

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

実証試験の枠組み・日程に関する報告

実証機関名：兵庫県

担当者連絡先

所属部署：健康生活部環境管理局 水質課 水環境係
担当者氏名：木下勝功

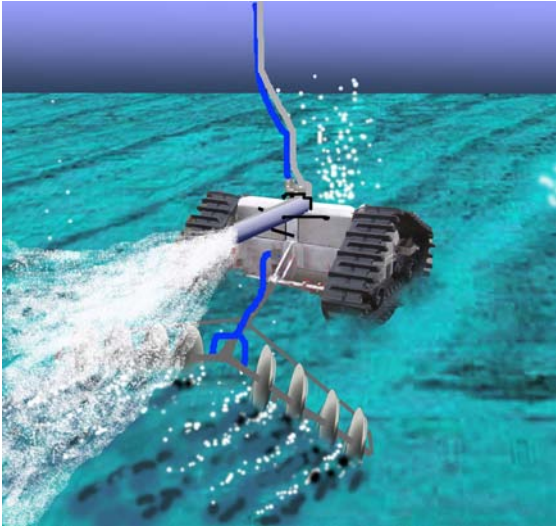
目次

資料 1：実証対象技術と実証試験実施場所の概要	2
【 1．技術の概要】	2
【 2．実証試験実施場所の概要】	4
資料 2：実証試験計画の概要	6
資料 3：技術実証委員会での検討状況	10

企業名	株式会社 キューヤマ
技術・製品の名称	海底耕耘機によるマイクロバブルエアレーション

資料 1：実証対象技術と実証試験実施場所の概要

【1. 技術の概要】

技術の主な目的 ☒ 1. 水質の改善 ☒ 2. 底質の改善 ☒ 3. 生物生息環境の改善	
技術の模式図： 	
原理： 海底耕耘機によるマイクロバブルエアレーション 1 本機はエアー駆動で海底を自走し、耕耘・エアレーションを行う海底耕耘機である。 2 海底に堆積している有機汚泥を浄化することによって、底質からの栄養塩類の溶出を削減し、有機汚泥を分解するのに使用される溶存酸素（DO）の消費量を低減できる。 3 海底面を移動しながら海底直上の貧酸素状態にある海水を取水し、母船上で加圧し海底でマイクロバブル化した空気と混合吐出するので貧酸素水塊の解消効果が高い。	
開発目標： 1 環境改善機器として万一にも環境悪化を招くことがないこと 海底耕耘機をエアー駆動とし、万一水中で故障・破損しても油・電気等の流失がない。 2 十分な海底走行能力を持たせ汎用性のある海底作業機とすること 3 海底耕耘機に搭載可能なマイクロバブル発生装置であること。	
既存技術との対比： 1 海底を自走し広範囲に耕耘する機器で実用化段階にあるものは無いと思われる。 2 本機は自走移動するので複雑な地形でも、水深が変化しても隅々まで耕耘出来る	
設置状況（該当するもの全てに☒) 設置場所 (☒海面 ☒海底 ☐海岸) ☐防波堤・護岸等の工作物本体 ☐防波堤・護岸等の工作物近傍) ☐ 実証対象技術の設置に伴い、現場の改変を要する (☐海底 ☐海岸) ☐ その他、海岸、海面、海底の占有申請の際に留意すべき事項：特になし	

薬剤等及び生物の利用及び管理（それぞれいずれかに☑）

薬剤等を ☐ 1. 使用する／☑ 2. 使用しない

生物を ☐ 1. 外部より導入する／☑ 2. 外部からは導入しない

【2. 実証試験実施場所の概要】

海域の特徴

海域の主な利用状況	周辺住民の憩いの場として造成された親水海岸（砂浜）である。このため、船舶の航行および漁場はない。		
実証試験実施場所の規模	最大水深 約 7m 概算面積 0.3km×0.2km=0.06km ²		
水質の状況	2006 年度実施 海域内潜堤付近 St. 3		
		夏季(8 月)	冬季(12 月)
	全有機炭素(TOC ; mg/ℓ)	4.20	1.64
	全窒素(TN ; mg/ℓ)	0.33	0.86
	全りん(TP ; mg/ℓ)	0.094	0.076
	クロロフィル-a (Chl-a ; μg/ℓ)	29.7	3.00
	底層溶存酸素（底上 1m）	0.26	3.77
底質の状況	底質に関する情報		
		測定値	
	強熱減量(%)	1.5	
	硫化物 (mg/g)	0.12	
砂質：弱硫化水素臭 緑黒色			
生物生息環境	(1) 夏季：種類数、湿重量ともにアシカゴカイ、ヨツバネシオ、イトエラシオのような多毛類が多かった。浅場では湿重量においてアサリ、ホトギスカイのような二枚貝類が多かった。潜堤付近では生物は認められなかった。 (2) 冬季：夏季と同様の種の優先が認められたが浅場でアサリが種類数における優先種となった。また、生息環境の改善からか、潜堤付近においても多毛類が認められた。		
海域の課題	夏季に発生する底層の貧酸素化により、生態系が歪められ、また、潜堤付近の陸側では生物が生息できなくなっている。正常な物質循環を期するために底層の環境改善が必要である。 現在のところ、特に改善計画は検討されていない。		
実証試験環境	● 当実証試験場は遠浅の人工海岸である。 ● 実証試験の攪乱要因となるような特性はない。 ● 試料採取は可能である。		
有識者の見解	西岸と東岸の差異に留意すること。粒度が異なることがあり、生物の種類が異なる可能性がある。		

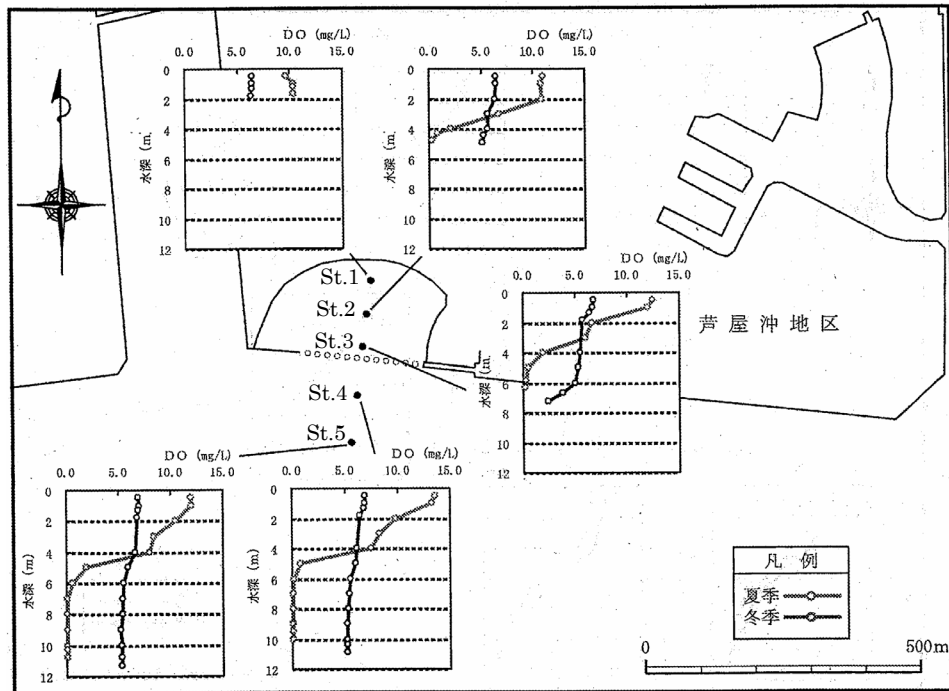
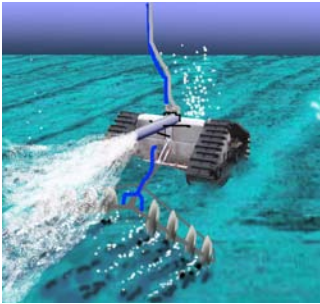


図 1 実証試験実施場所の概要

資料 2 : 実証試験計画の概要

1 実証試験の目的・目標	目的： 海水の停滞性の強い閉鎖性海域における底層貧酸素化による環境悪化の改善 昨年度実施した予備調査結果からは潜堤の陸側で海水が停滞し、貧酸素化が促進されていることが示唆された。この貧酸素化した海水およびその直下で悪影響を受ける底質の改善を行うことは目的に適合する。 目標： 底層貧酸素化による環境悪化の改善が必要な海底を自走しながらエアレーション・耕耘をすることにより、底層水の溶存酸素濃度が本機の運転後 24 時間 3 mg/l 以上を維持できることを目的とする。 潜堤の陸側の一定面積について、海底を自走しながらエアレーション・耕耘をすることは据え置き型のエアレーション装置では困難であり、本技術の目的（開発目標）を反映することである。				
2 実証試験の条件設定	特別な施設は設置しない。当海域の潜堤付近の陸側では海水が停滞し、夏季の成層構造の発達と相まって貧酸素化が発生すると考えられている。夏季に長期間維持されるこの貧酸素水塊を改善できれば、本技術の有効性を示すことができると考える。 対照区の設定が最重要と考えられるが、当海域内で緩衝区画を幅 50m 以上設定することで、サブマリントラクターの運転の影響（エアレーションによる成層破壊、耕耘による巻き上げ底質の堆積）を逃れられると想定している（図 2 参照）。				
3 設計条件	1 サイズおよび重量 <table border="1" data-bbox="429 1417 1355 1675"> <tr> <td data-bbox="429 1417 627 1599"> 本体 </td><td data-bbox="627 1417 1355 1599"> 長さ：1.55m 幅：1.66m 高さ：0.67m 乾燥重量：300kg 水中重量：200kg </td></tr> <tr> <td data-bbox="429 1599 627 1675"> 付帯設備 </td><td data-bbox="627 1599 1355 1675"> 耕耘装置：70kg エアレーション装置：30kg </td></tr> </table> 	本体	長さ：1.55m 幅：1.66m 高さ：0.67m 乾燥重量：300kg 水中重量：200kg	付帯設備	耕耘装置：70kg エアレーション装置：30kg
本体	長さ：1.55m 幅：1.66m 高さ：0.67m 乾燥重量：300kg 水中重量：200kg				
付帯設備	耕耘装置：70kg エアレーション装置：30kg				

	2 機体 主要材質がアルミ合金（A5083, 一部 A5052 および A6063）の溶接構造。クローラーのテンションアジャスターのみステンレス(SUS308)。 3 エアーモーター 無給油式エアーモーター2基（特注無給油・防塵仕様）にそれぞれ遊星歯車式同軸減速機を一体的に取り付け減速し、下記の仕様とした。 ● 給気圧 0.6MPa 時（1基あたり） ● 出力：2馬力(1.44kw) ● 最高回転数：92rpm ● トルク：149N・m ● 空気消費量：2.0Nm³/min 4 クローラー 鋼製補強入りゴムクローラーで、幅は 330mm。 5 駆動輪および逆転輪 駆動輪は鋼鉄製スプロケット式とし、最前部逆転輪はテンションアジャスター装置と一体として、クローラーの張力を調整する。各種の車軸はステンレス製とし、軸受けは水潤滑ナイロンブッシュである。
--	--

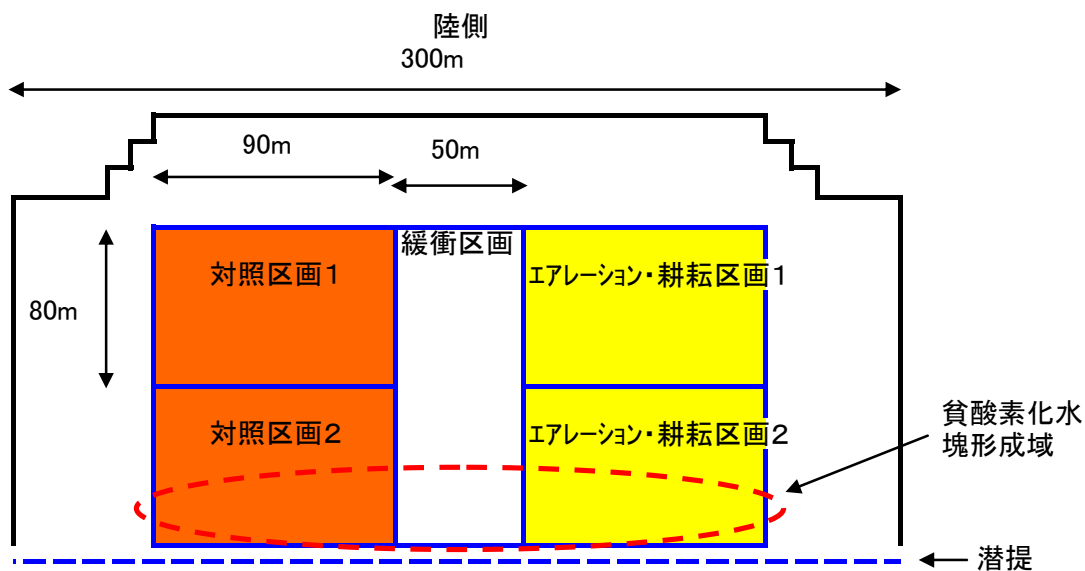


図 2 調査区画概略

4 調査項目 及びその目 標水準	<4a 水質改善調査項目>				
	調査項目	採取頻度と方法	分析方法	目標水準	目標設定の考え方
	底層溶存酸素濃度	現場観測 エアレーション・耕耘直後から2日間程度連続観測	メモリー式自動測器	設定を検討中	事前調査値からの改善
	<4b 底質改善調査項目>				
	調査項目	採取頻度と方法	分析方法	目標水準	目標設定の考え方
	強熱減量 (IL)	船上から採泥器により採取。エアレーション・耕耘の1週間後、1ヵ月後	底質調査方法に記載された方法 (600℃、1時間加熱)	設定を検討中	事前調査値からの改善
	<4c 生物生息環境関連調査項目>				
	調査項目	採取頻度と方法	分析方法	目標水準	目標設定の考え方
	マクロベントス	エアレーション・耕耘の1ヶ月後、3ヵ月後。採泥、ふるいかけ後固定。	顕微鏡観察	設定を検討中	事前調査値からの改善
	<4d 維持管理に係る技術情報>				
	調査項目	調査頻度	調査方法	関連費用の調査の有無	
	維持管理に必要な人員数と費用	適宜	立会い調査	有 (人件費)	
	維持管理に必要な技能	適宜	立会い調査	有 (人件費)	
	軽油消費量	適宜	聞き取り調査	有 (消耗品費)	
	始業前後点検	期間中1回	立会い調査	有	
	定期点検・整備	期間中1回	立会い調査	有	
	その他消耗品	適宜	聞き取り調査	有 (消耗品費)	
	準備・回送・設置に要する期間	適宜	聞き取り調査	有	

	<4e その他の調査項目>		
	調査項目	調査頻度	調査方法
	気温・天候	適宜	測候所データ使用
	潮汐・波高	適宜	測候所データ使用
	水温	調査期間中	水温計
5 想定している試験時期・期間	月	予定または見込み	
	07 年 6 月	実証試験の準備	
	7 月	実証試験の実施（7 月～2 月）	
	8 月	事前調査 エアレーション・耕耘 事後調査	
	9 月	事後調査	
	10 月		
	11 月	中間報告 事後調査	
	12 月		
	08 年 1 月		
	2 月	結果報告の作成	
	3 月	環境省への報告・公開	

資料 3 : 技術実証委員会での検討状況

委員の構成 (○ 委員長)	跡見 晴幸 (京都大学大学院工学研究科助教授) 大塚 耕司 (大阪府立大学工学部教授) 沖 陽子 (岡山大学環境理工学部教授) 川井 浩史 (神戸大学内海城環境教育センター長) 上月 康則 (徳島大学大学院工学研究科教授) 錦織 千佳子 (神戸大学大学院医学系研究科教授) ○松田 治 (広島大学名誉教授) 矢持 進 (大阪市立大学大学院工学研究科教授)
本技術及び計画骨子に対する委員の見解	1. 事前調査における貧酸素化等の環境条件、および技術適用後の効果によっては、目的、目標について調整を行う。 2. 底層貧酸素化改善の目標値の設定については、生物生息環境の観点からは 3 mg/L とすべきである。しかしながら本機は据え置き型として継続的にエアレーションを行う機器ではないため、困難かもしれない。改善が認められる時間を限定する等の工夫が必要かな。 3. 目的・目標の設定においては、貧酸素化の改善のみでなく、底質または生物生息環境の改善を重視すべきである。 4. 評価に値する測定地点を設定し十分な地点数を確保すること。 5. 事前調査において流況の把握を充分に行うこと。 6. 付帯する環境条件（潮汐、天候等）に注意すること。多様な条件でのデータの集積が望まれる。 7. 調査区画の設定は細かくしすぎないこと。また、同一水深、地盤高で区画設定すること。 8. 貧酸素化の機構を調査しておけば有用である。 9. 流入により多大な影響を有する潜提外の水質を調査しておくこと。 10. レファレンスの取りかたに充分注意すること。 11. エアレーション・耕耘の有効性と持続性を把握すること。