

既往の環境改善方策例

No.	論文等のタイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
1	半閉鎖性海域の環境改善のための水循環の研究—海域における水循環改善効果	近年、底質の酸素消費及び水循環の乏しさに加え、河川からの負荷流入により、水路や港といった多くの半閉鎖性海域において貧酸素水が発生している。一般に、水環境改善のためには海底堆積物の浚渫が行われる。しかし、浚渫土を処分するための場所は殆どない。代替手段として、人工的に水循環を促進し、DO濃度の高い表層水を底層へ送り込むシステムを考え、港に適用した。本システムは、空気圧縮機、ゴム管及び特有の管からなる。管の一端は底層に固定し、もう一端に浮きをつけた。システムの稼働開始から2ヵ月後、底層水のDO濃度は2mg/Lを上回り、本システムの有効性が示された。	【改善対象(障害)】底層の貧酸素状態 【指標とする項目】底層DO 【改善目標】2mg/L(環境基準) 【効果】システムの稼働開始から2ヵ月後、底層水のDO濃度は2mg/Lを上回った。 【費用】—	—	—	Report of Obayashi Corporation Technical Research Institute, NO.58;PAGE.123-126	MIYAOKA SHUJI and TSUJI HIROKAZU(Obayashi Corp., Tech. Res. Inst.)	1999	実証段階
2	うみすまし(可搬式水流発生装置)	・海域の表層の水を底層に吐き出すことにより水域の停滞や海底の貧酸素状態を解消する技術。 ・実証試験は、まず伊万里の小さな湾で場所を選定して実施。次いで、東京湾の「ワンド」で実施。	【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】— 【改善目標】— 【効果】 ・貧酸素水塊の改善 ・実証試験では、運転開始後数日後には、装置から30m離れた箇所の底層DOが0.5mg/L以下から4.0mg/Lまで改善した。 【費用】—	佐賀県伊万里東京湾	うみすまし(可搬式水流発生装置)	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	五洋建設株式会社	2009	実証段階
3	底質環境の改善を目的とした鉛直循環流誘起堤体の開発	本論文は、底生生物の生存に致命的な影響を及ぼし、脆弱な生態系構造をもたらす夏季の貧酸素水塊の発生を防止・抑制するため、酸素の豊富な表層水を底層へと供給することによって底層部の水質環境の改善を図るだけでなく、これによって底質環境そのものを改善することを最終的な目的とするものである。ここでは、数値モデルを用いて鉛直循環流誘起堤体の構造諸元を模索し、効果的であると思われる断面に対して模型実験を行ってその効果を検証している。	【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】— 【改善目標】底層の水質改善 【効果】— 【費用】—	—	鉛直循環流誘起堤体	海岸工学論文集 Vol: 49巻	重松 孝昌, 池田 憲造, 小田 一紀, 藤田 孝	2002	研究段階
4	富栄養化した内湾域における成層解消並びに水産資源の生産性高揚と安定維持の技術	富栄養化した内湾域(閉鎖性海域)に多発する底層貧酸素・無酸素水塊や青潮現象の発生を払拭し、底質表面まで好気性環境を行き渡らせることにより地場分解菌の活動を活性化、有機物の酸化・分解を促進し、これを通じて底生を含む魚介類の生育環境を回復・確保し、持続的な生産性を確保する。これは同時に、湾内の水質環境の改善保持につながる。本技術は、緩やかな噴流による乱流混合によって異なる水深の停滞水塊同士を不可逆的に混合させて持続的に3次元的海水循環を促進すると共に、底泥を巻き上げず、悪臭を海上に発散させることなく、海面下の負荷栄養分を有効利用しつつ、有機汚濁物質の酸化・分解促進を通じて内湾の水質・底質環境を持続的に改善させる。水産養殖の併用は生産魚介類の系外除去を通じて湾内浄化効果を高めるが、養殖の併用が無い場合でも湾内浄化は持続的に進行する。本技術は既に実用化されており、実海域における作用効果の実績・成果も得られている。なお、本技術装置の稼働には、底層海水の停滞解消その他に動力を供給する必要があり、現実には動力ケーブルを介した陸電からの供給による例が多い。しかしながら、太陽光パネル・小型風力装置を用いた自然エネルギー利用動力源により、ランニングコストをゼロとする提案も行っており、内湾水質環境保全を目的とした自然エネルギー利用システムに対する長期海上実験の実績もある。	【改善対象(障害)】底質汚濁 【指標とする項目】— 【改善目標】— 【効果】— 【費用】—	—	富栄養化した内湾域における成層解消並びに水産資源の生産性高揚と安定維持の技術	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	株式会社マリン技研	2008	実用段階
5	五ヶ所湾における密度流拡散装置の環境修復効果	三重県五ヶ所湾は典型的な閉鎖性海域であり、赤潮、青潮及び底層の貧酸素水等の水質汚濁の問題を抱えている。マリノフォーラム21は、1997年、鉛直方向の海水交換を促進することによって水質を改善する密度流造成装置を導入した。本研究の目的は、海底環境及び藻場の分布を調べることで、本装置による長期的な環境修復効果を明らかにすることである。現地調査の結果、装置を導入した試験区は海底環境及び藻場の状態は、近隣の対照区よりもずっと良好であった。これにより、本装置が長期的な海洋環境の修復に対し効果的に働くことが示唆された。	【改善対象(障害)】底質汚濁 【指標とする項目】— 【改善目標】底質(COD、T-S、IL)、海藻食性被度分布 【効果】 ・密度流拡散装置から500m程度の範囲における、底質環境ならびに海藻生育環境の改善 【費用】—	三重県五ヶ所湾	密度流拡散装置	日本船舶海洋工学会論文集 Vol. 6 (2007) pp.57-63	大塚 耕司, 中谷 直樹, 大内 一之, 栗島 裕治, 山磨 敏夫	2007	実用段階

No.	論文等のタイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
6	密度流拡散装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中に鉛直に配した1本の長いパイプの上下からそれぞれ表層水(低密度)と底層水(高密度)を同時に取水し、中間で混合して中間密度の水を全方向(360度方向)に吐き出す。</li> <li>・吐き出された水は、表層と底層の間(吐き出された水と同じ密度層)を水平方向に広範囲に拡散する(密度流拡散)。</li> <li>・既にダム湖や三重県五ヶ所湾での実証試験も済んでいる。</li> </ul>	<p>【改善対象(障害)】貧酸素、底泥からの栄養塩溶出、青潮 【指標とする項目】 【改善目標】 【効果】 ・底層貧酸素水化抑制:表層の豊富な酸素を底層へ供給し、好気状態に保つ。 ・栄養塩溶出抑制:底層が好気状態に保たれることで、栄養塩の溶出を抑制する。 ・青潮発生抑制:底層が好気状態に保たれることで、青潮発生原因である貧酸素水塊の形成を抑制する。 【費用】 ・イニシャルコスト装置本体のみの価格が約7,500万円(吐出量が20万m<sup>3</sup>/日の場合) ・ランニングコスト約40万円/年(太陽発電と併用及び停止期間4ヶ月含む)(吐出量12万m<sup>3</sup>/日の場合)</p>	三重県五ヶ所湾(1997年6月より稼働)等	密度流拡散装置	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	ナカシマプロペラ株式会社	2009	実用段階
7	閉鎖性水域の底質改善のためのパイロットスケール高濃度酸素溶解装置の開発	閉鎖性水域の水質浄化において、貧酸素状態にある底層部DOの改善は重要である。この貧酸素状態にある底層部のDO改善には、効果的な酸素供給技術が必要である。本研究では高濃度酸素水を用いた底層部DO改善を目的として、高濃度酸素水製造装置の開発を行った。そしてパイロットスケールの装置を用いた底層部への酸素水導入実験をダム湖において行った。現地調査で得られた結果より、ダム湖底層部において選択的にDOの導入がなされたことが確認された。	<p>【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】DO 【改善目標】高濃度酸素水による底層DOの増加 【効果】 ・ダム湖底層部におけるDOの増加 【費用】 -</p>	-	高濃度酸素水製造装置	土木学会年次学術講演会講演概要集第7部 Vol: 59巻	今井 剛, 浮田 正夫, 汐重 啓, 上山 慎一, 宮澤 和規	2004	実証段階
8	酸素飽和度200%の高濃度酸素水発生装置を利用した底質浄化効果と最適放流量の設計方法	貧酸素化が顕著な水域では、水域環境の改善手法として底層付近に酸素を供給し、好気的な環境を維持する方法が用いられている。その手法として、加圧条件下で溶存酸素が飽和酸素量を超える酸素飽和度200%以上までが達成できる「高濃度酸素水発生装置」を開発し、現地実験により装置の有効性を既に実証している。本研究では、高濃度酸素水発生装置の実用レベルの設計方法を確立するため、底質の有機物量、微生物に着目した室内実験により底質改善効果を検討し、水域の底質浄化に必要な溶存酸素DOのレベルを明らかにした。	<p>【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】 【改善目標】 【効果】 【費用】 -</p>	-	高濃度酸素水発生装置	海岸工学論文集 Vol: 53巻	片倉 徳男, 村上 和男, 高山 百合子, 上野 成三	2006	実用段階
9	直接曝気方式マイクロアクアシステム	本技術は、空気と対象水を混合・圧縮し、微細気泡が混入した混合水として、対象水域に拡散することにより、溶存酸素濃度を向上させるものである。	<p>【改善対象(障害)】富栄養化、貧酸素 【指標とする項目】DO濃度 【改善目標】 ・平常時(4.3mg/L~1.4mg/L):内湾底層水で維持すべき濃度以下の時、対照点よりDO濃度で10%上昇させる。 ・強い貧酸素時(1.4mg/L未満):1日以上連続して1.4mg/Lを下回らない。 【効果】 ・底層水の溶存酸素濃度の上昇(ただし、目標は達成せず) 【費用】対象水量5,000m<sup>3</sup>、3.7kw ポンプ1台15型ノズル3個の場合 ・イニシャルコスト 15,460,000円 ・ランニングコスト 約70,000円(約14円/m<sup>3</sup>) 注)底層とは海底上0.5m層</p>	大阪湾高石漁港	直接曝気方式マイクロアクアシステム	平成20年度環境技術実証モデル事業閉鎖性海域における水環境改善技術分野閉鎖性海域における水環境改善技術実証試験結果報告書	株式会社マイクロアクア	2009	実証段階
10	微細気泡もしくは高密度酸素を用いた貧酸素改善技術	実海域における微細気泡エアレーションの効果を把握するために、2003年8月27日から10月3日にかけて千葉県船橋市の旧船橋航路において微細気泡発生装置を設置し、現地実験を行った。密度成層1が維持された状態で、気泡による上昇流が少ない場合には、下層の貧酸素水塊は改善されることが確認された。逆に、大粒径の気泡が混在する、もしくは強固な密度成層が存在しないことにより強い上昇流が誘起された場合には、貧酸素水塊の改善はほとんど不可能であることが確認された。2005年9月16日から9月30日にかけて、福井県の日向湖を実験対象地とし、泡のほとんど発生しない高酸素水供給技術の実証を水産庁「自然エネルギーを利用した水域環境改善委託事業」で実施し、狙った層に対して平面的に広い範囲で高濃度酸素水の供給が可能であることを確認した。	<p>【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】DO 【改善目標】底層の貧酸素水塊の改善 【効果】 ・気泡による上昇流が少ない場合における貧酸素水塊の改善 【費用】 -</p>	旧船橋航路 福井県日向湖	微細気泡もしくは高密度酸素を用いた貧酸素改善技術	平成18年度産業公害総合防止対策調査~東京湾におけるモデル水域別対策検討調査~	横浜国立大学大学院佐々木淳氏	2007	実証段階

No.	論文等のタイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
11	貧酸素水改善に向けた現地微細気泡実験	東京湾をはじめとする内湾では、夏季の海底での貧酸素化が湾内の水環境に悪影響を与えており、深刻な社会問題となっている。そこで本研究では、微細気泡発生システムの海域への適用方法や水質・底質を含む水環境の改善効果の把握を目的に、室内実験に基づく装置の選定、酸素溶解特性の定量化、京浜運河における予備実験を経て、東京湾の旧船橋航路に微細気泡システムを設置し、約1ヶ月に及び実海域現地実験を行った。その結果、微細気泡発生装置の周囲で溶存酸素の改善が見られ、底泥表層の微生物群集構造にも微細気泡の効果が確認できた。	【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】DO 【改善目標】- 【効果】 ・微細気泡発生装置の周囲における溶存酸素の改善 【費用】-	旧船橋航路 福井県日向湖	微細気泡発生システム	海岸工学論文集 Vol: 51巻	鯉淵 幸生,磯部 雅彦,佐々木 淳,藤田 昌史,五明 美智男,栗原 明夫,田中 真史,鈴木 俊之	2004	実証段階
12	窪地海域を対象とした微細気泡エアレーションによる貧酸素水改善効果の解析	貧酸素水の改善技術として注目されつつある微細気泡エアレーション技術の実海域における効果や適用性の検討を目的として、東京湾旧船橋航路の窪地において現地実験を行った。エアレーションの規模からすると底層の貧酸素水はいわば無限に存在していると見なせるため、エアレーションに伴う上昇流を誘起してしまうと改善が見込めないが、密度躍層の存在で下層の貧酸素水を改善可能なことが分かった。現地実験結果を基に酸素収支に関する簡単なボックスモデルを構築し、一定の改善効果を得るための上昇流速の許容上限値を決定する等の定量的な検討を行い、本技術の有効性を示した。	【改善対象(障害)】貧酸素 【指標とする項目】DO 【改善目標】- 【効果】 ・密度躍層が存在する状態における、下層の貧酸素水の改善 【費用】-	旧船橋航路 福井県日向湖	微細気泡エアレーション	海岸工学論文集 Vol: 51.00巻	田中 真史,佐々木 淳,柴山 知也,磯部 雅彦	2004	実証段階
13	超微細気泡による生物接触式水質浄化工法	本開発技術は、水中設置タイプの単純な装置で、水の中にもともと棲んでいる微生物などの自然の浄化能力を最大限に生かすことで水質を改善しようとするものである。	【改善対象(障害)】水質汚濁 【指標とする項目】- 【改善目標】- 【効果】 ・微生物を活性・増殖させ、有機汚濁物質の分解を促進 【費用】-	-	超微細気泡による生物接触式水質浄化工法	ホームページ	(株)鴻池組	-	実用段階
14	地形変化に伴う広島湾の海水交換性の評価と改善についてー瀬戸内海大型水理模型実験による検討ー	持続可能な発展を実現していくためには、開発による環境的な損失を海側から修復・補償する積極方策の確立・導入が求められている。本報告は、広島湾を例に、瀬戸内海大型水理模型実験から埋立に伴う地形変化が、流動・水質環境に与えた影響を評価する中から、海域環境の修復・補償の積極方策を明らかにすることを目的に、地形改変操作等の有効性を検討したものである。過去20年間の埋立開発は、湾内水の海水交換性を悪化させるものであり、これは、負荷の削減にも関わらず貧酸素化が進行しているという現地観測の知見と符合するものであった。そして、海水交換性の改善には、瀬戸部の深みの操作といった局所的な地形改変が有効であることを明らかにした。	【改善対象(障害)】水質汚濁 【指標とする項目】水質改善 【改善目標】- 【効果】 ・局所的な地形改変による海水交換性の改善 【費用】-	室内実験	地形改変	土木学会年次学術講演会講演概要集第2部(B) Vol: 50巻	宝田 盛康,田辺 弘道,山崎 宗広,上嶋 英機	1995	研究段階
15	渦流制御による海水交換促進効果について	汚濁負荷の大きい港湾・漁港域の水質・底質環境の改善を目的として、新たな海水交換促進型防波堤の開発を行った。対象とする工法は、波動エネルギーを効率約かつ効果的に渦流等のエネルギーに変換するものである。本工法の消波機構および平均流の発生機構について解明するため、水理模型実験および数値実験により検討を行った。本検討結果から、1)二重壁式防波堤の遊水室内に没水平版を設置することにより、有意な大きさの冲向き平均流を生成することができること、2)没水平版は、押し波時に前面垂下版の下端から形成される渦の遊水室内への集積および周辺場への影響の遮断の役割を果たすこと、など渦流の制御に役立つことがわかった。	【改善対象(障害)】水質及び底質の汚濁 【指標とする項目】- 【改善目標】- 【効果】- 【費用】-	室内実験	渦流制御(海水交換促進)	土木学会年次学術講演会講演概要集第2部 Vol: 58巻	大村 智宏,中村 孝幸,大井 邦昭	2003	研究段階
16	渦流制御を利用する海水交換促進型防波堤の効果について	港湾、漁港水域の水質・底質環境の改善を目的として、新たな海水交換促進型防波堤の開発を行った。開発対象は、異吃水二重壁式防波堤に没水平版を設けた工法である。本工法の消波機構および平均流の発生機構について解明するため、水理模型実験および数値計算により検討を行った。この結果、(1)二重壁式防波堤の遊水室内に没水平版を設置すると有意な大きさの冲向き平均流を生成すること、(2)没水平版は押し波時に前面垂下版の下端から形成される渦の遊水室内への集積および周辺場に対する波動の影響の遮断を果たすこと、(3)曝気が生じ前面垂下版の前方で鉛直混合されるため低層への酸素供給が有効であること等がわかった。	【改善対象(障害)】水質及び底質の汚濁 【指標とする項目】- 【改善目標】- 【効果】 ・表層と底層との海水交換 【費用】-	室内実験	海水交換促進型防波堤	海岸工学論文集 Vol: 50巻	中村 孝幸,大村 智宏,大井 邦昭	2003	研究段階

No.	論文等のタイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
17	部分透過型防波堤	防波堤を一部透過構造とすることで、潮汐により形成される循環流を制御する工法。防波堤背後などの閉鎖性の強い水域では海水交換が行われにくく、水質が悪化しているため、透過構造を有する防波堤を延長方向に適切に配置することにより、閉鎖性水域内の海水交換の流れを促進し、水質改善が図れる。	【改善対象(障害)】水質汚濁 【指標とする項目】- 【改善目標】- 【効果】 ・海水交換の流れの促進 【費用】-	室内実験	部分透過型防波堤	平成18年度産業公署総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社大林組	2007	実証段階
18	閉鎖性水域の海水交換工法	湾口に突起状の構造物(剥離渦発生構造物)を設置することで、湾内に大きな循環流を発生させ、湾内の海水交換を高まる工法。	【改善対象(障害)】赤潮 【指標とする項目】- 【改善目標】- 【効果】 ・湾内に循環流が発達し、植物プランクトン濃度が低下し赤潮が抑制される効果 【費用】-	室内実験	閉鎖性水域の海水交換工法	ホームページ	大成建設(株)	-	実用段階
19	光照射による底質環境の改善に関する室内実験	内湾、湖沼などの富栄養化した閉鎖性水域では、一般に、浚渫によって底質環境の改善がはかられている。しかし、浚渫する場合、処分用地が必要となるが、年々用地を確保することが難しくなっている。そのため、浚渫をせずに底質糖境を改善する技術、すなわち現位置における底質改善技術の開発が求められている。そこで、底質に光を照射し、バクテリア等の光合成活性を利用して底質環境を改善する技術について、その基本的な挙動を把握するための室内実験を行った。光ファイバーを用いて底泥表面に光を照射し、底質中の光合成細菌等を活性化させるこの技術が、底質及び直上水の酸化と栄養塩類の溶出抑制に有効に働くことがわかった。	【改善対象(障害)】底質の汚濁 【指標とする項目】- 【改善目標】底質の改善 【効果】 ・底質及び海底直上水の酸化、栄養塩類の溶出抑制 【費用】-	室内実験	光照射による底質改善	土木学会年次学術講演会講演概要集第7部 Vol: 54巻	宮岡 修二、小島 富二男、辻 博和、宇佐見 論、堀越 弘毅	1999	研究段階
20	海藻植え付け方式藻場造成ブロック	ブロックに多年生海藻(母海藻)を植え付ける台(着定基盤)を取り付けた藻場造成ブロックの製造技術 海藻植え付け方式藻場造成ブロックは、ブロックに多年生海藻(母海藻)を植え付ける台(着定基盤)を取り付けたものである。 藻場造成ブロック設置場所の特性を踏まえ、海藻の選定を行い、海藻を着定基盤に植え付ける。着定基盤表面には繊維が固定されており、海藻類の活着を容易にしている。 藻場造成ブロックには、以下の特徴がある。 ・歩留まりがよい…海藻類を胞子から育成する場合、生育途上で貝やウニ、小魚などに食べられてしまうリスクもあり歩留まりが悪い。そのため、海藻を水槽で生育させた後、藻場に移し変える方法を探っている。 ・ボルト・ナットで着脱可能な着定基盤を用いるため、製作・施工が簡単である。 ・複雑な断面形状を有しているため、あわび・さざえ等の生息場に適しているほか、海流がブロック付近で複雑に変化し、浮遊する海藻の胞子がつきやすい。	【改善対象(障害)】藻場の減少 【指標とする項目】- 【改善目標】- 【効果】 ・海藻類の着定を容易にする。 【費用】-	新潟県佐渡、宮城県	海藻植え付け方式藻場造成ブロック	平成18年度産業公署総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社本間組	2007	実証段階
21	簡易なアカモク藻場造成手法	本技術は、竹、ロープなど汎用的な漁業資材、漁業手法を応用した簡易なアカモク藻場造成手法である。 2m間隔の竹で支持される延長30mのロープ施設が2m間隔で並行して3本配置する。 満潮時には竹の上部1mが露出し、竹から下がったロープにアカモク種苗が導入する。 種苗の位置は、経験的に付着物の少ない水面下100cm以上に配置する。 水面下100cm以上に配置した種苗は、付着物が少ないため良好に生育する。生長したアカモクは、微小動物の棲息場となり、良好な生態系が創出される。	【改善対象(障害)】アカモク藻場の減少 【指標とする項目】アカモク質量・全長、葉上生物 【改善目標】 ・アカモクの最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること ・アカモクの3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること ・創出アカモク藻場への生物の定着 【効果】 ・アカモクの最大生長量が、投影面積当たりで5、20g/m <sup>2</sup> 、占有面積当たりで8,840g/m <sup>2</sup> ・アカモクの3月の生長量が、投影面積当たりで2、105g/m <sup>2</sup> 、占有面積当たりで3,579g/m <sup>2</sup> ・多様な葉上生物(ヨコエビ等)の増集 【費用】100m×200m、水深3mの場合 ・イニシャルコスト 65,400,000円(3720円/m <sup>2</sup> ) ・ランニングコスト 13,900円/月(79円/(m <sup>2</sup> ・月))  注) 占有面積:0.3m×2m(0.6m <sup>2</sup> ) 投影面積:1m×1mの方形ロープ内の面積(1m <sup>2</sup> )	松島湾内裡島周辺	簡易なアカモク藻場造成手法	平成20年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	サイオーベックス株式会社	2009	実証段階