

令和 3 年度

中海の水質及び流動会議

報 告 事 項

令和 3 年 8 月 2 3 日

1 令和2年度の中海の水質測定結果

(1) 令和2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7期湖沼水質保全計画で定めた目標水質について、全窒素、全りんは目標未達成。前年度目標未達成であったCODは達成 (ただし、全窒素は11地点、全りんは9地点で目標値を達成)
- 環境基準値はいずれも未達成
- ※ 目標値及び環境基準値は、全ての地点の数値が目標値又は環境基準値以下とならなければ、未達成

図1-1 中海の環境基準点の位置図

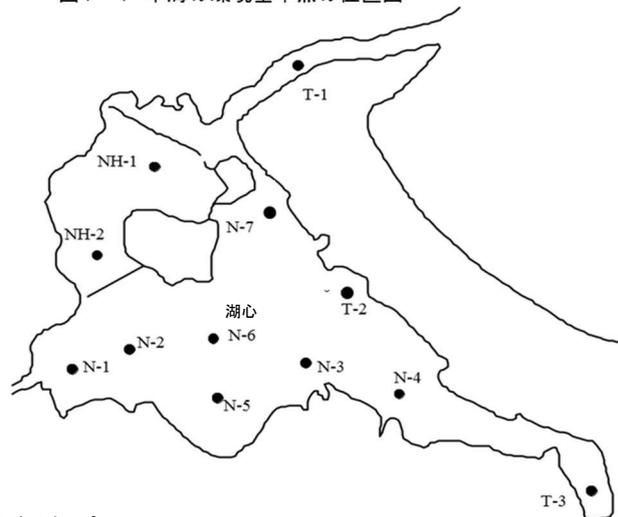
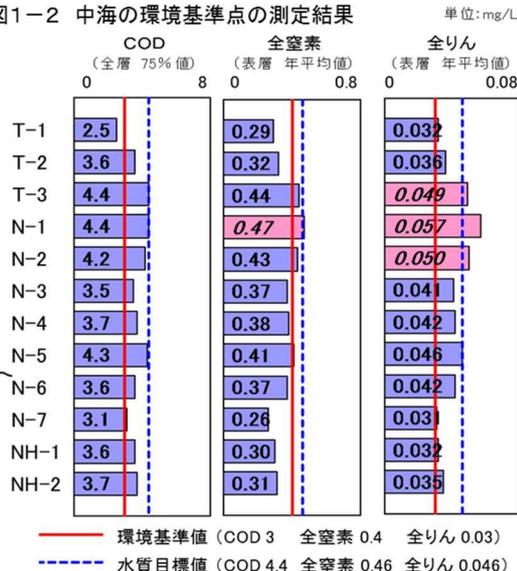
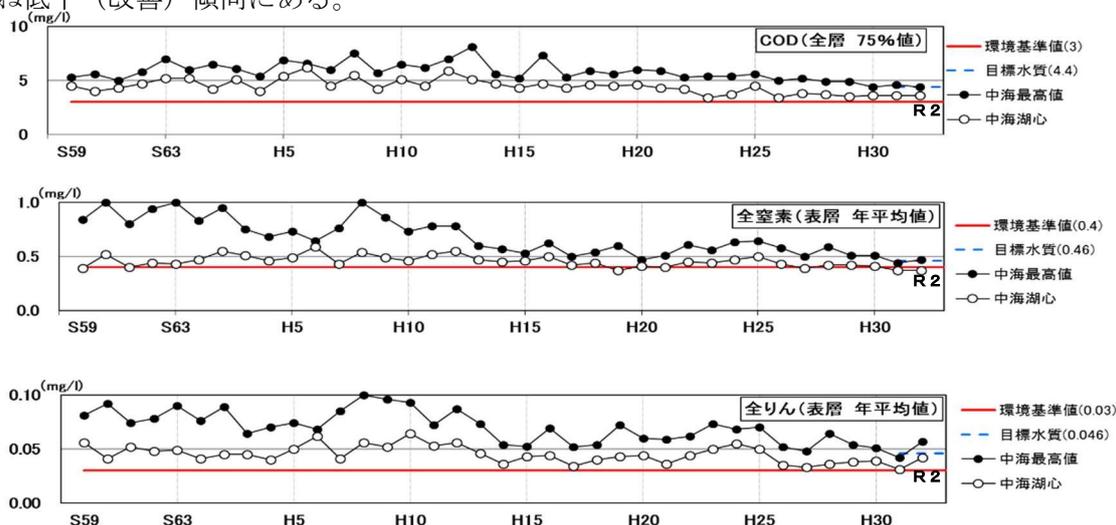


図1-2 中海の環境基準点の測定結果



(2) 経年変化 (図1-3)

- CODは、最高値・湖心とも、過去5年の変動範囲内で推移した。
- 全窒素は、最高値・湖心とも、過去5年の変動範囲内で推移した。
- 全りんは、最高値が過去5年の変動範囲内で推移したが、湖心は過去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ともに、長期的には概ね低下 (改善) 傾向にある。



(参考)

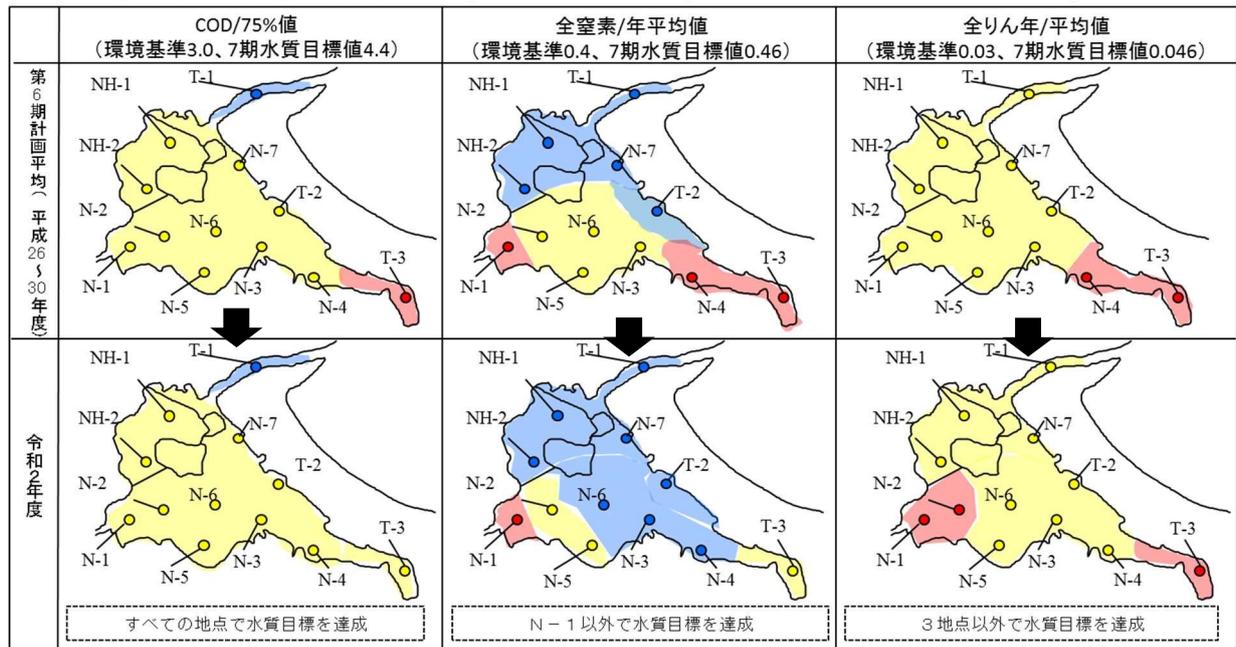


図1-3 中海の水質の経年変化

※ 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。

備考: CODは、第7期計画 (R元~R5年度) より目標値を引き下げ (5.1 (mg/l) から 4.4 (mg/l)) 「最高値」とは環境基準点のうち、各年度において最も高い地点の値

(参考) 中海の地点別水質経年変化比較 ●: 計画目標値未達成 ●: 計画目標値達成だが環境基準未達成 ●: 環境基準達成



※ 図中の着色は、各地点の水質を次の区分で分類した場合における中海全体の水質を概念的に表したもの

※ 第7期計画(R1～R5)からCOD目標値が4.4へと引き下げられており、過去平均(H26～H30)についても新基準(目標値4.4)で再評価

(3) 赤潮の発生状況 (図1-4)

○ 令和2年は赤潮発生が7回確認され、この内、2回は米子湾全域で確認されたが、その他は局地的なものであった。過去に比べ近年は確認回数は低く、範囲も限定的になっている。

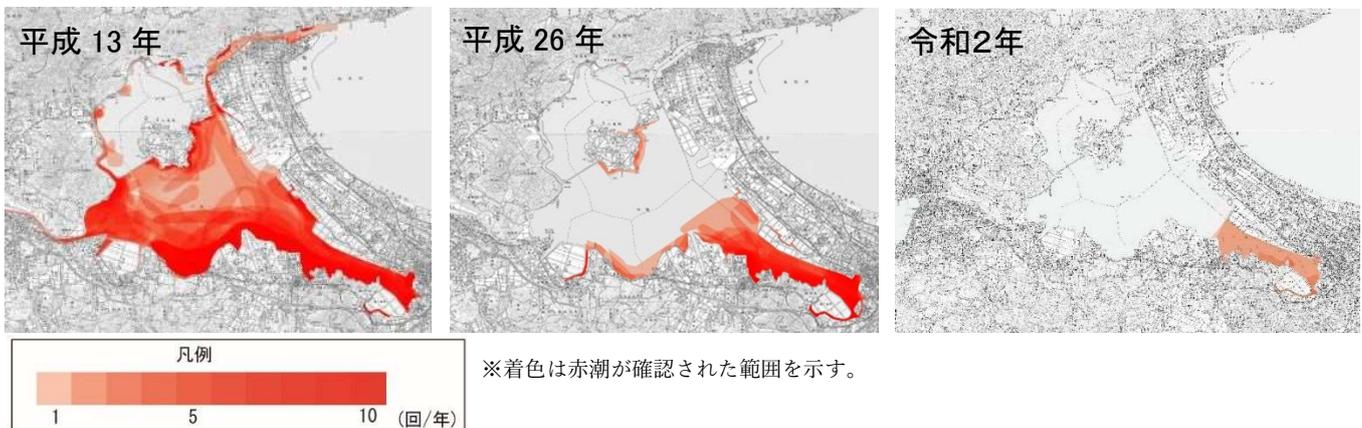
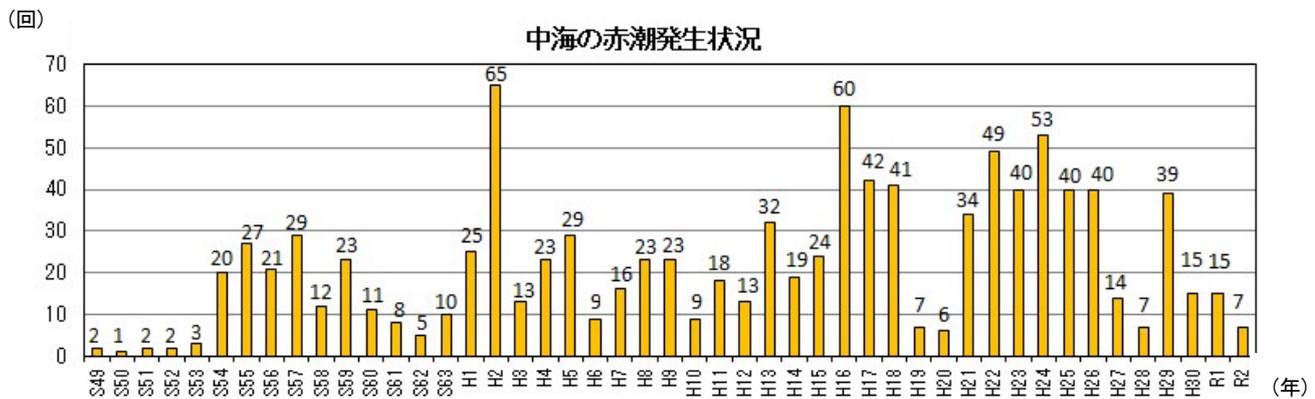
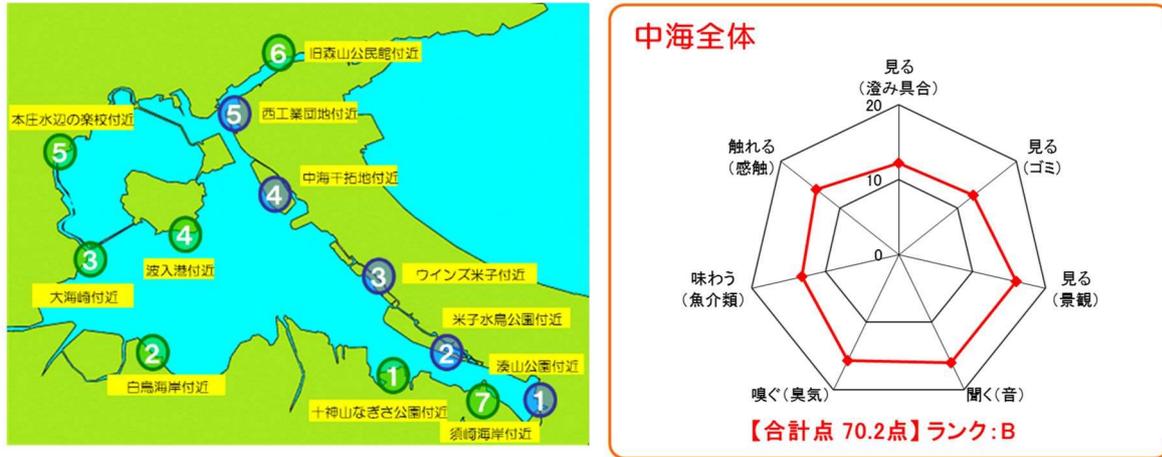


図1-4 中海の赤潮発生の回数と範囲

(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
- 令和元年 10 月～令和 2 年 9 月期は、地域住民がモニターとして 74 名、5 団体が参加
- 令和元年 10 月～令和 2 年 9 月期は、平均が 70.2 点、目標とする 80 点以上の地点は 2 地点
- 経年変化を見ると、得点は概ね横ばい



五感指標の経年変化(中海全体)

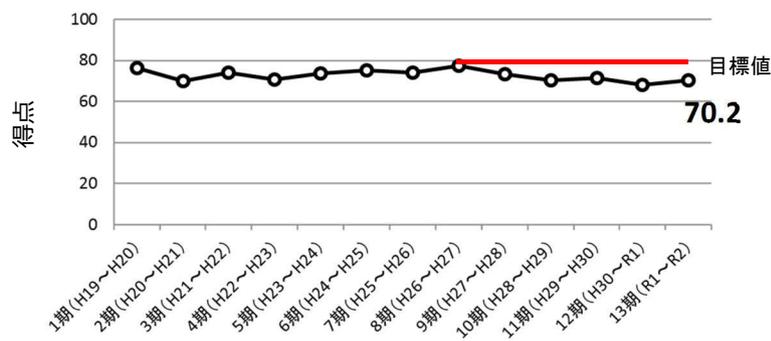


図1-5 今期の五感指標の地点と結果及び経年変化 (中海全体)

(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
- 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 1 m 程度だったが、令和 2 年度は 2.0m となった。(目標値: 概ね 2 m)

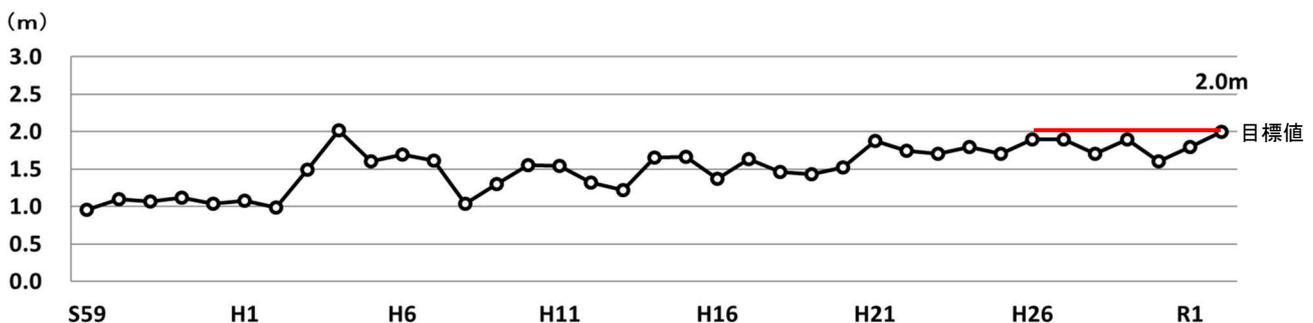


図1-6 米子湾の透明度の経年変化

2 湖沼水質保全計画の進捗状況

○ 令和元年度に定められた第7期湖沼水質保全計画（R元～5年度）において、令和5年度までに達成すべき目標を定めている各種施策は、一部未実施の施策もあるが概ね計画どおり進捗

(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）

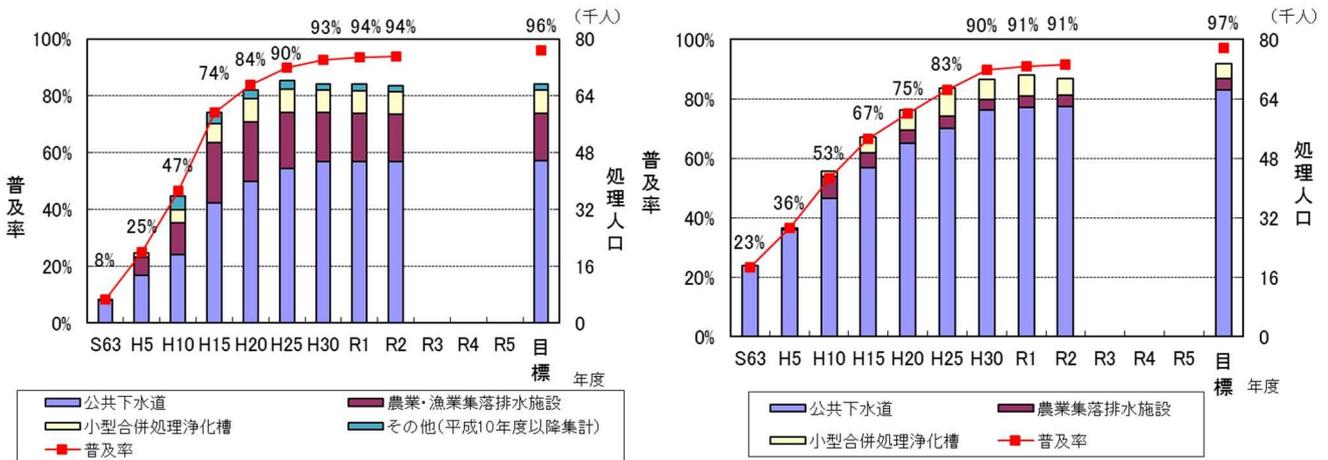


図2-1. 生活排水処理施設の整備状況（島根県） 図2-2. 生活排水処理施設の整備状況（鳥取県）

(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）

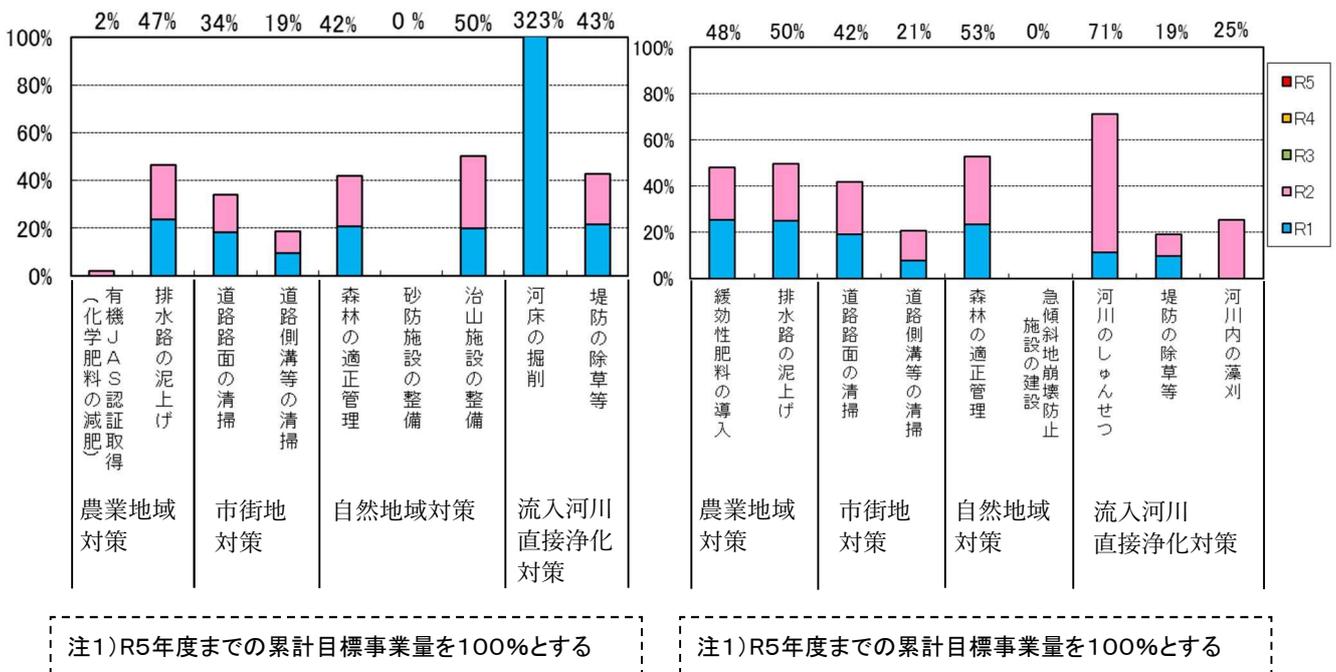
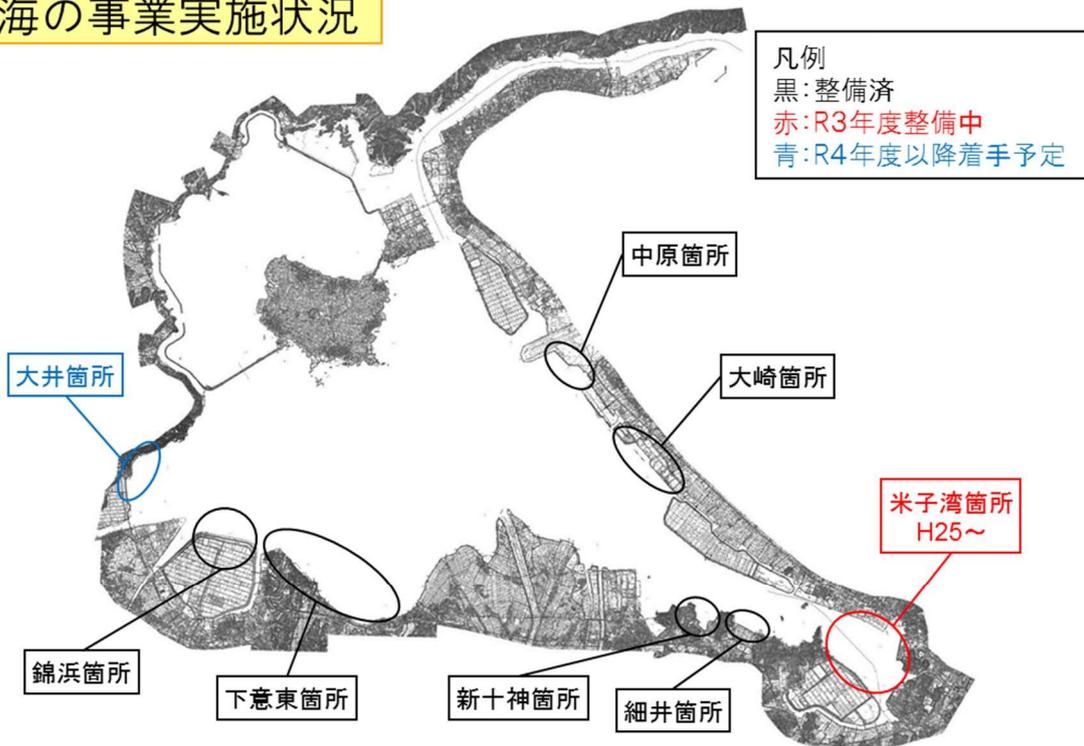


図2-3. 各種施策の進捗状況（島根県）

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）

■ 中海の事業実施状況



浅場、覆砂…整備延長：14.4km 整備済：10.6km (R2年度末時点)

※現地状況により、整備範囲を変更する場合があります。

浅場造成・覆砂事業は、総合水系環境整備事業（負担割合：国1/2、県1/2）により実施。

米子湾地区のモニタリング結果

整備内容：石炭灰造粒物による覆砂

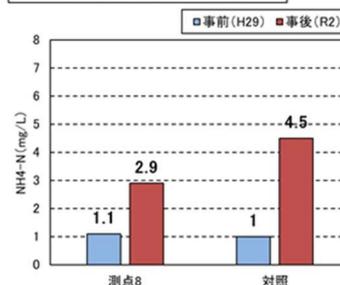
評価内容：水質調査（間隙水の栄養塩（NH₄-N、DPO₄-P））

【調査地点】

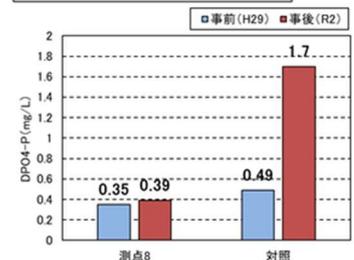
【調査実施年月】 令和2年7月



NH₄-N(間隙水) アンモニア態窒素



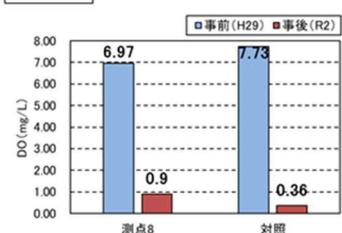
DPO₄-P(間隙水) 溶解性りん酸懸りん



※対照とは、周辺で覆砂を実施していない箇所

- ◇事後調査においては、測点8(覆砂区)が対照(未整備)と比べ、NH₄-N及びDPO₄-Pの濃度は低かった。
- ◇事後調査は、事前調査時より直上水(湖底から0.2mの高さの水)のDOの値が低く、栄養塩が溶出しやすい環境であったと思われるが、対照箇所と比べ測点8での栄養塩濃度が低く、栄養塩の溶出抑制効果があったものと考えられる。

DO(直上水)



中海の水質改善に向けた流入負荷・湖内対策の検討

「中海の水質及び流動会議」では、令和元年度より、中海の水質改善を一層進めるため、中海で水質目標値を達成していない米子湾に重点を置いて調査研究を進めている。

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、米子湾中央部では他の地点と比較して窪地からの影響が大きいなど各環境基準点で影響度は異なるものの、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。中海全体として、表層水質は、①陸域や河川等からの流入負荷が与える影響が約8割を占め(図1)、在来湖底及び窪地が与える影響は小さいこと、②窪地の埋め戻しや覆砂は水質改善効果が小さく、環境基準を満たすまでの改善が見込めないことが明らかになった。

今後対策を検討していく上で、新たな知見やデータの蓄積が必要であることから、令和元年度から地形的に閉鎖性が強く、汚濁負荷が滞留しやすい米子湾エリアに注目し、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。

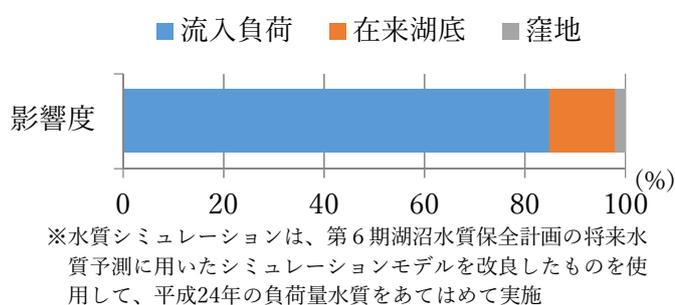
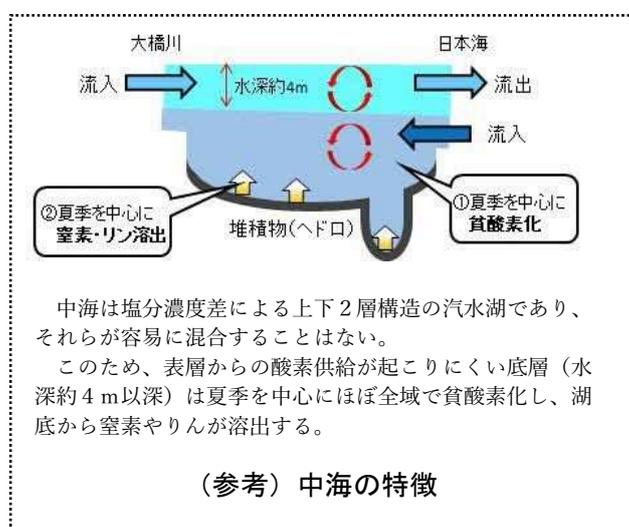


図1 表層水質への負荷源ごとの影響度 (中海全体)



2 調査研究の状況

流入負荷対策

ア 浅水代かきの効果検証実験

米子湾に流入する加茂川の上流域には水田が広がっている。これらの地域は流出水対策地区に指定されており、平成23年以降、「浅水代かき」による環境にやさしい農業を実施している。しかしその効果については明らかにされていないため、鳥取県では、農地から加茂川へ流出する汚濁負荷量(COD、全窒素、全りん)を削減し、加茂川の水質を改善するため、令和元年度より流出水対策地区内に位置する米子市成実地区の水田で、「浅水代かき」の効果についての定量的な評価を試みている。

令和2年度は、同地区のすべての水田について「慣行の代かき」から「浅水代かき」に変えた場合、水田と加茂川をつなぐ橋本川の水質がどの程度改善するか検証した。その結果、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2)

令和3年度からは、一部地域で浅水代かきを行った農業者等に対して「多面的機能支払交付金」(※)の交付対象とする等、鳥取県としては、関係機関と情報や問題意識の共有化に努め、代かき時の汚濁負荷軽減に向けてさらなる啓発活動を行っていく。

※ 多面的機能支払交付金とは、地域共同による農地・農業用水等の資源や農村環境の保全活動に加え、農地周りの農業用排水路等の施設の長寿命化や水質・土壌等の高度な保全のための農業者等の取組みに対する支援を目的とするもの。

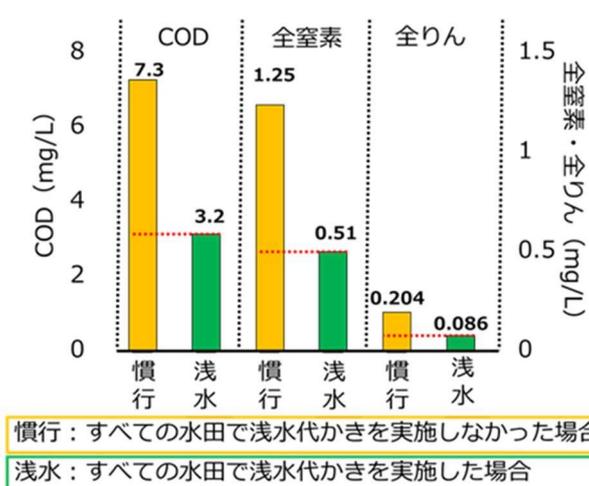


図2 浅水代かきによる農地下流の河川水質の改善効果 (推計値)

イ 湖内水質へ影響を与える影響度解析

島根・鳥取両県では、米子湾エリアの2つの環境基準点（米子湾中央部、安来港地先）に対して、陸域からの流入負荷や湖底からの溶出負荷等が水質に与える影響度について、シミュレーションにより分析し、どのような負荷が水質に影響を及ぼしているのかを推定した。

その結果、COD、全窒素、全りん、いずれの項目も、米子湾中央部では加茂川・新加茂川流域からの負荷が、安来港地先では伯太川・吉田川流域からの負荷が最も影響が大きかった。両地点とも他流域や湖底からの影響は一定程度あるものの、当該調査地点近傍の流入負荷の影響が大きい結果となった。（図3）

今後、各流域の流入負荷源別の（生活系、農業系、山林系等）影響度についても検討し、より効果的な水質保全対策を検討する上での参考としていきたい。

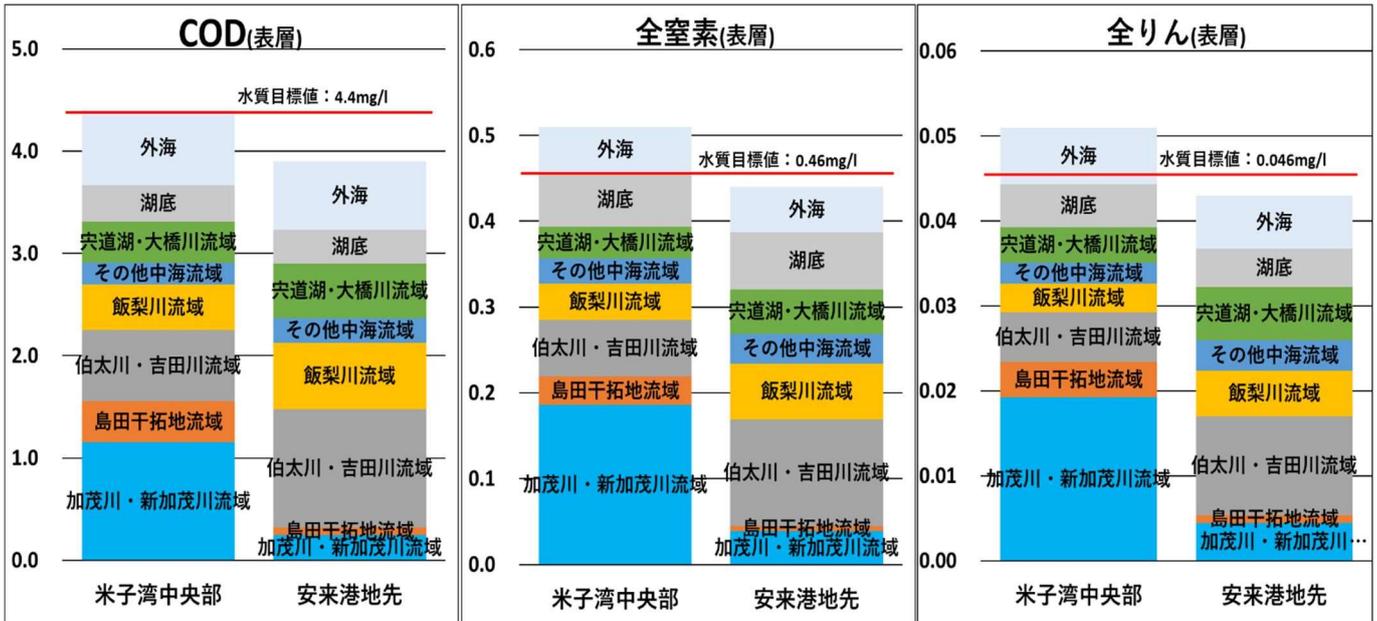


図3 陸域からの流入負荷や湖底からの溶出負荷等が水質に与える影響度



解析の方法

- ・シミュレーションモデルは、第7期湖沼水質保全計画策定時に使用したシミュレーションモデルを用い、H30年度の負荷量、水質を用いて解析した。
- ・中海・宍道湖流域を流入負荷6区域（図4）、湖底負荷及び外海負荷の8つの区域に分け、それぞれの区域からの負荷量を仮にゼロとしたときの水質計算値の変化量から、その区域が環境基準点の水質に及ぼす影響度を推測した。

図4 流入負荷6区域と環境基準点の位置

（注）このほか、湖底負荷、外海負荷あり

湖内環境に関する知見の蓄積と対策の検討

ア 水質シミュレーションの精度向上に資する底質成分のモニタリング

鳥取県では、専門家の助言をもとに、水質シミュレーションの精度向上を目指し、令和元年度から、米子湾中央部（T-3 地点）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。引き続き、現地モニタリング地点を増やししながら、将来の水質シミュレーションの精度向上に向けた基礎データの収集を進めたい。

※ 鉄イオン、硫化物イオンのほか、アンモニア態窒素、りん酸態りん等、汚濁負荷原因となる物質の現地モニタリング調査を実施。

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。令和元年度は室内実験を実施し、ファインバブルによる底質改善効果を確認した。

これを受けて令和2年度は、強熱減量（泥中に含まれる有機物等の量）が大きくヘドロなどが多く堆積していると考えられる中央ポンプ場沖において、底質改善に向けた屋外実証試験を約9ヶ月間実施した。（図5、図6）

ファインバブル供給水の出口付近において底質の改善状況を確認したところ、出口に近いほど強熱減量の割合が減少しており、ファインバブルによる改善効果が確認できたが、効果は出口近傍にとどまった。（図7）

さらに、装置稼働前の湖底は貧酸素状態特有の環境が見られたが、稼働から2ヶ月後には、出口付近で比較的有機汚濁耐性が低い種とされるアラムシロガイなどの底生生物が確認されるなど、ある程度の生物相の回復も確認できた。（図8）

一方、ポンプの出力不足やパイプへの生物付着などの問題が発生し、効果範囲などの面で十分な改善効果を発揮することができなかつたため、令和3年度からは出力を約5倍に増やし、詰まりにくい構造とするなど、問題点を改良した新たな装置を設置し、実用化に向けて引き続き研究を実施していく。

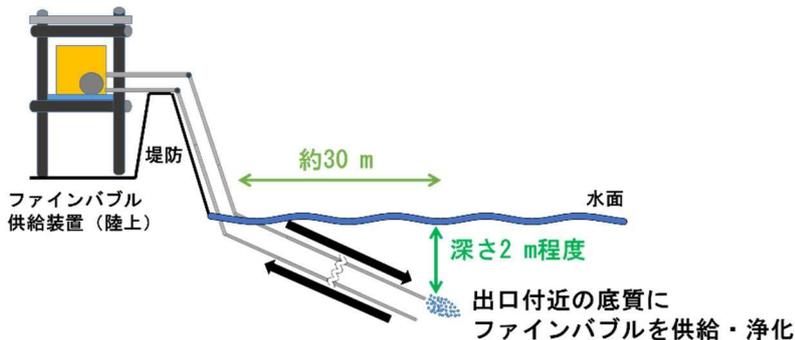


図6 ファインバブル浄化装置概要図

※ 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く、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。

※ 実証試験装置は、①中海から湖水をくみ上げ、②陸上でファインバブルを供給した後、③湖内で噴射することで湖底を浄化するシステムとなっている。

※ アラムシロガイは、ヨーロッパで開発された AZTI Marine Biotic Index (AMBI) 汚濁区分で EG II に該当する、比較的有機汚濁耐性が低い種。



図5 実証試験装置

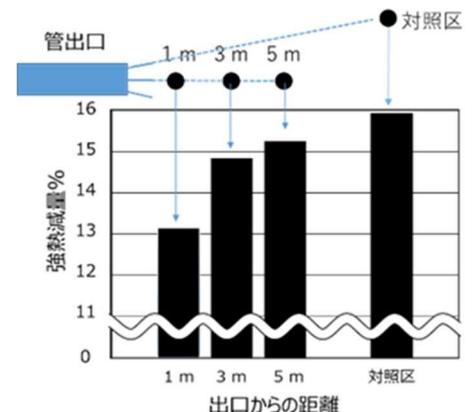


図7 試験装置による底質改善効果（稼働期間平均値）



図8 装置稼働2ヶ月後に見られるようになったアラムシロガイ

ウ 米子湾の覆砂対策の効果検証

国土交通省では、平成16年以降沿岸域で浅場造成・覆砂事業を行っている（中海での整備延長14.4kmのうち10.6km整備済、令和2年度末時点）。平成25年には米子湾に着手し、現在も継続中である。

平成28～30年度まで実施した覆砂検討ワーキンググループの報告において、新生堆積物の影響が小さく、底層の酸素が欠乏しにくいこと等から効果が期待されるとされた水深4m以浅の範囲（図9）の覆砂について、夏場の米子湾エリアの水質に与える影響をシミュレーションにより試算した。その結果、覆砂範囲だけでなく、一部の項目で湾奥部から湾の入り口にかけて一定の改善効果が見られた。（図10）

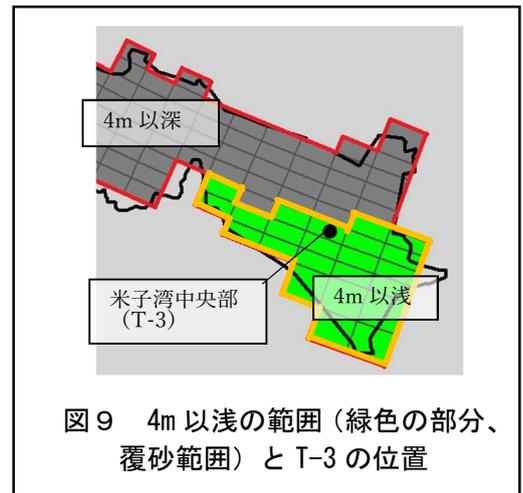


図9 4m以浅の範囲（緑色の部分、覆砂範囲）とT-3の位置

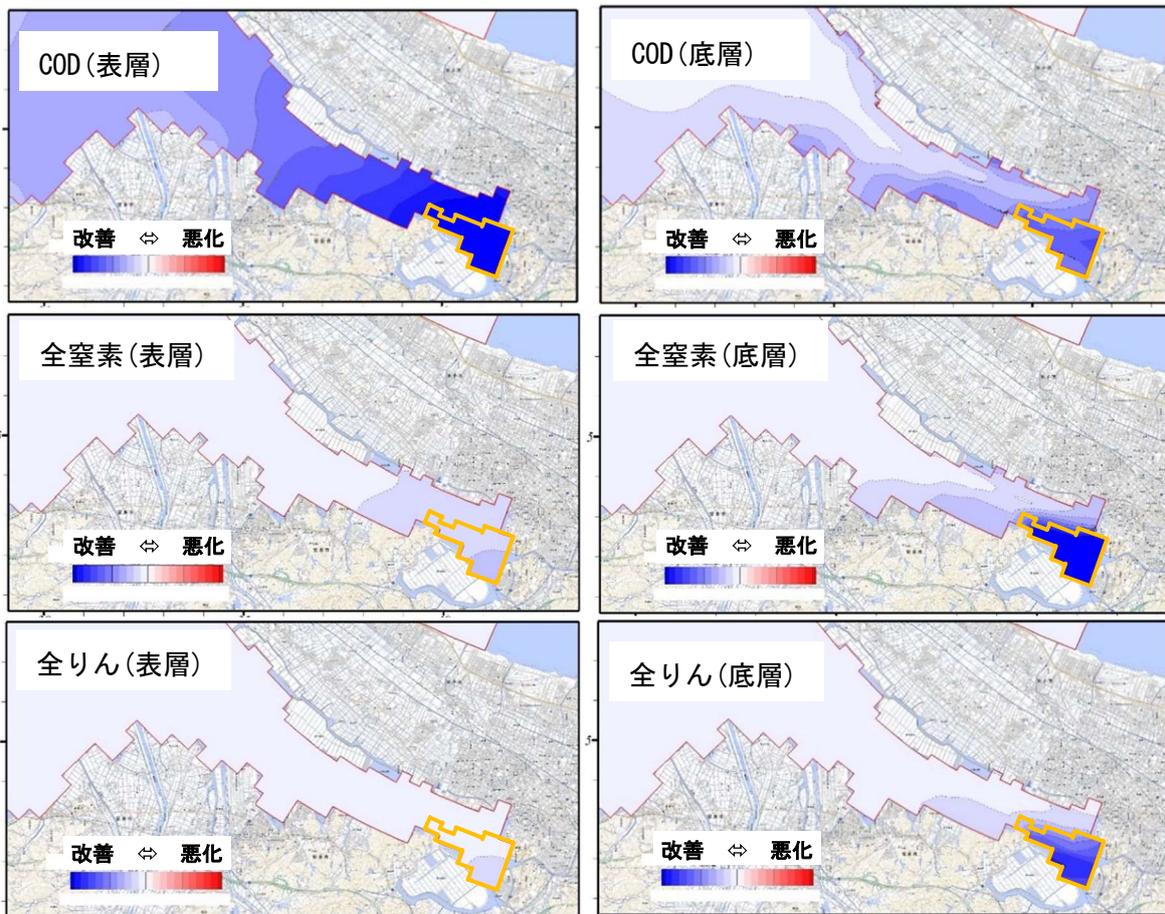


図10 4m以浅の覆砂が、夏場の米子湾エリアの水質に与える影響（枠線はおおよその覆砂範囲）

3 まとめ

中海の更なる水質改善に向けて令和元年度から、地形的に閉鎖性が強く、汚濁負荷が滞留しやすい米子湾エリアに注目して調査研究を実施している。令和2年度までの研究では、米子湾エリアにおいて陸域からの流入負荷や湖底からの溶出負荷等が水質に与える影響度や、覆砂による水質改善効果の検証をシミュレーションにより実施してきた。また、浅水代かきによる流入負荷の低減効果やファインバブルによる底質改善効果の実証試験を進めてきた。

令和3年度も引き続き、現地での実証試験やシミュレーション等を行い、中海の効果的な水質浄化対策を検討していきたい。