資料5

博多湾の栄養塩類のあり方検討

1. 目安とする栄養塩類濃度

＜趣旨＞

- 水質保全と水産生物生育環境の両立を図る観点から、栄養塩類管理のあり方を見直す必要がある。
- **今後、栄養塩類増加措置を検討するにあたり、目安とする栄養塩類濃度について、ご意見をいただきたい。**

①ノリ、ワカメおよびアサリに必要な栄養塩類濃度（本編p.48）

- 福岡県水産海洋技術センターにおいて、これまでの知見や調査データをもとに、ノリやワカメ、アサリを指標種として漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度を算定。
- **博多湾全域で周年にわたり全リン0.04mg/L以上、全窒素0.3mg/L以上が必要**であると示された。

漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度

対象とする水産生物	時期	全リン（mg/L）	全窒素（mg/L）	漁場・漁期平均値(H20~R7)
ノリ	10～3月	0.036～0.045	0.293～0.318	T-P 0.022~0.026　T-N 0.337~0.478
ワカメ	1～5月	0.031～0.036	0.210～0.354	T-P 0.017~0.029　T-N 0.325~0.614
アサリ	周年	0.034～0.053	0.245～0.382	T-P 0.022~0.034　T-N 0.312~0.556
漁業生産に必要な濃度	周年	0.04mg/L以上	0.3mg/L以上	全対象生物で全リンのみ不足

① 対象物質及び目安とする栄養塩類濃度（本編p.49）

＜対象物質＞

- **対象物質は、生物の多様性及び生産性の確保に必要な物質である「全窒素及び全リン」とする。**
- なお、以下のことから、**当面、全リンのみを栄養塩類増加措置の対象**とする。

  ① 漁業者などからは特にリン不足を懸念する声があること

  ② 全リンは平成5年度頃から低下傾向にある一方で、全窒素は概ね横ばいで推移していること

  ③ T-N/T-P比が秋季から春季にかけてレッドフィールド比との差が大きくなっていること

  ④ 福岡県水産海洋技術センターから「博多湾の漁業生産に必要な栄養塩（全リン、全窒素）濃度」で示されたとおり、ノリ、ワカメおよびアサリについて全リンのみ不足していること

＜目安とする栄養塩類濃度＞

- 栄養塩類増加措置の検討にあたり、**目安とする栄養塩類濃度を全リン0.04mg/L**とする。
- 栄養塩類増加措置の実施にあたっては、モニタリング調査を実施し、効果検証を行うことを想定。

➡ 参考として、リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションを実施

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果（本編p. 50～56）

＜目的＞

- 博多湾において、リン負荷量を任意に設定した複数ケースのシミュレーションを実施し、その結果を用いて目安とする栄養塩類濃度：全リン0.04mg/L（以下、目安値という）に近づけた場合と上回る場合の**環境基準の達成状況、植物プランクトン及び底層DOへの影響について整理**する。

＜シミュレーションモデル＞

- 博多湾環境保全計画（第三次）策定にあたり使用したシミュレーションモデルを使用。

※ モデルの概要については、資料6「博多湾の栄養塩類のあり方検討　本編」のp.64「参考資料　潮流・水質シミュレーション」を参照。

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果（本編p. 50～56）

＜シミュレーションのケース設定＞

基本ケース：現状から施策の変更がない場合であり、現況年度（令和元年度）から計画終了年度（令和16年度）にかけての変化として、以下を考慮した。

①流域人口の増加に伴う下水放流量の増加

②中央航路の拡幅、窪地の埋め戻しの完了

ケース①-④：基本ケースをベースとして、博多湾におけるリン負荷量と湾内のリン濃度との関係を把握するため、下水道施設からの全リン放流濃度を仮想的に変化させた。

※本シミュレーションはリン濃度の変化に伴う博多湾の水質応答の傾向を把握することを目的として実施したもので、シミュレーション上は下水道施設からの全リン放流濃度を任意に設定しているが、これは感度分析のためであり、**実現性を考慮したものではない。**

ケース名	内容
基本ケース	現状から施策の変更がない場合
ケース①	市 3TC（西部、中部、西戸崎）のリン放流濃度：通年 0.4mg/L
ケース②	市 3TC（西部、中部、西戸崎）のリン放流濃度：通年 1.0mg/L
ケース③	市 3TC（西部、中部、西戸崎）のリン放流濃度：通年 2.0mg/L
ケース④	市 3TC（西部、中部、西戸崎）のリン放流濃度：通年 4.0mg/L

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果(本編p. 50～56)

＜結果＞

- 水質シミュレーションによる各海域での全リンの濃度は下表のとおり。

シミュレーション結果(全リン)

単位：mg/L

ケース名	市３ＴＣのリン放流濃度	西部海域				中部海域				東部海域		
		W-3	W-6	W-7	平均	C-1	C-4	C-10	平均	E-2	E-6	平均
基本ケース	－	0.011	0.022	0.025	0.019	0.025	0.030	0.030	0.028	0.039	0.041	0.040
ケース①	0.4mg/L	0.011	0.022	0.025	0.019	0.025	0.030	0.031	0.029	0.039	0.041	0.040
ケース②	1.0mg/L	0.012	0.026	0.030	0.023	0.029	0.038	0.038	0.035	0.046	0.048	0.047
ケース③	2.0mg/L	0.014	0.031	0.038	0.028	0.037	0.050	0.049	0.045	0.057	0.060	0.059
ケース④	4.0mg/L	0.017	0.044	0.056	0.039	0.054	0.075	0.073	0.067	0.080	0.084	0.082

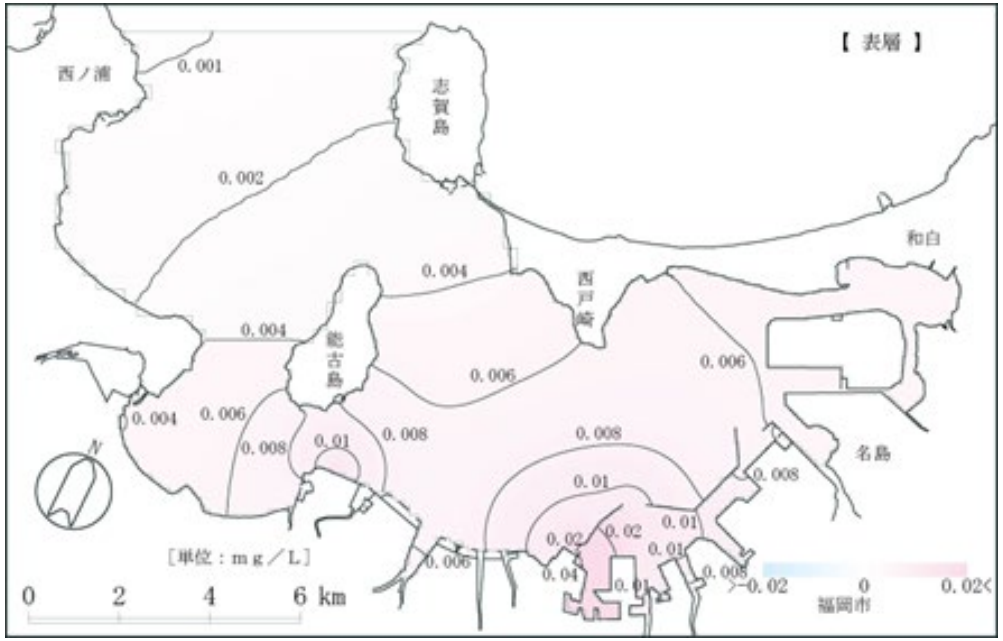
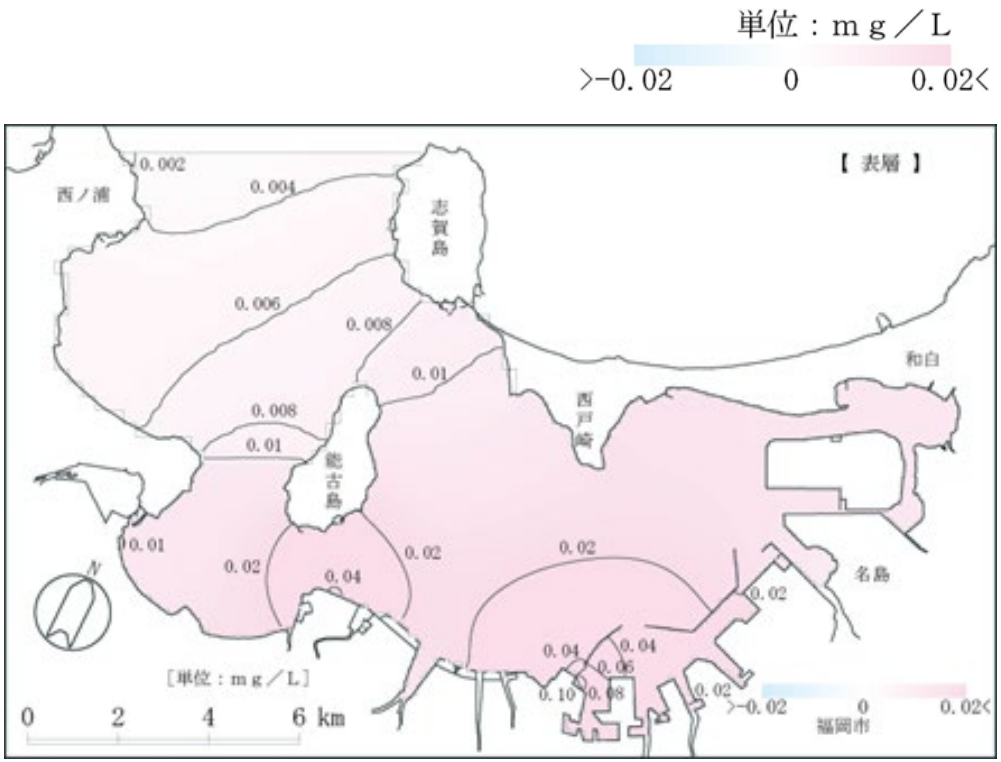
目安値(全リン0.04mg/L)に近く、環境基準値(西部海域：0.03mg/L、中部・東部海域：0.05mg/L)以下

環境基準値よりも高い

- 目安値に近くなる場合と上回る場合として、ケース②及びケース③を対象に、環境基準の達成状況、植物プランクトン(指標：chl-a濃度)及び底層DOへの影響について整理した。

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果（本編p. 50～56）

全リン（T－P）の基本ケースとの差濃度

差濃度（ケース② － 基本ケース）	差濃度（ケース③ － 基本ケース）
	

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果(本編p. 50～56)

COD75%値の予測結果

(単位：mg/L)

ケース名	西部海域			中部海域			東部海域	
	W-3	W-6	W-7	C-1	C-4	C-10	E-2	E-6
基本ケース	1.3	2.3	2.5	2.6	2.8	2.8	3.0	3.2
ケース②	1.3	2.6	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.8
ケース③	1.4	3.0	3.6	3.8	4.1	4.2	4.3	4.7

環境基準値よりも高い
CODの環境基準値(東部海域：3.0mg/L、西部・中部海域：2.0mg/L)以下

全窒素、全リンの予測結果

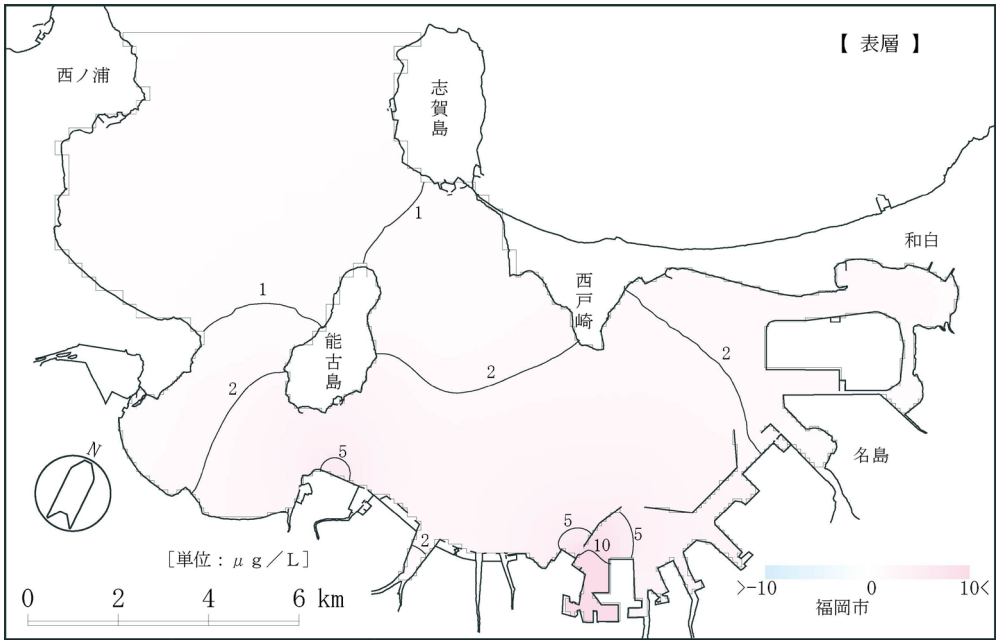
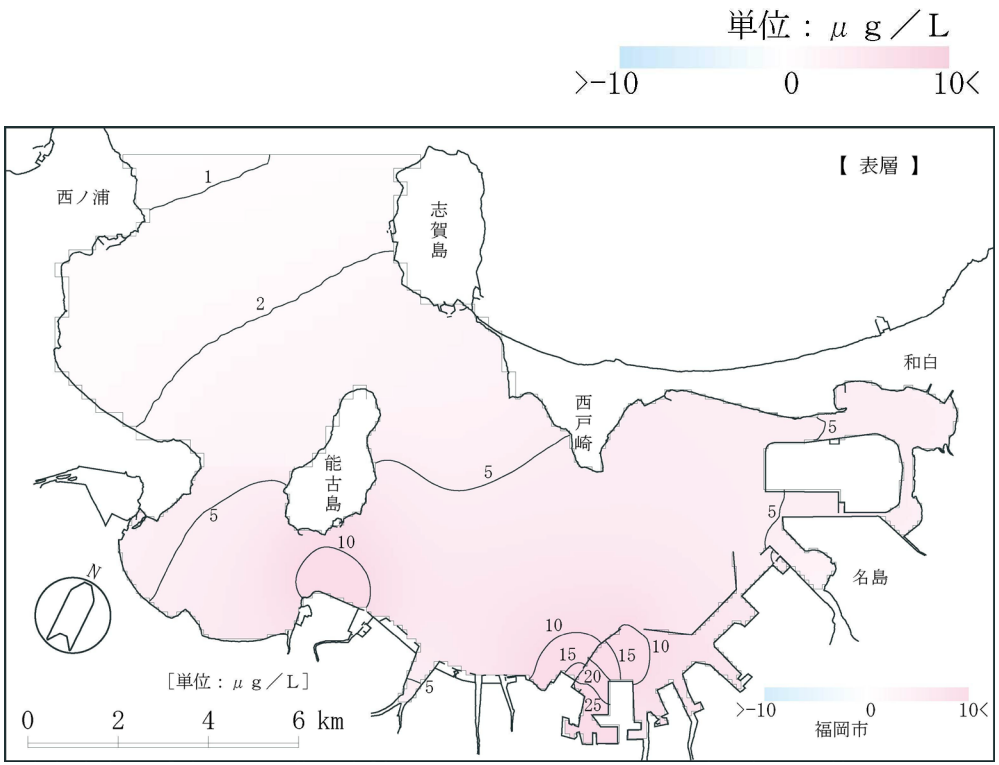
(単位：mg/L)

項目	ケース名	西部海域				中部海域				東部海域		
		W-3	W-6	W-7	平均	C-1	C-4	C-10	平均	E-2	E-6	平均
全窒素	基本ケース	0.16	0.31	0.35	0.27	0.39	0.45	0.45	0.43	0.56	0.64	0.60
	ケース②	0.16	0.31	0.35	0.27	0.39	0.45	0.45	0.43	0.56	0.64	0.60
	ケース③	0.16	0.31	0.35	0.27	0.39	0.45	0.45	0.43	0.56	0.64	0.60
全リン	基本ケース	0.011	0.022	0.025	0.019	0.025	0.030	0.030	0.028	0.039	0.041	0.040
	ケース②	0.012	0.026	0.030	0.023	0.029	0.038	0.038	0.035	0.046	0.048	0.047
	ケース③	0.014	0.031	0.038	0.028	0.037	0.050	0.049	0.045	0.057	0.060	0.059

環境基準値よりも高い
全窒素の環境基準値(西部海域：0.3mg/L、中部・東部海域：0.6mg/L)以下
全リンの環境基準値(西部海域：0.03mg/L、中部・東部海域：0.05mg/L)以下

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果（本編p. 50～56）

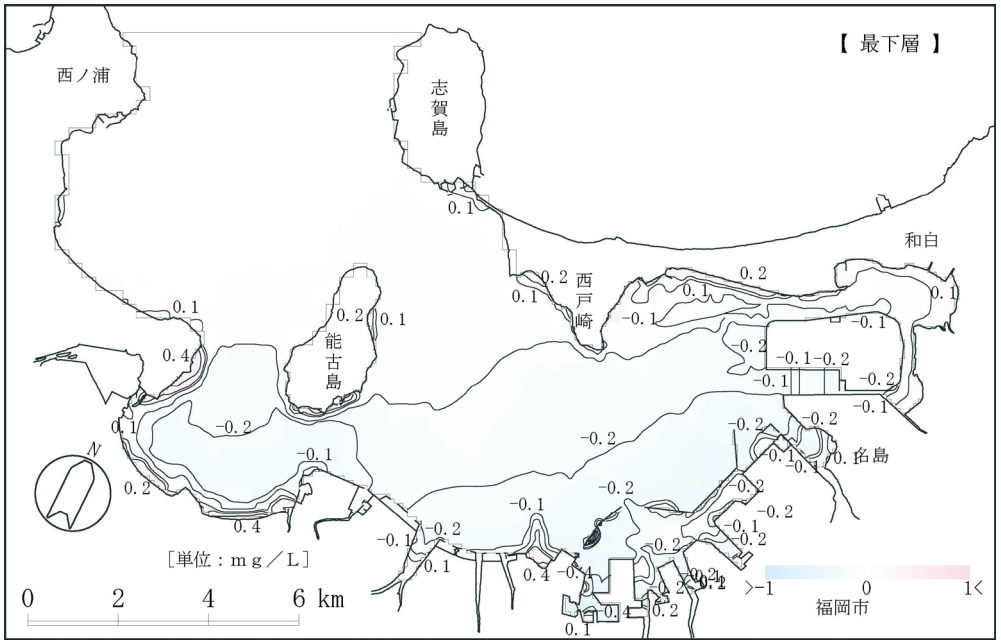
クロロフィルa（chl-a）の基本ケースとの差濃度

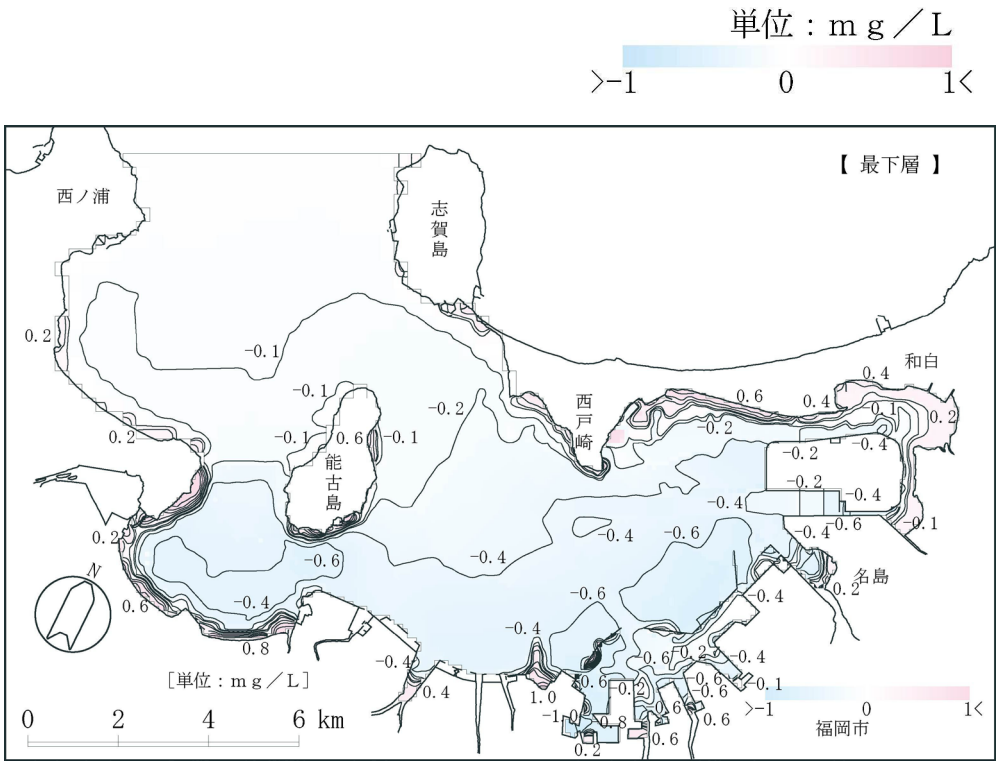
差濃度（ケース② － 基本ケース）	差濃度（ケース③ － 基本ケース）
	

② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果（本編p. 50～56）

底層DOの基本ケースとの差濃度

差濃度（ケース② － 基本ケース）	差濃度（ケース③ － 基本ケース）





② リン濃度の変化に伴う水質シミュレーションの結果（本編p. 50～56）

＜環境への影響＞

- ケース②及びケース③における環境基準の達成状況、植物プランクトン及び底層DOへの影響の概要は以下のとおり。

ケース		環境基準の達成状況	植物プランクトン	底層DO
ケース②	東部海域でリン濃度0.04mg/L以上、西部・中部海域で目安値に近くなるケース	＜COD＞ 全海域で環境基準を超える傾向がみられ、W-3以外での増加が顕著。 ＜T-N＞ 全海域を通じてほとんど変化なし。	• chl-a濃度は全リン放流濃度を変化させた下水道施設の近傍を中心に、能古島から東部海域にかけて上昇がみられた。	• 底層DOは、南側の沿岸域を中心としてやや低下する傾向がみられた。
ケース③	中部・東部海域でリン濃度0.04mg/L以上、西部海域で目安値に近くなるケース	＜COD＞ 全海域で環境基準を超過する傾向。W-3以外での増加がケース②よりも顕著。 ＜全リン＞ 西部海域のW-6、W-7及び東部海域において環境基準値を超過。 ＜全窒素＞ 全海域を通じて大きな変化なし。	• chl-a濃度は全リン放流濃度を変化させた下水道施設の近傍を中心に、博多湾全域で上昇がみられた。	• 底層DOは、南側の沿岸域を中心として低下し、数値が低い範囲がケース②よりも広がる傾向がみられた。

2. 博多湾におけるCODの達成評価について

＜趣旨＞

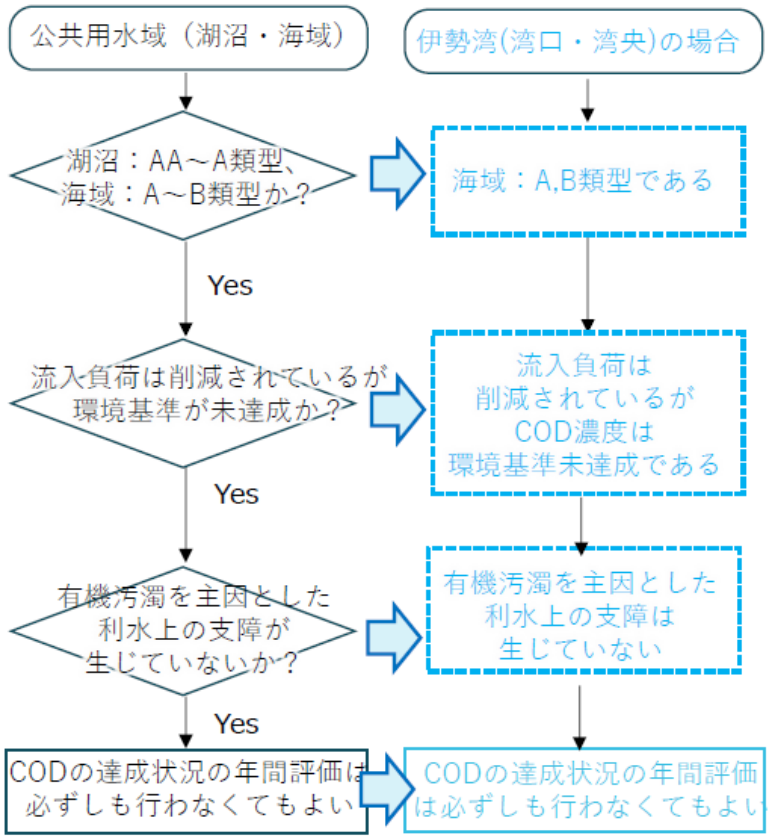
- 令和7年2月に改正された事務処理基準では、海域（A、B類型）において、有機汚濁を主因とした利水上の支障が継続的に生じていない場合、CODの環境基準の達成状況の評価は必ずしも行わなくてよいこととされた。
- 伊勢湾においては、令和8年6月の生活環境の保全に関する水環境小委員会（第3回）において、湾口・湾央部の水域（A、B類型に指定した水域）では、CODの達成・非達成の評価を必ずしも行わなくてもよいこととし、有機汚濁に関するモニタリング（COD及び底層DO）は継続して実施し、影響を監視することとした。
- 博多湾のCODにおける達成評価について、先行事例の伊勢湾と同様に、**CODの評価を必ずしもしなくてよいと整理をすることについて、ご意見いただきたい。**

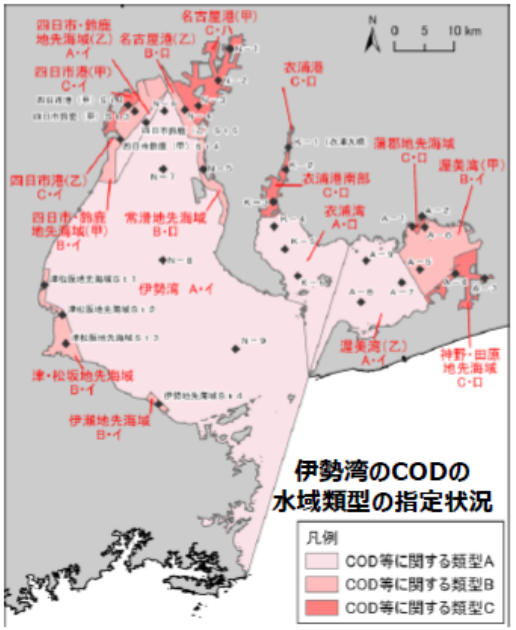
③ 博多湾におけるCODの達成評価について（本編p. 57～62）

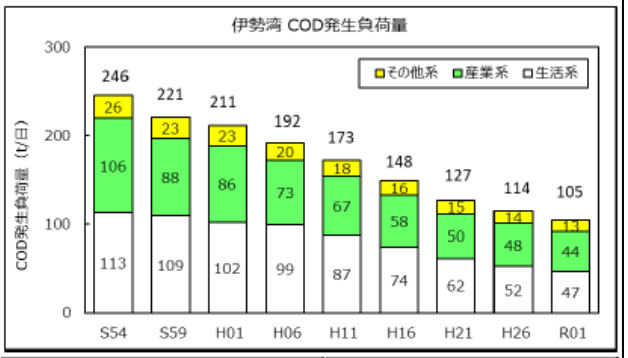
④CODの達成評価の変更

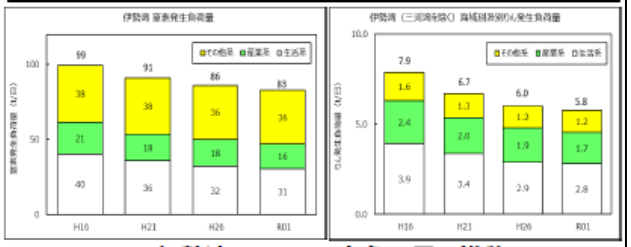
環境省

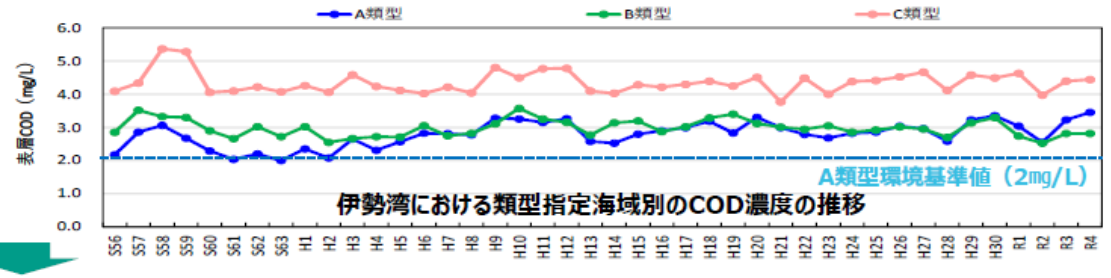
- 伊勢湾の湾口・湾央部の水域では、**流入負荷は削減されている**が、**COD濃度は減少せず**、**環境基準が未達成**。内部生産、底質からの栄養塩類の溶出、難分解性COD、外洋からの流入等の影響が考えられる。
- 伊勢湾では、**有機汚濁を主因とした利水上の支障は生じていない**と考えられる。





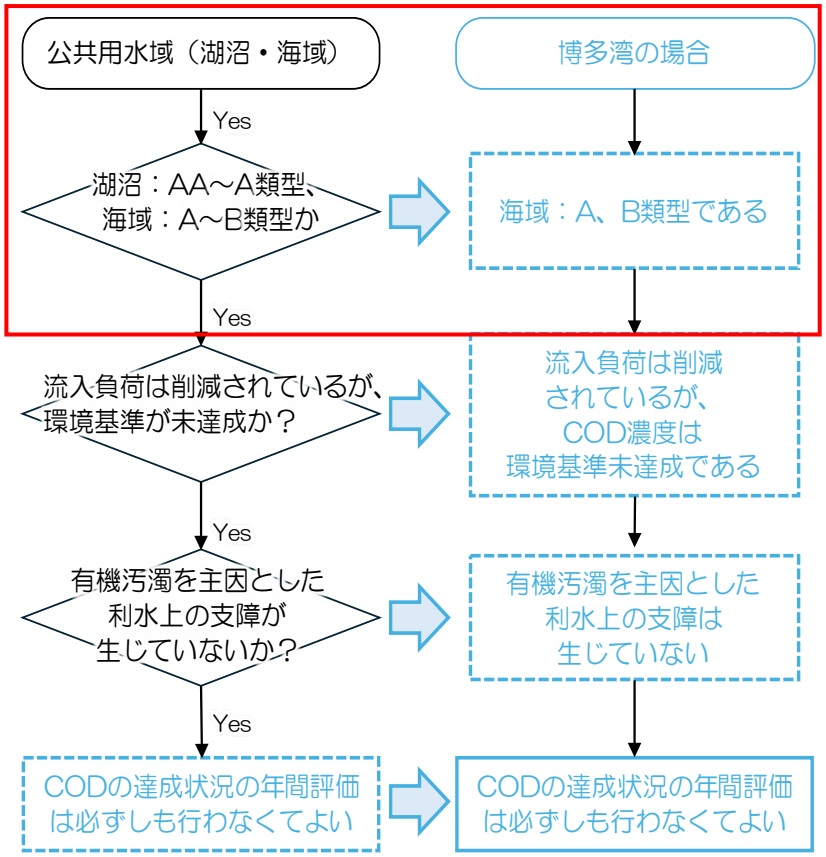




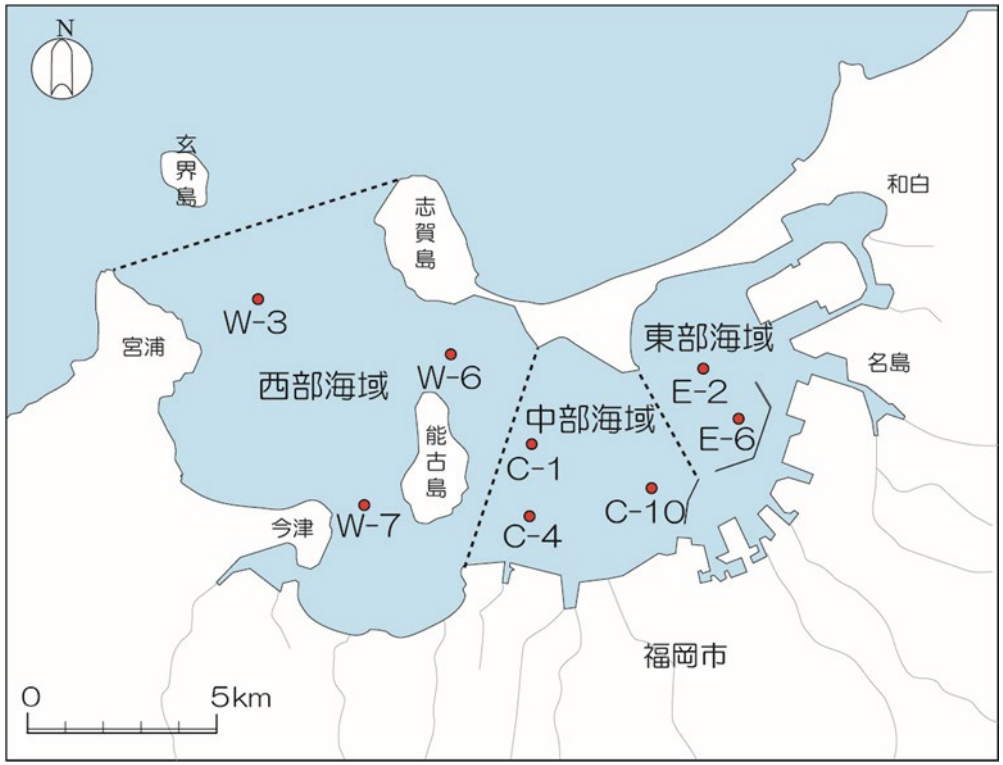


- **伊勢湾の湾口・湾央部の水域(A,B類型に指定した水域)では、CODの達成・非達成の評価を必ずしも行わなくてもよいこととする。**
- **有機汚濁に関するモニタリング（COD及び底層溶存酸素量）は継続して実施し、影響を監視する。**

③ 博多湾におけるCODの達成評価について（本編p. 57～62）



博多湾におけるCODの達成評価に係る検討フロー

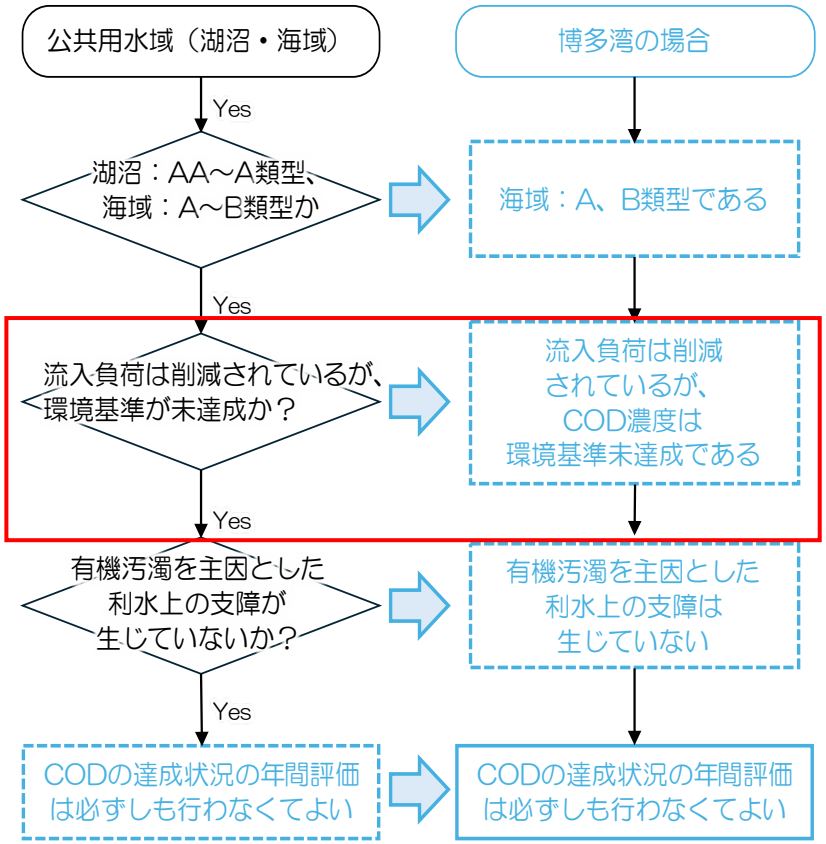


海域	COD		全窒素		全リン	
	類型	環境基準	類型	環境基準	類型	環境基準
東部	B	3mg/L以下	Ⅲ	0.6mg/L以下	Ⅲ	0.05mg/L以下
中部	A	2mg/L以下	Ⅲ	0.6mg/L以下	Ⅲ	0.05mg/L以下
西部	A	2mg/L以下	Ⅱ	0.3mg/L以下	Ⅱ	0.03mg/L以下

博多湾水域における海域区分と環境基準点の位置
（本編P.5　図1参照）

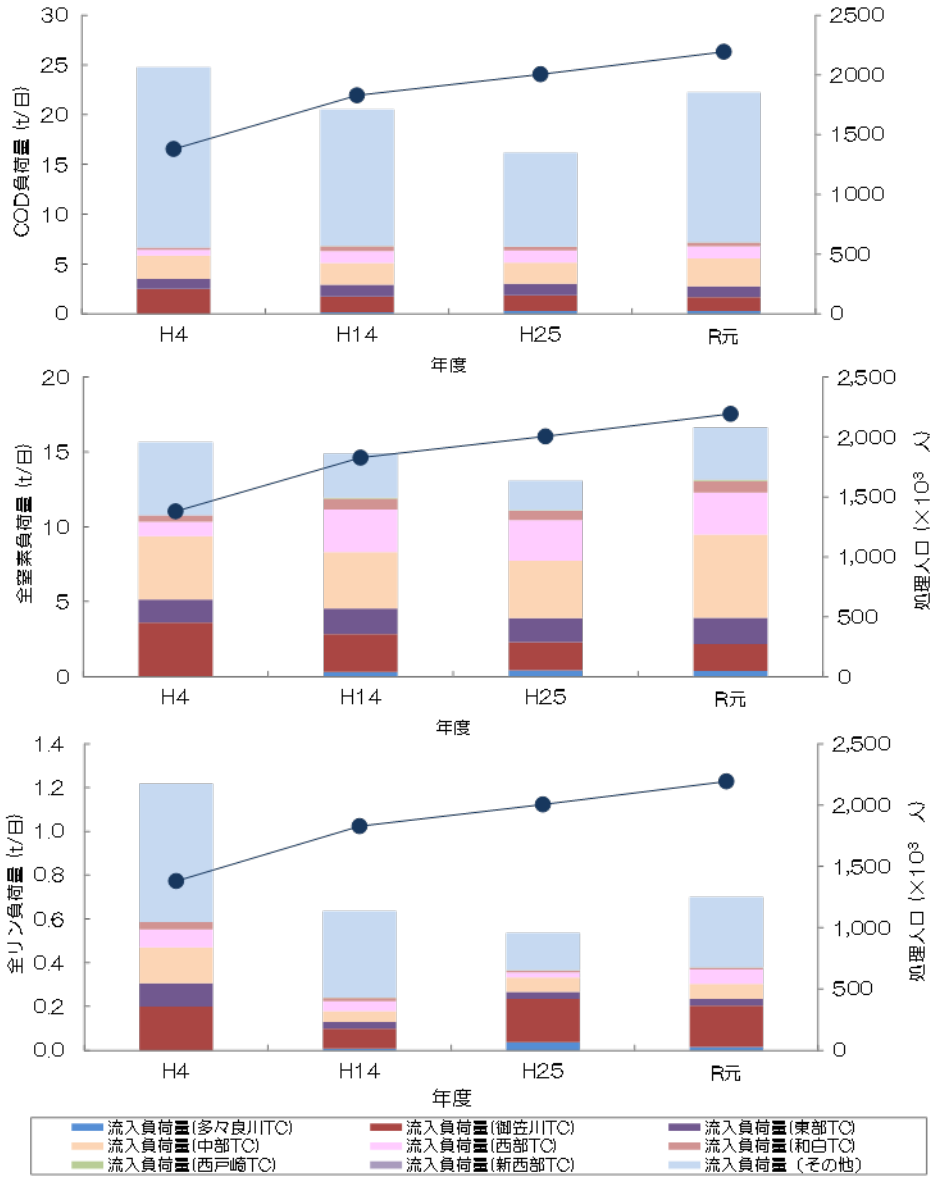
- 博多湾のCODの環境基準の類型は、**東部海域がB類型、中部・西部海域がA類型に指定**されている。

③ 博多湾におけるCODの達成評価について（本編p. 57～62）



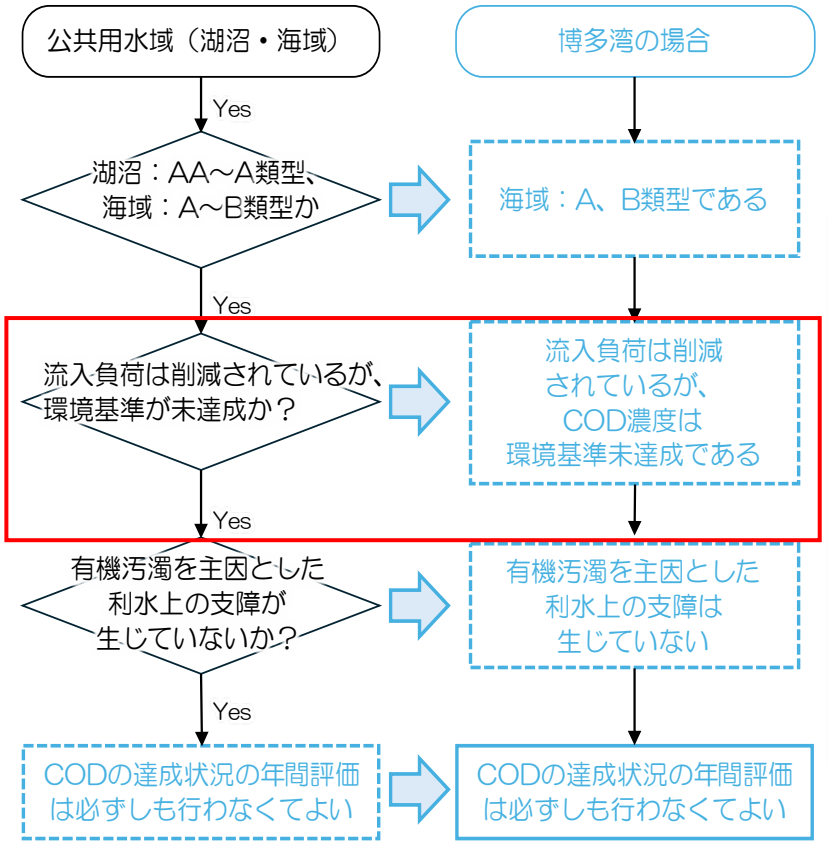
博多湾におけるCODの達成評価に係る検討フロー

- 博多湾では、下水道の整備や高度処理の導入等により、下水処理場からの流入負荷量は、高度処理導入前の平成4年度と比較し、処理人口が増加傾向にあるものの、COD・全窒素は横ばい、全リンは低減し、**流入負荷は削減されている。**

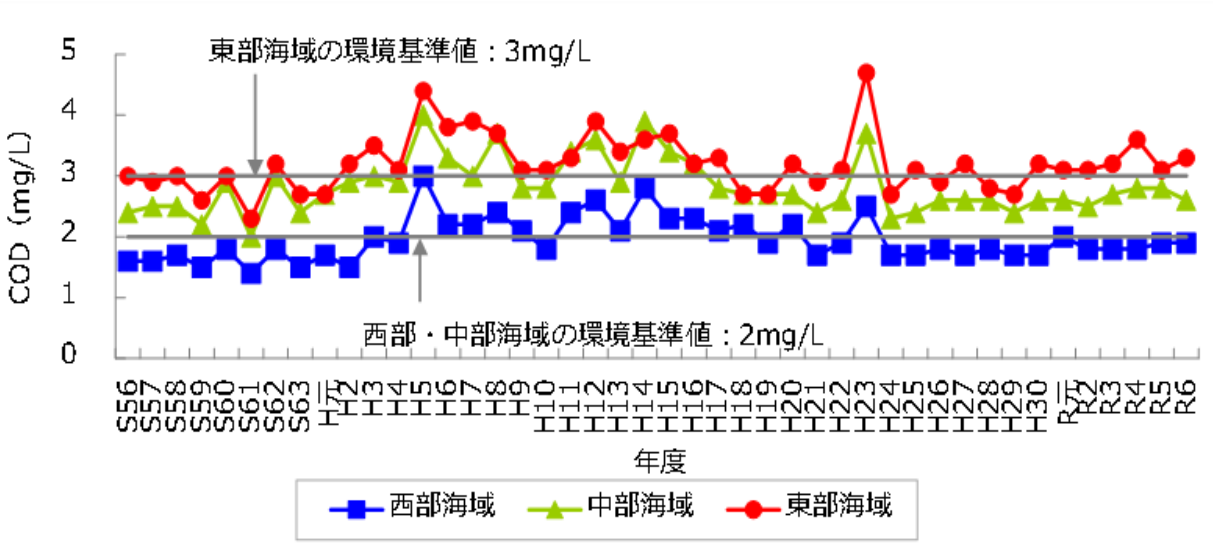


博多湾における流入負荷量の経年変化
（本編P.14　図6参照）

③ 博多湾におけるCODの達成評価について（本編p. 57～62）



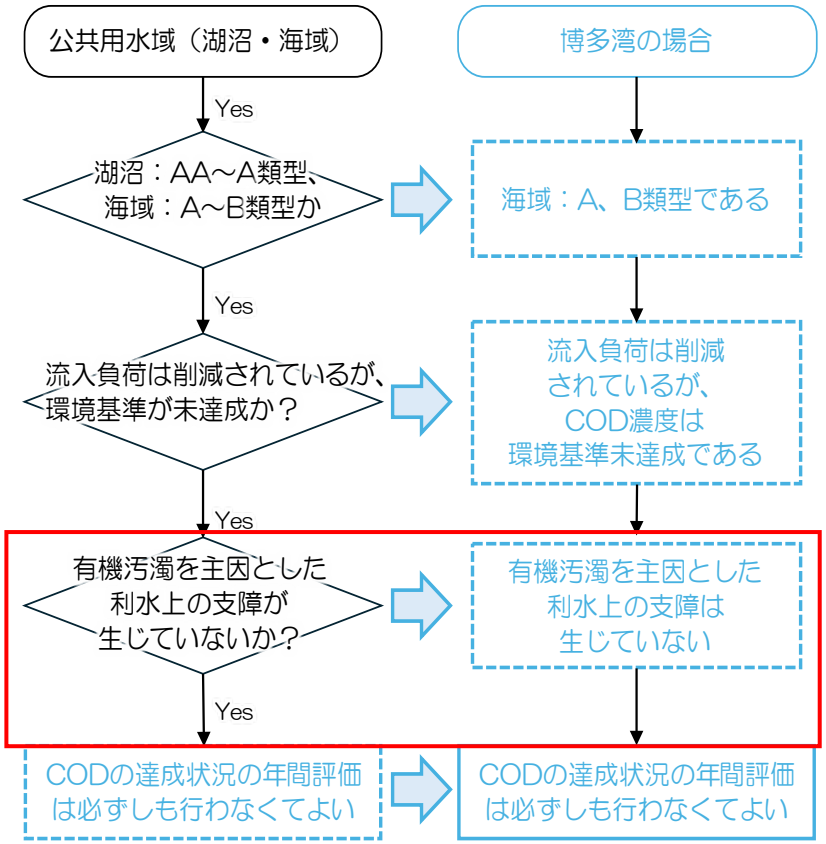
博多湾におけるCODの達成評価に係る検討フロー



博多湾におけるCOD75%水質値の経年変化
（本編P.57　図45参照）

- 流入負荷は削減されているが、**CODは大きく改善しておらず環境基準は未達成**。

③ 博多湾におけるCODの達成評価について（本編p. 57～62）



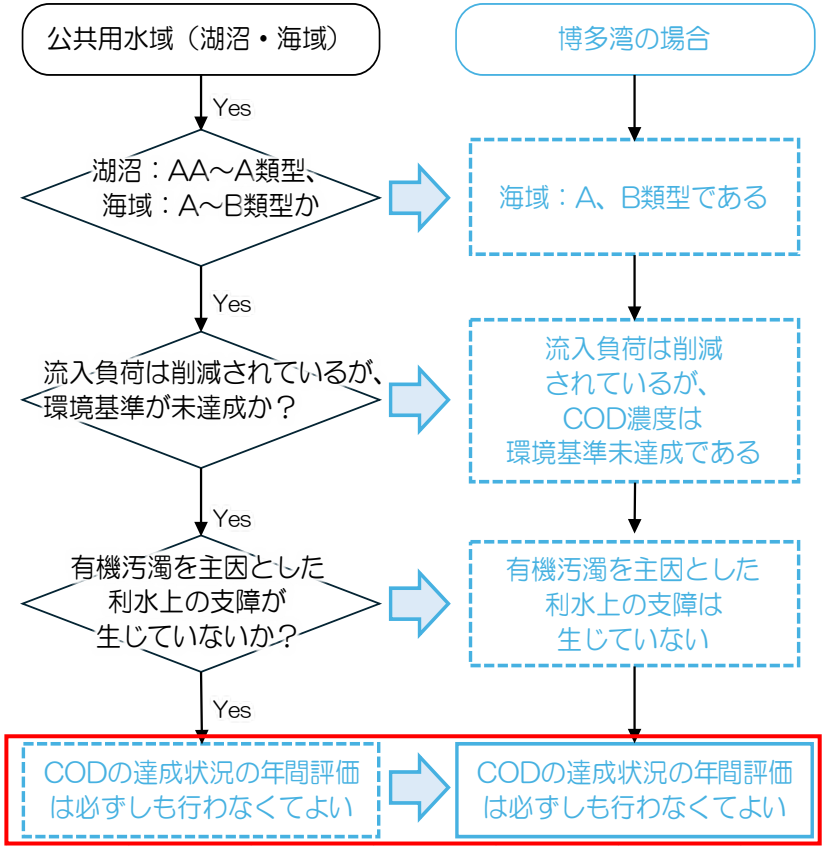
博多湾におけるCODの達成評価に係る検討フロー

直近10か年における赤潮漁業被害状況
（本編P.22　表6参照）

年	被害時期	被害場所	被害漁業種類	被害の内容		被害量	被害金額（千円）	赤潮構成プランクトン
				被害対象物	状況			
H28	8/8～8/10	福岡湾湾央部の一部	海土	サザエ	へい死	150kg	75	*Karenia mikimotoi*（渦鞭毛藻類）
R3	5/25～6/2	福岡湾奥部	蓄養	活間内の魚介類（マダイ等）	へい死	不明	不明	*Heterosigma akashiwo*（ラフィド藻類）
R5	2/22～3/8	志賀島～今津以東の海域	ノリ養殖	ノリ	色落ち、生育不良	不明	不明	*Leptocylindrus* sp.（珪藻類）
R6	7/5～8/2	福岡県海域	天然魚介類	フグ類、ウナギ、アイゴ	へい死	不明	不明	*Chaetoceros* spp.（珪藻類） *Skeletonema* spp.（珪藻類） *Karenia mikimotoi*（渦鞭毛藻類）

- 赤潮による漁業被害は時期・場所ともに散発的であり、**有機汚濁を主因とした利水上の支障は継続的に生じていない**。

③ 博多湾におけるCODの達成評価について（本編p. 57～62）



博多湾におけるCODの達成評価に係る検討フロー

- COD達成を目的とした追加的な窒素・リン削減は、**栄養塩管理の観点から地域ニーズとの乖離を招くおそれがある**。
- A・B類型に指定された全海域について、**CODの達成・非達成の評価は必ずしも行わなくてよいと整理できる**。

※その場合でも、**有機汚濁に関するモニタリング（COD及び底層DO）は継続して実施し、影響を監視する**。

④ 目安とする栄養塩類濃度に向けて講じる措置の事例

- **栄養塩類増加措置については、第3回委員会で報告する予定**である。

※ 栄養塩類増加措置にあたっては、モニタリングを実施し、**水環境の変化に注視して順応的に行うことを想定**。

- 栄養塩類管理計画を策定している自治体において、計画に位置づけている栄養塩類増加措置は「下水処理施設からの栄養塩類供給」（通年、季節別）となっている。
- 施肥や海底耕うん、かいぼりなどについては、現時点では海域への栄養塩類供給について定量的な効果等が把握できていない、定量的な効果等の把握が困難等の理由により、計画における栄養塩類増加措置には位置づけていない、もしくは今後の調査研究により、定量的効果が把握できた時点で、栄養塩類増加措置への位置づけを検討するとされている。

【参考】栄養塩類増加措置の事例

栄養塩類増加措置名	特徴	実施上の地理的な留意点
施肥	・藻場やノリ・ワカメ養殖場内に栄養塩類の肥料資材を散布し、栄養塩類を溶出させる。 ・栄養塩類が養殖場内に長くとどまることを考慮した肥料資材の投入方法の検討や、養殖いかだに設置する機材（敷網、囲い網、緩流装置）の工夫や開発が行われている。	・ノリ養殖場等のある海域の潮流が静穏～緩流域であること。
海底耕耘	・海底を底びき網漁船の機材（えびけた）や専用の機材（けた）で耕耘し、底泥中に蓄積している栄養塩類を水中に巻き上げる。 ・巻き上げられた栄養塩類が耕耘場所の近傍にあるノリ養殖場に及ぶことで、栄養塩類の管理につながる。	・海底性状が栄養塩類の多い泥底であり、水深が浅いこと。 ・効果の及ぶ範囲は限定的であるため、耕耘する場所の近傍にノリ養殖場等があり、潮流が穏やかなこと。
下水処理施設等の季節別運転管理	・関係者との十分な調整を行った上で、下水処理施設から排水される処理水の栄養塩類の濃度を時期によって変化させる。 ・たとえば、ノリ生産時期である10月～4月にかけて、処理水の栄養塩類濃度を上げて放流することで、管理対象の栄養塩類の管理につながる。 ・硝化抑制運転を行う場合には、好気槽を嫌気槽に変更することで送風量が減少するため、電気使用量削減効果が得られる場合もある。	・対象となる下水処理施設等の放流口又は放流水が流れ込む河川の河口部近傍にノリ養殖場等があること。
ダムの放流	・関係利水者の了解を得た上で、治水・利水に支障のない範囲で行うことが前提となる。 ・ダム増水時に放流されるダム湖水中の栄養塩類は河川を通じて海域へ送られる。 ・たとえば、ノリ生産時期である10月～4月にダム湖水の放流が実施されれば、栄養塩類の管理につながる。	・治水・利水に支障のない範囲であること。 ・ダムの放流水が流れ込む河川の河口部近傍にノリ養殖場等があること。 ・ノリ養殖場の広い範囲への直接的な影響は確認されておらず、効果の及ぶ範囲は限定的である。
かいぼり	・かいぼり（掻い掘り）は、ため池の水をくみ出して泥をさらい、魚などの生物を獲った後、天日に干すことでため池の保全と貯水量確保のための伝統的な管理方法。 ・ため池の放流水に含まれる栄養塩類は河川を通じて海域へ送られる。 ・たとえば、ノリ生産時期である10月～4月にため池の排水が実施されれば、栄養塩類の管理につながる。	・ため池の排水が流れ込む河川の河口部近傍にノリ養殖場等があること。 ・漁場への栄養塩類の到達は、現時点で確認されておらず、効果の及ぶ範囲は限定的と考えられる。

出典：栄養塩類管理計画策定に関するガイドライン（環境省、令和4年3月）