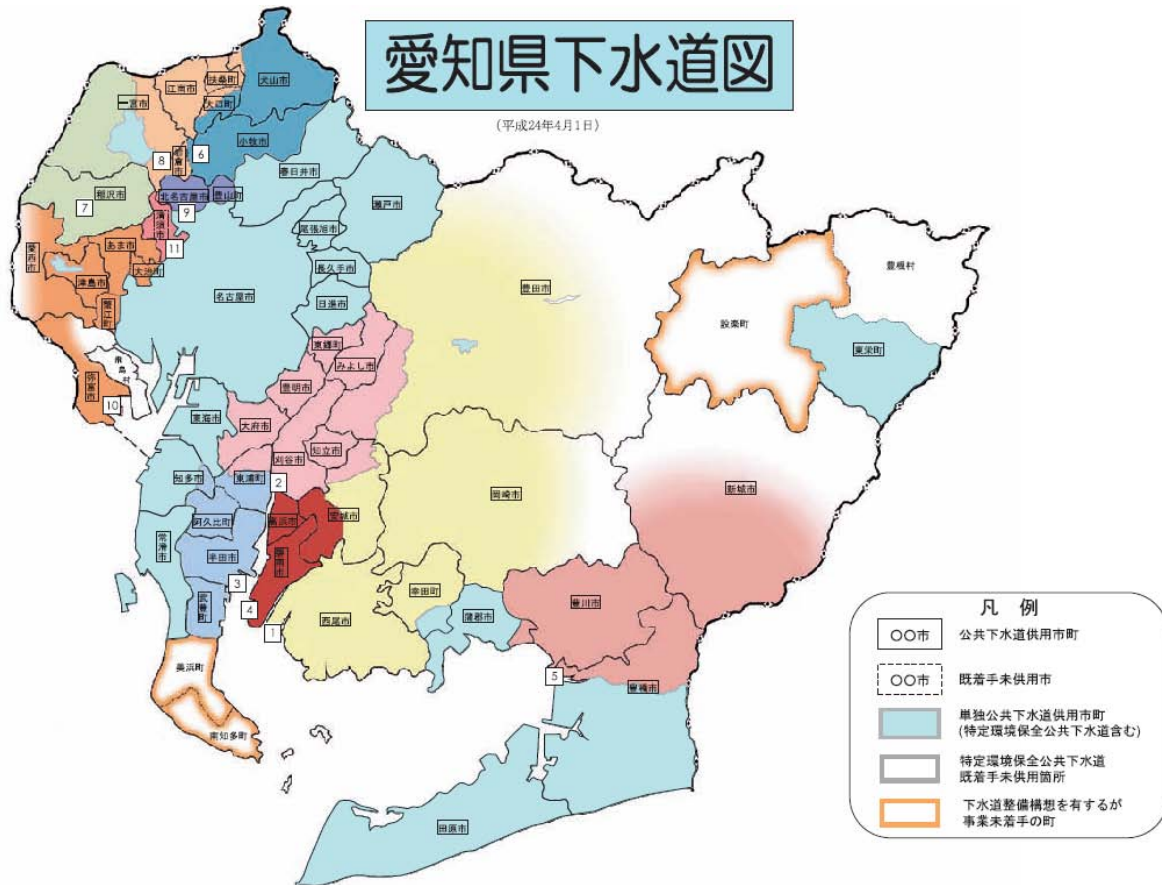
出典(左図) 「内湾の自然誌-三河湾の再生をめざして」(西條八東, 2002)

資料(右図) 「愛知県統計年鑑」(愛知県)、「日本の長期統計系列」(総務省統計局)、「下水道統計」((社)日本下水道協会)などより作成。なお、算定方法および原単位は「東京湾流域流入負荷源データ閲覧システム」による。

図 2.7 三河湾及び愛知県全域における発生負荷量

### (3) 負荷の処理状況

- ・ 流域には下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽等の汚水処理施設が整備されています。
- ・ 汚水処理人口普及率は86%(平成23年度末、愛知県平均)です。



流域下水道の諸元(平成24年8月1日)

図面番号	1	2	3	4	5
流域下水道名	矢作川流域下水道	境川流域下水道	衣浦西部流域下水道	衣浦東部流域下水道	豊川流域下水道
計画区域面積 (ha)	19,040	13,170	4,765	3,344	6,897
計画処理人口 (万人)	85.1	64.6	23.3	12.9	24.8
処理能力 (万m <sup>3</sup> /日)	46.4	36.7	12.2	7.5	17.1
関連市町村数	4市1町	7市2町	2市3町	3市	4市
着手年度	昭和47年度	昭和46年度	昭和58年度	昭和63年度	昭和47年度
供用年度	平成4年度	平成元年度	平成3年度	平成8年度	昭和55年度

6	7	8	9	10	11
五条川左岸流域下水道	日光川上流流域下水道	五条川右岸流域下水道	新川東部流域下水道	日光川下流流域下水道	新川西部流域下水道
5,460	5,997	5,518	1,733	6,006	1,361
22.4	30.2	26.3	8.9	29.9	6.3
14.0	18.4	13.9	5.2	15.4	3.5
3市1町	2市	4市2町	1市1町	4市2町	2市
昭和52年度	平成2年度	平成5年度	平成12年度	平成14年度	平成17年度
昭和62年度	平成12年度	平成13年度	平成19年度	平成21年度	建設中

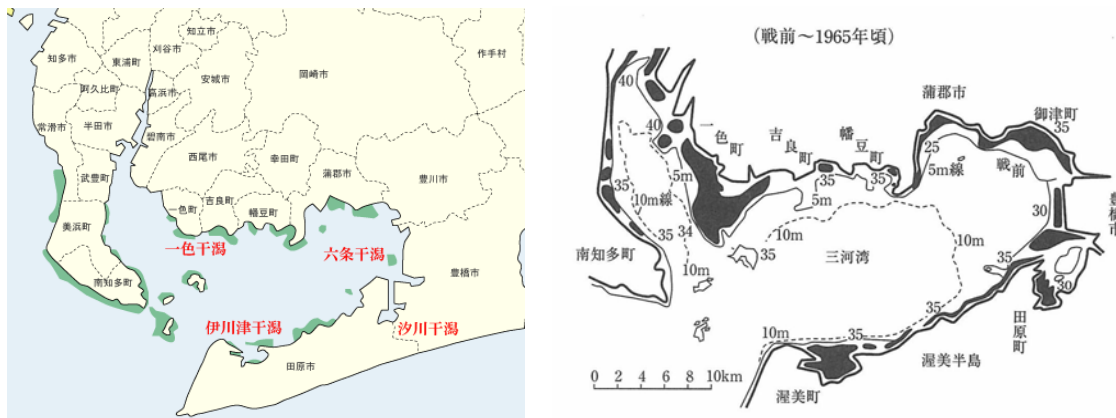
出典) 「あいちの下水道」 (愛知県建設部下水道課、2012年)

図 2.8 愛知県の下水道

## 2.4 生物生産

### (1) 藻場

- 三河湾の代表的な藻場であるアマモ場は、1955年(昭和30年)頃には6,800ha存在していましたが、その後1970年(昭和45年)頃までに410haまで減少しました。15年間で約15分の1程度にまで減少したことになります。



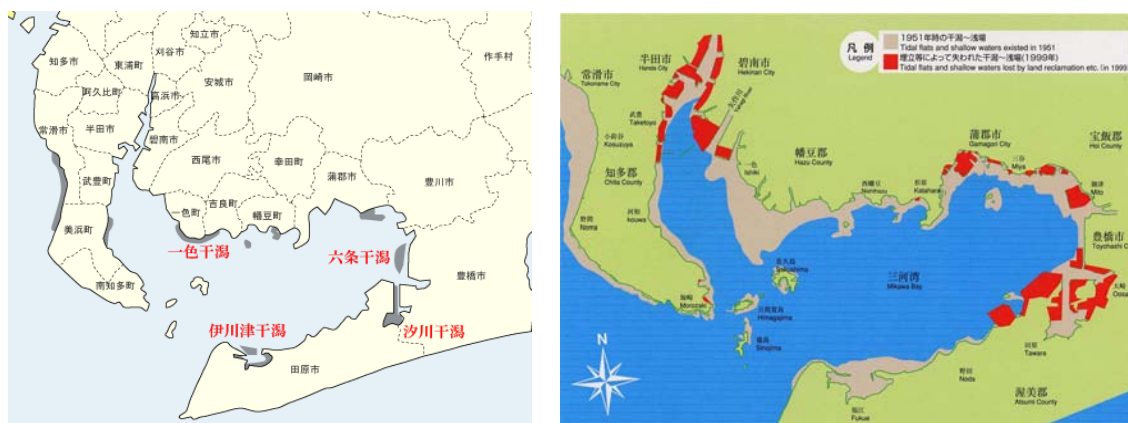
出典(左図) Mikawa データベース(三河湾流域圏の環境情報総合サイト)

出典(右図) とりもどそう豊かな海 三河湾―「環境保全型開発」批判(西條八束監修、三河湾研究会編、1997年)

図 2.9 現在と過去(戦前~1965年)の藻場の位置

### (2) 干潟・浅場

- 代表的な干潟としては、一色干潟、六条干潟、汐川干潟、伊川津干潟があります。
- 干潟面積は、1945年(昭和20年)頃には約2,600haでしたが、1970年頃までの約25年間で急速に減少しました。三河湾において1978年以降に消滅した干潟は、176haであり、1992年において残存している干潟は1,579haです。



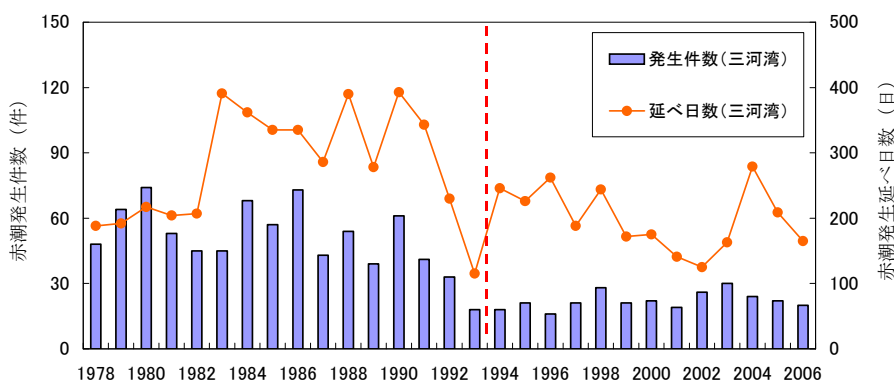
出典(左図) Mikawa データベース(三河湾流域圏の環境情報総合サイト)

出典(右図) パンフレット「取り戻そうあの頃の三河湾を」(国土交通省中部地方整備局三河港湾工事事務所)

図 2.10 現在と過去の干潟の位置

## 2.5 赤潮

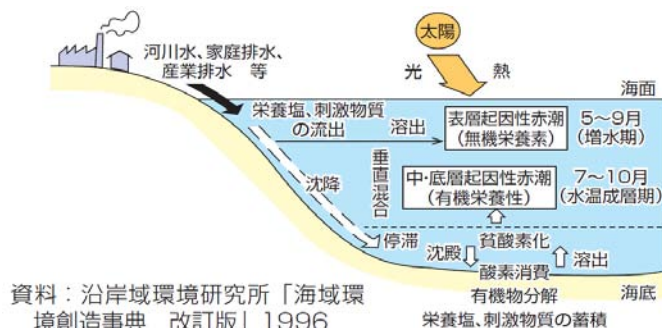
- 植物プランクトンの過増加が進むと赤潮が発生し、漁業被害や景観の悪化を引き起こす場合があります。三河湾では、近年でも毎年、数 10 件程度の赤潮が発生しています。
- 内湾性の赤潮の発生条件として、①水の停滞性、②富栄養化、③増殖刺激要因の三つが揃う必要があります。これらの 3 条件が相互に関連して赤潮の発生に繋がるとされています。



注) 1993 年頃 (図中破線) 県下各漁協の水質汚濁監視員、海上保安本部、県下各事務所水産課、漁業調査船、沿岸漁場調査、水質調査船の情報・通報・観測による現在の観測体制が確立された。

資料) 愛知県資料 (伊勢湾・三河湾の赤潮発生状況)

図 2.11 赤潮発生状況の経年変化



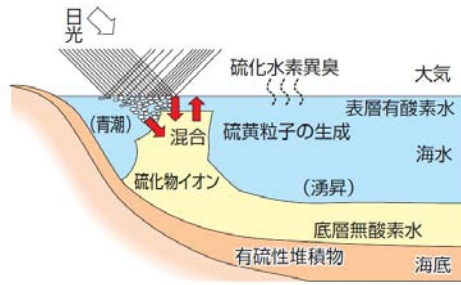
資料：沿岸域環境研究所「海域環境創造事典 改訂版」1996

出典) 「三河湾データブック 2011」(国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所、2011 年)

図 2.12 赤潮の発生メカニズム

## 2.6 貧酸素水

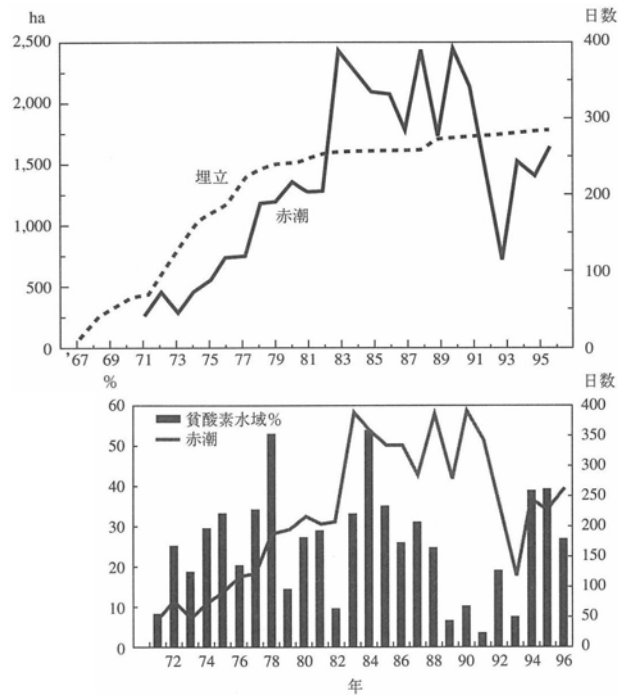
- 湾の底層では、夏季になると毎年のように貧酸素水が形成され、底生魚介類資源の減少といった被害が発生しています。
- 青潮(三河湾では苦潮と呼ばれています)は、海底の貧酸素水塊が、潮流や風によって水面近くに浮上することで発生します。



出典) 「三河湾データブック 2011」 (国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所、2011年)

図 2.13 苦潮の発生メカニズム

- 三河湾における赤潮と貧酸素水塊の変遷をみると、以下のような関係がみられます。
- 干潟が急速に埋め立てられた時期と赤潮の発生延べ日数が増加した時期が一致しており、浅海域の喪失が赤潮の多発に影響していると考えられます。
- 1970年代の赤潮の多発化と時を同じくして、貧酸素水塊の拡大も顕著になっています。

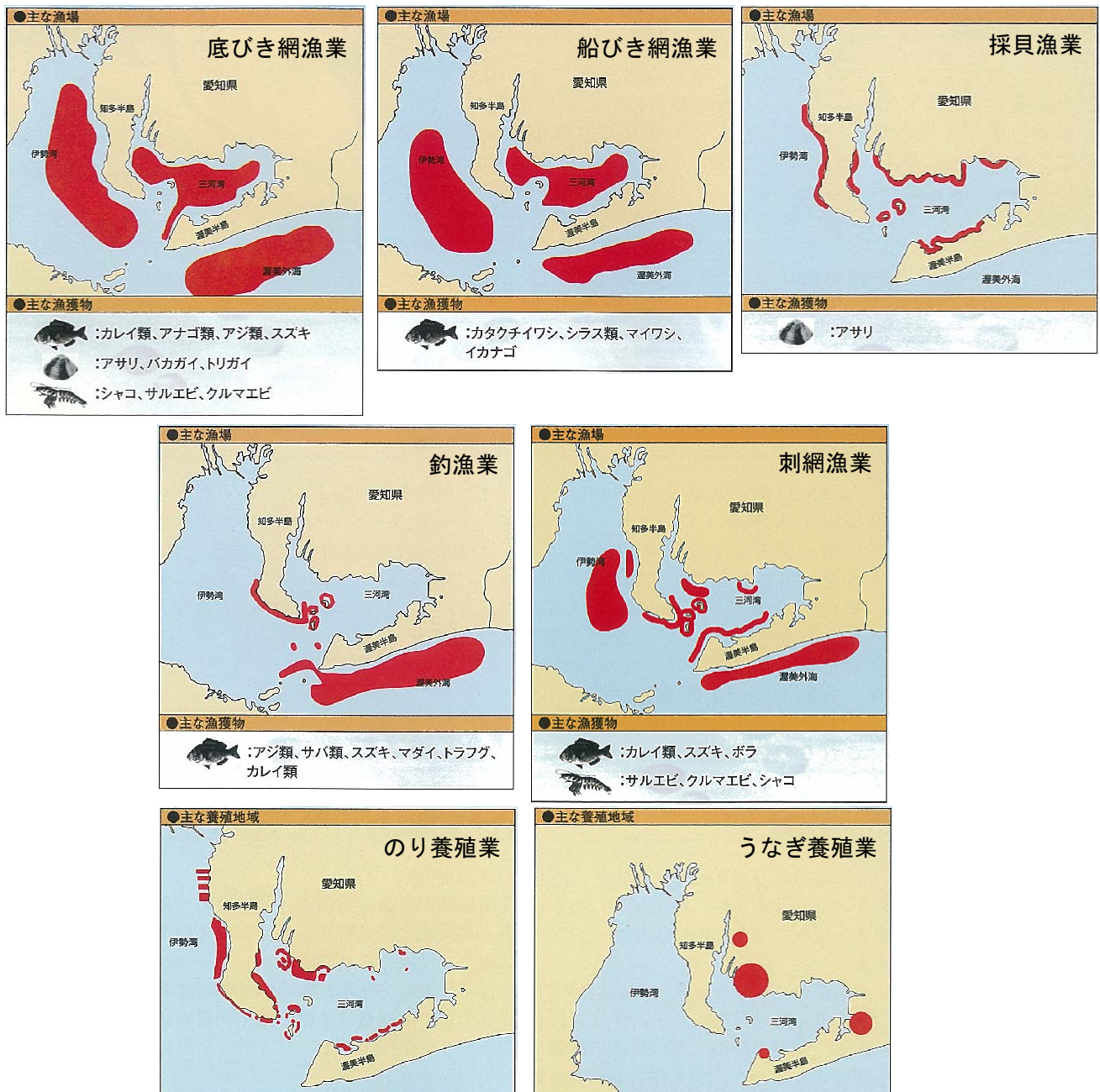


出典) 「水産業における水圏環境保全と修復機能」 (日本水産学会監修、2002年)

図 2.14 三河湾における埋立、赤潮及び貧酸素水塊の変遷

## 2.7 漁業

- 三河湾では、様々な漁業が行われています。主に海底に生息する魚介類を漁獲する小型機船底びき網漁業、イワシ類やシラス等を漁獲する船びき網漁業が広く行われています。
- また、三河湾沿岸域では、主にアサリを漁獲する採貝漁業が行われており、湾口付近では、マダイやスズキ、トラフグ等を対象とした釣漁業も行われています。その他、三河湾内では刺網漁業も行われています。
- 養殖漁業としては、沿岸域でのり養殖業が行われており、内水面でうなぎ養殖が行われています。



資料) 「愛知県水産要図」(愛知県農林水産部水産課、2008年)

図 2.15 愛知県における主要漁業の主な漁場と漁獲物(漁業)

## 2.8 三河湾における施策の実施状況

- 三河湾では、これまでも様々な三河湾の環境を良くするための施策が行われています。

### (1) 三河湾流域における施策の実施状況

- 三河湾流域圏の環境情報総合サイト(Mikawaデータベース)では、三河湾流域における施策の実施状況について表 2.1 のように整理しています。

表 2.1(1) 三河湾流域における施策の実施状況

#### ● 森林の再生

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
中部森林管理局 名古屋事務所	国有林の保全整備			○	
	ふれあいの森制度			○	
愛知県農林水産部 農林政策課 企画グループ	造林事業（補助事業）	○		○	○
	治山事業	○		○	○
	三河材の利用促進	○	○	○	○
長野県環境部 水大気環境課	奥地保安林保全緊急対策事業			○	
	保安林保育事業			○	
	保安林改良事業			○	
	公的森林整備事業			○	
	特殊林県行造林			○	

#### ● 農畜産業の転換

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
愛知県農林水産部 農林政策課 企画グループ	農村振興総合整備事業			○	
	地域用水環境整備事業			○	
	農地・水・環境保全向上対策事業	○		○	○
	環境保全型農業推進事業	○ (農家)		○	
	環家畜排せつ物利用促進	○ (農家)		○	
	家畜排せつ物適正処理指導	○ (農家)		○	
	家畜排せつ物処理高度化支援	○ (農家)		○	
	畜産バイオマスの利活用	○ (農家)		○	

#### ● 排水の適正処理

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
愛知県環境部 水地盤環境課	法令による規制指導			○	
	水質総量削減計画の削減			○	
	生活排水対策			○	
愛知県農林水産部 農林政策課 企画グループ	農業集落排水事業			○	
	下水道の整備			○	
愛知県建設部 下水道課	合流式下水道の改善			○	
	高度処理施設の導入			○	

#### ● モニタリング

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
国土交通省 中部地方整備局 豊橋河川事務所調査課	第5回身近な水環境の全国一斉調査			○	○
	豊川、矢作川における水生生物調査			○	
愛知県環境部 水地盤環境課	河川等公共水域水質監視			○	
	水生生物調査			○	○
	流域モニタリング一斉調査			○	○
	油ヶ淵流域水環境モニタリング			○	○
長野県環境部 水大気環境課	水質常時監視事業			○	

#### ● ダム対策

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
国土交通省 矢作ダム管理所	矢作ダム堆砂対策事業			○	
	矢作ダム水質対策			○	

資料) Mikawa データベース (三河湾流域圏の環境情報総合サイト) より作成

表 2.1(2) 三河湾流域における施策の実施状況

● 自然再生・環境改善

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
国土交通省 中部地方整備局 三河港湾事務所	海域環境創造事業			○	○
国土交通省 中部地方整備局 豊橋河川事務所調査課	豊川下流部環境整備事業 (自然再生事業)			○	○
愛知県農林水産部 農林政策課 企画グループ	干潟・浅場造成事業			○	
愛知県建設部 河川課	統合河川環境整備事業 (清流ルネッサンスⅡ)			○	○
	水環境改善事業			○	
愛知県建設部 港湾課	海域環境創造事業等			○	

● 親水空間整備

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
愛知県建設部 港湾課	ボートパーク 港湾環境整備事業			○	
				○	

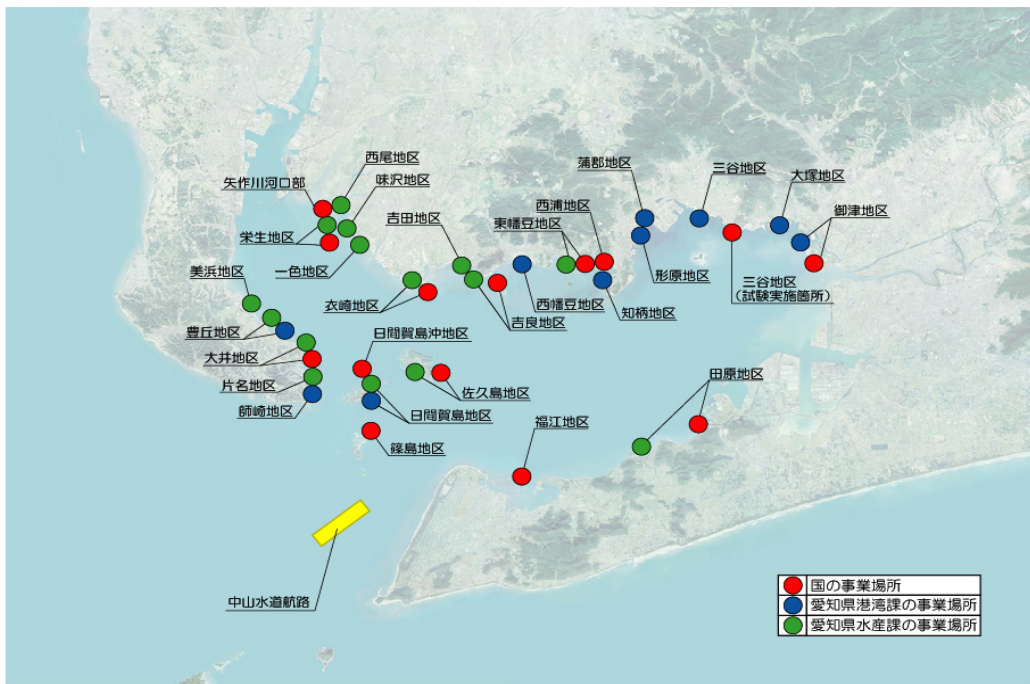
● 多様な主体の連携

実施機関	施策名	実施主体			
		産	学	官	民
愛知県農林水産部 農林政策課 企画グループ	県有林野地内における 多様な主体による森林づくり	○		○	○
三河湾浄化推進協議会 (事務局：豊橋市環境 部環境保全課)	三河湾浄化推進協議会との連携強 化	○		○	

資料) Mikawa データベース (三河湾流域圏の環境情報総合サイト) より作成

(2) 干潟・浅場の再生(シーブルー事業)

- 三河湾では、1999 年度から 2004 年度にかけて、中山水道航路の浚渫により発生した良質な砂を利用し、約 620ha の干潟・浅場造成、覆砂が実施されました。



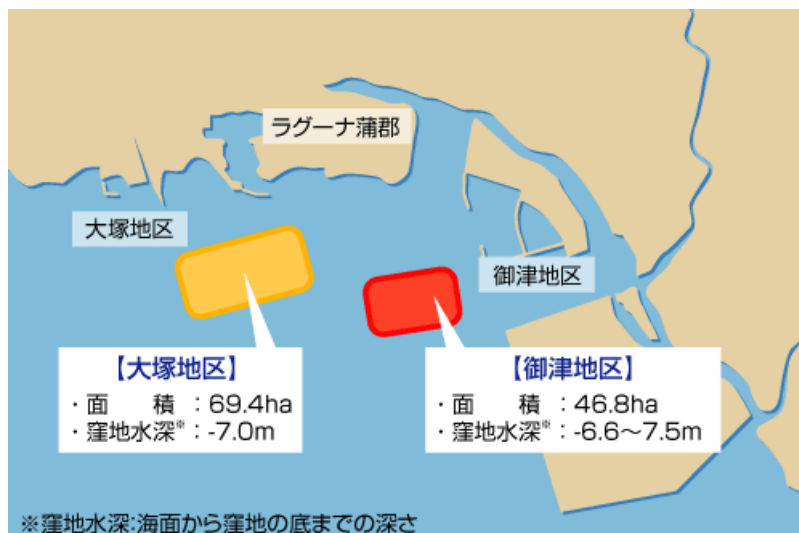
出典) 「三河湾データブック 2007」 (国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所、2007 年)

図 2.16 シーブルー事業実施地区



### (3) 深掘の埋め戻し

- 三河湾奥部の御津地区、大塚地区には、かつて、三河港における公共ふ頭、大規模な工業用地等の埋立てのために海底土砂を採取した跡が窪地となって存在していました。
- これらの窪地は、漁業協同組合からの要望を受け、平成 15 年から御津地区、平成 17 年から大塚地区の修復が実施されました。御津地区の修復は平成 16 年度末までに大部分の修復が完了しています。
- 修復用の土砂は、三河港の整備で発生する浚渫土が活用され、その表層部を良質な土砂で覆っています。



出典) 国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所 HP

図 2.17 三河湾奥部の深掘埋め戻し位置及び状況

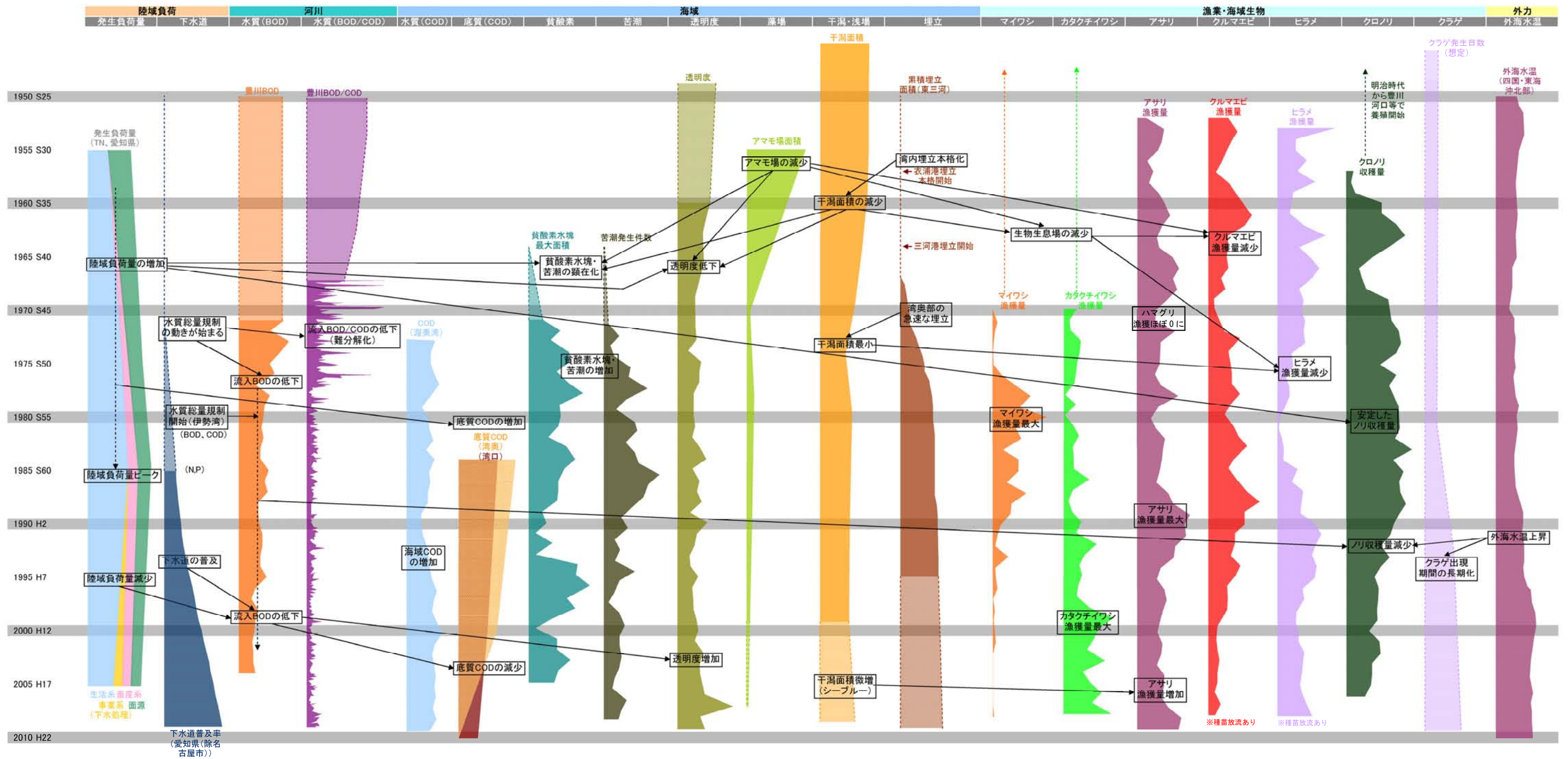
### 第3章 環境の歴史的変遷

三河湾の環境に関する様々な条件の変遷を図 3.1 及び図 3.2 に整理しました。

そこから分かる三河湾の環境の変遷は以下のとおりです。

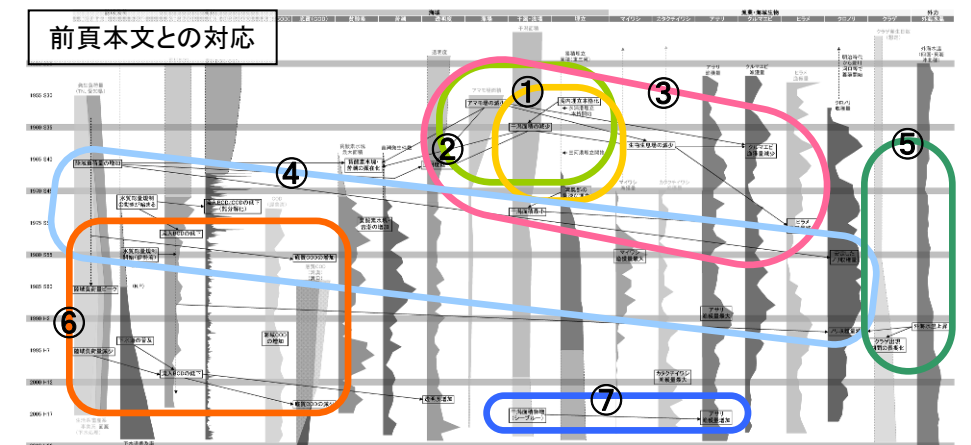
- 干潟の面積は、衣浦港の埋立てが本格的に開始された頃から減少傾向がみられ、三河港の埋立てが開始された後は減少傾向が加速しています。(①)
- アマモ場の面積は三河湾内の埋立てが本格化する時期より前、または同時期から減少しており、干潟面積の減少に比べて短期間に激減しています。(三河湾における埋立による場の消失だけでなく、伊勢湾奥部など周辺海域の埋立による種子供給量の減少や陸域で使用された除草剤等の農薬の流入による影響が考えられます)(②)
- アマモ場の面積の減少に伴いクルマエビの漁獲量が減少し、干潟面積の減少及び貧酸素水塊の顕在化に伴いヒラメの漁獲量が減少している様子がうかがえます。これらは、それぞれの生物の生態的特性に応じて、干潟や藻場など生物の生息場や幼稚仔の生育場として利用されていた場所が利用できなくなったことが原因と考えられます。(1980 年代(昭和 50~60 年代)の漁獲量の増加は、漁具・漁法の改良による影響があり、その前後の漁獲量を資源量として比較することは適切ではないと考えられます。)(③)
- 陸域で多くの負荷が発生し、海域に栄養が多量に流れ込むことによって、1970~1980 年代(昭和 40~60 年代)はワリの収穫量が安定していたと考えられます。陸域の発生負荷量の減少及び流入河川の BOD の低下(排水処理の進展)により流入する栄養が減少したこと、また、海水温が上昇したこと(外海水温から想定)から、ワリの収穫量が減少したものと考えられます。(④)
- 湾内の環境状態を指標する種類として、クラゲが注目されています。クラゲは、無選択的にプランクトンを捕食しプランクトン食魚類と餌資源の競合を起こす、また、上位の生物に捕食されることが少ないため食物連鎖をショートカットするなど、湾内の物質循環の変化を象徴的な表現しうる生物ではないかと考えられています。三河湾では、クラゲは 1960 年代(昭和 30~40 年代)にも出現しており、1980 年代頃から出現期間が長期化していると想定しています(漁業者ヒアリングより)。同時期に外海水温の上昇傾向がみられることから、クラゲの出現時期の長期化には水温の上昇が影響していると予想されます。(⑤)
- 陸域から流入する栄養を減少させても、海域の水質の COD はわずかに減少傾向を示すものの、1990 年(平成 2 年)頃を境に逆に増加傾向に転じています。一方で内湾部の底質の COD は減少傾向にあると想定しています。外海水の影響も含めた判断が必要です。(⑥)
- 近年のシーブルー事業等により干潟面積は微増しています。加えて、湾奥部の六条干潟で採取したアサリ稚貝を三河湾湾内の他の干潟・浅場へ放流する等の漁業者による資源回復の努力等もあり、アサリの漁獲量は増加しています。(⑦)

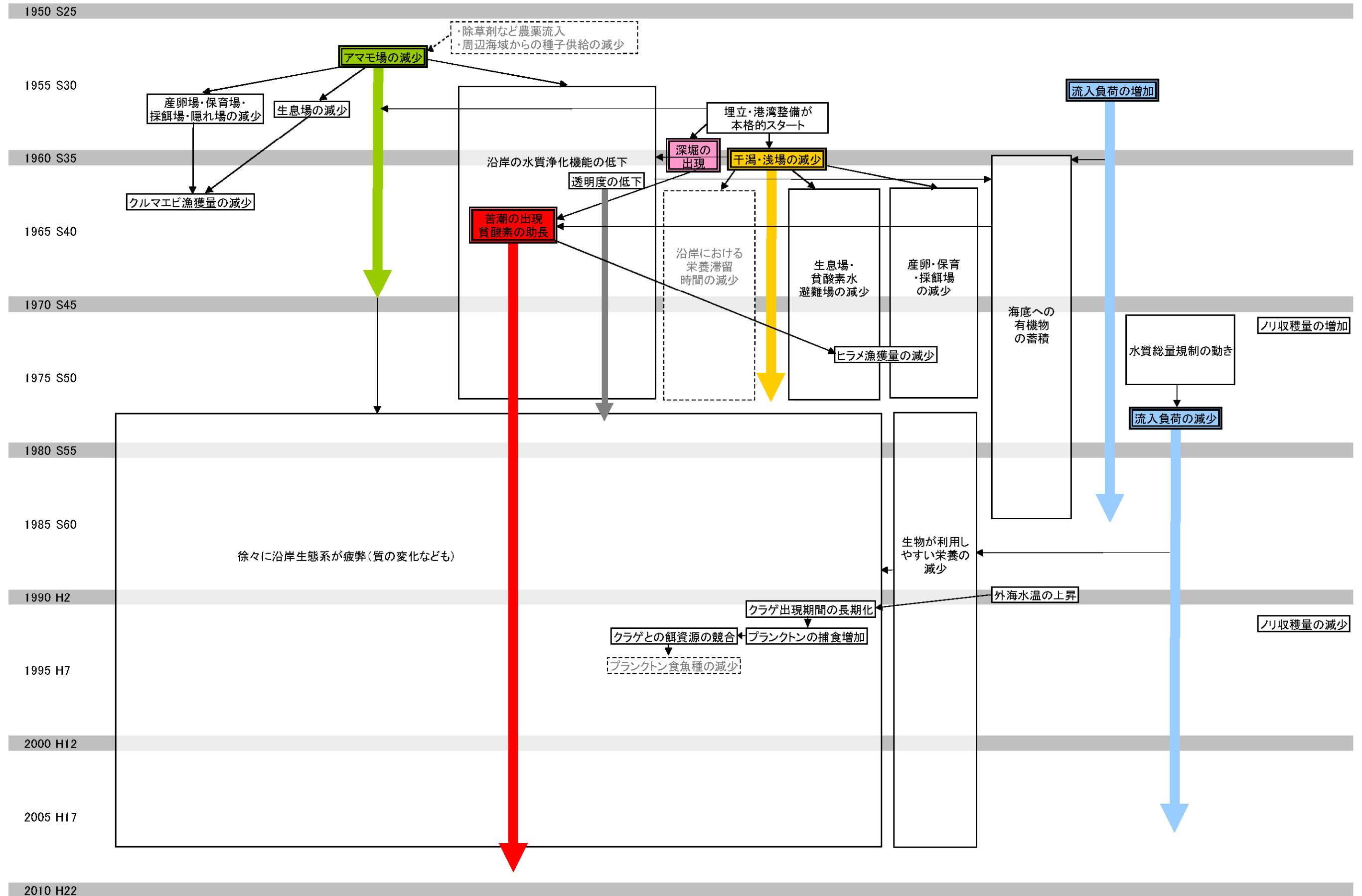
※見出しの色及び文末の番号は図 3.1 右下図との対応を示す。



注) 図中の破線は想定またはイメージである。

図 3.1 三河湾の環境要素の変遷





注) 図中の破線は想定である。

図 3.2 三河湾の環境の変遷

## 第4章 三河湾の物質循環と課題

### 4.1 三河湾の特徴とあるべき健全な姿

以上の結果より、三河湾の特徴をまとめると、以下のとおりです。

- 三河湾は、水深が平均約 9.2m と非常に浅い、海水交換が行なわれにくい地形の湾です。一方、大きな河川が流入することによってエスチュアリー循環が発達している湾と考えられます。
- 河川から運ばれる豊富な土砂によって、河口には干潟が形成されやすく、干潟に生息する二枚貝等の生物が陸域からの栄養を貯留する緩衝機能が強い湾です。
- 浅海部には干潟・浅場を基盤としたアマモ場が発達し、食物連鎖の上位生物がそのような場で育まれ、これらの生物が構成する活発な食物連鎖が物質循環の円滑さを保っていたものと考えられます。また、漁業による栄養の取り出しも多く、物質循環の一助を担っているものと考えられます。
- 現在は赤潮や貧酸素水の拡大が問題になっていますが、かつては生物の主要な生息場所である浅海域まで影響が及ぶような規模ではなかったものと考えられます。
- これまでも流入負荷の削減や大規模な干潟・浅場の造成などの環境改善施策に取り組んでおり、アサリが増加するなど一定の効果が確認されるようになってきました。しかし、未だ健全な状態になったとは言えないため、さらなる取り組みが必要です。

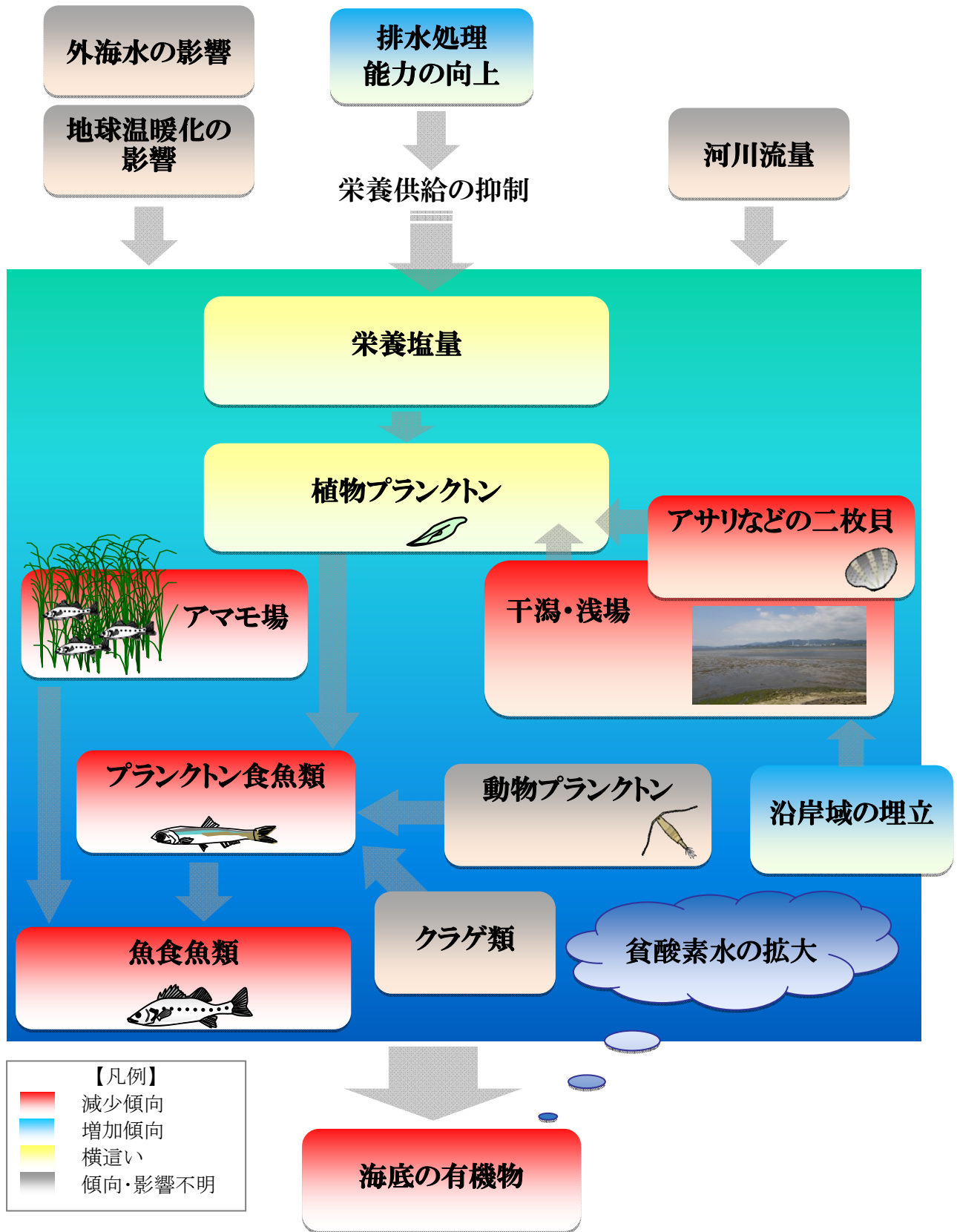
本ヘルシープランで目指すべき、あるべき健全な三河湾の姿は以下のとおりです。

「水深が浅いという恵まれた構造と河川等から流入する豊富な栄養に支えられ、多様な生物がそれぞれのネットワークを活かして再生産され、その活発な食物連鎖によって栄養が滑らかに循環する豊かな海」

## 4.2 物質循環の滞りの要因・課題

これまでの整理結果から、三河湾における物質循環の滞りの要因・課題として、以下のような構造が考えられます。

- かつて三河湾への栄養供給が過剰であったため、排水処理場をつくるなど、排水処理能力を向上させてきましたが、海域の栄養塩量はあまり減少せず、植物プランクトンも減少していません。
- 三河湾では沿岸域の埋立が進み、干潟・浅場が減少しました。その結果、アサリ等の二枚貝の生息場所が失われ、二枚貝の減少にもつながりました。二枚貝は、海水中の栄養塩や植物プランクトンを餌として取り入れますので、その機能が失われたこととなります。このことは、流入する栄養塩量を減らしたにもかかわらず植物プランクトンが減少しないことに関係しているかもしれません。
- 干潟・浅場の減少と関連して、三河湾内のアマモ場も減少しました。アマモ場は、酸素の供給場や稚仔魚の生息場として重要な役割を果たしていますので、場がなくなることによって、魚食魚類の減少につながっている可能性があります。
- このような現象との直接的な関係は明らかになっていませんが、クラゲ類の発生が増加していることもあり、湾内の生態系が変化し、さらに物質循環も変化していると考えられます。
- 以上のことから、三河湾では水深が浅く栄養が滞留しやすい生物生産力の高い部分が、水深の深い部分で起こっている貧酸素水を抑制する重要な要素を担っていると考えられます。沿岸の活発な生物生産を失ったことは円滑な物質循環を取り戻すための大きな課題であると想定しています。
- ただし、1960年代と比較すると三河湾の背景となる条件が変化している可能性があります。特に、外海水の流入、温暖化による水温の上昇については、その影響の程度は不明です。



## 第5章 課題解決のアプローチ

### 5.1 想定されるアプローチ

- 第3章において整理した課題を解決するためには、海底へ沈降する栄養を減少させるための科学的及び社会的なアプローチが必要です。想定アプローチを表 5.1 に整理しました。

表 5.1 課題を解決するために想定アプローチ一覧

分類	アプローチの考え方		実施イメージ	条件			
				実効性	実行性	副作用等	
科学的アプローチ	湾内の栄養消費力を高める	生物を増やす ※1	生息空間を再生する ※2	沿岸の生物生息場を再生する	○ 生物効果あり	○ 造成実績あり	特になし
			貧酸素水を減少させる ※3	貧酸素水が発生する地形を改善する	○ 局所的効果あり	○ 埋戻し実績あり	特になし
				沿岸での栄養貯留力を高める(※2と同様)	-	-	-
				直接酸素を供給する	△ 海での効果小	○ 試験実績あり	特になし
			地形改変等によって海水交換を向上させる	○ 効果は大きい	△ 実績なし	本来の生態系の変化	
		良質砂で覆砂する	△ 効果継続短	○ 覆砂実績あり	特になし		
		適切な一次生産を起こす	適切な質や量の栄養を供給する	○ 効果を期待	△ 実績なし	適切量の見極め必要	
		人為的に生物を導入する	生物を放流する	△ 効果少	○ 実績あり	放流種選択に注意	
		栄養を効率良く循環させる	河川水を生息空間に集中させる	河川水をより干潟等に流れ込むような構造物を設置する	△ 現実的な効果不明	△ 実績なし	自然河口干潟の変化が懸念
			より多くの一次生産を食物連鎖の上位に転換する	様々なサイズのプランクトンを取り上げる生物を増やす	○ 効果が望まれる	△ 生物の知見少	特になし
	貧酸素水を減少させ上位の生物を増加させる		-	-	-	-	
	海底の分解力を高める		貧酸素水を減少させる(※3と同様)	-	-	-	-
	湾内から栄養を多く取り出す	漁獲等を栄養として取り出す	生物を増やす(※1と同様)	-	-	-	-
			潮干狩場等を増やす(※2と同様)	-	-	-	-
		直接栄養を取り出す	底質を改善する	海底泥を浚渫する	△	○	深くなり貧酸素を助長
社会的アプローチ	三河湾サポーターを増やす	ゴミを減らす		○	○	特になし	
		環境教育を推進する		○	○	特になし	
		海に触れ合える場を整備する		○	○	特になし	
		三河湾の現状をアピールする		○	○	特になし	



## 5.2 優先すべき科学的アプローチ

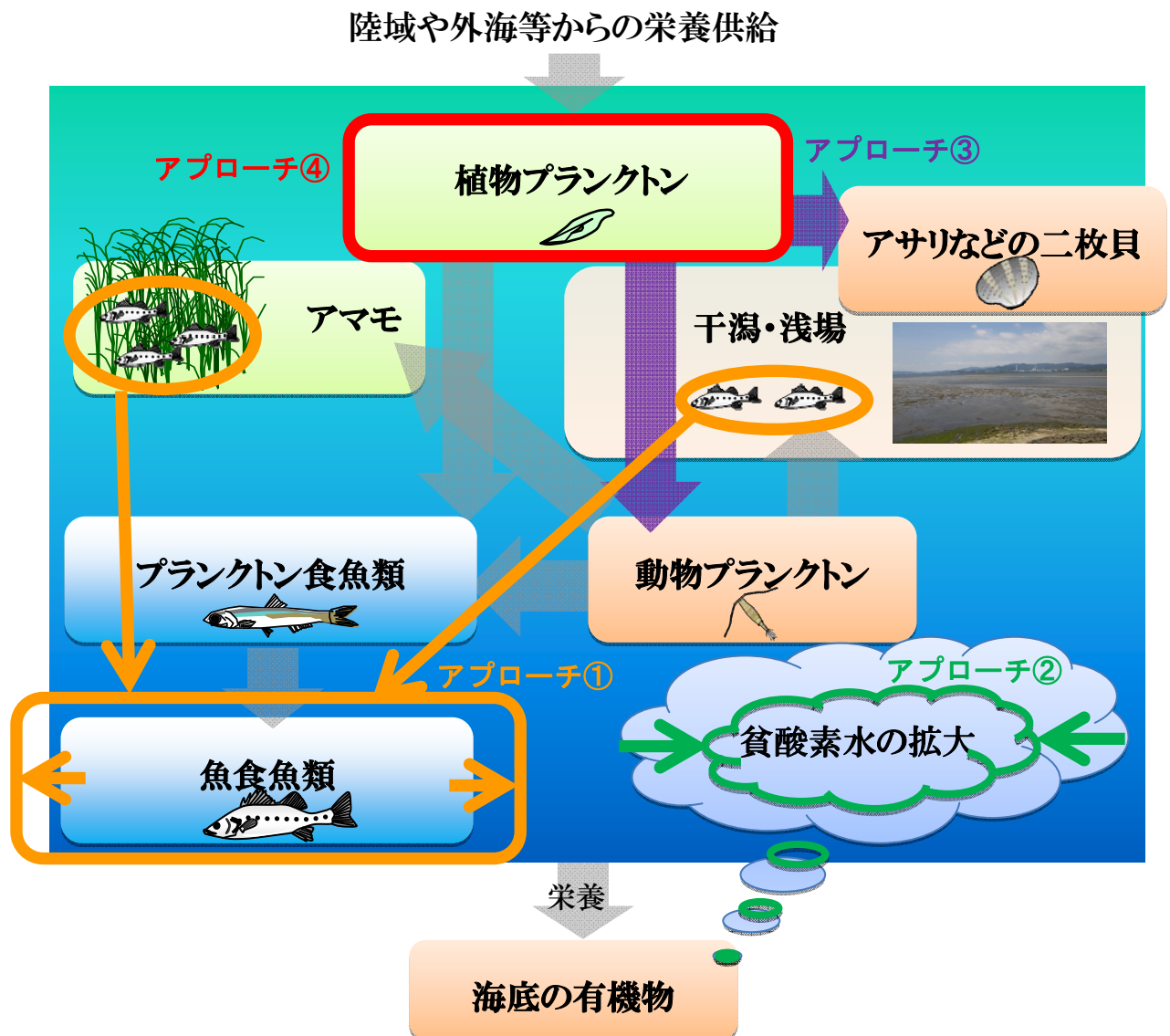
- 5.1において想定した科学的アプローチのうち、優先すべき科学的アプローチとして、次のアプローチが考えられます。
- かつて豊かな生物の生息空間であった三河湾の特性を活かして、ボトムアップ・トップダウンの両面から食物連鎖を活性化させるアプローチです。

<副作用が想定されず、実効性及び実行性がある程度証明されているアプローチ>

- ① 生息空間の再生（食物連鎖の円滑さを左右する食物連鎖の上位生物を成育する沿岸環境（干潟や藻場）を整えるアプローチ）
- ② 貧酸素水の減少（食物連鎖の上位生物の脅威となっている貧酸素水を軽減するアプローチ）

<副作用は想定されず実効性が期待されるが、実行性が伴っていないアプローチ>

- ③ 一次生産力の効率的循環（植物プランクトンのサイズ特性に対応した食物連鎖を維持し、できるだけ多くの植物プランクトンを食物連鎖の上位生物に取り込むアプローチ）
- ④ 適切な一次生産（食物連鎖の上位生物を効率よく成長させることができる、より大きなサイズの植物プランクトン生産を多く起こすアプローチ）



- ・ 優先すべき科学的アプローチの具体的な方向性としては、下表に示す内容が考えられます。
- ・ ③及び④のアプローチについては、実行性に課題がありますので、実行性を高めるための実証試験を実施しましたので、その結果についても以下にあわせて示します。

表 5.2 優先すべき科学的アプローチとその具体的な方向性

優先すべき科学的アプローチ	具体的な方向性	
①上位生物が成育できる沿岸環境を整えること	上位生物の成育場となる干潟・浅場、藻場を増やす	
②生物の脅威となっている貧酸素水による影響を軽減する	貧酸素水の容積や滞留時間を減少させる、貧酸素水の影響を受けにくい場所を拡大する	①干潟・浅場、藻場を増やして沿岸における栄養の一時貯留機能を高める、また、生物が貧酸素水の影響を受けにくい場所を拡大する ②深掘跡を埋め戻すことによって、貧酸素水が発生しやすい環境を減らす
③できるだけ多くの植物プランクトンを食物連鎖へ取り込む	微小植物プランクトンを食物連鎖に取り込む生物の生息空間を整える	成長段階に応じて様々なサイズの植物プランクトンを食物連鎖に導入できるアサリが生息する干潟・浅場を増やす (設定根拠:実験結果①)
④大きなサイズの植物プランクトン生産を多く起こす	植物プランクトン生産に適切な質や量の栄養を保持する	適切な量の無機態栄養塩類を供給して、上位生物にとって利用価値の高い大きなサイズの植物プランクトンを増やす など (設定根拠:実験結果②)

## 実験結果① 植物プランクトン摂食に関する実験

- ☆ 三河湾において、主に植物プランクトンを取り込んで成長する生物として、アサリ等の二枚貝類や動物プランクトンが挙げられます。
- ☆ 湾内で発生した植物プランクトンをより多く上位の食物連鎖に循環させていくためには、植物プランクトンを摂食して成長する、アサリなどの二枚貝類や動物プランクトンを増やすことが必要です。
- ☆ そこで、アサリや動物プランクトンといった上位生物がどのようなサイズの植物プランクトンを利用しているのかを実験で検証しました。実験結果は以下に示すとおりです。

### 実験結果

～アサリ等二枚貝は微小プランクトンを食物連鎖に取り込む重要な役割を担っている！～

- ・ サイズ別のアサリ等二枚貝を入れたビーカーの中で、植物プランクトンの変化をサイズ別に観察してみると、アサリの着底稚貝は、微小(ナノ:2~20 $\mu\text{m}$ )プランクトンを多く摂食していました。アサリ等二枚貝が成長に伴って様々なサイズの植物プランクトンを取り込み、食物連鎖に循環させていく役割を有していることがわかります。
- ・ アサリ等二枚貝は、超微小(ピコ)プランクトンも少なからず摂食しており、食物連鎖の上位生物として非常に優れている生物です。

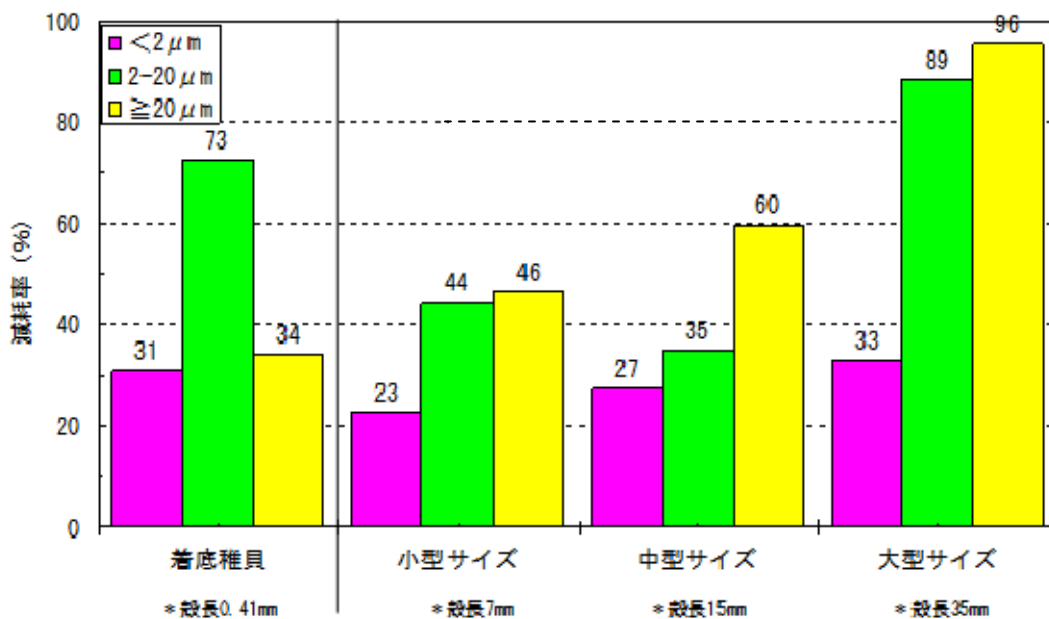
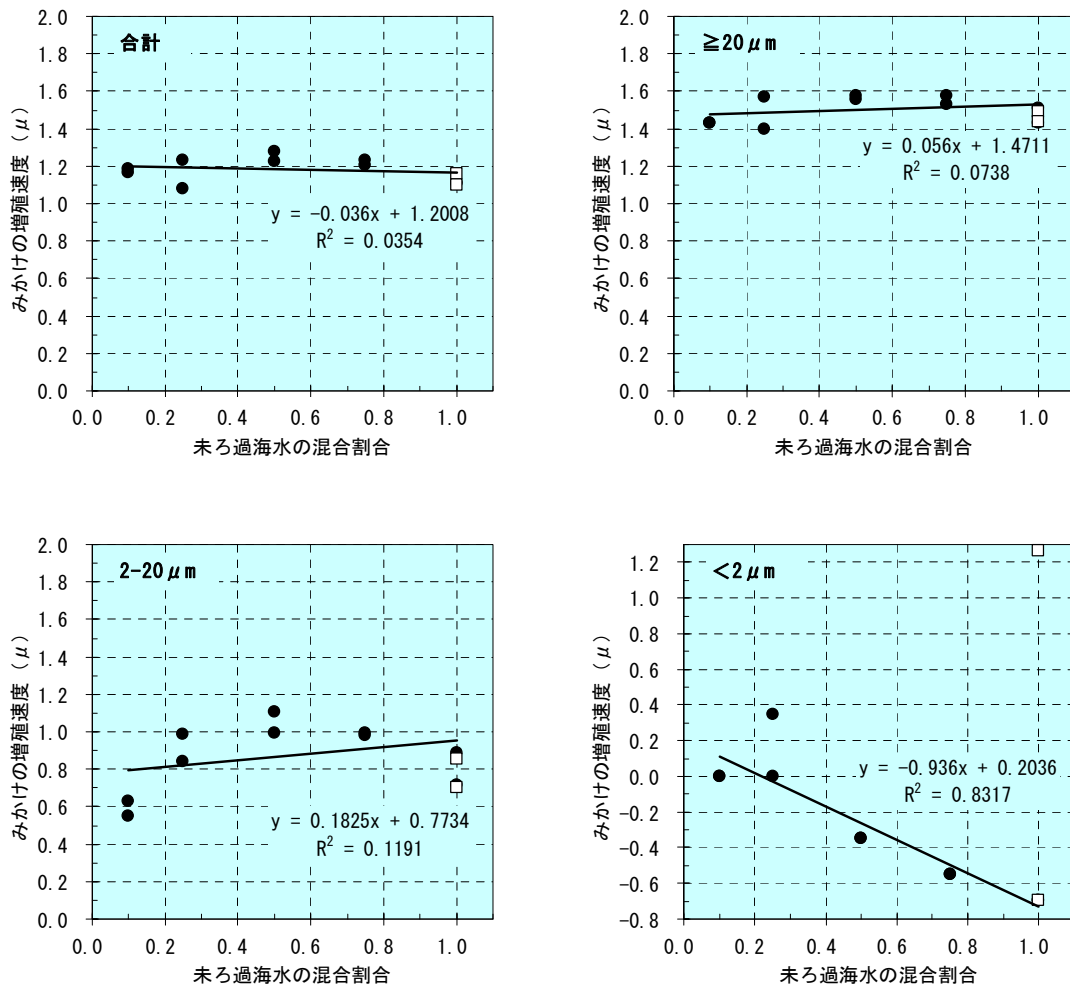


図 5.1 アサリ等二枚貝のサイズの違いによるサイズ別クロロフィル減耗率

## 実験結果

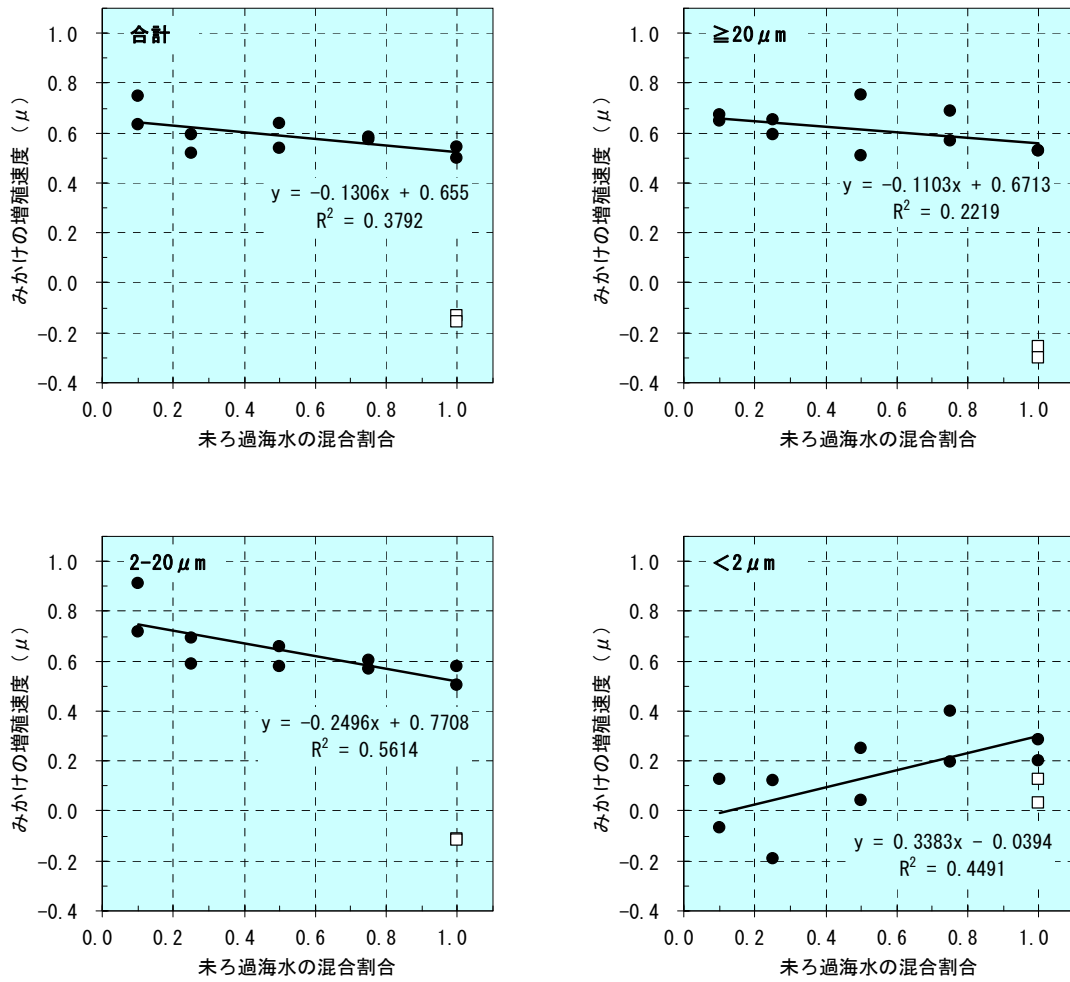
～動物プランクトンは夏季に超微小プランクトンを食物連鎖に取り込む役割を担っている！～

- 動物プランクトンの密度に応じて、サイズ別の植物プランクトンがどの程度減少したのかを実験で検証した結果、水温が高い(28℃)条件下では、超微小(ピコ)植物プランクトンのみが動物プランクトンに利用される結果が得られました。水温の高い夏季には、動物プランクトンは、通常食物連鎖では利用されにくい超微小(ピコ)プランクトンを食物連鎖に取り込む重要な役割を担っていると考えられます。
- 一方、水温が低い(20℃)条件の時には、上記とは逆に、超微小(ピコ)プランクトンだけが利用されない結果となりました。
- これらの結果から、動物プランクトンは夏季に限って水温上昇にしたがって増加する超微小(ピコ)プランクトンを摂食する可能性が示されました。夏季は貧酸素水が発生する時期でもあり、動物プランクトンは超微小(ピコ)プランクトンを経由して循環する栄養を海底に沈降させずに食物連鎖に取り込み、貧酸素水の拡大を抑制する重要な役割を担っているものと考えられます。



注：図中の●は試験区（栄養添加有り）、□は対照区（原水：栄養添加なし）を示す

図 5.2(1) 植物プランクトンの比増殖速度と捕食者による比捕食速度の関係(夏季)



注：図中の●は試験区（栄養添加有り）、□は対照区（原水：栄養添加なし）を示す

図 5.2(2) 植物プランクトンの比増殖速度と捕食者による比捕食速度の関係(秋季)

## 実験結果② 植物プランクトン生産に関する実験

- ☆ 栄養を多く循環させるためには、食物連鎖を支える上位生物が植物プランクトンを多く摂食して十分に成長し、太い物質循環を担うエンジンとなる必要があります。
- ☆ 植物プランクトンは、海水中の栄養塩類を吸収して増殖し、上位生物に摂食されることによって栄養を食物連鎖に取り込まれる出発点となる大切な役割を担っています。どのような植物プランクトンが太い物質循環を担う出発点となれるのかを検討するために、様々な栄養状態の時にどのようなサイズの植物プランクトンが増加するのかを実証試験で検証しました。

## 実験結果

～植物プランクトンのサイズは、無機態栄養塩類の量に左右される！～

- ①超微小(ピコ)プランクトン、②微小(ナノ)プランクトン、③小形(マイクロ)プランクトン以上の3段階の植物プランクトンが、どのような栄養状態の時に増加するのかを実証試験で検証しました。なお、植物プランクトンのサイズは、下表のように区分されています。

サイズ	呼称
2 $\mu$ m 未満	ピコプランクトン(超微小プランクトン)
2～20 $\mu$ m	ナノプランクトン(微小プランクトン)
20～200 $\mu$ m	マイクロプランクトン(小形プランクトン)
200 $\mu$ m～2mm	メソプランクトン(中形プランクトン)
2～20mm	マクロプランクトン(大形プランクトン)
20mm 以上	メガロプランクトン(巨大プランクトン)

出典)地球環境調査計測事典 第3巻沿岸域編(株式会社フジ・テクノシステム、2003年)

実験結果としてまとめた“栄養塩類とサイズ別植物プランクトン増殖量との関係”は以下に示すとおりです。

- 微小(ナノ)以上の植物プランクトンは、溶存無機態窒素(DIN)、溶存無機態リン(DIP)が多いほど増える傾向にありました。生態系の上位生物にとって利用価値の高い大きなサイズの植物プランクトンを増加させるためには、無機態窒素・リンを多く適切に供給することが必要であることがわかりました。
- 一方、超微小(ピコ)植物プランクトンは、厳密には栄養塩類の状態に左右されない結果となりましたが、溶存無機態窒素(DIN)、溶存無機態リン(DIP)が多すぎる条件もしくは少なすぎる条件で多くなる傾向がみられました。その理由としては、栄養塩類が多すぎる場合は、サイズに限らず植物プランクトン全体に栄養塩類が利用されて、少なすぎる場合は、小形(マイクロ)植物プランクトン以上が多くなれない条件であるため、超微小(ピコ)植物プランクトンが急減増えることがあるのではないかと考えられます。

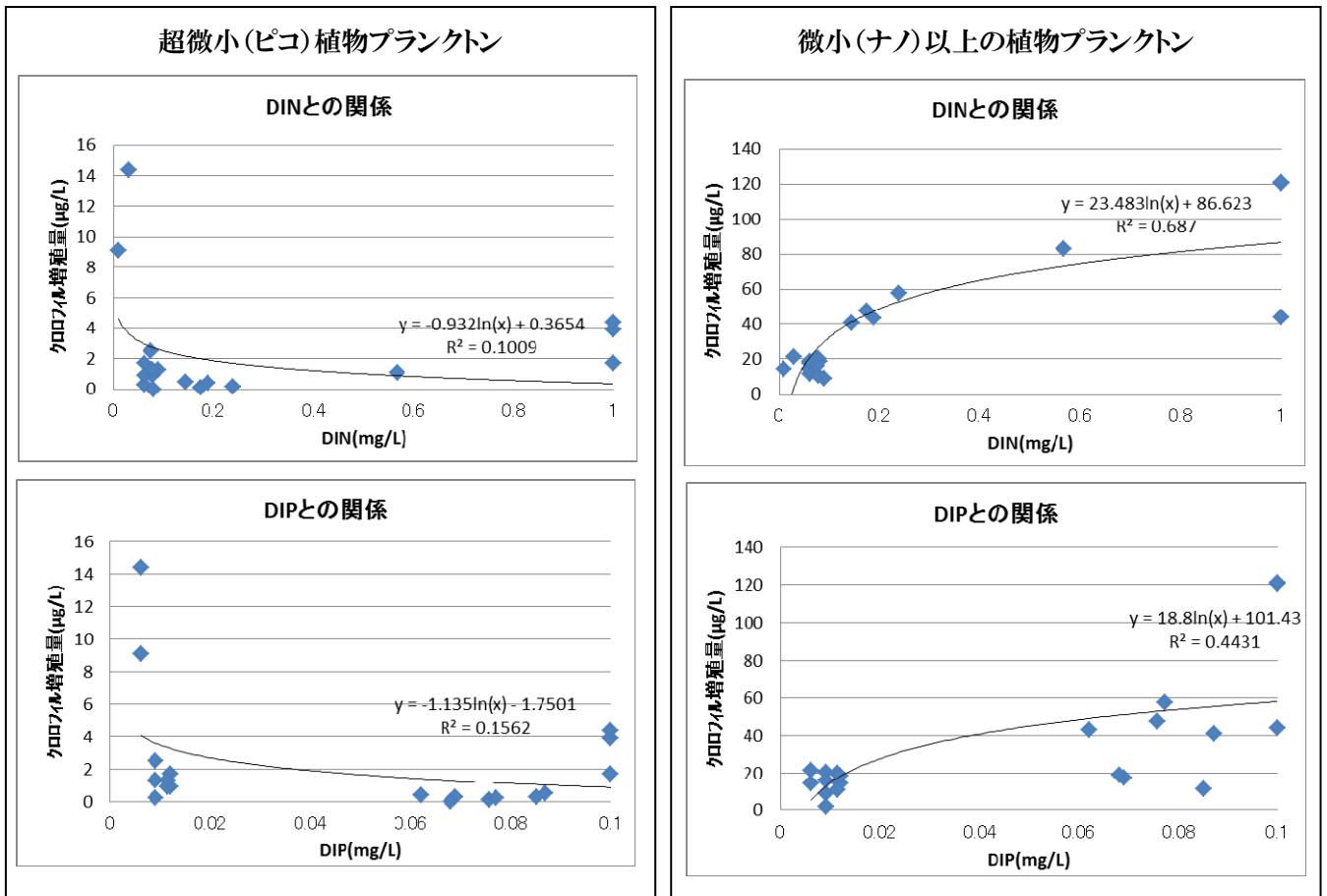


図 5.3 栄養塩類とサイズ別植物プランクトン増殖量との関係

### 5.3 優先すべき科学的アプローチによる効果の検証

今後、モデル計算結果を踏まえて検討

### 5.4 その他必要な留意事項

今後、モデル計算結果を踏まえて検討

## 第6章 三河湾ヘルシープラン

### 6.1 ヘルシープラン全体

- 三河湾の物質循環の滞りを解消して、円滑に栄養が循環する豊かな海に再生するためには、4.2に示した優先すべき科学的アプローチを中心にして実施することが必要です。
- このような科学的なアプローチは、現状の課題がより深刻な状態にならないように、迅速に推進していく必要があります。そのためには、「5.1想定されるアプローチ」で示した社会的なアプローチ(三河湾サポーターを増やす)を実施することにより、科学的アプローチを支持し、ともに実行してもらえ三河湾サポーターを増やすことが非常に重要です。
- 5つのプランを比較すると、プラン①～③の優先度が特に高く、次にそれら継続するための⑤が優先すると考えられます。プラン④については、それらのプランを実施した上で三河湾の課題が解決されない場合の追加プランと考えられます。

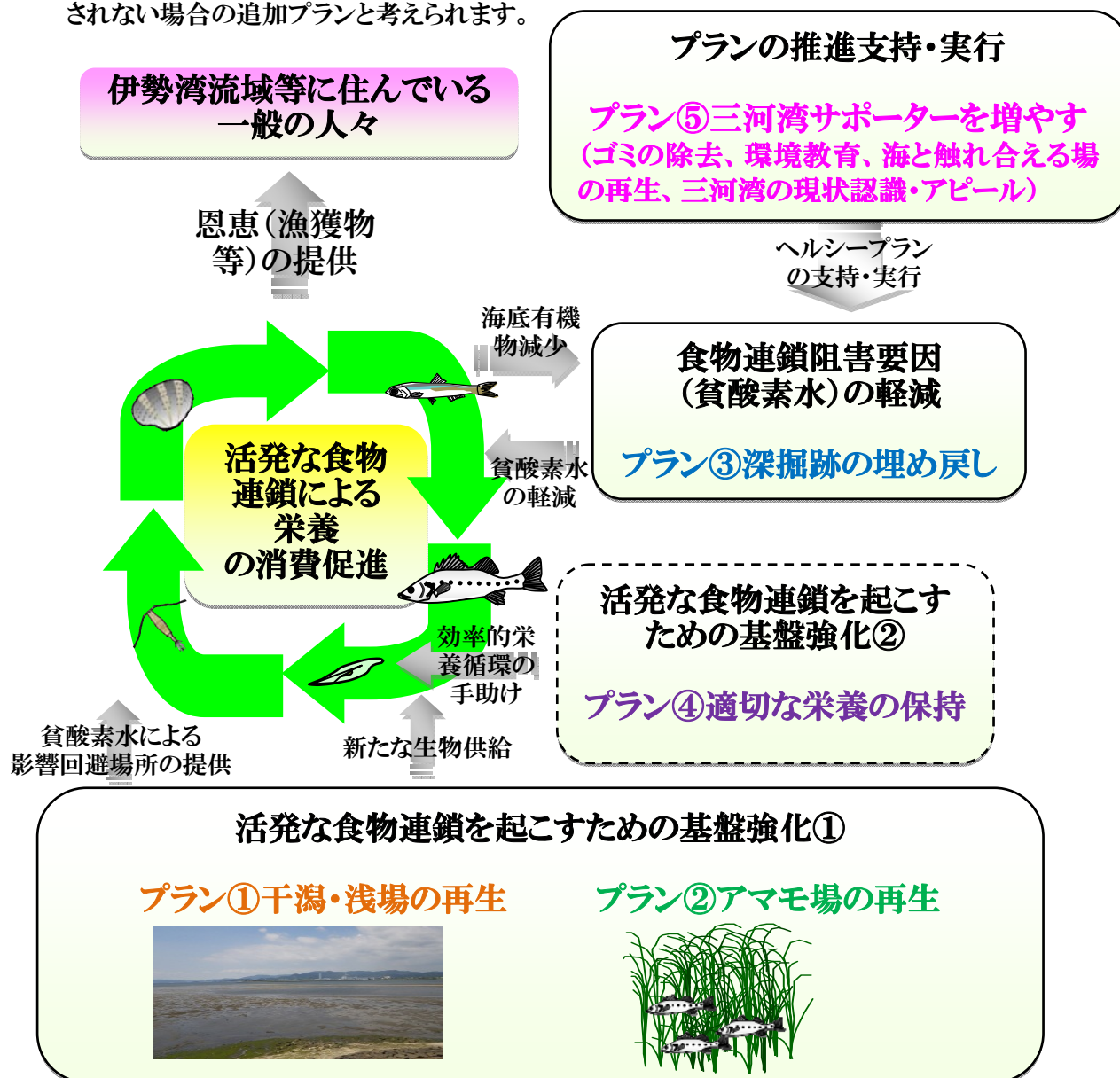


図 6.1 三河湾ヘルシープラン全体像



## 6.2 優先すべき科学的プランとその目標

- 6.1ヘルシープラン全体で示した科学的プランは、5.2 で想定した具体的なアプローチを、図 6.2 に示す流れにより具体化したものです。
- 5.3 の効果の検証結果より、優先すべき科学的プランの目標は、表 6.1 に示すとおりです。

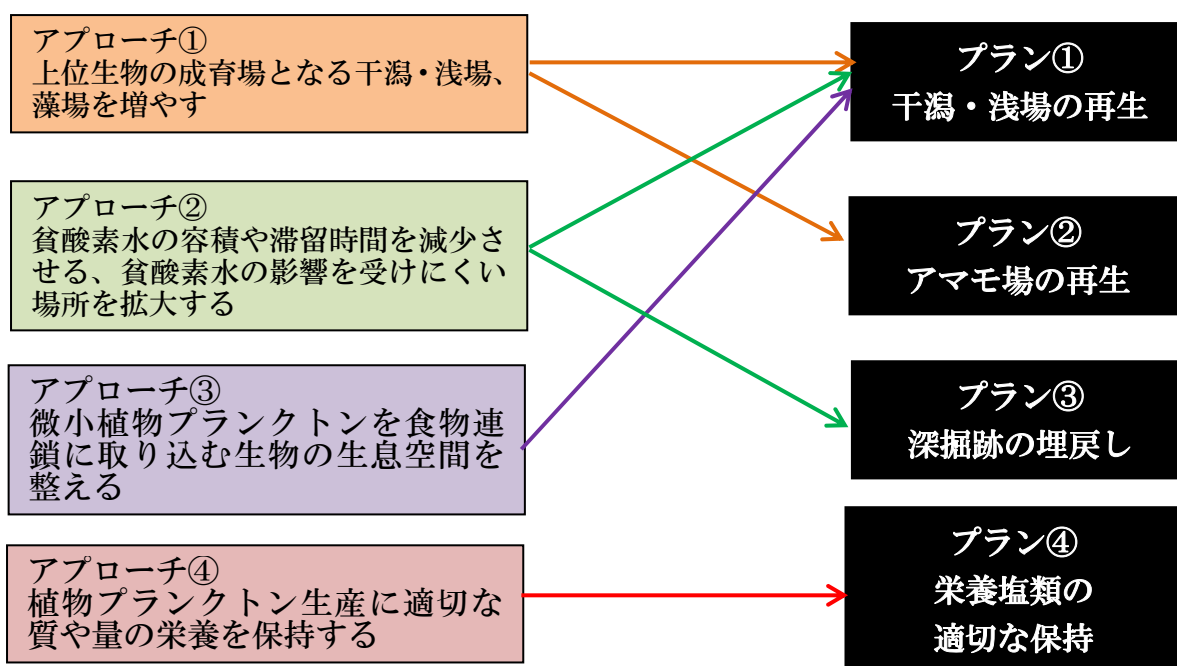


図 6.2 優先すべき科学的アプローチから想定される具体的なプラン

表 6.1 科学的プランの実施目標

プラン	想定実施規模	想定実施範囲	備考
プラン① 干潟・浅場の再生			
プラン② 深掘跡の埋戻し			
プラン③ アマモ場の再生			
プラン④ 適切な栄養塩類の保持			

今後、モデル計算結果を踏まえて検討

## 第7章 実行に向けて

### 7.1 プランの実行順序と想定される実行体制

- 第6章において示したプランの実行体制として、以下の内容が考えられます。
- 実行にあたっては、計画(PPLAN)、実行(DO)、評価(CHECK)、改善(ACTION)を繰り返し実施していくことが必要です。プラン①については既に着手中であり、今後は造成された干潟・浅場の生物的功能を高めるためのプラン③に特に着手していくことが必要と考えられます。

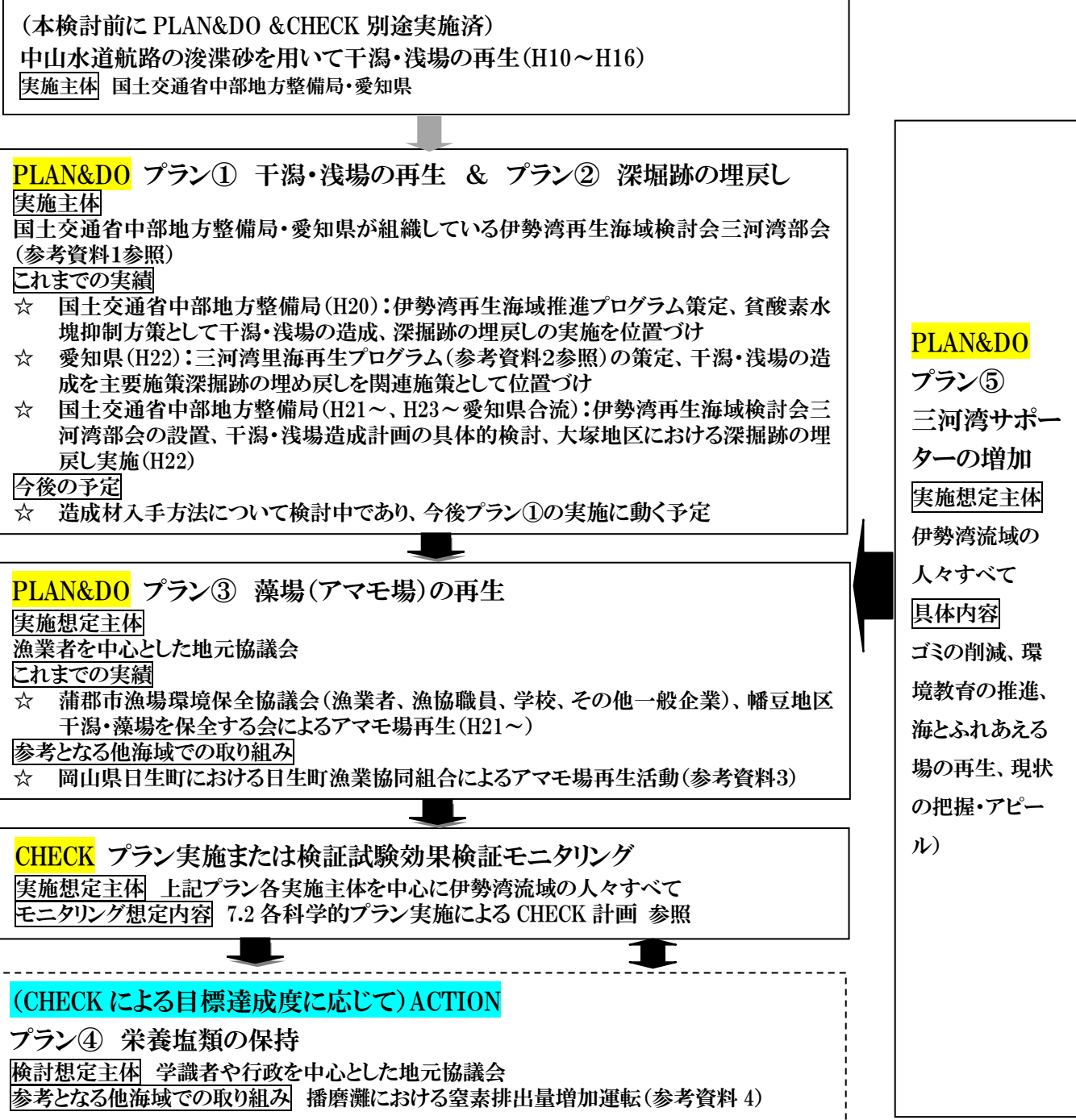


図 7.1 三河湾ヘルシープラン実行順序と想定される実行体制

## 7.2 各科学的プラン実施によるCHECK計画

- 各プラン実施による効果を検証するための CHECK 計画として、以下のことが考えられます。
- 評価基準は第6章に示した目標に対する達成度となります。

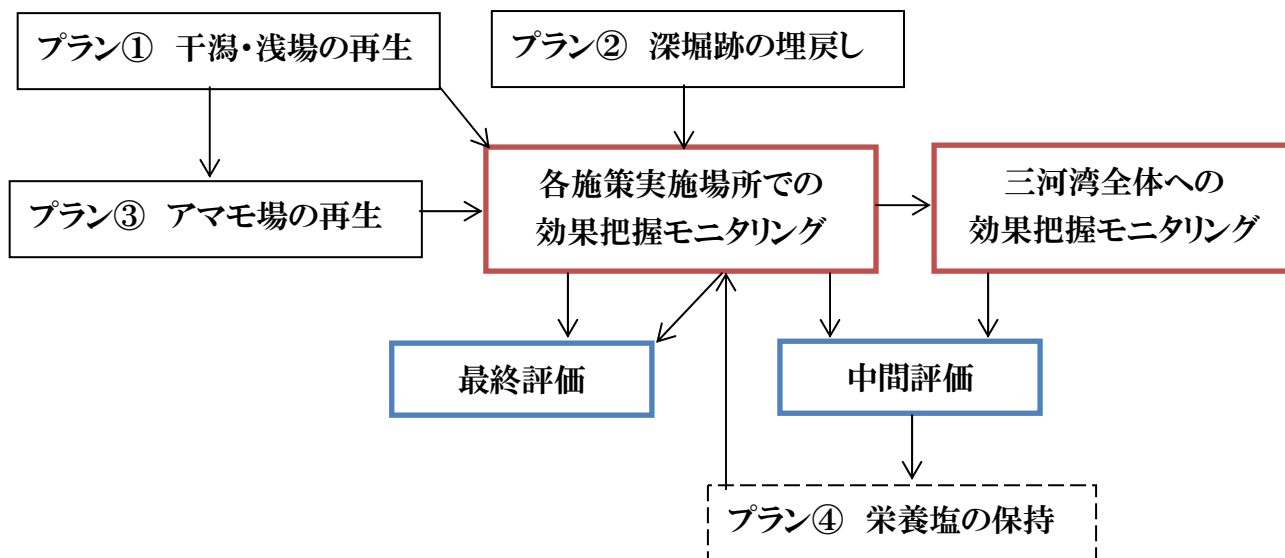


図 7.2 プラン及びモニタリングとその評価の流れ

表 7.1 必要なモニタリング項目

評価対象域	調査項目	調査の留意点	該当プラン			
			①	②	③	④
施策実施場所	底生生物		○		○	○
	魚介類	稚魚の出現状況も含む	○		○	○
	底質(硫化物)			○		
	溶存酸素量	連続測定が必要		○		
	栄養塩類					○
	植物プランクトン	ピコ・ナノサイズも含む				○
	動物プランクトン					○
三河湾全体	底生生物		○			
	魚介類	稚魚の出現状況も含む				
	溶存酸素量	連続測定が必要(愛知県水産試験場による観測ブイ調査結果も使用)				

### 7.3 実行に向けた課題とその解決策

#### ○干潟・浅場造成材の不足→流域連携を通じた造成材の準備

- 伊勢湾再生海域検討会三河湾部会においても検討されているように、特にプラン①の干潟・浅場の再生を円滑に実行していくためには、その材料となる砂等を準備する必要があります。
- 現在、三河湾部会では、材料を準備するための方法について検討中であり、今後の成果が期待されます。

#### ○アマモ場再生活動の継続・拡大

- 現在、三河湾の数地区では漁業者が中心となってアマモ場の再生を行っています。
- 今後、このような積極的な取り組みが継続的に、三河湾内の他の地域でも同様に実施されるように、成果をアピールしていく等、支援していく必要があります。

#### ○高次生態系の役割に関する定量的検討

- 今後、プラン①～③、⑤を実施しつつ、プラン④の必要性やその実施規模を適切に検討していくためには、本検討のモデルでは十分に扱えなかった、生態系の上位生物の役割評価が必要です。
- そのためには、上位生物に関するモニタリングを充実させて、上位生物を通じて消費される栄養の流れも再現することによって、精度の高い適切な栄養塩供給量の見極めができるようになります。

## 実行体制に関する参考資料

### 参考資料1 既存の実行体制

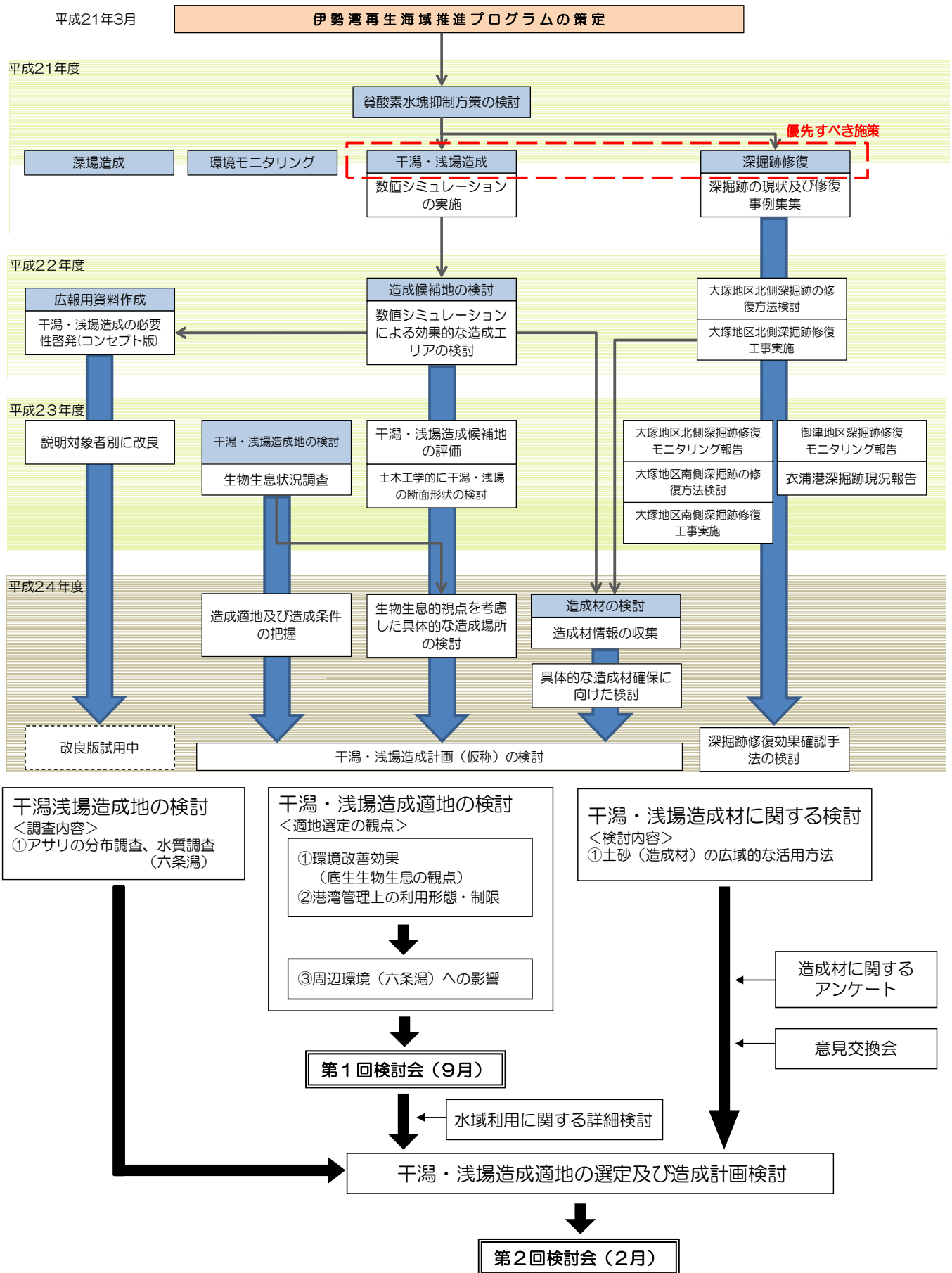
**国土交通省中部地方整備局及び愛知県** 伊勢湾再生海域検討会 三河湾部会

(<http://www.pa.cbr.mlit.go.jp/isewan/mikawa.html>)

### 検討の概要

- 平成19年3月に伊勢湾再生推進会議（中部地方整備局、第四管区海上保安本部、関係省庁及び関係地方公共団体等で構成）において、「伊勢湾再生行動計画」が策定されました。また、中部地方整備局港湾空港部においては、「伊勢湾再生海域検討会」を設立し、平成20年3月には「伊勢湾再生海域推進プログラム」を取り纏めたところであり、今回の伊勢湾再生海域検討会三河湾部会では、「伊勢湾再生海域推進プログラム」に位置付けられた「多様な生物がいきづくうみの保全」に向け、三河湾において大きな懸念材料である貧酸素水塊の抑制に効果が期待できる方策（例えば、「干潟・浅場造成」「深掘跡修復」など）について検討する予定です。
- 検討にあたっては、行政関係者だけではなく、学識者・NPO等の代表、各種専門家にも参加して頂き、連携・協働を図りながら各種の検討を実施していくこととしています。

# 検討の流れ





H24 浅場造成候補地（案）

## 参考資料2 既存の実行体制

### 愛知県 三河湾里海再生プログラム

(<http://www.pref.aichi.jp/0000045057.html>)

#### 1 はじめに

三河湾は古くから豊かな海の恵みをもたらしてくれる「里海」であり、全国有数の優れた漁場として水産業を支え、観光やレクリエーションの場としても親しまれ、私たちの生活に密着したものでした。

今でも私たちに海の恵みをもたらしてくれているものの、戦後の経済発展に伴い、埋立等により干潟・浅場・藻場の多くが失われ、陸域で発生する汚濁の流入負荷の増大も相まって、水質の悪化、赤潮や苦潮の発生など環境の悪化が生じています。

これまで流入負荷の削減など各種対策を講じてきましたが、環境の改善は十分には進んでいません。こうしたことから、愛知県では部局横断的な三河湾里海再生推進特別チームを設置し、2008(H20)年度から2010(H22)年度までの3年間にわたり、三河湾の里海としての再生に向けた取組を検討し、平成23年3月、今後取り組むべき施策を「三河湾里海再生プログラム」として取りまとめました。

#### 2 三河湾里海再生の目指すべき姿

- ・ 水質環境基準の達成を目標とした「きれいな海」

- 里海という概念を踏まえ、生物多様性に富み、魚介類が豊富に生息する「豊かな海」
- 住民に親しみを持って利用してもらえる「親しめる海」

### 3 三河湾里海再生推進特別チームでの検討内容

- 水質環境の悪化、干潟や藻場の減少など三河湾が抱える課題の抽出を行いました。
- 陸域における流入負荷削減対策や海域における環境改善事業など、海域環境改善のための既存施策について、数値シミュレーションにより改善効果を評価しました。
  - ✓ 「きれいな海」に関わる水質改善のためには、流入負荷削減と干潟・浅場造成が効果的であること
  - ✓ 「豊かな海」に関わる生物の回復や円滑な物質循環の実現のためには、干潟・浅場造成が効果的であること
- 上記 1、2 の検討結果を踏まえ、三河湾の里海としての再生に向けて今後実施すべき主要施策として、干潟・浅場造成を位置付けました。
- 実際に干潟・浅場を造成した場合の改善効果について、造成規模・場所を設定し、数値シミュレーションにより評価を行いました。計算の結果、干潟・浅場造成により水質、生物回復等に一定の改善効果が認められました。
- 関連施策として、干潟・浅場の造成形状及び施工方法、大規模泊地など局所的に環境が悪化している水域についての改善施策についても検討を行いました。

### 4 三河湾里海再生プログラム

「三河湾里海再生プログラム」の各項目は次のとおりです。

- (1) 主要施策
  - ア 干潟・浅場の造成
  - イ 干潟・浅場及び海域のモニタリング
  - ウ 干潟・浅場・藻場の保全活動の支援
  - エ 干潟・浅場等を通じた里海に関する啓発
- (2) 関連施策
  - ア 深掘跡の埋め戻し、浚渫及び覆砂
  - イ 局所的環境悪化水域の環境修復
  - ウ 水質総量削減制度に基づく汚濁負荷削減対策
- (3) 他組織との連携



### 参考資料3 既存の実行体制

#### 岡山県日生町における日生町漁業協同組合によるアマモ場再生活動

出典：全国アマモサミット 2012in 若狭～海の恵みをみんなの力で～（2012.11、海のゆりかごフェア実行委員会）

#### 1. 日生町漁業協同組合の概要

日生町は、岡山県の南東、兵庫県との県境に位置し、本土と大小13の日生諸島からなっています。温暖な気候に恵まれ、観光地としても人気があります。「日生千軒漁師町」と呼ばれ古くから漁業の盛んな地域です。現在正組合員95名で漁船漁業では、壺網（小型定置網）、小型底曳網、流瀬網（刺し網）が中心で営まれ、養殖漁業では、かき養殖漁業、のり養殖漁業が営まれています。中でもかき養殖業は岡山県下で最大で、年間水揚げ量2,000t（むき身）、全国的にも有名な「日生かき」の産地です。

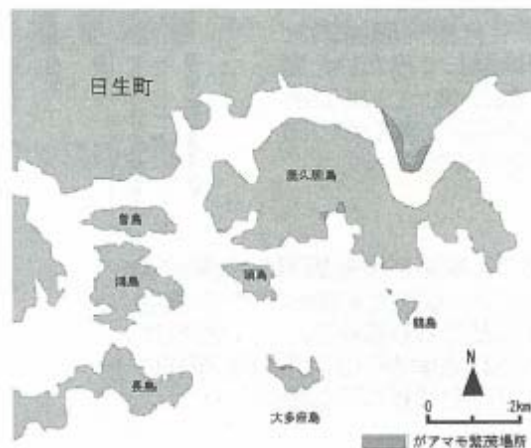
#### 2. アマモ場再生活動のきっかけ

昭和60年（1985年）沿岸部を中心に漁業を営む壺網（小型定置網）の漁業者が漁獲量不振について何が原因なのか考えた。ふと気がつくとき一時期は航行の妨げになり邪魔者扱いされていたアマモが海岸から姿を消していた……

まずは、アマモ場を増やそうと当時の壺網代表者（前組合長）本田和士氏が壺網組を東海県の指導を得ながらアマモ場造成活動を始めた。



昭和20年頃のアマモ場分布図 590ha



昭和60年頃のアマモ場分布図 12ha

#### 3. アマモの必要性

- ・魚介類の育成場所（産卵場所、稚魚の育成及び隠れ場）
- ・魚介類の餌場（葉上：甲殻類や多毛類が豊富、葉間：カイアシ類やアミ類が生息、海底：多毛類や二枚貝が生息）
- ・水質の浄化（栄養塩類の吸着、二酸化炭素の排出抑制（光合成による））
- ・栄養分の再配分（海藻類に比べて分解速度が、極端に遅く、徐々に分解）

以上のように魚が育つ海にはアマモ場が必要です。現実にかき養殖漁業が水揚げの85%を占める当漁協ですが平成22年の記録的猛暑により、かきのへい死が心配されましたが、猛暑にも係らず豊作の年となりました。アマモ場の拡大により海中の環境を改善されたことが1つの要因ではないかと考えられます。

#### 4. アマモ場造成活動について「継続は力なり」

アマモ場造成活動は、繁茂期の6月にアマモの花種を採取し、採取した花種を袋に詰め、10月初旬まで筏（かき養殖用筏を利用）に吊るし保管します。10月初旬に袋を引き揚げ

種の選別を行います。選別方法は海水を使用し比重選別を行います。良質の種を抽出し袋に入れ海で管理します。11月頃海上から造成場所に種を蒔きます。当初他の漁業者から、お金にもならないのに何になるのか等の非難を浴びながらも毎年コツコツと活動を続けた。環境の変化でまるで生えない年もあったが諦めずに継続した結果ようやく成果が見え始めました。



再生したアマモ



平成23年のアマモ場分布図 200ha

## 5. 今後の課題について

アマモ場再生を始めて27年になります。一部は地下茎による多年草が増えましたが依然として種子による単年草が現状です。今後多年草を増やすには、底質の改良が必要だと考えます。かき殻の敷設により水中生物を増やし底質を改良し多年草を増やすための活動を進めています。現在もかき殻の敷設を試験的に行い経過を観測していますが2年後に完成予定のアマモ場を軸とする海洋牧場の有効利用を検討する中、食物連鎖の起点となるアマモ場の造成が不可欠と考えます。



かき殻敷設



海洋牧場予定図

## 6. 最後に

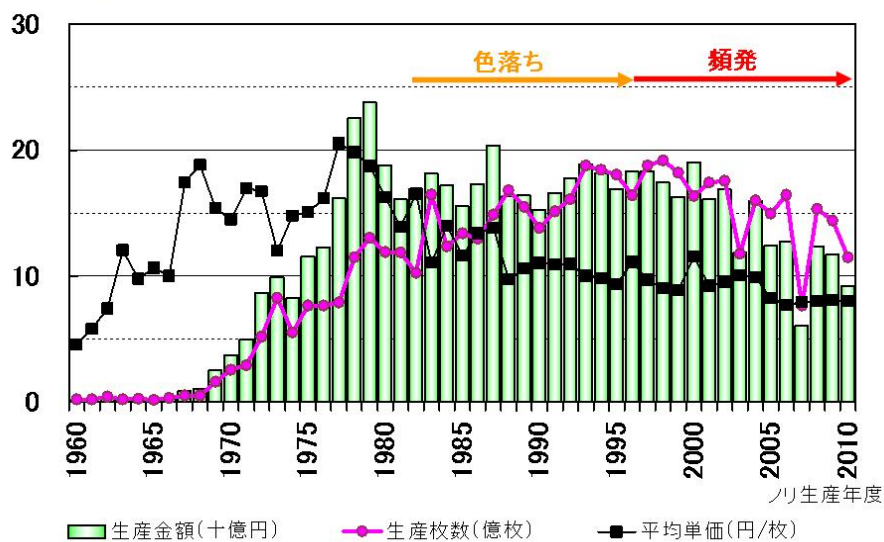
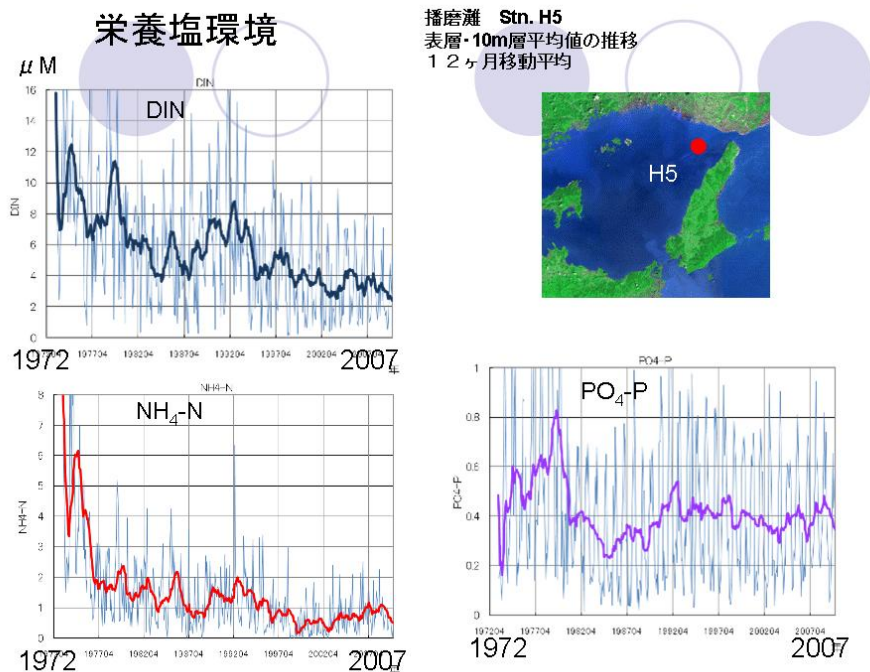
今後も海の環境に配慮しながら、アマモ場、ガラモ場の造成、必要であれば海底の環境についても考慮しながら、漁業者が恒久的に漁業を営めるような海創りを進めて行きます。

## 参考資料4 既存の実行体制

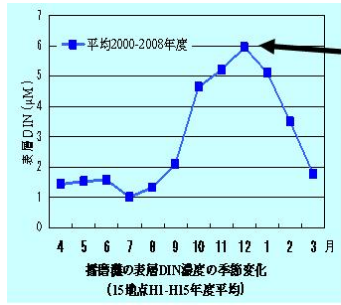
「瀬戸内海東部（播磨灘）の栄養塩環境と漁業」

（兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 所長 反田 實）

出典：H23 地域懇談会発表資料



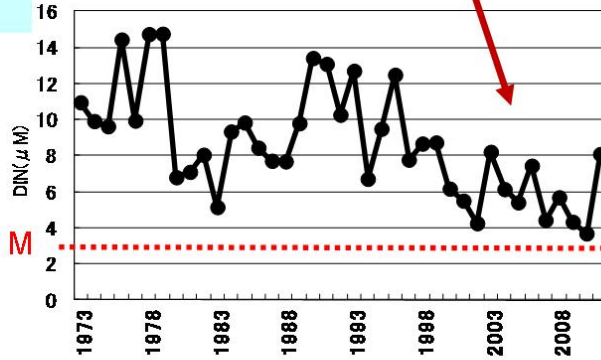
兵庫県のノリ養殖生産動向(兵庫県漁連資料より)



ノリ養殖の開始時期は1年でDINが1番高い。(12月)

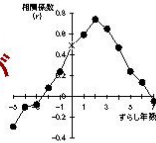
のり養殖開始時期(12月)の栄養塩濃度は年々低下している

色落ちの閾値  $3 \mu M$

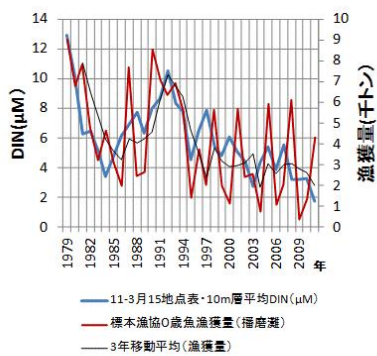


ノリ養殖開始時期(12月)のDIN濃度の推移  
(播磨灘表層15地点平均)

栄養塩環境と漁獲量との関係は明確ではないがその影響が心配される



イカナゴ0歳魚漁獲量と冬季のDIN  
(播磨灘標本漁協)



小型底びき網漁獲量とDIN  
(播磨灘灘別統計)

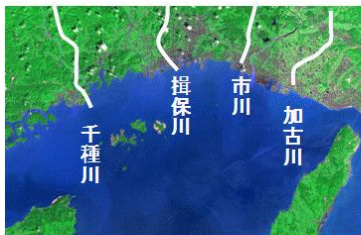


図5 DINと小型底びき網漁獲量との相関係数。ただし年次値とはDINと当年漁獲量の相関係数には前年との、DINは前一年漁獲量との相関係数。

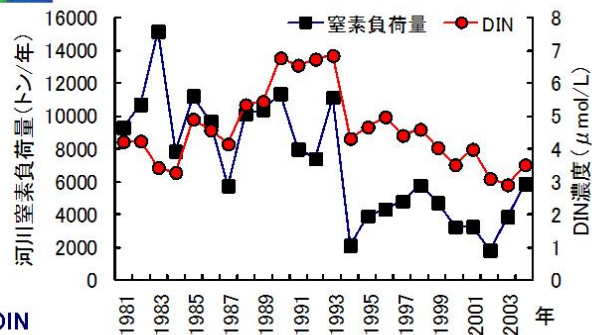
反田・原田  
水環境学会誌 2011

栄養塩の低下は養殖ノリの色落ちと共に漁業生産の低下要因になっている可能性がある

### 栄養塩濃度の長期的低下



陸域からの窒素負荷は播磨灘のDIN濃度に影響を与えていると思われる



河川からの窒素負荷量とDIN

原田・反田  
兵庫水技研報 2011

播磨灘北部に流入する主要4河川の窒素負荷量と播磨灘DIN  
 主要4河川: 加古川、市川、揖保川、千種川  
 DIN濃度: 15地点 (H1-H15)、表層・10m層・B-1層の3層年平均

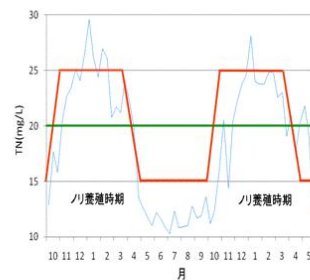
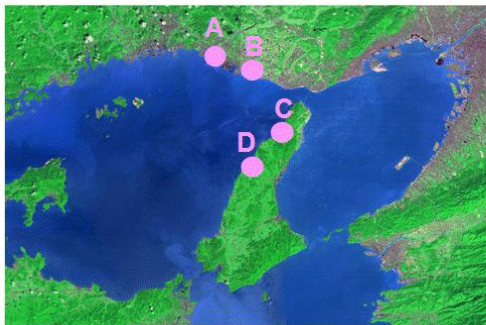
兵庫県では漁業関係者を中心に  
様々な窒素供給の取り組みが行  
われている

- 河川水利用（ダム放流）
- ため池（池干し）
- 施肥
- 海底こううん
- 浄化センターの栄養塩管理運転

播磨灘に面する4箇所の浄化センターで  
栄養塩管理試験運転が行われている

2箇所の浄化センターではノリ養殖時期に窒素排出量増加運転を行っている  
他の2箇所では周年の管理運転を行っている

- 排出水の全窒素濃度の季節調整は可能だが
- スカムの発生、活性汚泥の浮上などがみられ、さらに、技術的検討が必要
- 通常よりも運転の調整に労力を要する
- 管理運転による運転コストの増加は報告されていない



栄養塩管理運転のイメージ