

令和 7 年度

中海の水質及び流動会議

報 告 事 項

令和 7 年 1 1 月 1 7 日

1. 令和6年度の中海の水質測定結果

(1) 令和6年度環境基準等の達成状況(図1-1、図1-2)

- 環境基準点12地点において水質を測定(COD、全窒素及び全りん)
- 第8期湖沼水質保全計画で定めた目標水質について、CODは9地点、全窒素は11地点、全りんは10地点で目標値を達成
- 環境基準値はいずれも未達成。

図1-1 中海の環境基準点の位置図

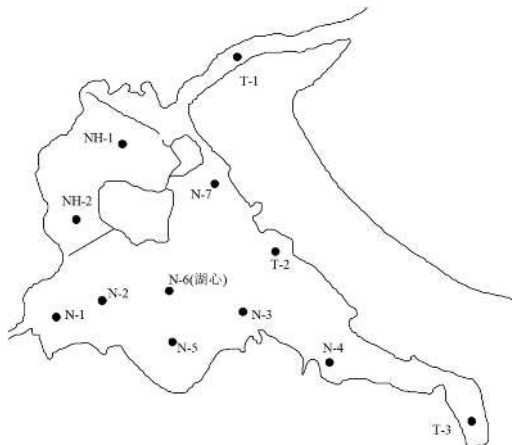
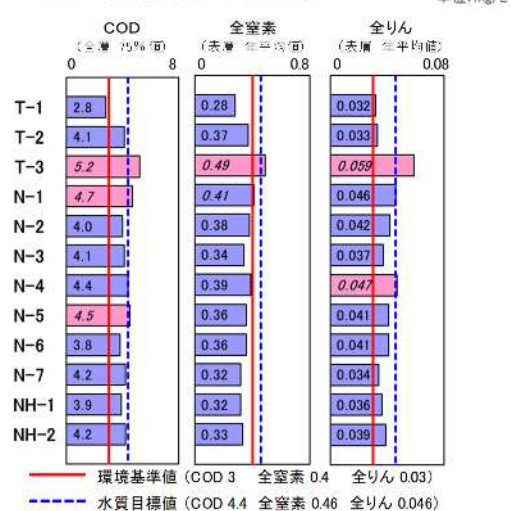
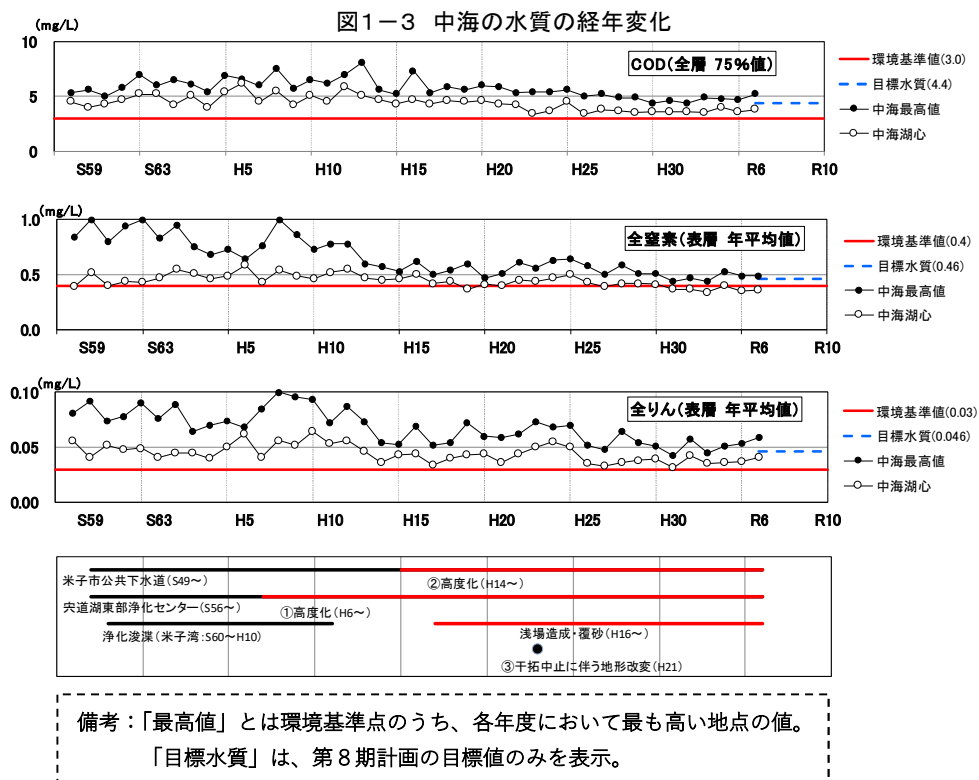


図1-2 中海の環境基準点の測定結果



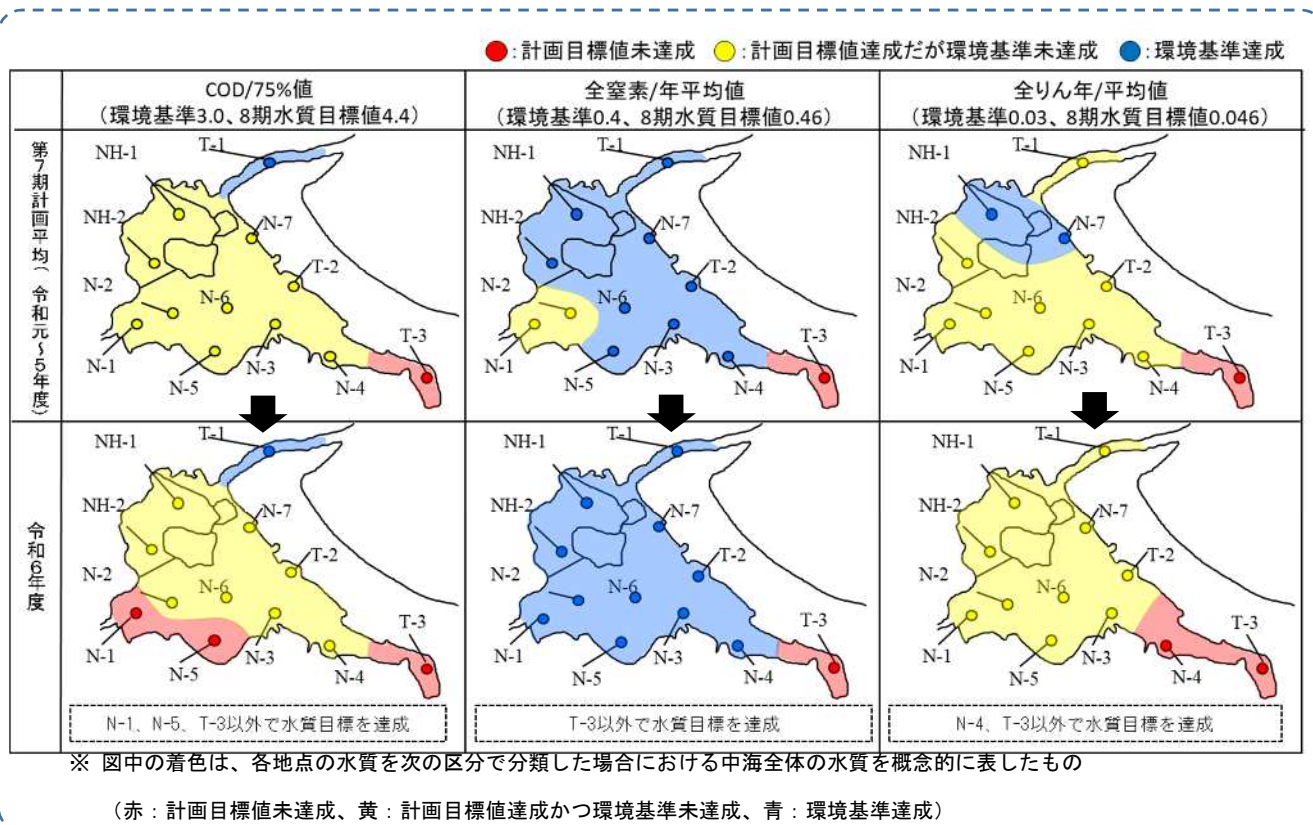
(2) 各年度の平均値の経年変化(図1-3)

- CODは、湖心は過去5年の変動範囲内で推移したが、最高値は過去5年で最も高い値であった。
- 全窒素は、湖心・最高値とも、過去5年の変動範囲内で推移した。
- 全りんは、湖心は過去5年の変動範囲内で推移したが、最高値は過去5年で最も高い値であった。
- COD、全窒素、全りんいずれも環境基準は達成していないが、最高値及び湖心の値ともに、長期的には概ね低下(改善)傾向にある。



※ 湖心部、最高値の水質に対して、全窒素、全りんについては①の前後、②の前後で水質が改善。③の前後では、大きな傾向変化は見られず、下水道の整備および高度処理化による水質改善が大きく寄与していると考えられる。

(参考) 中海の地点別水質経年変化比較



(3) 赤潮の発生状況 (図1-4)

- 令和6年は赤潮が23回確認された。
- 発生箇所は、承水路や安来港など局所的であった。

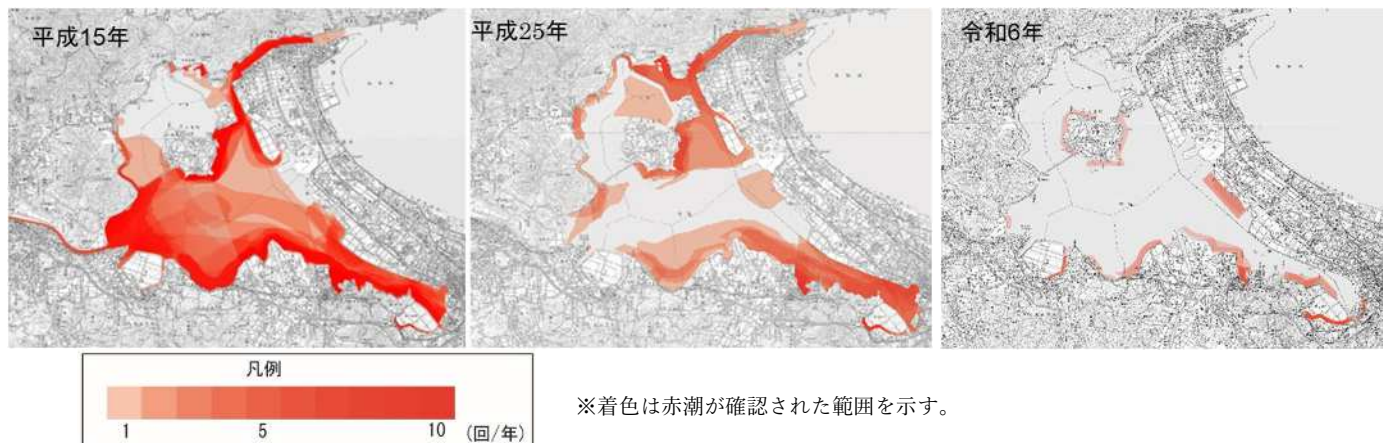
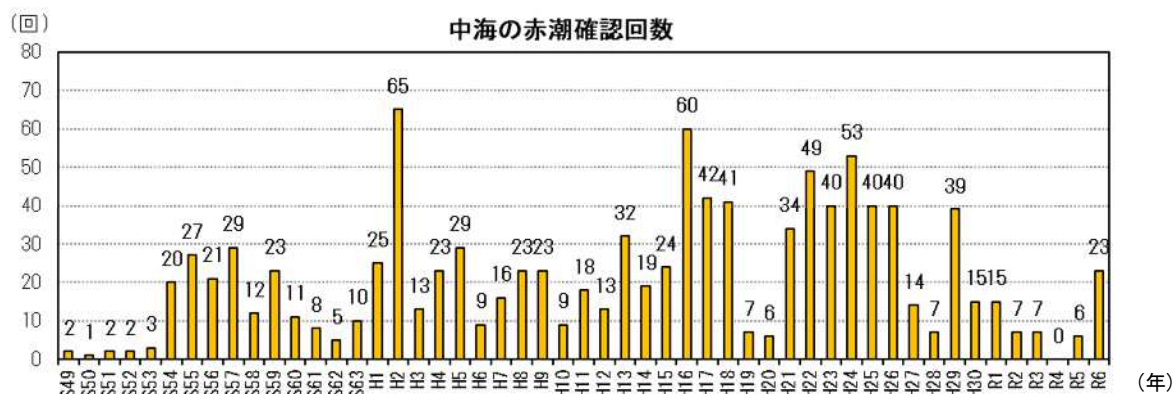


図1-4 中海の赤潮の確認回数と発生範囲

(4) 五感による湖沼環境調査結果（図1－5）

- 住民に親しみやすく分かりやすい環境指標として「五感による湖沼環境調査」を両県12地点で実施
- 令和5年10月～令和6年9月期は、地域住民がモニターとして78名、1団体が参加
- 令和5年10月～令和6年9月期は、平均が67点、目標とする80点以上の地点はなし
- 経年変化を見ると、得点は概ね横ばい
- 鳥取県側の地点は人工護岸の場所が多く、卓越する西南西の風により水が濁りやすいと推察され、「見る」の点数が低く、全体的に島根県側に比べて得点が低くなっていると考えられる。

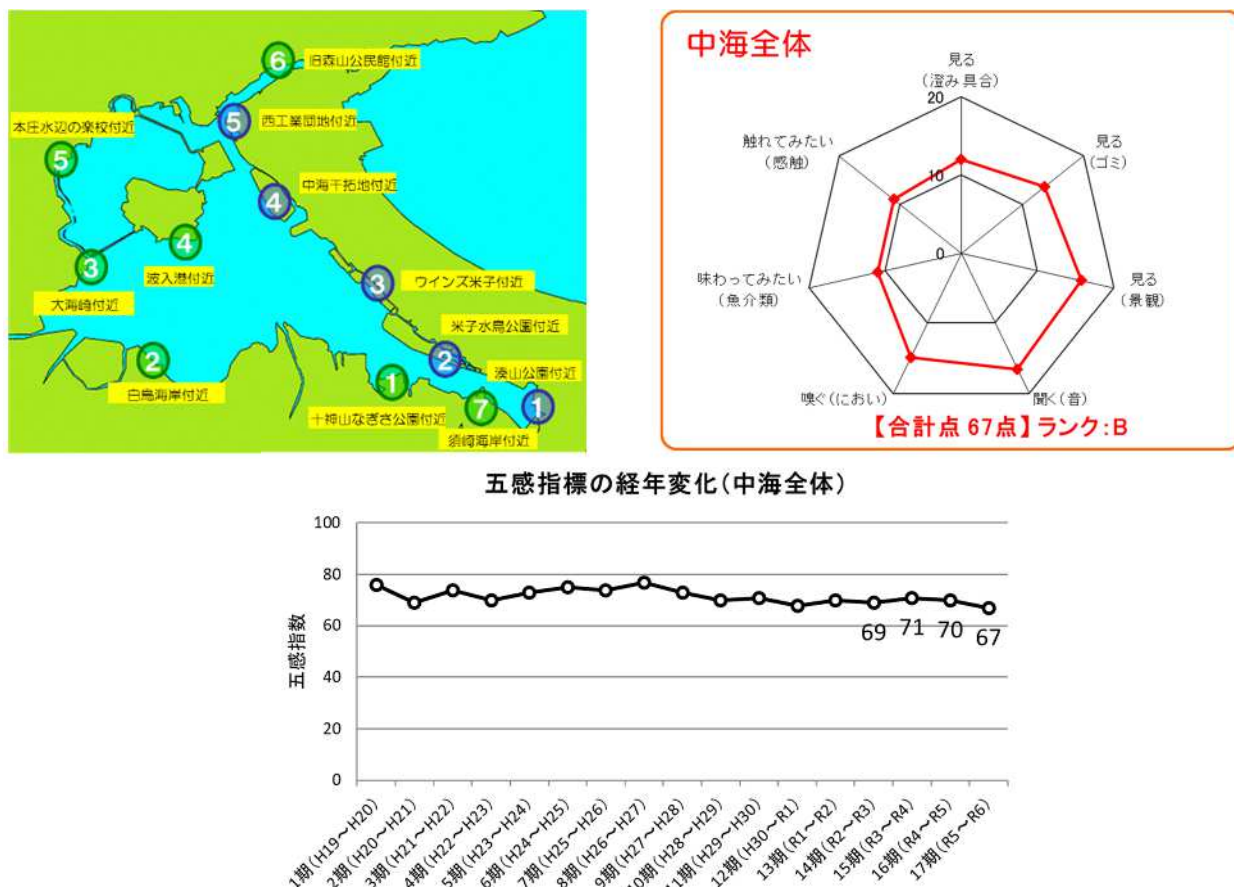


図1－5 今期の五感指標の地点と結果及び経年変化（中海全体）

(5) 米子湾における透明度（図1－6）

- レクリエーション等で多くの人が集まる機会があり、水質改善の必要性が高い米子湾において評価。
- 令和6年度は目標未達成であり、過去5年の変動範囲を下回った。1月に植物プランクトンが増殖したことにより、透明度が0.2mに低下したことが影響したものと考えられる。
- 透明度は長期的に上昇（改善）傾向にあり、30～40年前の年平均値は1m程度だったが、令和4年度は2.2mとなった（目標値：概ね2m）。

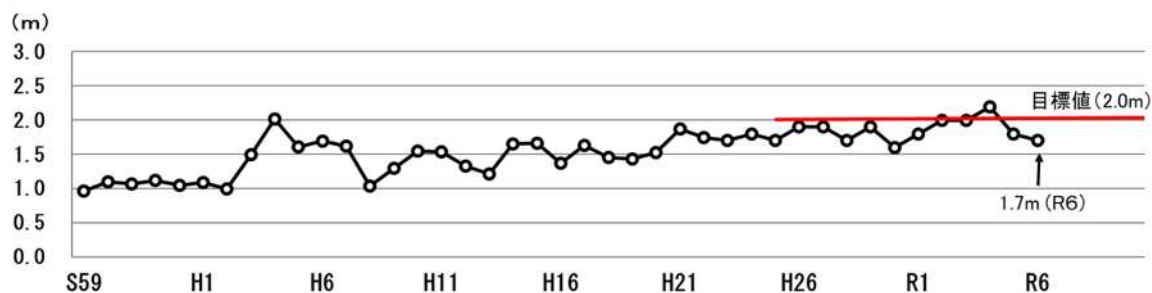


図1－6 米子湾の透明度の経年変化

2 湖沼水質保全計画の進捗状況

水質改善に取り組むため、平成元年度から湖沼水質保全計画を定め、国、県、市、流域住民、NPO、事業者等が連携して、各種施策を推進している。第8期湖沼水質保全計画（R6～10年度）において、令和10年度までに達成すべき目標を定めている各種施策は、概ね計画どおりであった。

(1) 生活排水対策

○生活排水に係る汚濁負荷量の削減対策は重要項目であるため、施設の整備及び高度処理化を推進

（図2-1、図2-2）

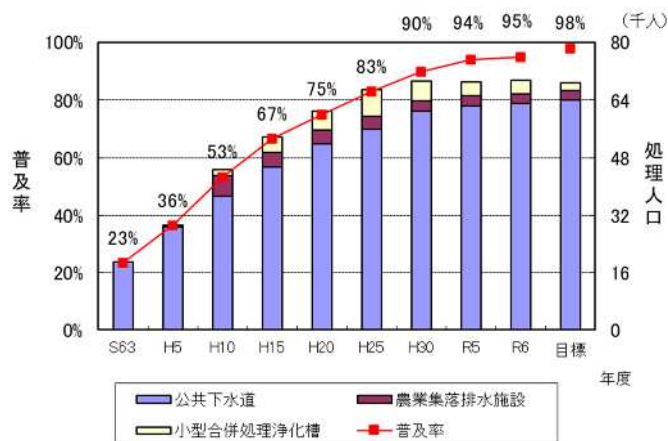
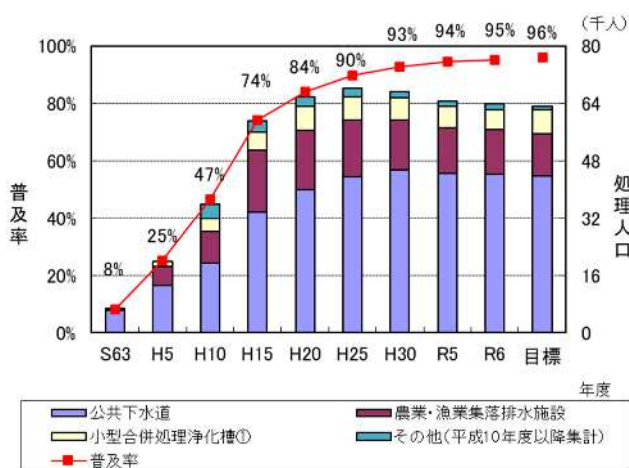
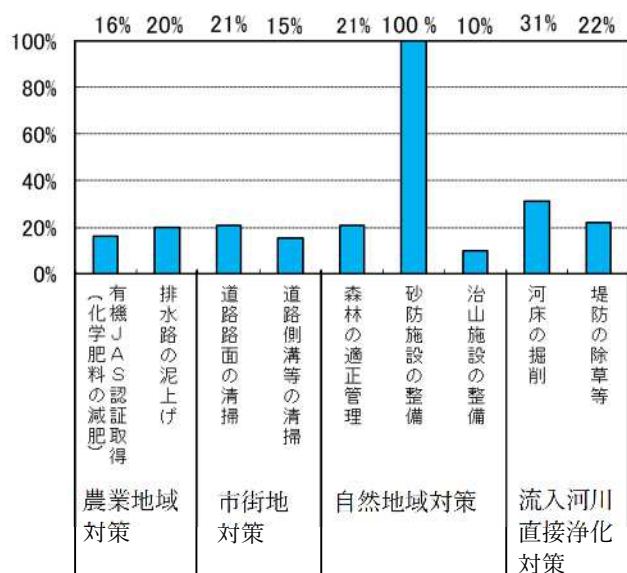


図2-1. 生活排水処理施設の整備状況（島根県） 図2-2. 生活排水処理施設の整備状況（鳥取県）

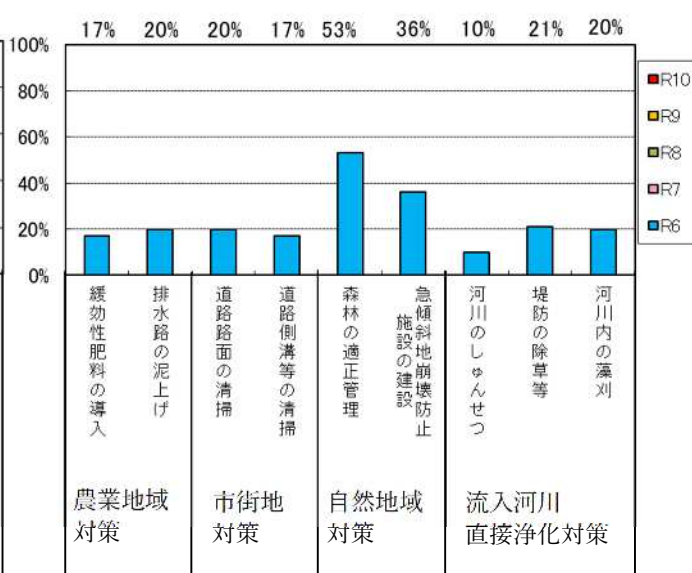
(2) 流出水対策

○代表的な対策として、農業地域対策、市街地対策、自然地域対策、流入河川直接浄化対策などを実施

（図2-3、図2-4）



注1) R10年度までの累計目標事業量を100%とする



注1) R10年度までの累計目標事業量を100%とする

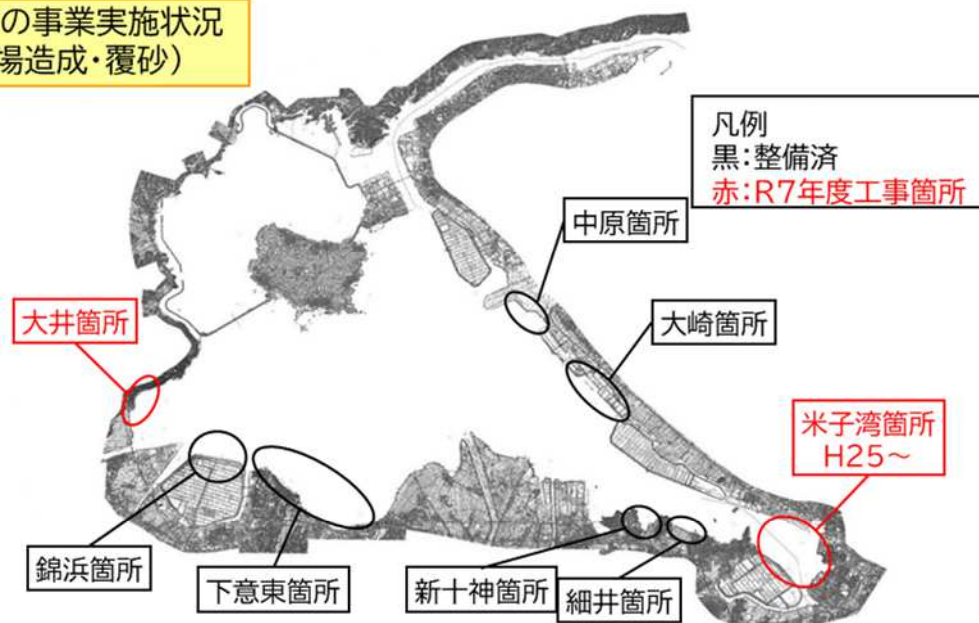
図2-3. 各種施策の進捗状況（島根県）

図2-4. 各種施策の進捗状況（鳥取県）

3 湖内対策（浅場造成・覆砂）

- 中海での浅場造成・覆砂は、平成16年より大崎地区、下意東地区で整備を開始。
- 現在までに7地区、12.9kmの浅場造成・覆砂を実施。
- 令和7年度は、米子湾の覆砂を継続実施するとともに、大井地区の浅場造成に着手。

■中海の事業実施状況（浅場造成・覆砂）



浅場・覆砂…整備延長:14.4km 整備済:12.9km (R6年度末時点)



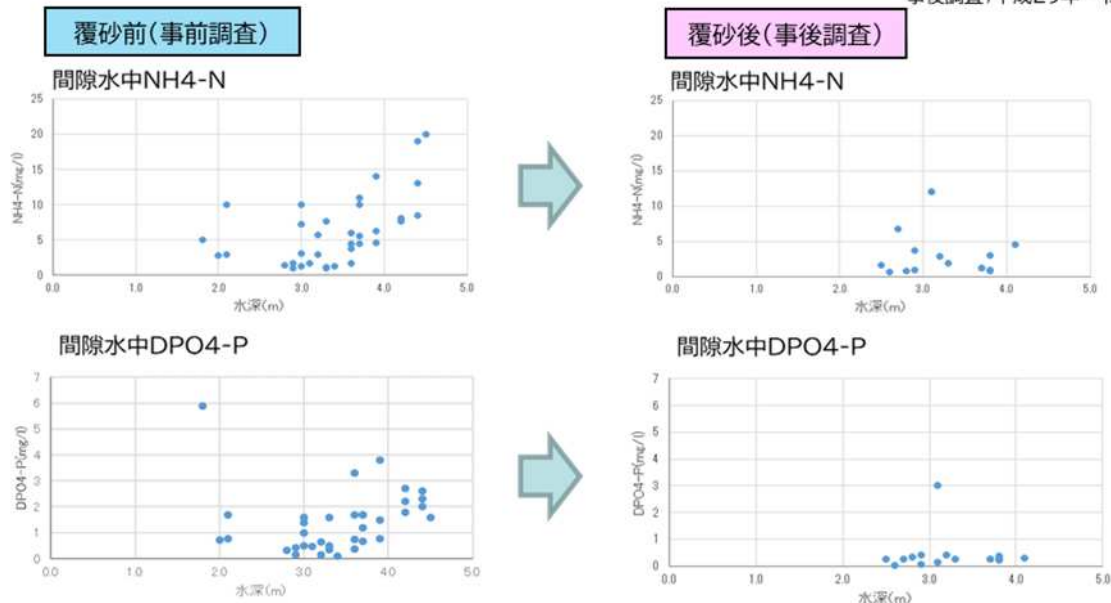
■米子湾地区のモニタリング

- 米子湾地区の覆砂事業の効果確認として、覆砂前後のモニタリング（間隙水中の栄養塩調査）を実施。
- 事後調査（覆砂後）の間隙水中の栄養塩濃度は、覆砂前と比べて概ね低く、覆砂による栄養塩の溶出抑制効果があったものと考えられる。

整備内容：石炭灰造粒物による覆砂

評価内容：水質調査（間隙水の栄養塩（NH₄-N:アンモニア態窒素、DPO₄-P:リン酸態リン）

【調査実施年】事前調査:平成25年～令和6年 7～8月
事後調査:平成29年～令和6年 7～8月



覆砂前：覆砂事業をする前の湖底の間隙水の水質を調査

覆砂後：施工後3年を経過した覆砂箇所の湖底の間隙水の水質を調査

中海の水質改善に向けた流入負荷・湖内対策の検討

1 これまでの経緯

中海の汚濁負荷については、覆砂検討ワーキンググループ(H28～R1)において、陸域や河川等からの流入、在来湖底、窪地が中海の水質に与える影響度をシミュレーションにより評価した。その結果、中海全体としては中海の流域（外海を含む）からの流入負荷による影響が一番大きく、底質、窪地の順で影響度が小さくなる傾向が見られた（図1）。一方、米子湾中央部を含む米子湾エリアでは他の地点と比較して窪地からの影響が相対的に大きいことがわかった。

また、米子湾中央部は水質目標値（第8期）を達成していない環境基準点であり、その要因として米子湾エリアには流入河川が多く、陸域からの汚濁負荷が流れ込みやすいこと、地形的に閉鎖性が強く、汚濁負荷が滞留しやすいことが考えられる。

今後の対策を検討していくため、令和元年度から米子湾エリアに注目して、流入負荷（外部負荷）、底質、窪地（内部負荷）が水質に与える影響を実測とシミュレーションを用い関係機関で調査・研究を進めている。

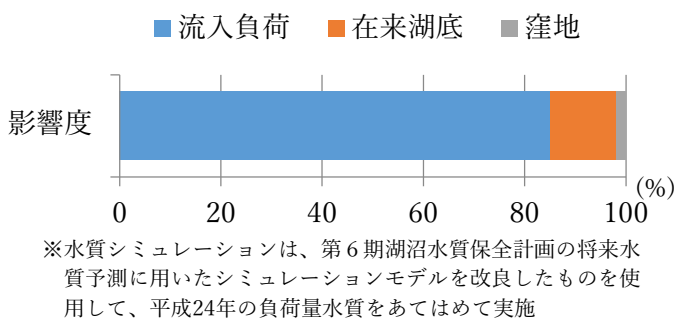
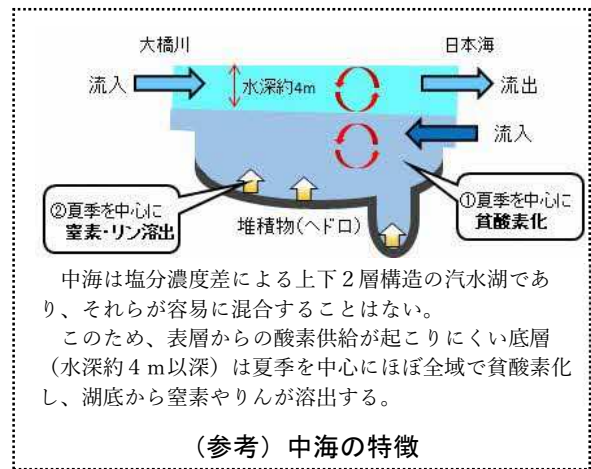


図1 表層水質への負荷源ごとの影響度（中海全体）



2 調査研究の状況

米子湾中央部への各汚濁負荷源の影響度合いに係る予測計算

令和6年度の第8期湖沼水質保全計画の策定時に、最新の湖沼図や気象条件を用いて水質予測計算に使用するシミュレーションモデルを構築した。最近の水質浄化対策の進捗を反映した汚濁負荷源の影響を見積もり、さらなる水質浄化対策の手がかりとするため、この最新のモデルと汚濁負荷量等を使用して、流入河川や底質等の汚濁負荷源が米子湾中央部の水質に与える影響を汚濁負荷源ごとに計算し、整理した。計算には令和5年4月から令和6年3月までの1年間の汚濁負荷量を試算した値を使用した。結果を図2に示す。

COD、全窒素、全りんについて、流入河川の影響は、全ての汚濁負荷源の影響に対して表層で4割から5割程度、底層で2割から3割程度であった。底層のCODは外海からの影響度合いは4割程度であった。底層の全窒素、全りんの湖底からの影響度合いは3割程度であった。

公共下水道の整備等、流入負荷対策が進捗していることから、陸域からの点源系の負荷量の着実な削減に伴い、以前に比べて相対的に湖底や外海の影響度合いが高くなってきていると推測される。

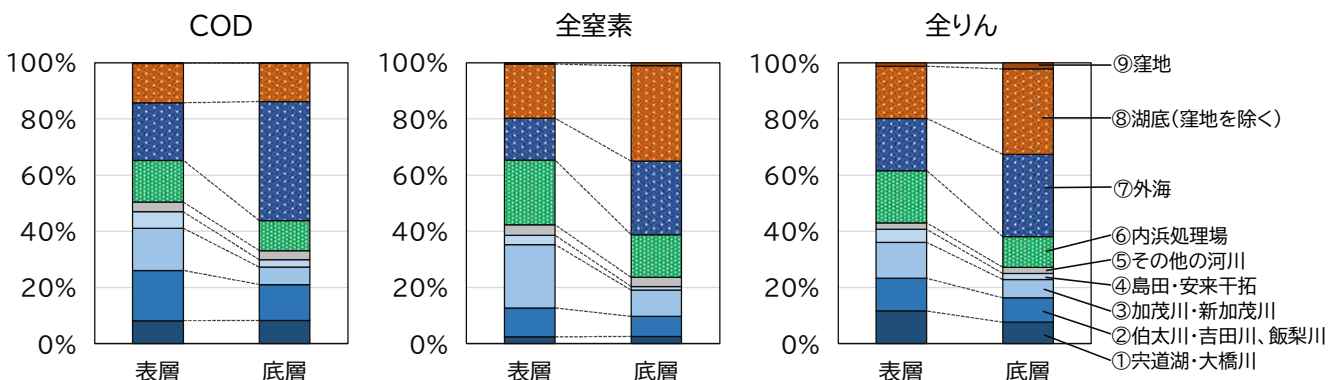


図2 米子湾中央部の水質に対する各汚濁負荷源の影響度合い



図3 中海に流入する汚濁負荷量の推移（COD、全窒素、全りん）



図4 米子湾中央部の水質に影響する主な流入河川等の河口

湖内環境に関する知見の蓄積と対策の検討（内部負荷）

（ア）底質成分及び米子湾窪地の実態調査

底質環境を詳細に把握することを目的に、学識者からの助言を参考に、令和元年度から、米子湾中央部（T-3 地点）周辺において湖底表層の底質成分の現地モニタリング調査を行っている。（底質成分：アンモニア態窒素、りん酸態りん、硫化水素、鉄イオン等）

令和3年9月から令和6年9月にかけて7回、4地点（図5）で底質成分を調査した。その結果の一部を図6に示す。硫化水素濃度は、ウ：ポンプ場沖で高い傾向がみられたが、令和5年9月以降の結果では他の地点と目立った差はみられなかった。

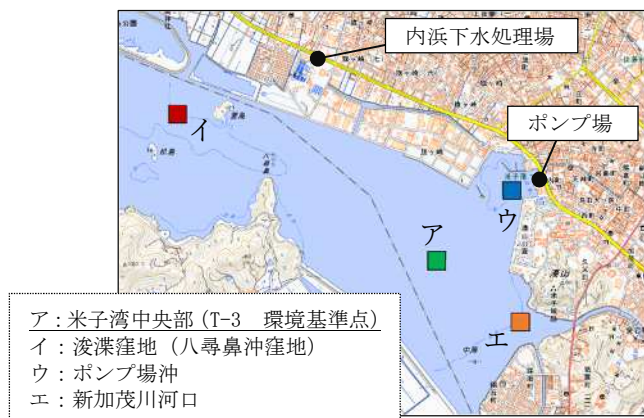


図5 底質調査地点（4地点）

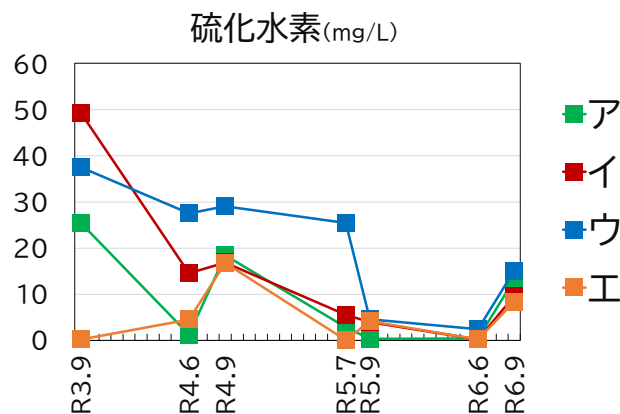


図6 各調査地点の測定値

また、浚渫窪地の深さや形状の違いが直上水や間隙水の水質にどのように影響するかを把握するため、令和4年2月から令和6年7月にかけて7回、米子湾にある八尋鼻沖窪地（推計体積：約877,000m³）と高留鼻沖窪地（推計体積：約702,000m³）について、窪地底の直上水及び間隙水に含まれる全窒素及び全りん濃度を測定した。また、窪地の中の貧酸素化の状況を確認するため、直上水及び間隙水に含まれる硫化水素濃度を併せて測定した。

その結果を図9に示す。

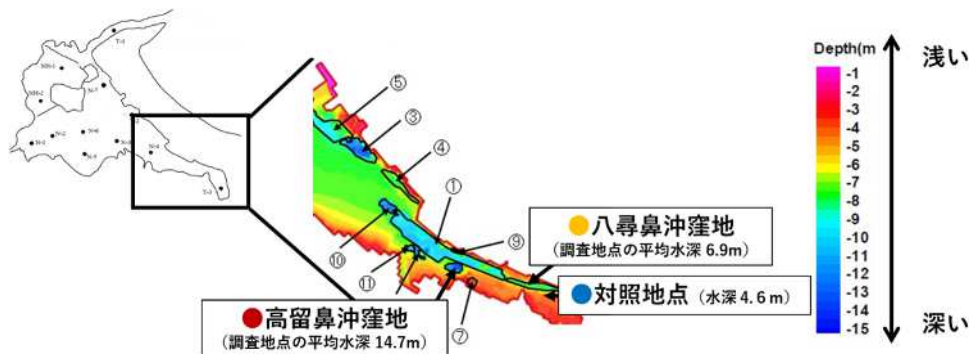


図7 米子湾エリアにおける窪地位置図

（出典：令和元年度中海会議資料）

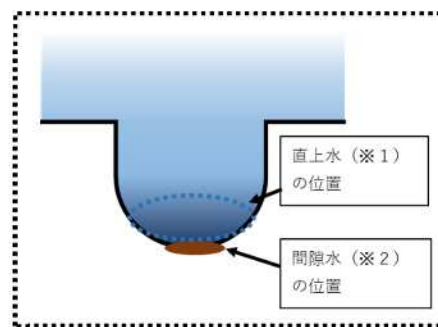


図8 窪地の調査位置の模式図

※1 直上水は窪地底から0.5m上部のもの。
※2 間隙水は窪地の底質内に含まれるもの。

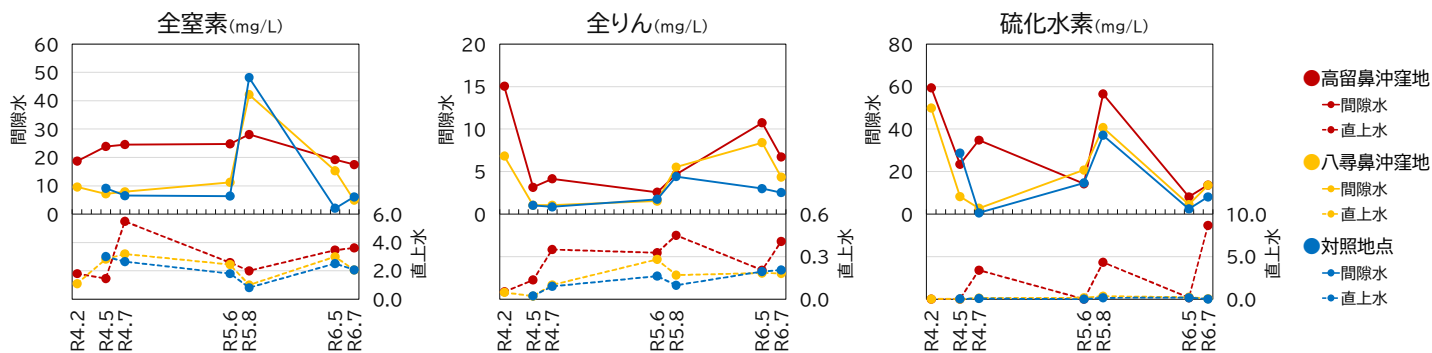


図9 直上水及び間隙水に含まれる全窒素、全りん、硫化水素の濃度の推移

全窒素、全りん及び硫化水素の濃度は、水深が深い高留鼻沖窪地においてやや高くなる傾向がみられた。今後も中海の底質、米子湾の窪地の調査を継続して、窪地ごとの特徴など、米子湾エリアの状況を明らかにしたい。

(イ) ファインバブル（※）技術を活用した底質の直接浄化技術の検討

鳥取県と米子工業高等専門学校では、令和元年度よりファインバブル技術を活用し、米子湾エリアにおける底質の直接浄化技術の実用化に向けた共同研究を行っている。

令和4年度までの結果から、広い水域では効果が限定的であると考えられたため、令和5から6年度は効果を確認しやすい閉鎖性水域として、水質及び底質の悪化が懸念される米子水鳥公園のつばさ池で調査を行った。（図10）

令和5年度の結果からは、対照地点（青■）に対してファインバブル供給口の10m先（●地点A～●地点C）まで、底質の酸化還元電位の上昇と硫化水素濃度の低下が確認され、ファインバブルから供給された酸素によって還元的環境が緩和されていることが示唆された。

一方、令和6年度も同様の条件で調査を行ったところ、ファインバブルの効果が見えにくい結果となった。前年度と異なり、装置の稼働中全期間にわたって湖底に大型藻類が繁茂していたため、ファインバブルによる底層深部への酸素供給が阻害されたと考えられる。

以上の結果から、閉鎖的な水域であれば一定の効果が見込めることがわかったが、米子湾全域で実施するには費用対効果の面で課題があるため、令和6年度で検討を終了した。

※ ファインバブルとは直径0.1mm以下の微細な気泡のことで、水中へ気体が溶け込みやすい性質を持つ。ファインバブルを底層に送り込むことにより、貧酸素状態の解消や底質の改善効果が期待できる。

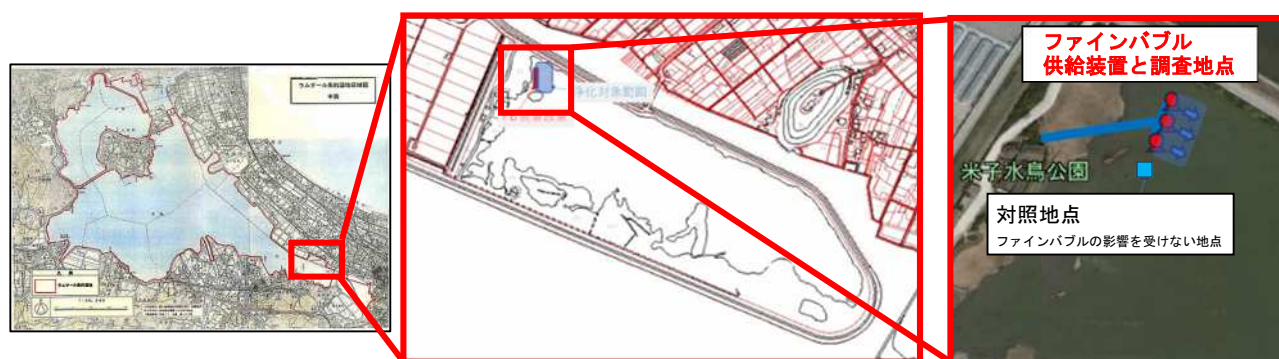


図10 米子水鳥公園のつばさ池と装置の位置

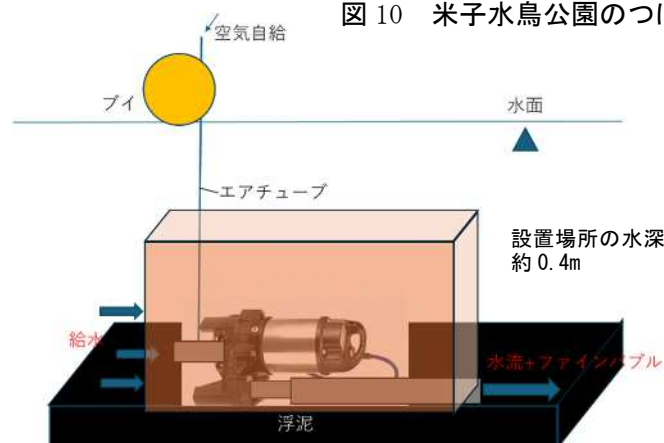


図11 実証試験装置の外観

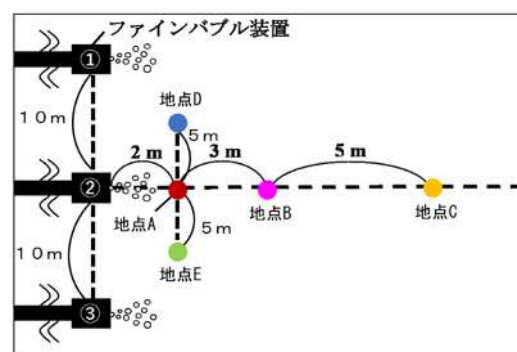


図12 ファインバブル供給口付近の調査地点位置図



図13 大型藻類の繁茂状況（9月17日撮影）

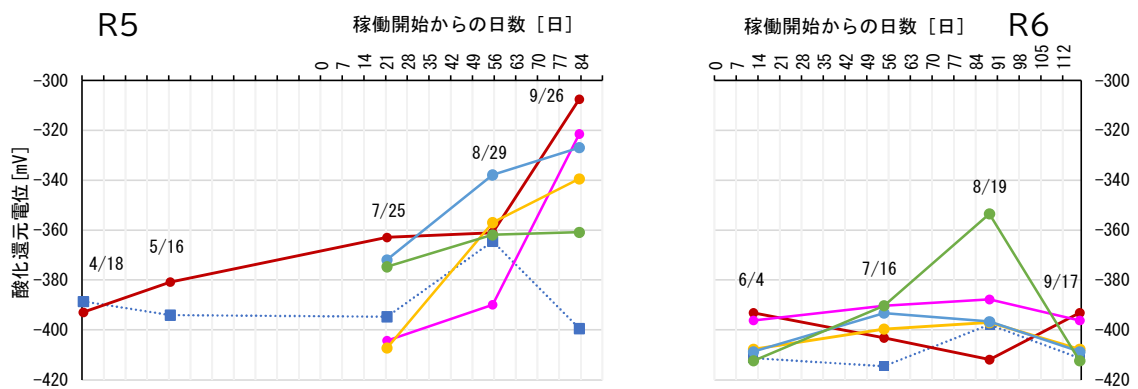


図 14 調査地点における底質の酸化還元電位の推移

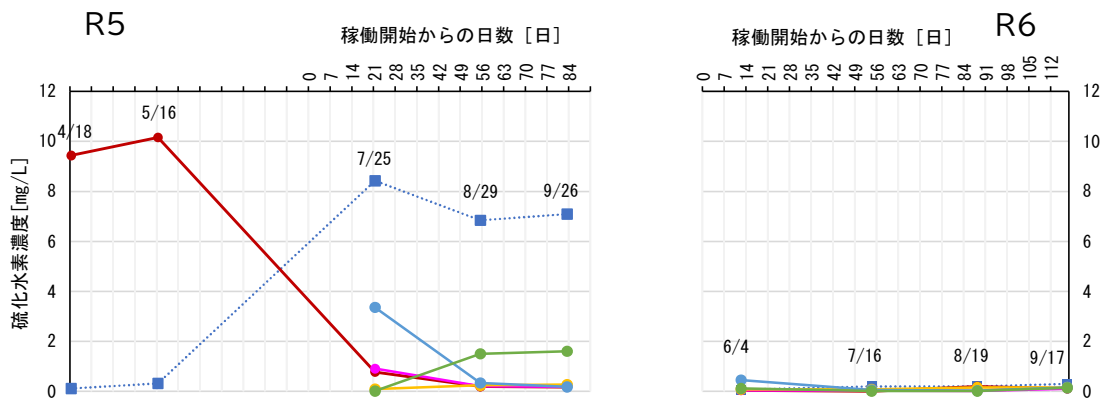


図 15 調査地点における底質の硫化水素濃度の推移

また、装置稼働中に各地点で底生生物を採取した。令和5年度の結果では、対照地点で確認された底生生物はユスリカ（昆虫類）だけであったが、ファインバブルの影響を受ける各地点ではユスリカに加えてヨコエビ等（軟甲類）も確認され、生物種が増える効果も示唆された。一方、令和6年度の結果では、各地点に差がみられなかった。大型藻類が底生生物の生息環境に影響したものと考えられる。（図 16）

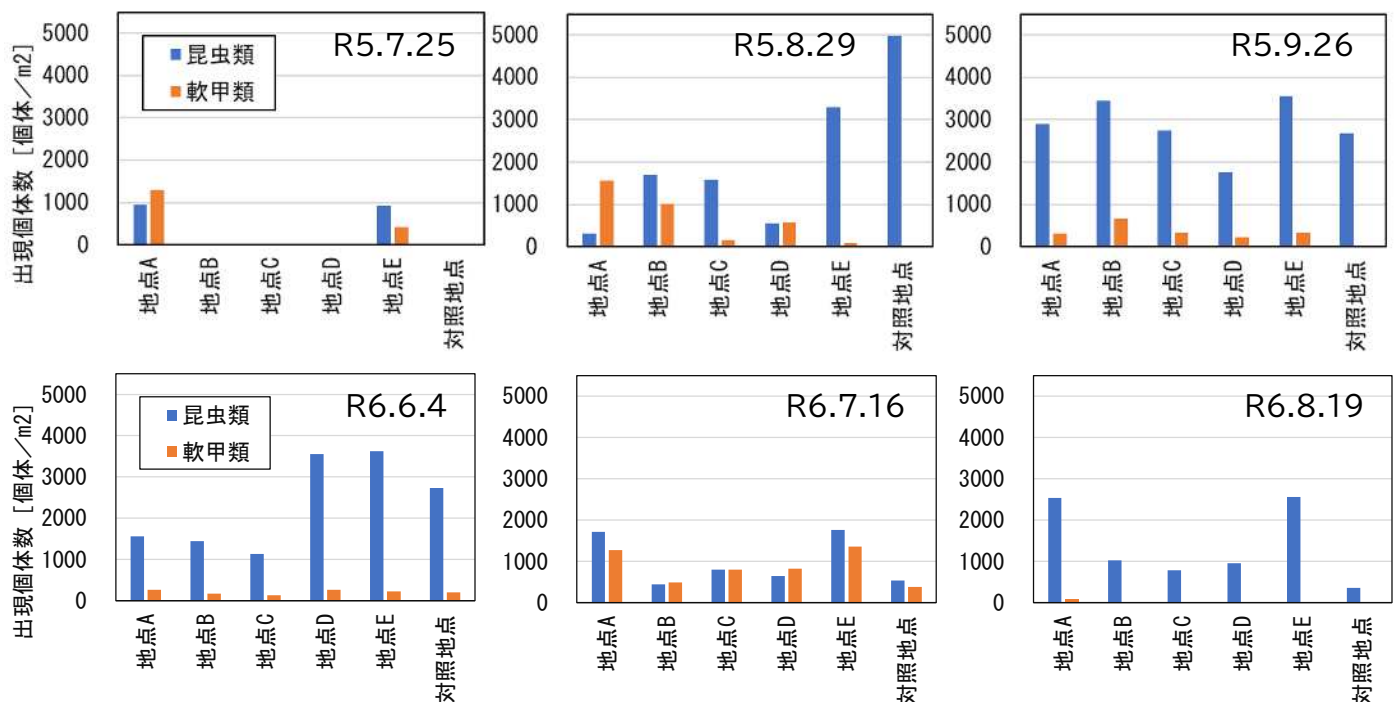


図 16 調査地点における底生生物の出現個体数

(ウ) 湖内環境の研究のまとめ

①底質成分及び米子湾窪地の実態調査

米子湾エリアの底質成分の調査を令和元年度から継続して実施しており、底質環境の詳細な情報を得るため、米子湾中央部に加えて浚渫窪地やポンプ場沖など調査地点を増やし、底質及び水質、そして、そこに留まる窒素、りん等の汚濁物質を測定した。これらの調査結果では、令和4年6月から令和5年7月までポンプ場沖において底質中の硫化水素の濃度が高く、水深が深い窪地の内部において、全窒素、全りん及び硫化水素の濃度が高い傾向がみられた。

引き続き調査を行いながら情報を収集し、得られた結果を基に、流入負荷や底質、浚渫窪地が水質に及ぼす影響を定量的に評価する必要がある。

②ファインバブル技術を活用した底質の直接浄化技術の検討

令和元年度から6年度にかけて、ファインバブル技術の実証実験を行い、中海の水質及び底質の浄化を検討した。米子湾の米子市ポンプ場での実験では、一定の底質環境の改善効果が示唆されたものの、効果は限定的であった。閉鎖性の高いつばさ池での実験では、底質環境の効果が見えやすくなり、一定の効果が示唆された。

以上の結果から、閉鎖的な水域であれば一定の効果が見込めることがわかったが、米子湾全域で実施するには費用対効果の面で課題があるため、令和6年度で検討を終了した。

流入負荷対策（外部負荷）

（ア）降水による流入負荷

これまで、陸域（流入河川、内浜処理場等）からの流入負荷や湖底からの溶出負荷等が米子湾エリアに与える影響度について解析してきた。その結果、生活系及び産業系の負荷による影響が大きいこと及びその負荷量が減少してきたことなどを報告した。一方で、森林や市街地などから流入する自然系負荷は、中海全体における負荷量の変遷においても、その割合が相対的に大きくなってきている（図 17）。

この「自然系」は、山や市街地などを広範囲の流域に降った雨を媒体とし、中海に流れ込むことから、対策の実施が困難であるものの、降水中に含まれる窒素・りんを把握しておくことは、自然系負荷から中海への水質影響を評価するうえで基礎的なデータとなる。

そこで、降水について解析したので報告する。

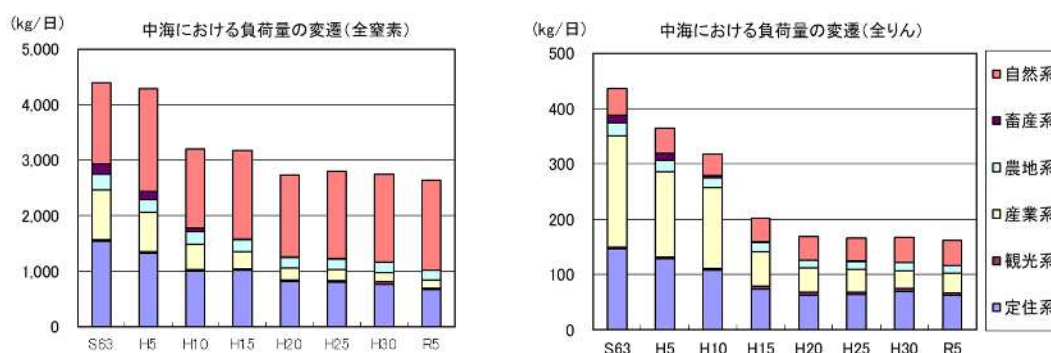


図 17 汚濁負荷量（推計値）の変遷

① 汚濁負荷量に占める降水の割合（推計値）

2023 年度の汚濁負荷量の推計値から、中海湖面への降水による負荷を推計すると、全窒素では負荷量の約 1 割を占めていた（図 18）。全窒素については、降水も中海の水質に影響を与える要因の一つとなっていると考えられる。

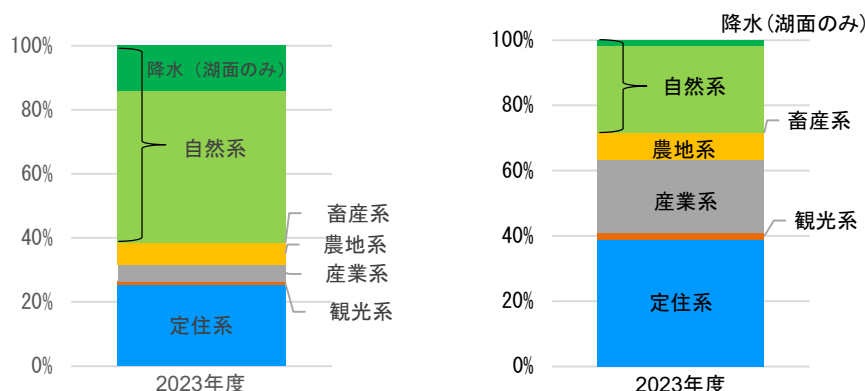


図 18 負荷源別の流入負荷割合（左：全窒素、右：全りん）

② 降水中の全窒素、全りんの濃度

松江市西浜佐陀町地内で、2002～2023 年度の降水を毎月 1 回採取し全窒素・全りん濃度を測定した。この間の降水中の全窒素の濃度は、平均値 0.9mg/L であり、中海湖心（表層）の水質の平均値 0.4mg/L よりも高かった（表 1）。

表 1 全窒素、全りんの濃度（2002～2023 年度平均）

降水採取場所：松江市西浜佐陀町地内

	全窒素 (mg/L)	全りん (mg/L)
降水	0.9	0.016
中海（湖心）	0.4	0.040

③ 降水及び河川、湖水中の全窒素、全りん濃度等の推移

降水及び河川、湖水中の全窒素、全りんの濃度等について、2002～2012 年度及び 2013～2023 年度の期間における傾向を解析した。

降水量については、期間の前半、後半いずれも有意な傾向はみられなかった。降水中の全りんの濃度(μg/L)及び降下量(kg/km²/年)は、期間の前半ではわずかに上昇傾向を示した。後半では、全窒素、全りんともに濃度(μg/L)及び降下量(kg/km²/年)はわずかに減少傾向を示した(表2)。なお、全窒素の降下量(kg/km²/年)は2013年度以降は、おおむね年4%の減少傾向であった。

この2013年以降に見られた減少傾向は、流入河川(斐伊川)及び中海湖心の水質も同様であった。ただし、降水が地表に降下し、河川を経て中海湖心へたどり着くまでに、さまざまな過程を経るため、一概に降水の影響によるとは言えない。

降水による年間降下量は減少傾向となっているが、降水による負荷量が一定程度認められること、降水中的の水質の傾向に変化が見られたことから、今後も引き続きモニタリングを実施していく。

表2 全窒素、全りんの濃度及び降下量の傾向

		2002～2012 年度 の傾向	2013～2023 年度 の傾向
降水量		—	—

全窒素

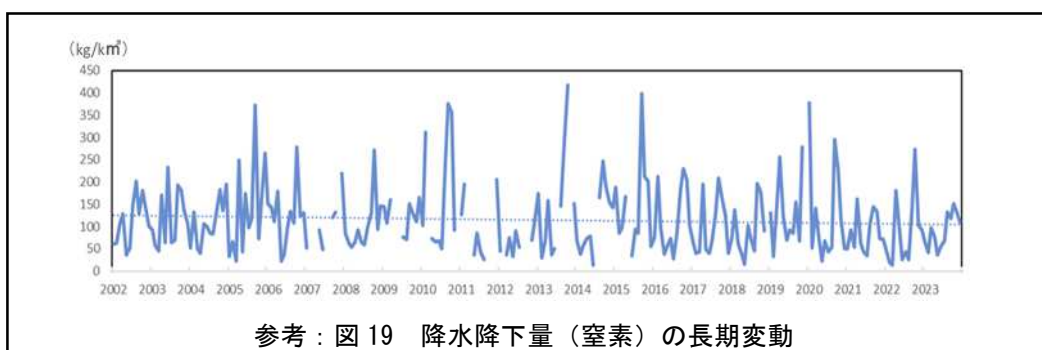
降水	濃度	—	↓
	降下量	—	↓
斐伊川 (神立橋)	濃度	—	↓
穴道湖 (湖心)	濃度	↗	↓
中海 (湖心)	濃度	—	↓

— 傾向なし
↗ 上昇傾向
↓ 減少傾向

全りん

降水	濃度	↗	↓
	降下量	↗	↓
斐伊川 (神立橋)	濃度	↗	↓
穴道湖 (湖心)	濃度	↗	—
中海 (湖心)	濃度	↗	↓

※データの解析(回帰分析)には統計解析ソフトウェア ProUCL ver5.2 を用い、p 値 0.05 未満を有意な傾向ありとした。



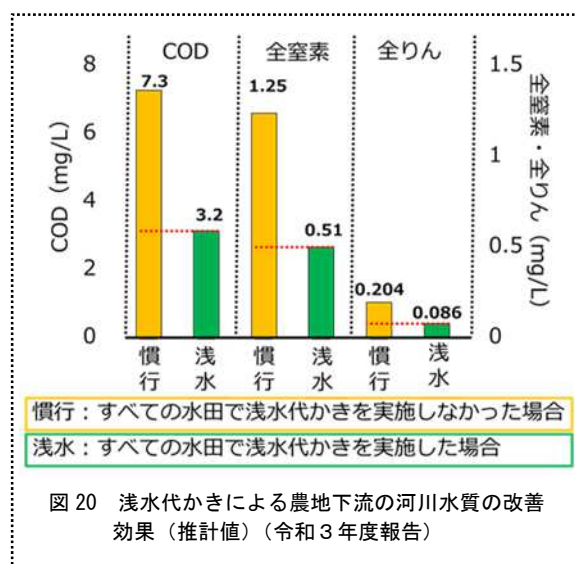
(イ) 浅水代かきによる外部負荷の低減

米子湾に流入する加茂川の上流域には水田が広がっており、これらの地域は流出水対策地区に指定されている。平成 23 年以降、加茂川へ流出する汚濁負荷量（COD、全窒素、全りん）を削減して加茂川の水質を改善するため、流出水対策地区の 3 地区（石井地区、奥谷地区、新山地区）の農業者が「浅水代かき」による環境にやさしい農業の実施に取り組んでいる。この取組みが中海の水質改善に大きく貢献したことが評価され、同地区の農業者が令和 6 年度鳥取県環境立県推進功労者知事表彰を受けられた。同地区で浅水代かきが実施されている水田の面積は、全体に対して、約 34 パーセントであった（令和 3～6 年度）。

令和 2 年度には、流出水対策地区内の米子市成実地区の全ての水田で「慣行の代かき」から「浅水代かき」に代えた場合、代かき時期の河川水に含まれる汚濁負荷量が約半分程度まで減少し、河川水質が改善されると推計されることが分かった（図 20）。

この取組を推進するための普及啓発として、代かき時期の前にチラシ配布やのぼり掲揚を行っている。

今後も、同地点での水質測定を継続し経年変化の確認を行い、関係機関及び地域住民と情報や問題意識の共有化に努め、代かき時期の汚濁負荷低減に向けてさらなる啓発活動を行っていく。



（浅水代かきの普及啓発のぼり）



沿岸域の水質に関する調査

(ア) 新たな評価指標の検討に向けた調査

中海の沿岸域における浅場造成では海草藻類の分布の拡大がみられるなど、一定の効果が確認されている。豊かな中海を目指して、生物の生育環境の視点から、沿岸域の水質状況を把握するため、令和5年9月から沿岸域の水質に関する調査を開始した（底層溶存酸素濃度：魚介類の生育に影響、透明度：水生植物の生育に影響）。

中海の鳥取県側の沿岸12地点、島根県側の沿岸2地点（赤●：浅場／地点A～H、青●：常時監視地点／地点I～N）で毎月1回、水温、塩分濃度、溶存酸素濃度の鉛直分布、透明度等を測定し、記録した。底層の溶存酸素濃度と透明度の測定結果を図21に示す。

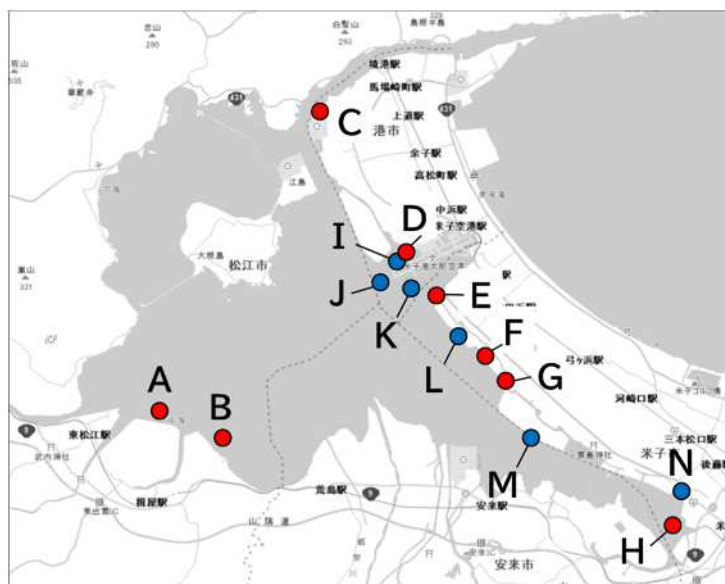


図21 調査地点の位置図

	調査地点名	水深 (m)
● 浅場	A 錦浜	3.2 ～ 4.0
	B 下意東	3.7 ～ 4.5
	C 外江港	4.9 ～ 5.9
	D 小篠津町地先	2.6 ～ 3.2
	E 中原地先	1.6 ～ 2.7
	F 大崎地先1 ※1	3.7 ～ 6.5
	G 大崎地先2	1.6 ～ 3.5
	H 湊山公園沖	2.2 ～ 3.0
● 常時監視地点	I 中浜港	4.6 ～ 7.2
	J 美保飛行場地先	6.5 ～ 7.5
	K 佐斐神町地先	8.2 ～ 8.9
	L 葭津地先	7.2 ～ 7.9
	M 彦名町地先	6.7 ～ 9.9
	N 加茂川河口地先	5.3 ～ 5.9

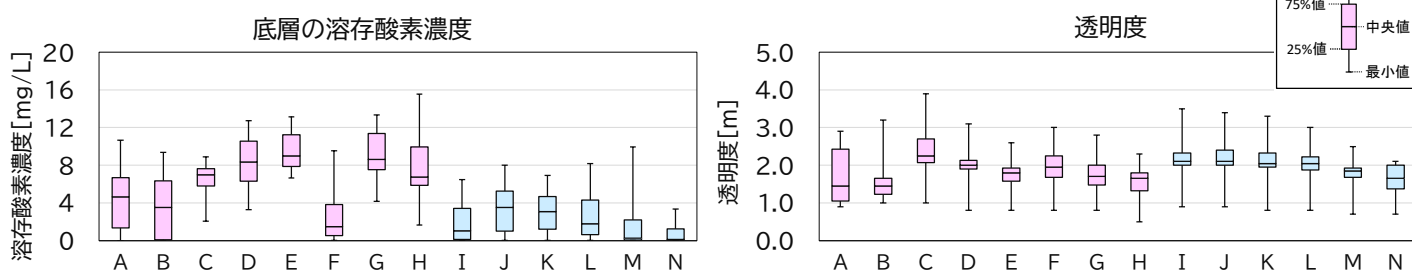


図22 調査地点※2における底層の溶存酸素濃度と透明度

底層の溶存酸素濃度は、外海に近い浅場や水深の浅い箇所（C～H）が高い傾向があった。透明度は北側の地点よりも南側の地点で低くなる傾向がみられた。

今後も調査を継続して行い、地点ごとの特徴を分析して生物の保全・再生に繋げていく。

※1 F地点は、水位が低いときは調査船が近づくことが困難であり、少し離れた地点で測定することがあるため、他の地点と比較して水深にばらつきが生じ、底層の溶存酸素濃度の測定値も比較的低くなっている。

※2 調査期間：A、B地点は令和6年5月から令和7年6月、それ以外の地点は令和5年9月から令和7年6月

3 今後の方向性

今後は、これまでの対策で削減できた流入負荷量の分析や底質及び窪地での現地調査・研究を継続していくとともに、沿岸域の水質データの収集、整理を進めていく予定である。