第２回
有明海再生に向けた技術提案ワークショップ
～有明海再生のためのあなたの技術を募集します～

平成 30 年 11 月 17 日

佐賀市保健福祉会館（ほほえみ館）４階視聴覚室・音楽演劇室

主催　特定非営利活動法人有明海再生機構

協力　一般社団法人水底質浄化技術協会

後援　農林水産省九州農政局、国土交通省九州地方整備局

九州地方環境事務所、福岡県、佐賀県、熊本県

有明海再生に向けた技術提案ワークショップ

【開催趣旨】

有明海では、海域環境の悪化やその影響と考えられる水産資源の減少が社会問題化してから長い年月が経過しました。地元では、漁場環境の改善や水産資源の回復に大きな期待が寄せられているものの、まだ必ずしも十分な成果は得られていません。その一方で、環境省の有明海・八代海等総合調査評価委員会のとりまとめにあるように多くの科学的知見が得られてきたことや、有明海漁場環境改善連絡協議会における取り組みなど、再生に向けて着実に前進している面も出てきています。

これからは、この取り組みをさらに前進させ、その動きを加速させることや、より大きな効果を出すことが求められ、このためには今まで以上に関係者の協調と活動の総合化が求められます。

そこで、特定非営利活動法人有明海再生機構（以下、有明海再生機構という）では平成２９年度よりその活動の一環として、有明海再生に繋がる新たな技術シーズの発掘に向けてあらゆる分野から広く技術シーズを募集して、技術提案ワークショップを開催しています。

提案された技術については、再生技術のニーズ、シーズにかかわる関係者間でこの技術情報の共有化を図るとともに、必要に応じ、再生に向けた実践的、効果的な技術へ発展できるよう支援していきたいと考えています。

【プログラム】

１．　主催者挨拶・開催趣旨説明
　　特定非営利活動法人有明海再生機構　理事長　川上義幸

２．　基調報告
　　有明海特産二枚貝の資源回復に向けた取り組み～アゲマキ・タイラギ～
　　元佐賀県有明水産振興センター所長　伊藤史郎

３．　平成 29 年度受賞提案技術発表
　　・フルボ酸鉄シリカ資材を用いた干潟浄化
　　福岡大学水循環・生態系再生研究所　教授　渡辺亮一
　　・底泥間隙水中の硫化物簡易測定による有明海底質環境の評価
　　特定非営利活動法人日本環境監視協会　理事　山本千裕
　　・底質中の導電性微生物を活用した電子授受機能の強化による有明海の貧酸素化抑制手法の開発
　　山口大学大学院創成科学研究科　教授　今井剛

４．　平成３０年度提案技術プレゼンテーション

５．　閉会の挨拶
　　特定非営利活動法人有明海再生機構　副理事長　大串浩一郎

※お持ちいただきました飲料水容器、資料などは各自持ち帰りいただきますようお願いいたします。

●基調報告

有明海特産二枚貝の資源回復に向けた取り組み～アゲマキ・タイラギ～

元佐賀県有明水産振興センター所長　伊藤史郎

講師略歴

1980 年　長崎大学水産学部卒

1981 年　佐賀県入庁、栽培漁業センター赴任

栽培漁業センターでは、主に、ウニ、アワビ、ナマコ等の種苗量産技術開発に従事

1995 年「マナマコの人工大量生産技術の開発に関する研究」で長崎大学にて学位授与（水産学）

1996 年から 9 年間、有明水産振興センターで、アゲマキ、タイラギ、ウミタケ、ミドリシャミセンガイ等の資源生態や人工種苗生産技術開発に従事 その後、玄海水産振興センター所長、水産課長、有明水産振興センター所長を歴任

2017 年佐賀県庁退職

2017 年 6 月から、公益社団法人玄海栽培漁業協会専務理事

委員

2003～2010 年　有明海・八代海　評価委員会委員　他

本日の講演内容

1. アゲマキ
   - ・資源回復に向けた具体的取組
   - ・資源回復の現状と今後の展開

2. タイラギ
   - ・不漁要因
   - ・資源回復に向けた具体的取組
   - ・残された研究課題

1

アゲマキ、タイラギの漁獲

1. アゲマキ（干潟域）
   - ・天然稚貝を使った養殖（農耕型）
   - ・安定した漁獲は可能

2. タイラギ（沖合域）
   - ・天然稚貝に依存した漁獲（狩猟型）
   - ・漁獲量の安定化は困難

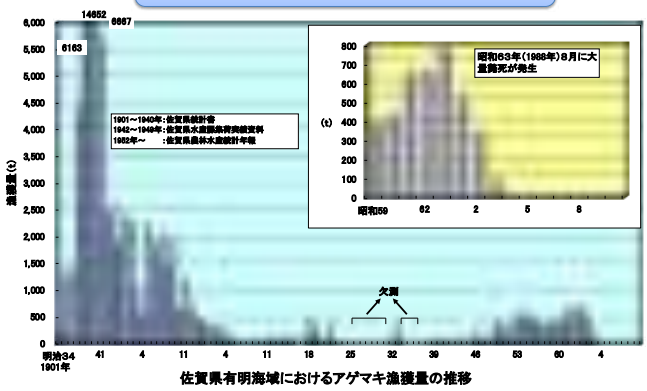
回復方策の難易度が異なる！

2

アゲマキ

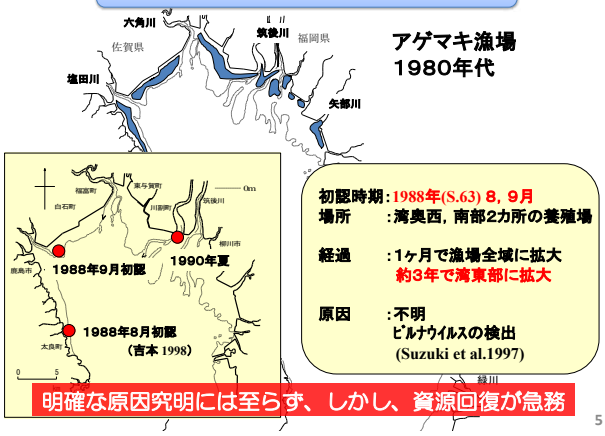
3

アゲマキ漁獲量の推移



4

アゲマキの大量死



明確な原因究明には至らず、しかし、資源回復が急務

5

佐賀県版アゲマキ資源回復に向けた取組

種苗放流による資源回復

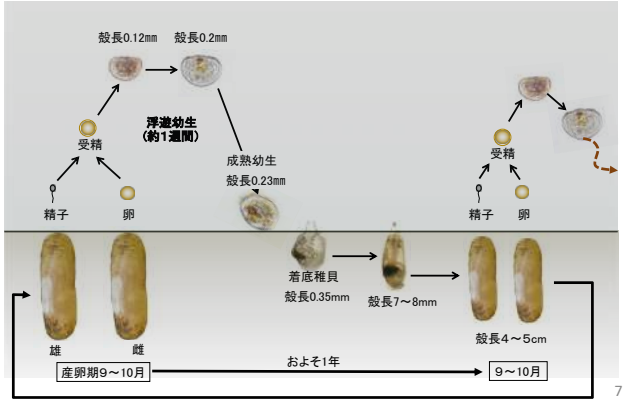
（資源が皆無な状況からのスタート！）

1）稚貝の種苗生産技術開発
- 安価で大量に生産する飼育技術
  （アゲマキの習性（穿泥）を活用）

2）稚貝の放流技術開発
- 放流稚貝の大きさ、放流時期の検討
- 放流場所（地盤高、固さ、・・・）の検討
- 放流直後の減耗要因の検討

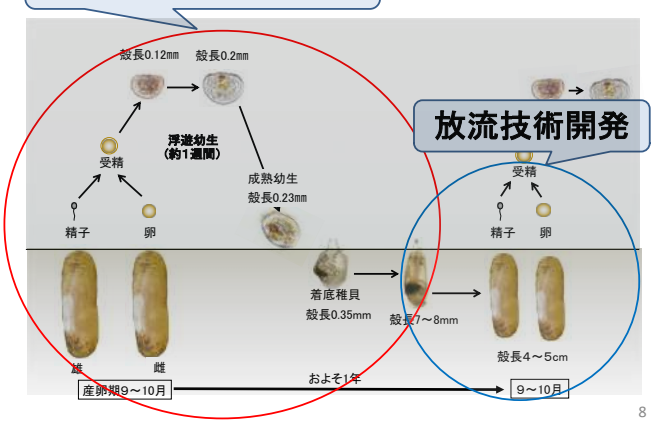
6

アゲマキの生活史



7

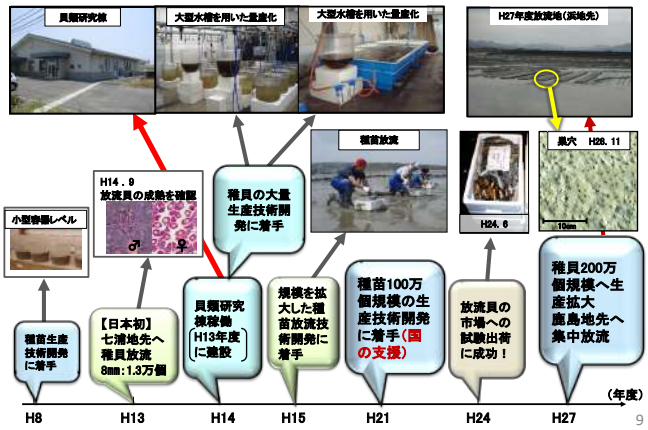
種苗生産技術開発



放流技術開発

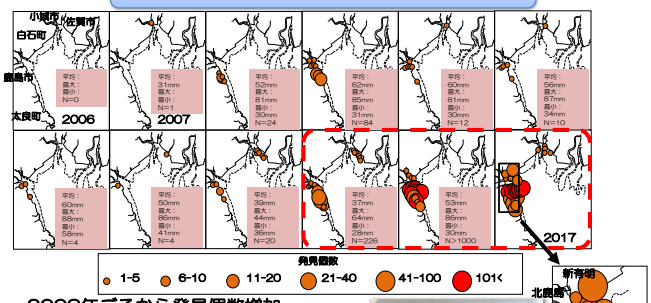
8

種苗生産・放流技術開発20年の歩み



9

天然アゲマキ発生調査の結果



- 2008年ごろから発見個数増加
- 2015年から鹿島市浜、七浦地先で発見個数が急増
- 鹿島市周辺では資源回復の兆しあり。（100個/m²以上となる点もある）

一部地先で資源回復

10

22年ぶりのアゲマキ漁獲

〔漁獲状況〕

〔選別状況〕

６月（１５日間）で約８２０Kg漁獲

11

22年ぶりのアゲマキ漁獲

平成30年6月9日　有明海漁協直売所「まえうみ」

- ➢22年ぶりのアゲマキ販売のため、多くの方が購入
- ➢開店30分前に販売個数の整理券が終了するほどの大盛況

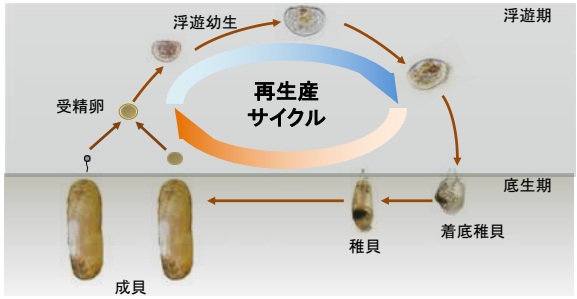
12

資源回復の現状

鹿島地先で再生産サイクルがほぼ確立！

再生産サイクルとは？

親貝の産卵→浮遊幼生→稚貝→親貝→産卵と繋がること！



13

今後の展開

［現状］ 鹿島地先で再生産サイクルがほぼ確立

資源管理

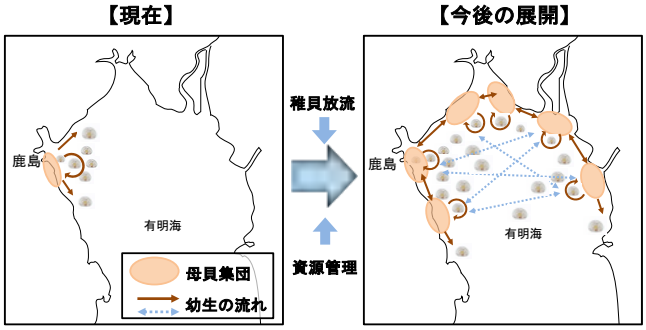
鹿島地先：漁場の拡大

稚貝の大規模放流（母貝数の増大）　全域へ拡大！　資源管理（採捕禁止）

有明海全域での アゲマキ資源回復

14

再生産サイクル加速化・拡大のイメージ



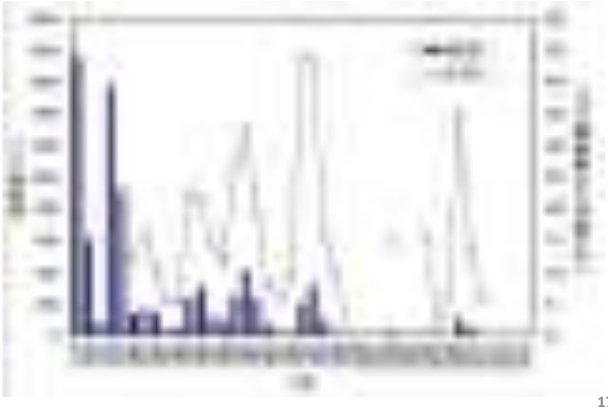
15

タイラギ

16

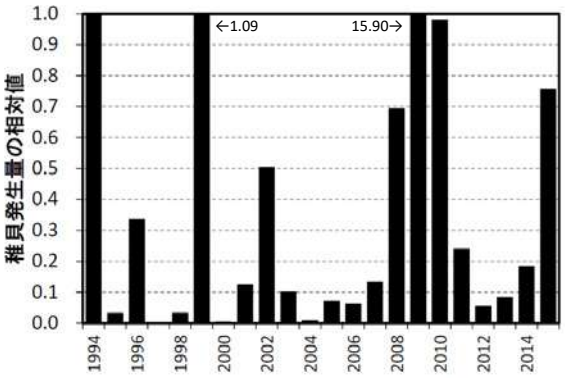
貝柱漁獲量の推移

（大浦漁協資料）



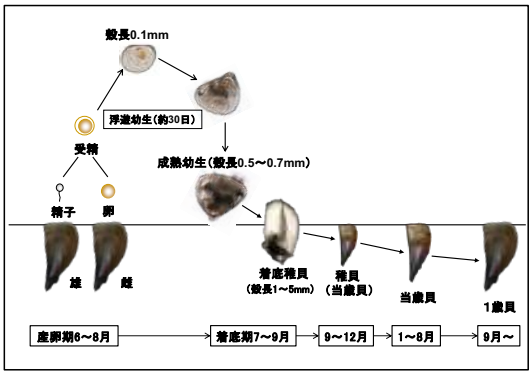
17

稚貝発生量の推移
（有明振セ55点調査結果、伊藤2017）



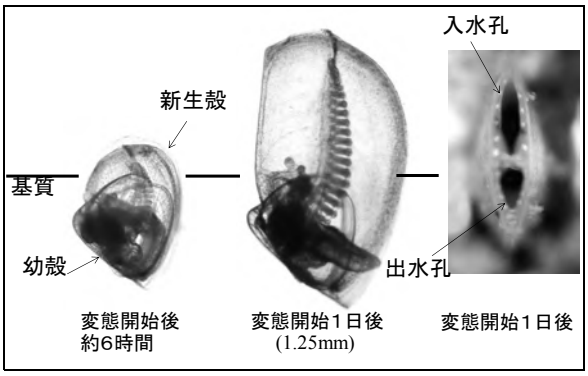
18

生活史の概念図
（伊藤2006を改変）



19

着底稚貝の形態変化
（川原ら2004を改変）



20

生活史からみたアゲマキ、タイラギの生態戦略の違い

○アゲマキ
- 産卵数少、浮遊期間短い
- 浮遊幼生の拡散範囲小、生残率高

○タイラギ
- 産卵数多、浮遊期間長い
- 浮遊幼生の拡散範囲大、生残率低

＊有明海特有の強い潮汐流によって広範囲に分散！
＊特異な生活史！！

21

生活史における減耗要因

- 浮遊期の減耗
  - 降雨（低塩分）、貧酸素水塊
- 着底期の減耗
  - 物理化学的底質環境、浮泥、貧酸素水塊
- 底生生活期の減耗
  - 貧酸素水塊、降雨（低塩分）
  - 食害
  - 原因不明の立ち枯れ斃死

＊稚貝発生量の多寡は浮遊幼生及び着底稚貝の生残に左右される！

22

タイラギ潜水器漁業の不漁要因

○長期的な資源の減少
- 漁場の縮小
（親貝の減少）

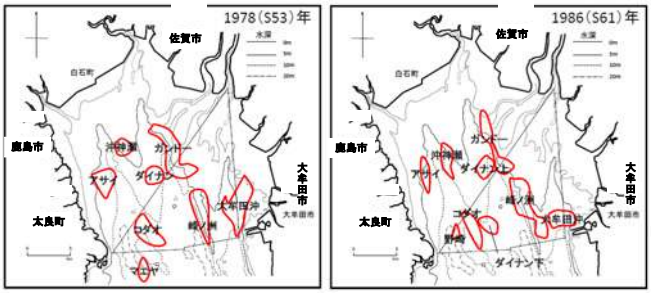
○立ち枯れ斃死
- 発生メカニズム不明

23

長期的な資源の減少

24

タイラギ資源量調査エリア
（潜水器業者会資料）



25

タイラギ漁場の形成

主要な漁場は3つの海底水道にそって形成されていた
- ・塩田川沖、住之江川沖、筑後川沖海底水道

例えば
- ・塩田川沖と住之江川沖海底水道との間には野崎の洲
- ・住之江川沖と筑後川沖海底水道との間には峰の洲

＊これらの漁場でも傾斜面の場ほど多く漁獲されていた
＊主要漁場は年によって変動していた

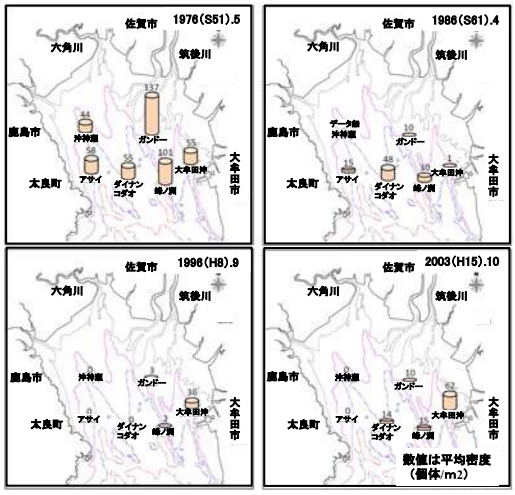
26

漁場の縮小

海底水道に沿って形成されていた漁場を3漁場に区分
＊有明水産振興センターの生息状況調査（55点調査）結果を西部、中部、東部漁場に区分

- ・西部漁場（沖神瀬周辺、アサイ）
- ・中部漁場（ダイナン、コダオ）
- ・東部漁場（ガンドー、峰ノ洲、大牟田沖）

27



28

漁場の縮小要因

- ・主な要因は、
  - 着底期の減耗、底生生活期の減耗
  - →底質環境・貧酸素水塊
  - →潮流・潮汐の影響

29

立ち枯れ斃死

・東部漁場（大牟田沖、荒尾沖漁場）でみられる大量死
・突然に、かつ一斉に発生する事象
＊健全に生息していたタイラギが底泥より立ち上がって、短期間に大量に斃死すること

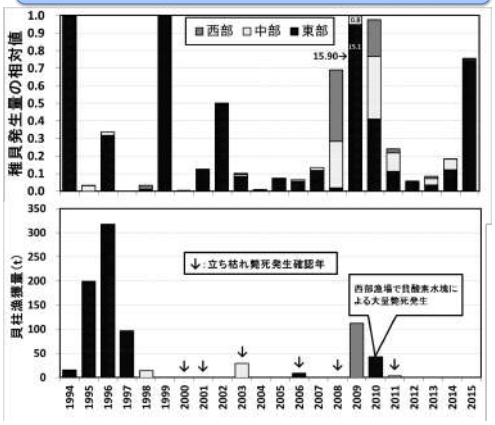
30

立ち枯れ斃死発生状況
（荒巻ら2013を改変）

斃死発生年	年齢	斃死時期（月） 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000（平成12年）	当歳～1歳							■	■			■	■
2001（平成13年）	当歳						■	■	■				
2003（平成15年）	1歳									■	■	■	
2006（平成18年）	当歳～1歳										■	■	
2008（平成20年）	当歳～1歳								■		■	■	
2011（平成23年）	当歳					■	■	■					

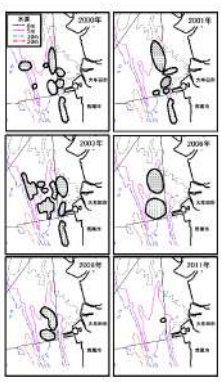
31

稚貝発生量と貝柱漁獲量との関係
（伊藤2017）



32

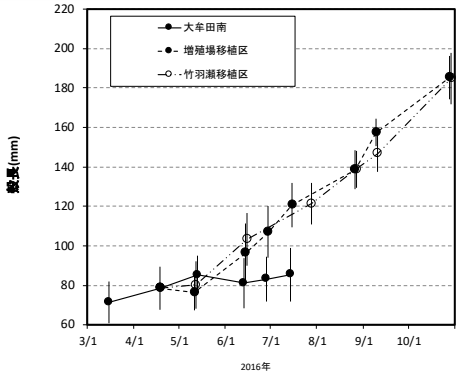
立ち枯れ斃死発生確認海域
（伊藤2017）



2000,2001,2003年は佐賀・福岡・熊本県調査結果
2006,2008,2011年は佐賀県調査結果より作図

33

大牟田沖漁場から佐賀県海域に移植したタイラギの成長
（福元ら2017を改変）



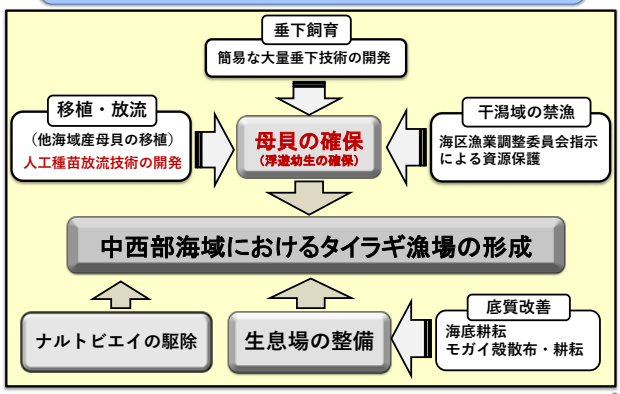
34

立ち枯れ斃死の発生メカニズム

・2000年から調査研究がスタート
・様々な仮説・要因の検証が行われてきたが？
・「大牟田沖漁場」海域の問題？

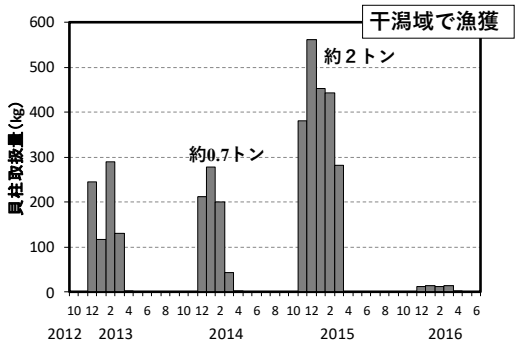
35

中西部漁場の再生に向けたイメージ（資源回復に向けた具体的取組）



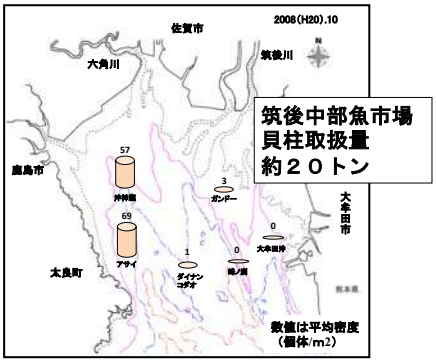
36

筑後中部魚市場における貝柱取扱量
（伊藤2017）



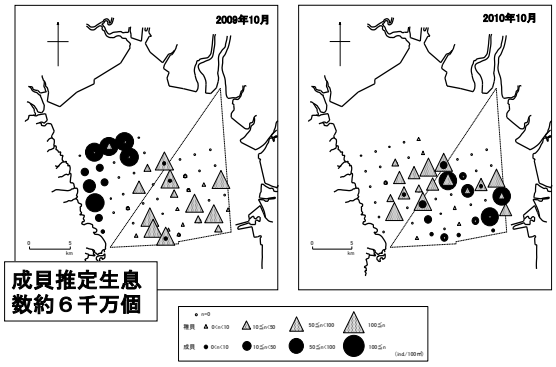
37

2008年タイラギ稚貝の発生量
（伊藤2017）



38

2009,2010年成貝の分布と稚貝の発生量
（荒巻ら2017）



39

今後の研究課題（タイラギ）

○中西部漁場の再生
そのためには
・生活史における減耗要因の軽減
　・流況改善に向けたシミュレーションの実施と改善策の提言
　・貧酸素水塊の解消策の提言
・母貝集団形成のためのシミュレーション
　・タイラギ生息域との整合性
○立ち枯れ斃死の原因究明
そのためには
・大牟田沖漁場における発生メカニズムの解明
　・国等の研究機関による総力を挙げた調査

40

ご清聴ありがとうございました

41

●平成 29 年度受賞提案技術発表

1．フルボ酸鉄シリカ資材を用いた干潟浄化
福岡大学水循環・生態系再生研究所　教授　渡辺亮一

演者略歴

水循環・生態系再生に関わる研究に従事しており，ボランティアサークル「はかたわん海援隊」を結成し「水」をテーマに、さまざまな地域環境保護・環境意識啓発に携わる。水循環に関しては、雨水を生活に活用する設備を備えた自宅「雨水ハウス」で日々実験を行っており、有明海再生に向けた干潟再生にも取り組んでいる。

2．底泥間隙水中の硫化物簡易測定による有明海底質環境の評価
特定非営利活動法人日本環境監視協会　理事　山本千裕

演者略歴

1973 年 3 月　農林省水産大学校増殖学科卒業
1975 年 3 月　広島大学大学院農学研究科修士課程修了
1975 年 4 月　福岡県庁入庁

主に福岡及び有明水産試験場（現水産海洋技術センター）にて赤潮、水質、底質、漁業資源等の調査研究を担当。

2010 年 3 月　県庁退職
2010 年 4 月～山本技術士事務所

NPO 法人日本環境監視協会にて、水域の環境改善に関する調査活動。環境計測に関する指導、助言を行っている。長年携わった水域の環境調査の経験を生かして環境分析の手法開発に取り組んでいます。

職務に係る主な資格
技術士水産部門（水産水域環境）・環境計量士（濃度関係）・電気工事士（第 2 種）
連絡先 メールアドレス：wolfram74@jcom.home.ne.jp

3．底質中の導電性微生物を活用した電子授受機能の強化による
有明海の貧酸素化抑制手法の開発
山口大学大学院創成科学研究科　教授　今井剛

演者略歴

1989 年 3 月　九州大学工学部水工土木学科　卒業
1991 年 3 月　九州大学大学院工学研究科修士課程水工土木学専攻　修了
1994 年 3 月　九州大学大学院工学研究科博士後期課程水工土木学専攻　単位取得退学
1994 年 4 月　山口大学　工学部　助手
1995 年 9 月　博士（工学）九州大学
1999 年 3 月　山口大学　工学部　助教授
2006 年 4 月　山口大学　大学院理工学研究科　助教授（組織再編のため）
2007 年 3 月　山口大学　大学院理工学研究科　教授
2016 年 4 月　山口大学　大学院創成科学研究科　教授（組織再編のため）

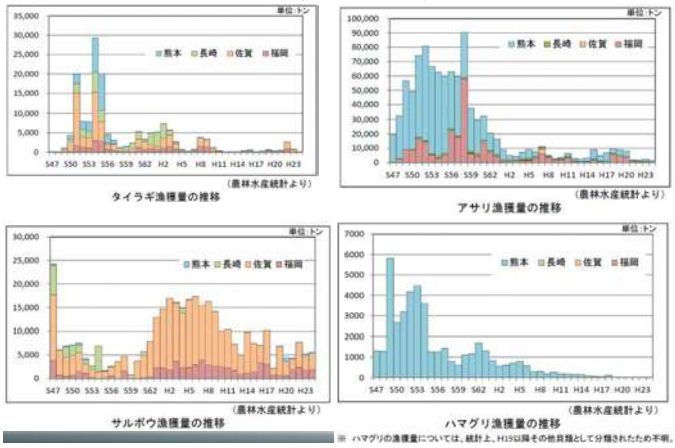
平成29年度　優秀賞

フルボ酸鉄シリカ資材を用いた干潟浄化

福岡大学　工学部　社会デザイン工学科
○渡辺亮一・浜田晃規
福岡大・水循環生態系再生研　古賀義明
コヨウ株式会社　　古賀雅之

FUKUOKA UNIVERSITY

有明海（干潟）における問題点整理

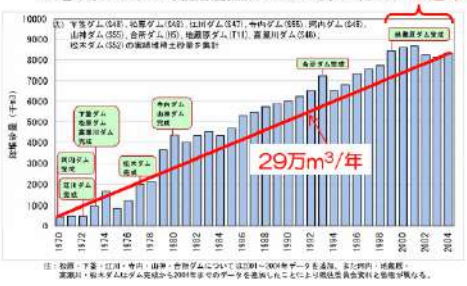


1

有明海（干潟）に筑後川から砂が供給されていない

・ダムへの総堆砂量は約800万m3
・年間堆砂量は、29万m3／年であり、このうち砂分は9万m3／年
※実績堆砂量をそれぞれのダム建設後の経過年数で割った値の総和
※下筌・松原ダムの2ダム平均堆積物粒度構成は、シルト57%、砂31%、礫12%

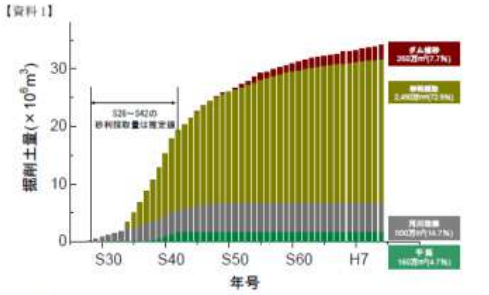
※近年は堆砂が進んでいない



国土交通省HPより抜粋

2

有明海（干潟）に筑後川から砂が供給されていない



出典：福岡捷二（2006）「有明海・八代海における河川の影響について（第13回評価委員会（H17.4.21））」第13回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料3

図1　河川からの土砂の持出し等

3

テキスト

アサリ減少の原因

要因

貧酸素化
食害
水質汚濁

底質のヘドロ化

土砂供給減少
海岸工事
赤潮の発生

底質の浄化効果が期待されている
フルボ酸鉄シリカ資材に着目

4

フルボ酸鉄シリカ資材

・リサイクル原料(木クズ、下水汚泥、食品廃棄物)の発酵処理品とシリカ・鉄から成る製品を混合

・人工的に容易に，安価に製造可能

・シリカが含まれていることで
赤潮抑制・二枚貝の斃死防止・ヘドロ化抑制効果がある

5

フルボ酸鉄による有機物の分解

光エネルギー

フルボ酸 + O_2 → H_2O_2

水中の溶存酸素(O_2)
過酸化水素(H_2O_2)

光エネルギー

Fe^{2+} + H_2O_2 → Fe^{3+} + HO' + OH'

ヒドロパーオキシドラジカル(HO')

3価鉄イオンは
フルボ酸と光エネルギーにより
2価鉄イオンへ還元

(福嶋, 2011)

ヒドロパーオキシドラジカルの強力な酸化作用
有機化合物を酸化分解

→ 底質改善のために干潟に適応

FUKUOKA UNIVERSITY

新技術説明会

研究目標の設定

フルボ酸鉄シリカ資材のヘドロ分解に伴う実際の干潟での二枚貝への効果を確認する

干潟に資材を施工した箇所でコドラート調査を行うことで二枚貝の生息に与えるフルボ酸鉄シリカ資材の影響を把握することを目的とした

新技術説明会

コドラート調査手法

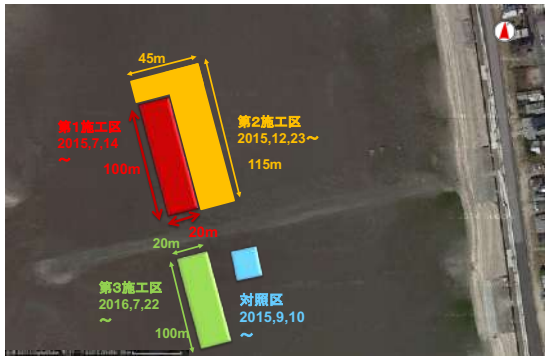
0.5m×0.5mコドラートの中の深さ10～20cmの泥をスコップで採取

4.75mm目の篩にかける

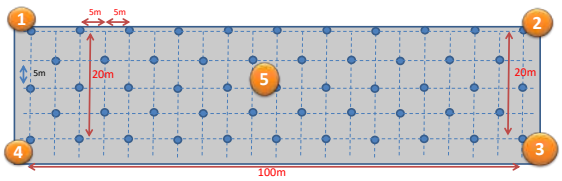
篩に残った生物を採取する

FUKUOKA UNIVERSITY

コドラート調査地点　熊本県玉名郡長洲町沿岸干潟



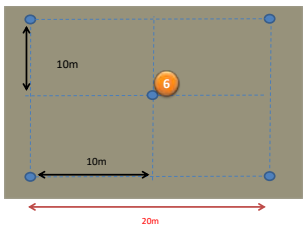
施工状況　第1施工区



● :フルボ酸鉄シリカ資材施工
1 地点ラート調査地点

設置総数 ： 53袋
対象面積 ： 2,000㎡

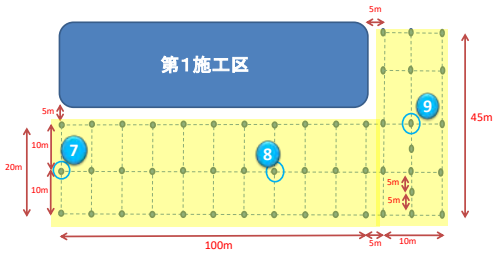
施工状況　対照区



1 :コドラート調査地点

面積:400㎡

施工状況　第2施工区



●:フルボ酸鉄シリカ資材施工地
○:コドラート地点

設置総数　：　50袋
対象面積　：　2,100㎡

12

13

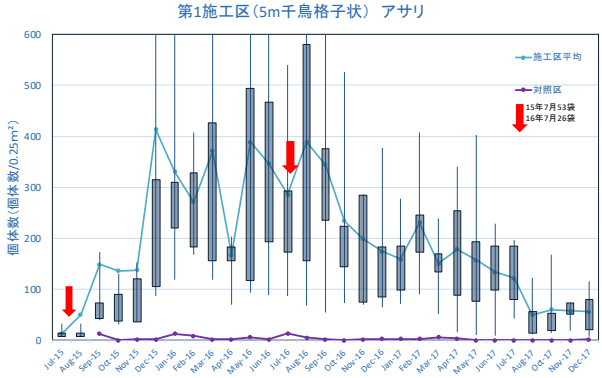
14

15

施工区と対照区の比較

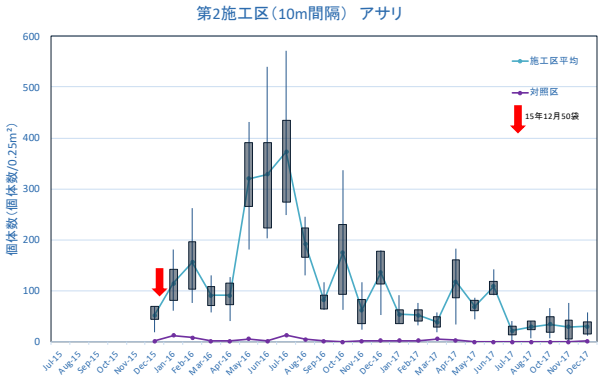
16

コドラート調査の結果（第1施工区の個体数変動）



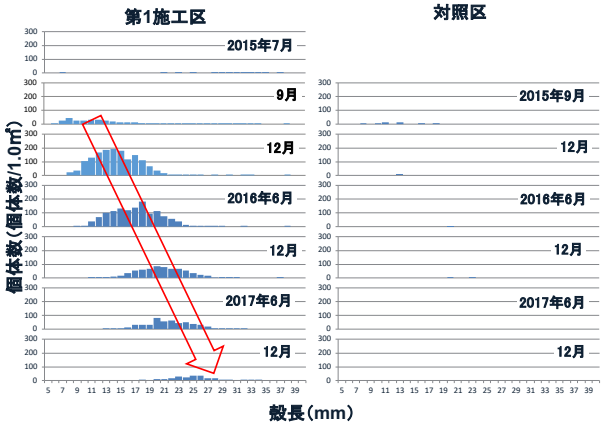
17

コドラート調査の結果（第2施工区の個体数変動）



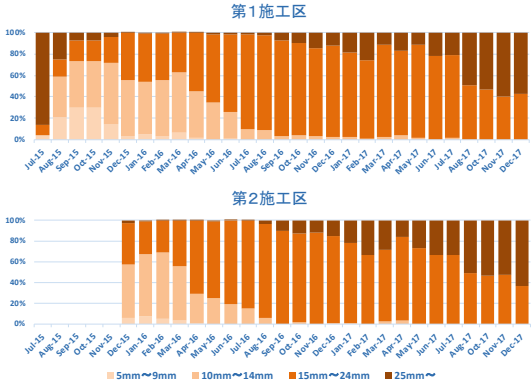
18

コドラート調査の結果（アサリの殻長と個体数変化）



19

コドラート調査の結果（殻長別割合）



20

21

結論

- フルボ酸鉄シリカ資材の効果持続性を確認する

  資材を5m千鳥格子状に配置（第1施工区）⇒約1年間程度

  資材を10m間隔で配置（第2施工区）⇒約半年程度

- 資材の投入密度の違いによる効果を確認する

  今回実証している干潟においては，資材の投入密度を高くした方がアサリの回復量が増えることが分かった

22

海底泥等の堆積物間隙水硫化物の簡易測定

日本環境監視協会　○山本千裕
ENJEC　小塩和輝
ENJEC　野口　寛
日本環境監視協会　山崎惟義

底泥中の硫化物は、生物の生息に悪影響を与える、悪臭を放つ、構造物の腐蝕を促進させる等大きな問題となっている。

底泥中の硫化物には溶存硫化物と結合硫化物の二つが存在する。

1．結合硫化物：硫化鉄など固形物

2．溶存硫化物：硫化物イオンや硫化水素

1

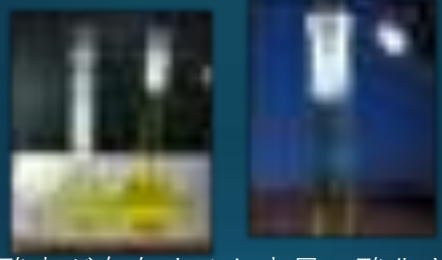
底泥中の硫化物は大部分が硫化鉄や二硫化鉄などの結合硫化物として存在する。これらの物質は溶解度積が極めて小さくほとんど水に溶けない安定した物質である。

環境対策上、問題となるのは溶存の硫化物である。

溶存硫化物測定の重要性は多くの研究者から指摘されているものの、測定の難しさから測定例は多くない。

2

溶存態硫化物測定の問題点



酸素が存在すると容易に酸化され測定できなくなる。

間隙水の採取は酸素を遮断して行う必要あり

3

主な溶存硫化物の簡易測定法

1．検知管法　ガステック®等　0.5～20ppm　（ある程度のサンプル量が必要）

2．イオン選択電極　0.32mg/l～32,000mg/l　（電極が高価である）

3．無酸素水で底泥から溶存硫化物を抽出し硫化亜鉛として現場で固定後、室内にて分析（菅原（2010））　（手順が複雑、また現場では測定値が出ない）

4

サンプリングから分析まで、誰にでも簡単に溶存態硫化物濃度が測定できることを目指した。

パックテスト®(硫化物)は簡易分析法として広く使われている。サンプル量は1.5ml程度でよい。これを応用することを考えた。

本方法は公定法（JIS K0102）のメチレンブルー発色法に準拠。

次に、底泥間隙水を嫌気的に採取する方法を考えた。

5

間隙水採水ピペット

ピペットの先端は公定法（JIS K0102）の規定に準じ定量濾紙（5C）を加工したもの装着。

ピペットは脱酸素剤とともにガスバリア袋に窒素ガス置換封入。ピンクの小粒は酸素検知剤、0.1%以上の酸素濃度で青色に変色する。注意：開封後は速やかに測定に供する。

6

間隙水採取は通常の干潟底質で5分～10分程度で完了する。

水中でも使用可能、ただし浮力によって抜けやすくなるので注意。

7

高濃度のサンプルに対しては無酸素水で定量的に希釈し、希釈倍率を乗ずる。

8

測定の手順

採水が完了、ろ紙に水分を吸いとられたヘドロが付着。

→

手早く試料をサンプルカップに移し，マニュアルに従いK1試薬を滴下（2滴）

↓

攪拌せず直ちに、パックテストに吸引する。

← 3分間待つ

比色判定または吸光光度計へ

9

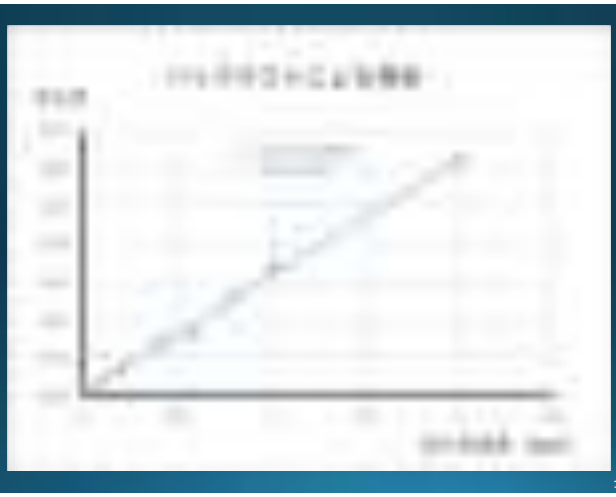
パックテストデジタル

比色表

開発中の吸光光度計

10

11



12

問題点

1．間隙水サンプルを持ち帰って測定することができない。

解決策

採取したサンプルを硫化亜鉛として保存する。この方法はシアンのような妨害物質が環境中に多い場合も有効。

塩基性炭酸亜鉛溶液を水面下に注入する（JIS K0102）

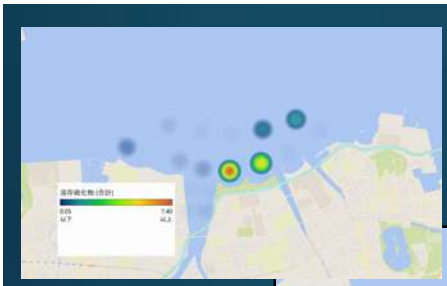
注入後は先端を溶封して密閉する。

13

14

15

16



←溶存硫化物
本方法

AVS(検知管法)→

17

18

19

見かけ上真っ黒でも溶存硫化物は検出されなかった例　糸島市　松末羅漢川

20

これまで得られた知見

1. 結合硫化物に比べ溶存硫化物は変化しやすい。(例アオサの繁殖　洪水などによる陸域からの土砂流入。

2. 見かけ上真っ黒なヘドロでも全く溶存硫化物が検出されないこともある。

3. 陸域などからの汚染負荷に対し鋭敏に反映する。

4. AVSとの相関は博多湾データで見る限り有意ではない。

5. 底泥中の全硫化物に占める溶存硫化物の割合は1%パーセント以下である

結論　溶存硫化物は従来のAVSと性質の異なる環境指標であり、本方法は環境評価の指標として有効であることが示唆された。

21

第2回有明海再生に向けた技術提案ワークショップ
2018.11.17　於：佐賀市保健福祉会館（ほほえみ館）

平成29年度受賞提案技術発表

底質中の導電性微生物を活用した電子授受機能の強化による有明海の貧酸素化抑制手法の開発

山口大学大学院創成科学研究科
今井　剛
E-mail: imai@yamaguchi-u.ac.jp

画像：http://www.pref.saga.lg.jp/kids/kiji00318801/index.html

背景：有明海における貧酸素水塊発生

これまでの対策：
・下水道の整備、農業集落排水施設の整備、合併処理浄化槽の設置等による流入負荷削減によるものが中心
➔これまでに長い年月をかけて蓄積した堆積物に対する対策とはならない

・他には、浚渫等の堆積物を物理的に除去するというような極めて高コストな対策
➔ほとんどなされていない

画像：http://www.sankei.com/photo/story/expand/170619/sty1706190019-p3.html

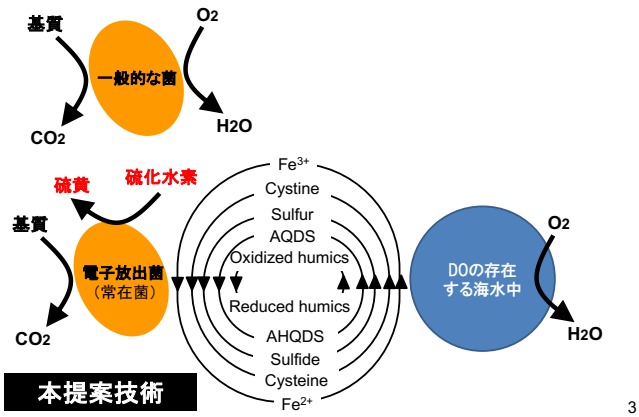
1

目的：導電性の電子放出菌の活用による堆積物中の酸化還元電位の上昇

堆積物中の導電性の電子放出菌（有機物分解でH_2Sを発生させない）の優占による電子伝達（輸送）系の確立
↓
堆積物中の酸化還元電位の上昇と有機物の好気的浄化
↓
貧酸素水塊の発生抑制

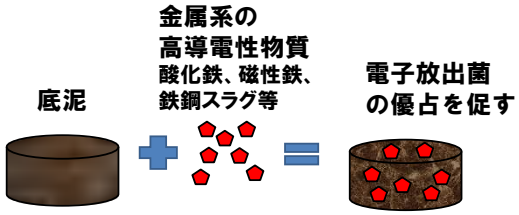
2

キーワード1：電子放出菌（導電性）



3

キーワード2：高導電性物質の活用

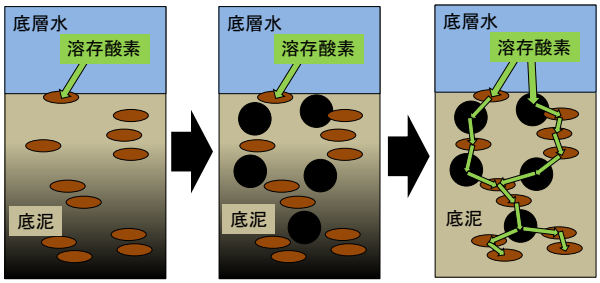


他に、
⬟炭素系の導電性材料[1),2)]
フライアッシュ、カーボンファイバー等

1) Liang et al., 2011, *Biosens. Bioelectron.*, 26, 3000-3004
2) Ren et al., 2015, *J. Power. Sources*, 273, 823-30

4

本技術の概要



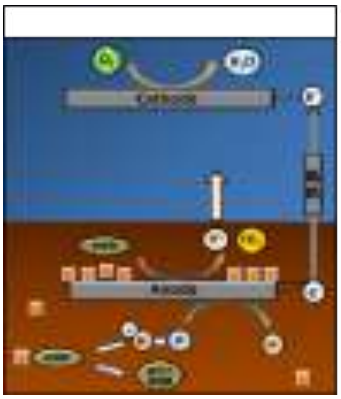
溶存酸素は底泥表層の微生物までしか届かない

導電性物質を底泥中に配置する

溶存酸素（の電位）が導電性物質を介して底層の微生物まで届く

5

本技術の概要



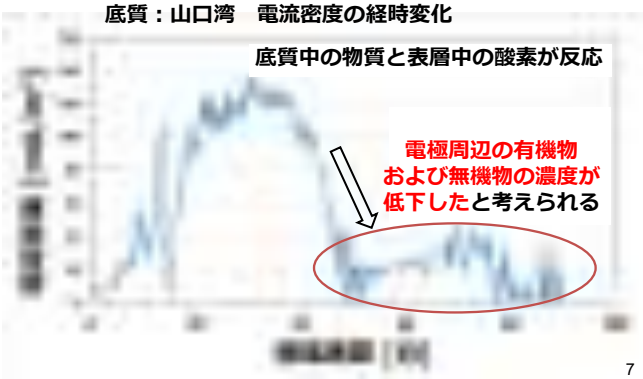
堆積物燃料電池を意図的に創り出す

6

本技術の概要

堆積物微生物燃料電池の発電例

底質：山口湾　電流密度の経時変化



7

本研究の流れ

発電因子の把握実験

↓

有機物分解促進の評価および嫌気環境改善効果の評価の実験

↓

導電性酸化鉄の添加による浄化範囲拡大の検討

8

実験の流れ

発電因子の把握実験

Anode電極からCathode電極間で通電を確認

しかし…

↓

発電因子は底質中の無機物?微生物の代謝?

↓

目的

Anode電極への電子伝達メカニズムを明らかにする

9

実験方法

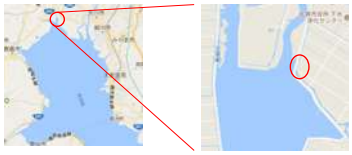
実験の概略

滅菌処理なしと滅菌処理ありの電池を比較

10

実験条件

底質採取の場所：有明海沿岸(佐賀県東与賀)



底質の性状

強熱減量値[%]	10.7
pH	7.68
ORP(Vs.SHE)[mV]	-198

各装置の種類	滅菌処理なし、滅菌処理あり
容器体積[cm³]	1,013 (縦9cm×横9cm×高さ12.5cm)
電極面積[cm³]	49 (縦7cm×横7cm)
電極素材	Carbon cloth
外部抵抗[Ω]	100
表層水	人工海水
実験期間	50日間
測定項目	電圧値

11

実験結果

滅菌が電流密度に与える影響

投稿中のため、載せていません

滅菌処理なしと比べて**通電期間を通して電流密度が低い**

12

実験結果

滅菌が電流密度に与える影響

投稿中のため、載せていません

Anode電極への電子伝達はほぼ**微生物の代謝に起因する**と考えられる

⇨ 好気環境中の酸素は**有機物の分解に利用されている**

13

本研究の流れ

表層の酸素と底質中の有機物が反応していることが示された

↓

有機物分解促進の評価および嫌気環境改善効果の評価の実験

↓

導電性酸化鉄の添加による浄化範囲拡大の検討

14

実験の流れ

有機物分解促進の評価および嫌気環境改善効果の評価について

底質中では、電子供与体(有機物、還元性物質)に対して電子受容体(酸素等)が不足している

↓

有機物分解が緩慢となる

堆積物微生物燃料電池では

底質外の酸素を利用して底質中の有機物や還元性物質を好気的に酸化することができる

目的

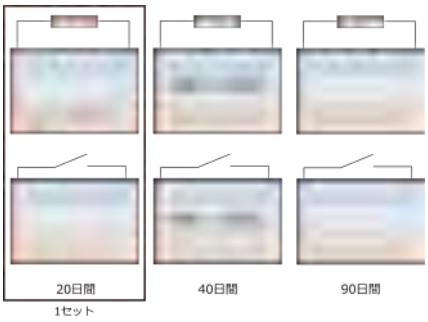
有機物分解の促進および嫌気環境改善効果を評価する

15

実験方法

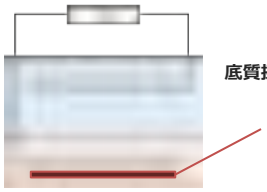
実験の概略

設定した通電期間で電池を解体し底質を分析
通電ありと通電なしを比較



16

実験条件



底質採取の場所：有明海沿岸(佐賀県東与賀)

電極下部3mm内を分析

各装置の種類	通電あり、通電なし
容器体積[cm^3]	19,430 (縦17cm×横45cm×高さ25.4cm)
電極面積[cm^3]	520 (縦13.3cm×横39.3cm)
電極素材	Carbon cloth
外部抵抗[Ω]	100
表層水	人工海水
実験期間	20日間, 40日間, 90日間
測定項目	ORP, pH, 強熱減量(IL_{600}), 酸素消費速度(SOD)

17

実験結果

通電ありと通電なしの強熱減量値の比較

投稿中のため、載せていません

通電ありと通電なしでほぼ差が見られなかった
有機物分解促進の影響は、主に易分解性の有機物量に反映されると考えられる
難分解性の有機物を多く含む底質を対象としたため値の差に反映されなかった

18

実験結果

通電90日後の底質の酸素消費速度

投稿中のため、載せていません

好気環境中の酸素は有機物の分解に利用されている
好気環境中の酸素を利用することで易分解性の有機物分解が促進
→底質からの酸素消費量が減少した

19

実験結果

各通電期間のpH値

投稿中のため、載せていません

易分解性の有機物分解が促進されたことによって
底質中のH^+濃度が増加したと考えられる

20

実験結果

各通電期間のORP値

各期間において通電ありのORP値が高い値を示した
→通電なしに比べ底質中の嫌気環境が改善された
底質中の有機物等の電子供与体が減少した

投稿中のため、載せていません

21

本研究の流れ

発電因子の把握実験

表層の酸素と底質中の有機物が反応していることが示された

↓

有機物分解促進の評価および嫌気環境改善効果の評価の実験

堆積物微生物燃料電池が底質の浄化に有効であることが示された

↓

導電性酸化鉄の添加による浄化範囲拡大の検討

22

実験の流れ

導電性酸化鉄の添加による
浄化範囲拡大の検討

堆積物微生物燃料電池が底質の浄化に有効であることが確認できた

↓

しかし…

影響範囲は最大でも12mm程度である[1)]

↓

導電性酸化鉄(Fe_3O_4)の添加による浄化範囲の拡大を検討

1) Nielsen LP, Rigaard-Petersen N, Fossing H, Christensen PB, Sayama M (2010) : Electric currents couple spatially separated biogeochemical processes in marine sediment Nature 463 pp.1071-1074

23

実験方法

Fe_3O_4の添加割合を変えたものを比較

24

実験結果

35日間の各電池の総電流量

適切なFe_3O_4の添加により
浄化範囲を拡大できる
可能性が示唆された

投稿中のため、載せていません

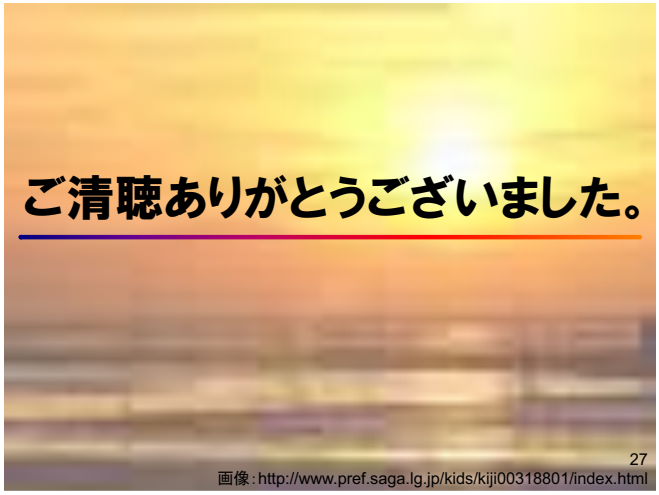
メカニズムについて
は今後の検討が必要

25

本研究のまとめ

- 堆積物微生物燃料電池の設置によって易分解性の有機物の分解を促進させることで、底質の酸素消費量が減少することがわかった。
- 堆積物微生物燃料電池の設置により底質中の電子供与体を減少させることができ、嫌気環境を大幅に改善できることが明らかとなった。
- 適切な量のFe_3O_4を添加することにより、浄化範囲が拡大される可能性が示唆された。最適添加量および過剰な添加による総電流量低下のメカニズムについては今後さらなる検討が必要である。

26



27

画像：http://www.pref.saga.lg.jp/kids/kiji00318801/index.html

●平成 30 年度提案技術プレゼンテーション

【提案技術一覧】

１．【海底の掃除機】サブマリンクリーナー（SMC）工法＋キャビテーション技術
大石建設株式会社　環境技術部　末永　茂則

２．機能性吸着材
日本国土開発株式会社　機能性材料Ｇ　GL　大野　睦浩

３．スーパーグラブバケット浚渫工法、ワイドグラブバケット浚渫工法
東亜建設工業株式会社　エンジニアリング事業部　環境事業室　富田　尚道

４．泥干潟域におけるカキ礁造成
特定非営利活動法人日本環境監視協会　理事　山本千裕

５．新型バイオファンによる生態系再生
株式会社佐々木工作所　代表取締役　佐々木正志

６．流況制御ブロックによる海域環境の改善
九州大学工学研究院　小松利光・矢野真一郎・小橋乃子

７．環境情報プラットホームとしての内湾環境の３Ｄ表現-博多湾の事例-
日本環境監視協会理事長　山崎　惟義
シエスタクラブ代表取締役　中山　比佐雄
シエスタクラブ　小松　勇直

【審査委員（五十音順）】
大串浩一郎（佐賀大学教授、有明海再生機構副理事長）
大嶋雄治　（九州大学教授、有明海再生機構理事）
川上義幸　（元佐賀県副知事、有明海再生機構理事長）
小松利光　（九州大学名誉教授、有明海再生機構副理事長）
田井明　（九州大学准教授）
夛田彰秀　（長崎大学教授、有明海再生機構理事）
速水祐一　（佐賀大学准教授、有明海再生機構理事）
松永博信　（九州大学教授）

技術提案様式　　受付番号　０１

氏名（団体名） 大石建設株式会社	住所　〒859-3243 長崎県佐世保市ハウステンボス町 4-52
連絡先 電話　0956-58-7733　　mail:　s-suenaga@ohishi-net.co.jp	

技術名

【海底の掃除機】　サブマリンクリーナー（SMC）工法＋キャビテーション技術

目的（背景）

近年漁港整備が進み、港内静穏度の向上に反比例し、港内外の海水交換度合が著しく低下してきている。結果生活廃水含有他の有害物の港内堆積が進み、その濃縮されたものが浮泥化し港内はもとより、港外への悪影響が顕在化してきている事例が多い。環境ホルモン（有機スズ化合物）、硫化物、赤潮の原因であるプランクトンのシスト（休眠細胞）等が海底表層部の 10cm 程度に堆積しておりこれらを二次拡散（海を濁らせずに）することなく除去することが必要である。

例えば有明海では赤潮珪藻アステリオネラ・カリアナが海苔の養分を消費していると言われている。このプランクトンのシスト（休眠細胞）を海底の表層から除去を行うことができれば海苔の色落ちを防ぐことが出来ると思われる。

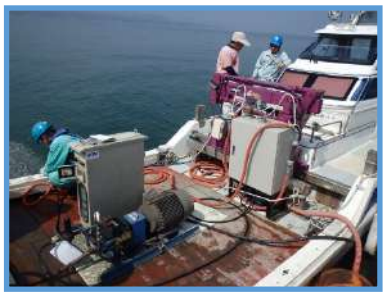
また、揚泥した泥水をキャビテーション技術で処理を行い、シストの不活性化と貧酸素化した底水の酸素濃度を上げて海底に戻すことができる。

1)　技術提案の概要

サブマリンクリーナー工法は、海底に堆積した有害物質（ＴＢＴ・ダイオキシン・ＰＣＢ・プランクトンのシスト等）又は有機物及び浮泥を外部に巻き上げることなく１０ｃｍ除去出来る装置である。本技術により、二次拡散させずに有害物質又は有機物を効果的に除去し、揚泥の減容化による事業のコストダウンが出来る。また、ジェット噴射により海底耕耘も期待できる。

写真－１　サブマリンクリーナー

写真－２　ミドルクリーナー



写真－３　キャビテーション

サブマリンクリーナー工法を用いて底質を含むプランクトンのシスト（休眠細胞）を揚泥し、さらに海上にてキャビテーション技術により処理を施してシストを不活性化する。これにより、シストが除去され酸素濃度が上がった海水を海底に戻す。

期待できる成果、特徴	特許等
○サブマリンクリーナー工法のシスト除去率 82%＋キャビテーション技術の不活性化率　97.7% 全体　シスト駆除率　約 80% ○海底の酸素飽和度 0.4%→キャビテーション技術処理後　36%	サブマリンクリーナー工法特許取得 キャビテーション技術特許取得

有明海の海底の再生事業の取り組み

佐賀県での海苔の色落ち出現状況

通常、赤潮と言えば、初夏から夏の後半に発生するが
有明海の赤潮は、1月～2月ぐらいで発生する。

このため、海苔の色落ちが発生しやすいと考えられています。

1

有明海の海底の再生事業の取り組み

冬の赤潮による海苔の色落ち

海苔の養分を赤潮の原因である　珪藻　アステリオネラ･カリアナが
消費していると思われる。

活動していない時は、プランクトンのシスト(休眠細胞)が海底の表層に
存在している。

2

有明海の海底の再生事業
地域を超えた技術のコラボレーション

サブマリンクリーナー工法
大石建設(株)

キャビテーション技術
(株)ワイビーエム

3

サブマリンクリーナー(SMC)工法の概要

5

サブマリンクリーナー（SMC）工法の工事実積（1）

【海底のプランクトンのシスト除去】　（ラージクリーナー施工）

平成23年度

1）発注者　：鹿児島県　商工労働水産部　漁港漁場課

2）工事名　：「平成23年度　赤潮対策底質改善実証工事」

3）工事期間：平成23年5月13日～平成23年8月31日

4）工事場所：脇崎地区　23，000㎡　脇崎地区　22，000㎡

5）工事概要

底質除去厚：薄層浚渫

10cm（シスト除去）

土砂処理：鹿児島県阿久根漁港に陸上処理施設を設置し海水と泥に分離して、陸上残土処理。

6

【赤潮対策の土木的手法】

赤潮の原因であるシャットネラのシスト（休眠細胞）を除去

（参考：アステリオネラ・カリアナも同様）

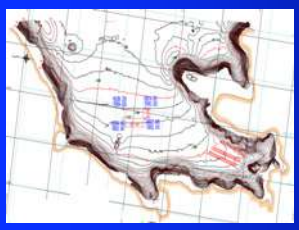
プランクトンのシスト模式図

7

平成23年度「平成23年度　赤潮対策底質改善実証工事」

1．脇崎地区

除去面積　23，000㎡　除去厚　10cm　水深　35m



施工平面図

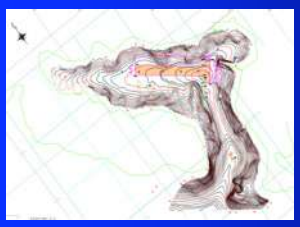
除去状況

8

平成23年度「平成23年度　赤潮対策底質改善実証工事」

1．伊唐地区

除去面積　22，000㎡　除去厚　10cm　水深　25m



施工平面図

養殖場真横での除去状況

9

サブマリンクリーナー（SMC）工法

サブマリンクリーナーのセット

クリーナー・吊枠・ホースをクレーン船にセット、ジェットの噴射確認

250t吊クレーン船にセット

ジェットの噴射確認！

10

サブマリンクリーナー（SMC）工法

サブマリンクリーナーの土運船揚泥

土砂は、土運船へ揚泥

土運船へ揚泥！

揚泥状況

11

4. サブマリンクリーナー（SMC）工法の効果

☆シャットネラのシストの除去

近年、シャットネラのシストの数を数える事ができるようになり、シャットネラのシストの除去等による赤潮対策がとれるようになってきました。
サブマリンクリーナーにより海底を掃除することにより、シストの除去による赤潮の低減が今後期待できます。

地域	除去面積	除去数（推定）	除去率
脇崎地区	23,000㎡	1,089億個体	85%
伊唐地区	22,000㎡	1,256億個体	80%
全体	45,000㎡	2,345億個体	82%

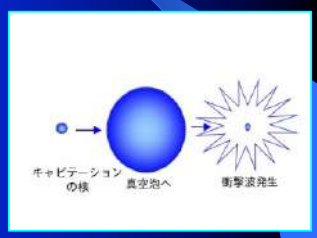
平成23年度　赤潮対策底質改善実証事業

12

キャビテーション技術

☆ キャビテーション （液体の圧力を下げると気泡が生じる）
キャビテーション発生装置により気泡が破裂する際に生じる
衝撃波によりプランクトンのシスト（休眠細胞）を破壊する

プロペラの破損状況



キャビテーション施工状況

（株）ワイビーエム

13

キャビテーション技術

☆ キャビテーション （液体の圧力を下げると気泡が生じる）
キャビテーション発生装置により気泡が破裂する際に生じる
衝撃波によりプランクトンのシスト（休眠細胞）を破壊する

キャビテーション施工状況

キャビテーション施工状況

（株）ワイビーエム

14

有明海の海底の再生実証事業の実施
地域を超えた技術のコラボレーション

「有明海でのプランクトンのシスト除去」

SMC工法除去率82%　アステリオネラの不活性化　97.7%　約80%

海底より汲み上げた海水は、酸素飽和度0.4%→36%戻す

キャビテーション施工状況

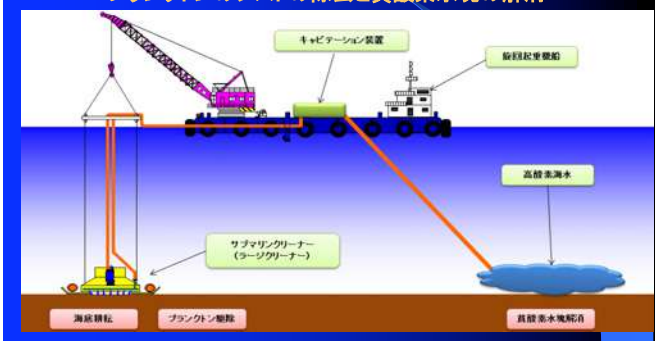
ミドルクリーナー設置状況

15

有明海の海底の再生実証事業の成果

「有明海でのプランクトンのシスト除去」

プランクトンのシストの除去と貧酸素水塊の解消

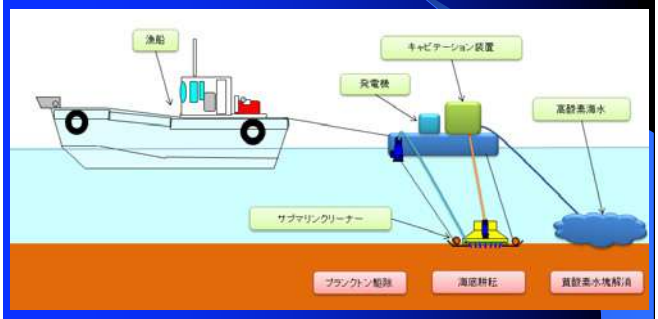


16

有明海の海底の再生実証事業の成果

「有明海でのプランクトンのシスト除去」

プランクトンのシストの除去と貧酸素水塊の解消



17

有明海の海底の再生を目指して！
ご清聴ありがとうございました
サブマリンクリーナー
検索
大石建設株式会社
ホームページに詳しく掲載！
大石建設株式会社　環境技術部
18

技術提案様式　　受付番号　０２

氏名（団体名）	住所
水底質浄化技術協会　日本国土開発(株)	〒107-8466　東京都港区赤坂 4-9-9
連絡先 電話　080-6862-8381　　mail:mutsuhiro.ohno@n-kokudo.co.jp	
技術名 機能性吸着材	
目的（背景） 水中および土壌、泥の中のヒ素、セレン、六価クロムなどの有害物質を吸着除去する。	
技術提案の概要 粘土の起源とする無機系イオン交換材により、水中および土壌(泥)中の有害物質を吸着除去する技術の提案。 浚渫土、掘削土、に含まれる有害重金属を当該技術により、吸着除去することにより、有効利用わ可能にする。また、これらの仮置き場から排水を通水処理することによる、これらに含まれる有害物質を吸着除去する技術を提案する。	
期待できる成果、特徴 掘削土、浚渫土の有効利用範囲、適合範囲の拡大	特許等 出願済 特許取得済

平成30年度　有明海再生に向けた技術提案ワークショップ

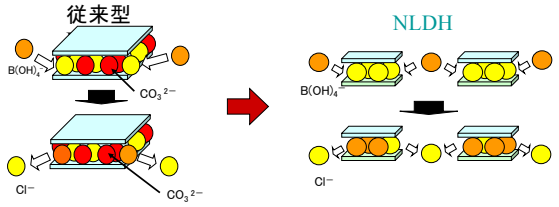
機能性吸着材

無機系イオン交換材による汚染土壌処理の可能性と
陽・陰イオン同時吸着によるハイブリッド効果について

日本国土開発（株）　大野睦浩

平成30年11月17日

機能性吸着材



1

吸着性能評価

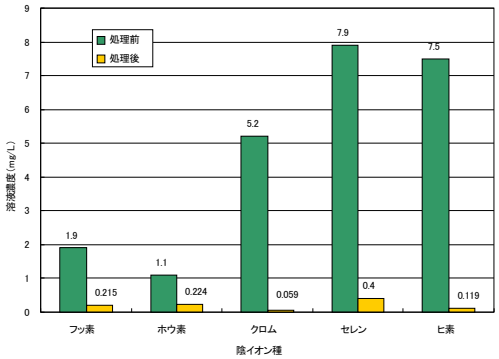


図1　吸着性能評価

2

PH依存性

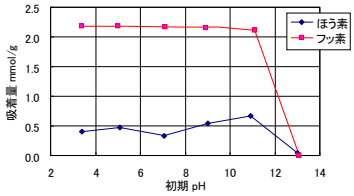


図2　pH依存性

3

実証実験

4

試験結果（土壌汚染）

Table 3 Insolubilzing Test Result for Soil Contaminated by Arsenic

Name	Arsenic
Stndard Elution Amount	0.01
Unit	mg/L
Contaminated Soil	0.37
NLDH - 7%	0.035
HBNLDH - 7%	0.004
Mg based - 7%	0.016

5

機能性吸着材（地下水汚染）

Table 4 Adsorption Test Result for Combined Contaminated Ground Water by Heavy Metal

Name	Cadmium	Lead	Arsenic
Standard Elution Amount unit	Ppm		
Contaminated Water	0.0814	0.0126	3.6392
NLDH-1%	0.0016	0.0015	0.0036
HBNLDH-1%	0.0012	Less than Standard Value	

6

技術提案様式　　受付番号　０３

氏名（団体名） 東亜建設工業株式会社	住所 〒163-1031　東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー31 階

連絡先　土木事業本部エンジニアリング事業部環境事業室　富田
電話：03-6757-3861　　mail：n_tomita@toa-const.co.jp

技術名
スーパーグラブバケット浚渫工法、ワイドグラブバケット浚渫工法

目的（背景）

有明海の多様な生物の生息環境の確保を図るためには、生物生息場の基盤となる底質の保全・再生が必要になります。生物の生息・再生産の場となる底質の改善策の一つとして泥土の浚渫があげられます。

本技術は、濁りの発生を抑制し、余掘土量と余水量を低減する浚渫工法であり、有明海再生対策の底質改善に活用できると考えます。

技術提案の概要

１．スーパーグラブバケット浚渫工法

従来の浚渫工法では、濁りの発生や、余水などの処理費用の増大といった環境・費用両面の問題がありました。「スーパーグラブバケット浚渫工法」は、これらの問題を解決して、濁りの発生を抑制し、余掘土量と余水量を低減する特徴を持つ「環境対応型高精度浚渫工法」です。

【特徴】

①高い密閉機構の採用により、浚渫時の「濁りの発生と拡散」を抑制します。

②薄層浚渫支援システムやバケット容量の調節により、「余掘土量」と「余水量」を低減することができ、「浚渫から処分まで」のトータルコストを縮減します。

③広くて深い場所に適した「ワイヤー型」と狭くて浅い場所に適した「バックホウ型」の２つのタイプにより、どのような水域にも対応できます。

スーパーグラブバケット(ワイヤー型)6m³

スーパーグラブバケット(バックホウ型)1.3m³

２．ワイドグラブバケット浚渫工法

「ワイドグラブバケット浚渫工法」は、スーパーグラブバケット浚渫工法の環境対応機能に加え、グラブバケットひとつかみ当たりの面積を大きくすることで浚渫効率を高め、高精度の仕上げ掘りを実現した浚渫工法です。

【特徴】

①幅広バケットの機能を活かし、浚渫地盤を広く切り取ることができます。(最大開口面積 37.25m²)

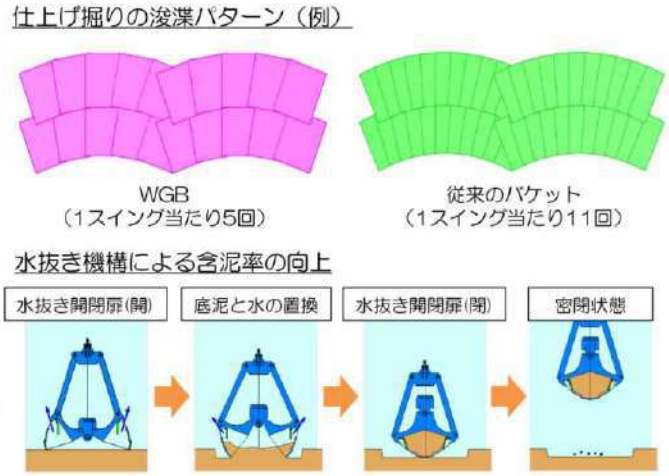
②1 サイクル当たりの浚渫土量が多く、効率的な施工ができます。

③底泥取り込み時に水抜き開閉扉から底泥と水の置き換えをスムーズに行うことができるため、濁りの発生を最小限に抑えることができます。

④浚渫土厚に応じて、容量調整板を 2 段階に調整（土厚 60cm、40cm）できるため、余分な水の取り込みを最小限に抑えることができます。

⑤専用の浚渫船を必要とせず、一般的な 23m³ 級グラブ浚渫船に装着が可能です。

ワイドグラブバケット 25m³

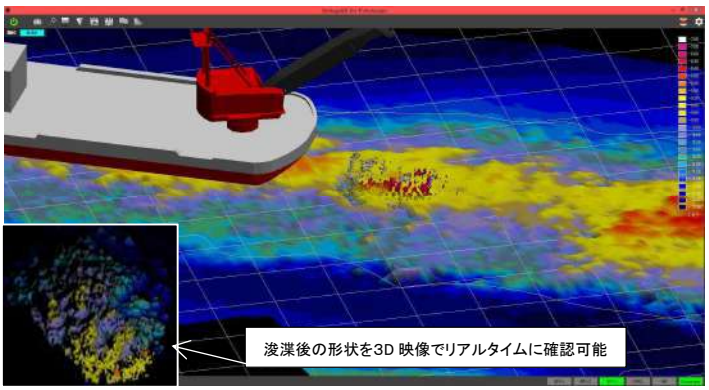


■Beluga-AR（拡張現実を用いた水中可視化システム）

Beluga-AR は、拡張現実の技術を応用し、「３Ｄソナーの映像」と「３次元設計図面」を重ね合わせることにより、水中部の計測結果をリアルタイムに３次元表示できるシステムです。

浚渫工事において、自動ノイズ除去機能を使用することにより、浚渫後の海底形状を３Ｄ映像でリアルタイムに確認することができます。

また、事前測量の３Ｄデータや完成形状の３Ｄデータを背景表示して、浚渫時のリアルタイムな海底形状と比較することにより、浚渫作業中に進捗を把握できるため、作業効率や施工精度の向上が期待できます。



期待できる成果、特徴	特許等
・泥土の浚渫による底質改善により、生物の生息場が保全・再生されます。 ・浚渫時に濁りの発生を抑えることができ、周辺環境への影響が少なくできます。 ・余堀土量と余水量を低減することにより、底泥の処分量を低減できます。	特許第 5340749 号「浚渫方法」

Yes! Harmony

第2回有明海再生に向けた技術提案ワークショップ

スーパーグラブバケット浚渫工法

ワイドグラブバケット浚渫工法

東亜建設工業株式会社
富田尚道

東亜建設工業 TOA CORPORATION

17 November 2018

目的（背景）

有明海の多様な生物の生息環境の確保を図るためには、生物生息場の基盤となる底質の保全・再生が必要になります。生物の生息・再生産の場となる底質の改善策の一つとして泥土の浚渫があげられます。

スーパーグラブバケット浚渫工法、ワイドグラブバケット浚渫工法は、濁りの発生を抑制し、余掘土量と余水量を低減する浚渫工法であり、有明海再生対策の底質改善に活用できると考えます。

17 November 2018　TOA CORPORATION　1

スーパーグラブバケット浚渫工法

従来の浚渫工法では、濁りの発生や、余水などの処理費用の増大といった環境・費用両面の問題がありました。「スーパーグラブバケット浚渫工法」は、これらの問題を解決して、濁りの発生を抑制し、余掘土量と余水量を低減する特徴を持つ「環境対応型高精度浚渫工法」です。

スーパーグラブバケット（ワイヤー型）

スーパーグラブバケット（バックホウ型）

17 November 2018　TOA CORPORATION　2

スーパーグラブバケット浚渫工法

【特徴】
●高い密閉機構の採用により、濁りの発生と拡散を抑制
（バケットからの土漏れはほとんど見られない）

通常密閉バケットによる泥掴み状況

スーパーグラブバケットによる泥掴み状況

17 November 2018　TOA CORPORATION　3

スーパーグラブバケット浚渫工法

●薄層浚渫支援システムにより精度の良い水平掘りが可能
（余分な土砂の取込みを最小限に抑える）
●土砂取込時、開閉扉から自然な水抜きが可能
（土砂と水との置き換えがスムーズ）
●浚渫土厚に合わせてバケット容量の調整を実施
（余分な水の取込みを最小限に抑える）
●余分な土砂と水の取込みを抑えて浚渫土除去・処分のトータルコストを低減

17 November 2018　TOA CORPORATION　4

ワイドグラブバケット浚渫工法

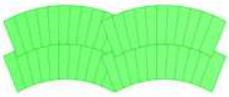
「ワイドグラブバケット浚渫工法」は、スーパーグラブバケット浚渫工法の環境対応機能に加え、グラブバケットひとつかみ当たりの面積を大きくすることで浚渫効率を高め、高精度の仕上げ掘りを実現した浚渫工法です。

17 November 2018　TOA CORPORATION　5

ワイドグラブバケット浚渫工法

【特徴】
●幅広バケットの機能を活かし、浚渫地盤を広く切り取ることができます。（最大開口面積37.25m²）
●1サイクル当たりの浚渫土量が多く、効率的な施工ができます。

WGB
（1スイング当たり5回）



従来のバケット
（1スイング当たり11回）

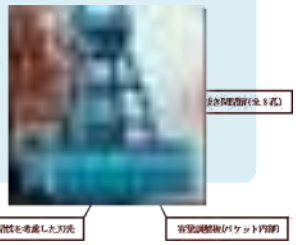
仕上げ掘りの浚渫パターン（例）

ワイドグラブバケット浚渫工法

●底泥取り込み時に水抜き開閉扉から底泥と水の置き換えをスムーズに行うことができるため、濁りの発生を最小限に抑えることができます。

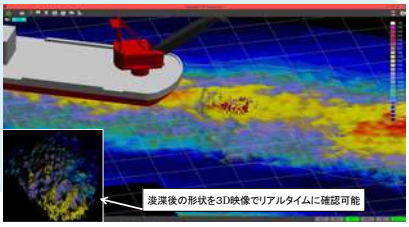
●浚渫土厚に応じて容量調整板を2段階に調整（土厚60cm、40cm）できるため、余分な水の取り込みを最小限に抑えることができます。

●専用の浚渫船を必要とせず、一般的な23m³級グラブ浚渫船に装着が可能です。



■Beluga-AR（拡張現実を用いた水中可視化システム）

Beluga-ARは、拡張現実の技術を応用し、「3Dソナーの映像」と「3次元設計図面」を重ね合わせることにより、水中部の計測結果をリアルタイムに3次元表示できるシステムです。
浚渫工事において、自動ノイズ除去機能を使用することにより、浚渫後の海底形状を3D映像でリアルタイムに確認することができます。
また、事前測量の3Dデータや完成形状の3Dデータを背景表示して、浚渫時のリアルタイムな海底形状と比較することにより、浚渫作業中に進捗を把握できるため、作業効率や施工精度の向上が期待できます。



期待できる成果、特徴

①泥土の浚渫による底質改善により、生物の生息場が保全・再生されます。

②浚渫時に濁りの発生を抑えることができ、周辺環境への影響が少なくできます。

③余堀土量と余水量を低減することにより、底泥の処分量を低減できます。

技術提案様式　　受付番号　０４

氏名（団体名） 山本千裕（NPO 法人日本環境監視協会）	住所　宗像市自由ヶ丘 7 丁目 4-16 〒811-4163
連絡先 電話　090-6778-6812　　mail:wolfram74@jcom.home.ne.jp	

技術名

泥干潟域におけるカキ礁造成

目的（背景）

カキ礁とは干潟域に形成される大規模なカキの群落で、有明海ではマガキ、シカメガキ、スミノエガキなどで構成される。カキ礁の機能については様々な研究がなされており、水質浄化、有害プランクトンの除去、生物の棲み処の提供、魚礁効果、魚介類への餌の提供などがあげられ水産業にとっても有用な生物群落とされる。有明海では古くから広大なカキ礁が存在していたが、ノリ養殖が盛んになるとノリ養殖の邪魔になるという理由で昭和 40 年代に大規模なカキ礁の除去工事が実施された。

その後も埋め立てやナルトビエイによる食害などによってカキ礁は減少を続け現在は最盛期の約 3 割にまで減少したといわれている。カキ礁が消滅した多くの干潟はカキが定着し難い泥干潟となっているため自然発生的にはカキ礁は復活しづらくなってる。

本提案は、有明海の生物生産向上のためカキ礁を復活させることを目的とした提案である。

技術提案の概要

１．泥干潟でカキ礁を作る手段として、針金などの細い形状をした付着基質を干潟に垂直に植えてカキの幼生を付着させる。
２．そのままカキを成長させるとやがてカキの重さで付着基質は倒れるが泥干潟であっても付着基質が支えとなって干潟上で成長を続けることができる。
３．その後、最初のカキが付着基質となり新しいカキが成長しカキ礁となる。

本提案は平成 15 年にナルトビエイのアサリ食害防止対策のため泥干潟に多数の園芸用の鉄線が植えられた区域において、鉄線にカキが付着して 6 年後の平成 21 年には一部でカキ礁を形成し始めていることが観察されたことからヒントを得たものである。

期待できる成果、特徴	特許等
カキ礁の復活による生物生産に対する好影響。	

泥干潟域におけるカキ礁造成の提案

NPO法人日本環境監視協会理事
技術士（水産部門）　山本千裕

カキ礁造成の意義

カキ礁とは

大規模なカキ類の群落で干潟域の比較的浅い場所にできる。有明海ではマガキ、シカメガキ、スミノエガキなどで構成される。

1．水質の浄化
2．有害プランクトンの除去
3．生物の棲み処の提供
4．魚礁効果
5．魚介類への餌の提供
　　等々

有明海の水産業を支える基礎となる

1

有明海は全国一のカキ礁が発達した海域であった。

ノリ養殖が盛んになるにつれてノリ養殖の邪魔になるとされ、昭和40年代には大規模なカキ礁の除去工事が実施された。また、その後も埋め立てやナルトビエイの食害などによってカキ礁は減少を続け、現在は最盛期の3割程度にまで減少している。

2

カキ礁造成について

かつてはカキ礁に覆われていた干潟も現在では泥干潟になってしまった場所も多い。

泥干潟にカキ種苗を直接に播いてもカキは成長しない。地盤改良が必要とされている。

2009年2月、泥干潟の一隅にカキ礁を見出だした。

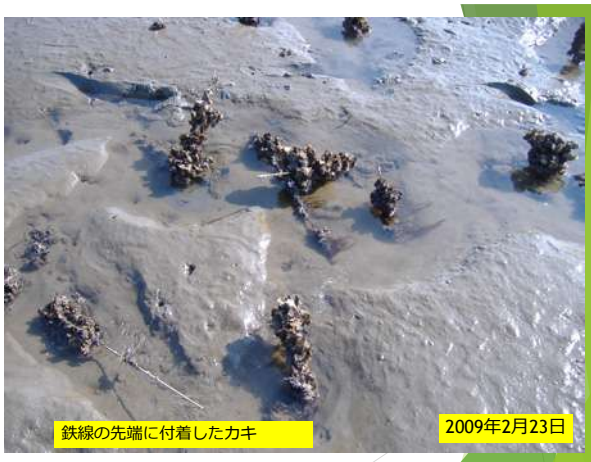
3

4

5

6

7



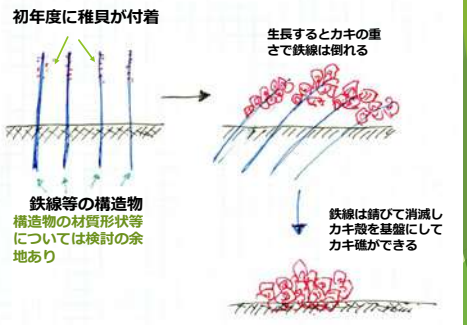
8

ナルトビエイ被害防止のため農業用の鉄線が大量に干潟に植えられた。2003年2月23日（福岡県有明海漁連提供）

9

10

カキ礁の造成提案



11

特徴

1．針金のような構造物にはフジツボはつかず、カキだけが成長する。

2．構造物を干潟に刺すだけで特別の作業は不要。施工後定期的に管理をすればよい。

3．最終的には鉄線は錆びて消滅しカキだけが残る。

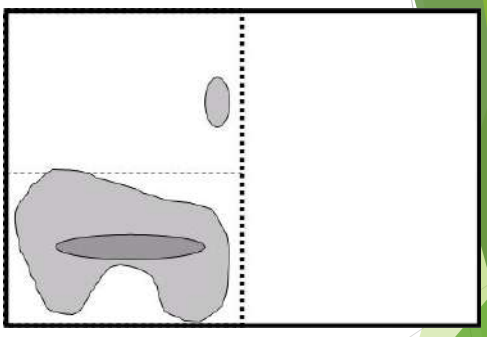
12

課題

- 1．構造物の太さ、長さ、素材など検討の余地はないか。
- 2．一応の成果が判明するまで数年を要する。長期の試験期間がとれるかどうか。

以上

13



ノリ区画漁場　有区302号（福岡県有明海漁連提供）

14

技術提案様式　　受付番号　０５

氏名（団体名） 株式会社佐々木工作所	住所 横浜市鶴見区尻手 1-7-21 〒230-0003

連絡先
電話 045-571-0859　　mail：nihon.k_sasaki.k@crocus.ocn.ne.jp

技術名
新型バイオファンによる生態系再生

目的（背景）

耕水機（バイオファン）は、水面に浮かべ水面をゆっくりとかきまぜることにより水底面に生じる層流ローテーション効果を利用し、水中の酸素を水底面に供給することで、ヘドロ化を防ぎ、魚介類を育み、太陽の光により植物性プランクトンの光合成により生じた酸素をヘドロに供給し、魚介類をはぐくみ、水底の水を浄化する耕水原理を実現したものである。この耕水原理を理論化した耕水理論を実践することにより、入り海等の自然の生態系を復元することで魚介類が棲む環境が復元する。

当社の開発した新型バイオファンは、エネルギー効率が高く、僅かなエネルギーで広い範囲のヘドロ化防止が可能であることから、その大型機を入り海に導入することで、生態系を再生し、漁獲量を復元する。

技術提案の概要

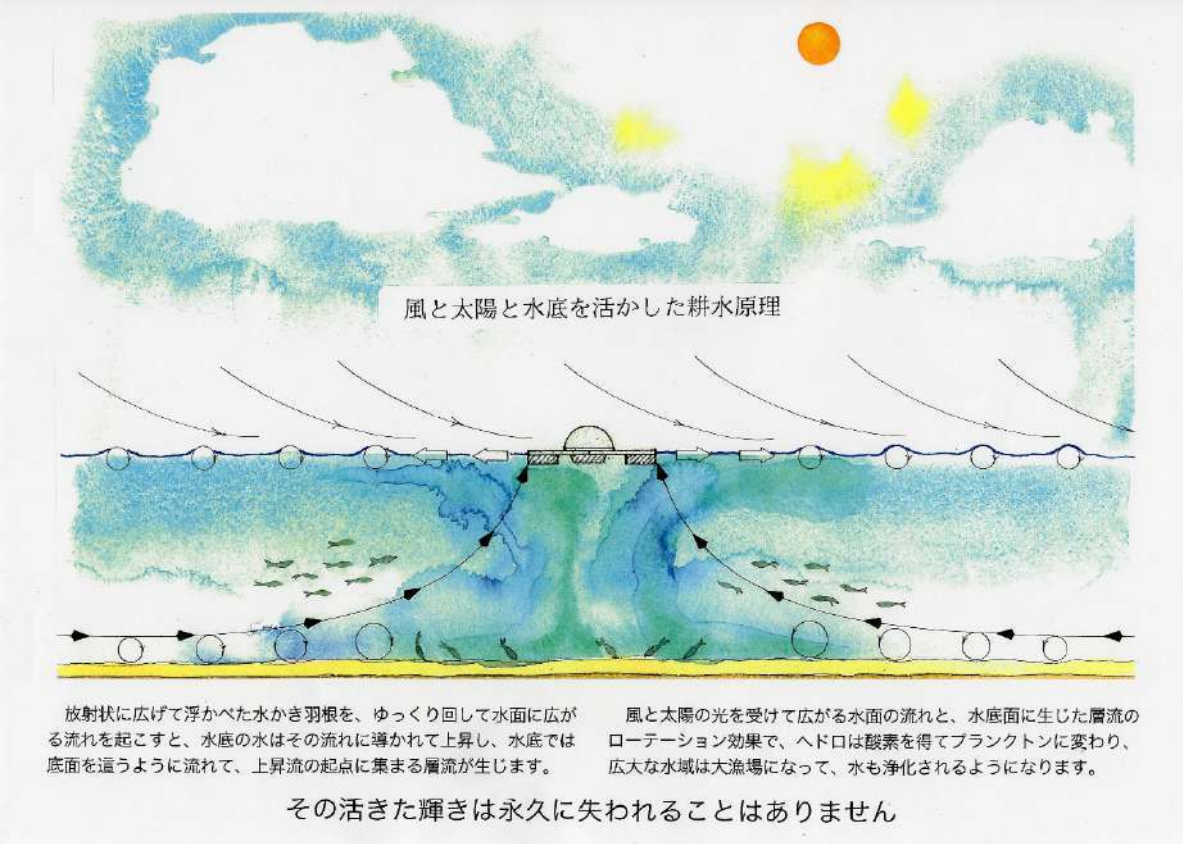
これまで水を透明にする多くの試みがなされてきた。リン・窒素が流入すると植物性プランクトンが増殖して透明度が低下することからリン・窒素の放流を規制したりアオコの除去対策といった場当たり的な対策を実施してきているがヘドロ化は進行し全く効果を上げていない。これはプラントンの増殖が盛んに行われている広大な水面を人為的に透明化しようとすること自体が元々無理な話だからであり、ヘドロの抑制対策が水の透明化であるという生態系を理解していない誤った方法論によるものであるからである。

この行き詰まりを打開するのが、耕水原理の活用、即ち耕水機の設置である。ヘドロを抑える為には、水中の酸素を水底面に供給することでプランクトンを増殖し、それにより魚介類が増えることにより本来の生態系を復活される方法、即ち、耕水原理の利用が唯一の方法である。この方法では、プランクトンの増殖を図るため、魚場が復元され、増えた魚介類の作用で水も自然に浄化されてゆくことにより、入り海等における漁獲量が復元できる。

耕水原理に基づく耕水機は理論創作者の稲葉宏哉氏により 1990 年に特許出願がなされ 2004 年に特許登録された。当社は 2000 年より稲葉氏との提携により製造、販売に取り組んできており、現在までに合計約 300 台の導入実績を有する国内唯一のバイオファン製造メーカーである。

耕水機は、日本国内においては数百台の導入実績に過ぎないが、中国、東南アジアを中心に数万台が稼動している。この多くが当社の耕水機を模倣して中国等で製作された耕水理論に則っていない効率が悪い製品であり、かつ小型のものである為、その効果は池や養殖場などでの使用に限られている。

当社では、2015 年に耕水理論に忠実に則り旧型の５倍以上（当社製品比）の性能を発揮する新型バイオファンの試作開発に成功し、これまで複数の湖沼、養殖場等で実証実験を実施してきている。今次、技術提案では、この新型バイオファン実証実験の成果を活用し、入り海等においても十分な効果を発揮する大型機の導入を提案するものである。

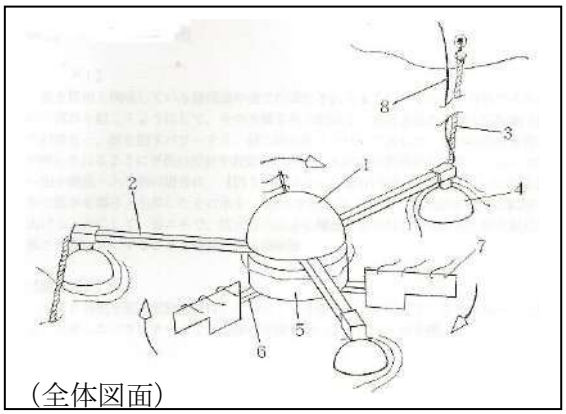


当社の開発した新型バイオファンは以下の要素の組み合わせによる新たな設計条件式を実施することで、エネルギー効率が高く僅かなエネルギーで広い範囲の耕水できる大型機の開発が実現可能となった。

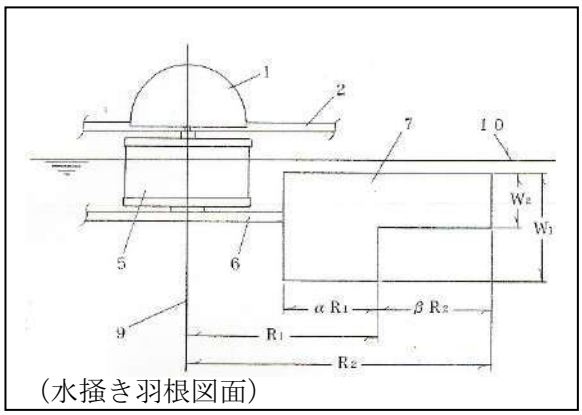
1)水掻き羽根の長さ
2)水掻き羽根の幅
3)羽根を回すパワー
4)羽根の回転数

この新しい設計条件式を実現する為に、羽根の形状を以下の図面の通り改良している。

新型耕水機（バイオファン）の形状



（全体図面）



（水掻き羽根図面）

現在普及している小型耕水機との性能比較は、下表の通りである。

比較項目		現状の普及型耕水機	新型耕水機(大型機)
ヘドロ化防止面積	池（水深1.5～３m）	5,000 ㎡	760,000 ㎡
	養殖場（水深1.5～２m）	1,000 ㎡	190,000 ㎡
効率(耕水への利用率)		32%	80%
必要電力		５０W	７５０W
水掻き板の長さ		２m	６．９m

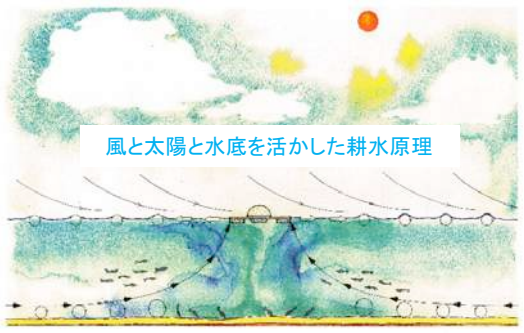
（新型耕水機と現在普及している小型耕水機との性能比較）

期待できる成果、特徴	特許等
水中の酸素を水底面に供給することでプランクトンを増殖し、それにより魚介類が増えることにより本来の生態系を復活する。	特開 2005-319435 特願 2014-80538

新型バイオファンによる生態系回復

世界に誇る日本のハイテク技術（耕水原理）を採用することにより、湖沼等広大な水域の生物多様性の回復を実現する！

株式会社佐々木工作所
http://biofan.jp/biofan/



放射状に広げて浮かべた水かき羽根を、ゆっくり回して水面に広がる流れを起こすと、水底の水はその流れに導かれて上昇し、水底では底面を通りように流れて、上昇点の起点に集まる傾流が生じます。

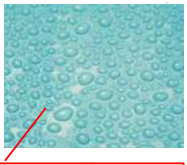
風と太陽の光を受けて広がる水面の流れと、水底面に生じた傾流のローテーション効果で、ヘドロは酸素を得てプランクトンに変わり、広大な水域は大漁地になって、水も浄化されるようになります。

その活きた輝きは永久に失われることはありません

知的所有権（著作権）登録内容

力任せの流体力学の盲点を衝いて構築された理論に基づく桁違いの省エネ原理です。

図のように、水面に垂直に立てた回転軸Pから、水面方向に放射状に伸ばして広げた羽根を水に浮かべて、（1）式の角速度で羽根を静かに回すと、水底の水は水面方向に導かれて上昇し、（2）の省エネ式で表わされる、膨大な水量の湧昇流が自然に起こります。



（1）　$\omega = k\alpha\{P/R^4\}^{1/2}$　　（2）　$M = \beta\{PR^4\}^{1/2}$

M：上昇水量（耕水量）　[m³／s]　　α：羽根の形状と回転数による係数
R：水掻き羽根の長さ　[m]　　β：羽根の形状係数
P：水掻き羽根を回すパワー（電力）[W]　　k：k≧1　羽根の本数による係数で本数が無限のとき、k＝1
ω：水掻き羽根の角速度　[rev／s]

水の分子n個における運動方程式適用
↓
運動量保存の法則
↓
実験により証明
↓
実験係数に基づく新規理論の構築

Rを10倍にすれば、電力を1万倍にした場合と同等の勇昇流が得られる。
＝省エネ効果はRの4乗で利く！

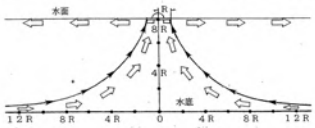
知的所有権（著作権）登録内容

風と太陽と活きた水底の浄化力を引き出すバイオファンの能力は水掻き羽根の長さRで決まります。

★省エネ効果はRの4乗で利き、
★流れがおよぶ水深はRに比例し、
★活性化面積はRの2乗で広がります。

水面に浮かべて、ただ回すだけのシンプル構造です。
取付け簡単、Rはどこまでも長く出来るので、
バイオファンの浄化能力に限界はありません。

バイオファンで水を耕すと、水中には水掻き羽根の長さRに比例した広がりの流管が形成されます。富士山の形をしたこの流管の内部を水は流れて上昇し、水面方向に広がって、水底に潜り、水底を通るように流れてもとの流れの起点に集束する循環流が生じます。



図は水掻き羽根の長さRの8倍の水深の所に浮かべたとき、水中に形成される流管で、Rに比例して流れの場が広がるのを表わしたものです。理論上は、バイオファンの流れは角運動量が保存されるように流れるので、流れの広がりに限界はありません。無風状態のとき、バイオファンの流れがRの40倍の所まで広がっているのが観測されています。

（バイオファン）
・水掻き羽根で水面に広がる流れを起こす力学
・流れの広がりを解析する流体力学
↓
「省エネ理論」＋「流管理論」

著作権の範囲：
1）バイオファンの新理論
2）羽根を広げたパターン
3）静かに回すこと
4）1）～3）によって得られた全ての特長

バイオファンは個々の湖沼の水面積、水深等のパラメータを稲葉理論に投入することで最適な設計が出来、効果を発揮することが出来る。

耕水原理による湖沼・入り海再生の仕組み

①1ヘクタールあたり1日に200kg～300kgの酸素が光合成で生産される。
↓
②風を活かした耕水機の水面曝気作用で、湖沼にこもった臭気は完全に除去される。
↓
③水底が活きて、魚貝に有害な植物プランクトン（悪いアオコ）と悪いCODが発生しなくなる。
↓
④活きた水底で1ヘクタールあたり、1日に200kgのワムシが発生するようになる。
↓
⑤湖沼・入り海は、良質の魚貝が獲れる宝の漁場に再生される。
↓
⑥ヘドロが無くなって水が透明になるが、漁獲量が減り始める。

水質と透明度だけを問題にする鑑賞池なら何もしないで、そのまま耕水機を回しておくだけで目的は達成される。
しかし、漁獲量を問題にしている湖沼・入り海の場合は透明度は望めない。
ヘドロの代りに、リン・窒素源とミネラル、特に珪素を投入して珪素を主成分とするプランクトンを増やす工夫が必要となる。

ワムシの発生とヘドロの減少

ワムシは、1ha当たり1日200kg発生する。
↓
1m2当たり1日20g発生する。
↓
1年間の1m2当たりの発生量は
20g×365日＝7300g
↓
1m2当たり1年間で7．3cmずつヘドロが減少する

横浜市鶴見区「二つ池」にバイオファン設置

（バイオファン設置：2016. 9. 17）

付近住民から臭気の苦情あり →
・植物プランクトン優位 →

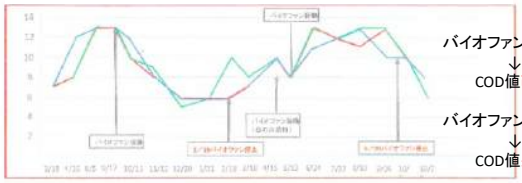
・COD：13ppm →

（バイオファン：2016. 10. 15稼動28日後）
2. 4回転／1分間
臭気がなくなり、全体的に景観が増えた
・動物プランクトン優位
⇒凝集⇒沈殿＝透明度が上がる。
・COD：10ppm

6

二ツ池：バイオファン稼動とCOD値の推移

二ツ池水質測定推移（16年3月18日～） COD測定（PPM）



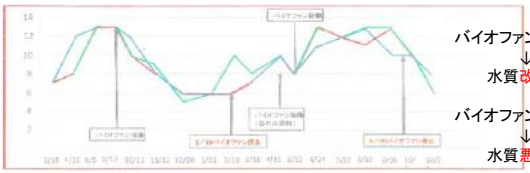
バイオファンを稼働
↓
COD値改善

バイオファン停止
↓
COD値悪化

7

二ツ池：バイオファン稼動と透明度の推移

二ツ池水質測定装置（16年3月18日～） COD測定（PPM）



バイオファンを稼働
↓
水質改善

バイオファン停止
↓
水質悪化

8

耕水原理（バイオファン）のコスト優位性

某市○○○緑地釣池（33, 000m2）
マイクロバブルを15台設置しているが
水質浄化の効果が出ていない。
（イニシャルコスト）
4, 500千円/台×15台＝67, 500千円
（年間の電気代）
15, 000千円

横浜市二ツ池公園（7, 000m2）
40Wのバイオファンを1台設置する。
（2016年10月）
（イニシャルコスト）
3, 000千円/台×1台＝3, 000千円
（年間の電気代）
0. 04KW×1台×24h×365日×26円/Kwh
≒9千円

○○○緑地釣り池にバイオファンを設置した場合のコスト比較：
イニシャルコスト：約1／5， ランニングコスト：約1／333

9

【事例1】ひと月後の効果　1年後の効果

50Wの蛍光灯1本分の電力で3,000㎥の池に効果が現れた

平成18年7月14日　平成18年7月24日　平成18年8月10日

平成11年11月11日　平成12年10月9日

10

【事例2】農業用水池

60Wの蛍光灯6本分の電力で57,000㎥の農業用水池の腐敗が解消された

中海干拓安来工・剪定溜め池

葉物野菜に有害な悪いアオコと悪いCODが無くなって、水底固が生き返ったことが実証された

水が臭わなくなった

62mg/ℓのCODが77%　0.59mg/ℓのFeが71%除去された

1.4mg/ℓのT-Nが61%除去された

0.024mg/ℓのT-Pが30%除去された

11

【事例５】ダム湖　国営造成施設管理体制整備促進事業　兵庫県淡路島 常磐ダム・谷山ダム

常磐ダムと谷山ダムの水質が60Wの蛍光灯３本分の電力で改善された

■ 谷山ダム 53,000㎥

	設置前 (H.17.1.6)		設置後 (H.17.5.12)	
COD	15	[mg/ℓ]	3.7	[mg/ℓ]
T-N	2.1	[mg/ℓ]	0.3	[mg/ℓ]
T-P	0.23	[mg/ℓ]	0.016	[mg/ℓ]
S S	96	[mg/ℓ]	2.0	[mg/ℓ]
D O	12	[mg/ℓ]	8.8	[mg/ℓ]

■ 常磐ダム 68,000㎥

	設置前 (H.17.1.6)		設置後 (H.17.5.12)		農業用水の基準値
COD	23	[mg/ℓ]	4.9	[mg/ℓ]	(6以下)
T-N	4.1	[mg/ℓ]	0.37	[mg/ℓ]	(1以下)
T-P	0.4	[mg/ℓ]	0.022	[mg/ℓ]	(0.05以下)
S S	420	[mg/ℓ]	3.0	[mg/ℓ]	(100以下)
D O	9.1	[mg/ℓ]	8.9	[mg/ℓ]	(5以上)

12

水域のメガソーラー事業
生物多様性の取り組みとしての問題

630kWの太陽光発電所

土地改良区から、水面を借りて太陽光発電設備を設置した。

水域全体にソーラーパネルを設置すると、水面の光合成に影響が出る。

↓

水域全体の酸素が欠乏し生物多様性が悪化

↓

腐敗、異臭の原因となる。

13

バイオファンの大型化及びシステム化

バイオファンの大型化開発のテーマ：

1．バイオファン大型化に関する最適設計
2．バイオファンのソーラー電源採用
3．ＳＥＣＵＲＩＴＹ　ＢＯＸによる湖沼監視システム

14

広大な水域向け大型機開発

霞ヶ浦の場合：

（仕　様）

■出力　　０．64KW
■耕水量　６．９×10^5　㎥/日
■面　積　　１．１×10^6 ㎥（水底の活性化面積）
■水　深　　3m　（平均水深）

（効　果）

■酸素供給量　　17t/日
■ワムシ増殖量　22t/日
■年間漁獲量　　約1000t/年（生産可能値）
　耕水機によるエビの養殖量を参考にした。
■水質の改善
　水底の腐敗で生じている、魚貝類に有害なアオコとCODは1ヶ月で消滅して、有用なアオコと無害なCODを含んだ水に改善される。

15

技術提案様式　　受付番号　０６

氏名（団体名）	住所
小松利光・矢野真一郎・小橋乃子（九州大学）	〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九大工学研究院

連絡先　小松利光
電話　090-4475-6358　　mail: komatsu794@gmail.com

技術名

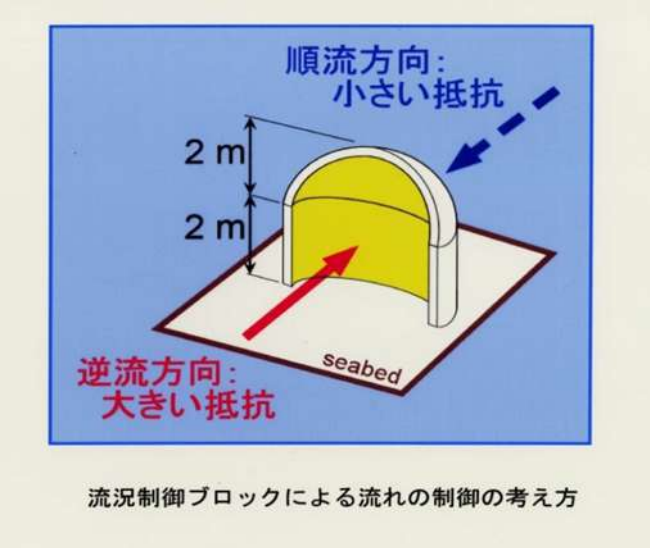
流況制御ブロックによる海域環境の改善

目的（背景）

閉鎖性内湾においては潮汐運動が基本的に往復運動であるため水の実質部分は一潮汐後にはほとんど以前と同じ場所に戻って来て実質移動（潮汐残差流）が生じないことが多い。その結果、陸側からの流入栄養塩などが外海まで出て行かずに湾内に滞留し、赤潮の発生や底泥のヘドロ化等海域環境の悪化を引き起こしている。実質的に物質輸送を担う潮汐残差流を流況制御ブロックを用いて自由にデザイン出来れば、赤潮発生の時間スケールよりも短い時間内で流入栄養塩を外海に排出したり、また二枚貝の幼生や魚類の仔魚を孵化した場所から成長が期待できる場所まで効率的に輸送したりすることも可能となる。また本ブロックは潮流の湧昇効果を持つため成層の破壊が期待できる。海域の成層化は底層水の貧酸素化や表層での赤潮の発生の助長など負の連鎖を引き起こす。

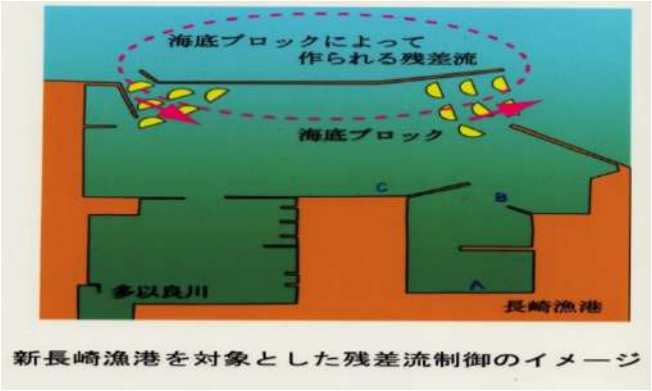
ただ、自然界や生態系を対象として人工的に手を加えることになるため、予期せぬ事態や状況が発生する可能性を否定できない。従って、我々が自然界に働きかける際は、その後の自然界のレスポンスの変化をモニタリングしながら柔軟に対応（順応的対応）でき、時には後戻りして容易に原型復旧すら可能な技術が必要であるが、本流況制御ブロックは水深の２割以下の高さの特殊な形状のコンクリートブロックを複数個海底に設置するだけなので、モニタリングしながら（自然と会話しながら）その数や設置密度を変えたり、必要ならば全面撤去も容易であるという極めて柔軟な技術で**学習・成長できる技術**となっている。本ブロックを有明海に適用することで海域環境の改善が大いに期待できる。

技術提案の概要



流況制御ブロックによる流れの制御の考え方

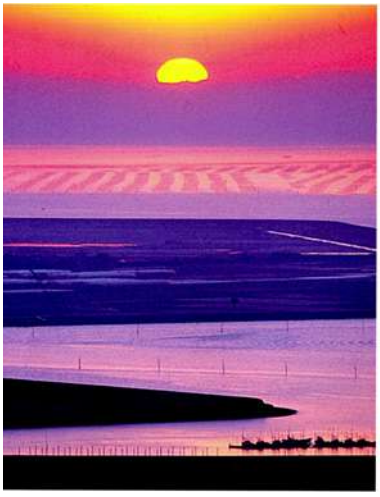
海には多少とも干満があるため潮流として往復流が発生する。今便宜上ブロックに対してある一方向を「順流」と名付け、逆方向を逆流と名付ける。そのような往復流の場に左図のようなコンクリートブロック（水深２０ｍの海域用）を設置すると、潮流が順流方向の時はブロックの流体抵抗が小さいため潮流はスムーズに流れるが、潮流が逆向きになるとブロックの流体抵抗が大きくなるため潮流速は減速し、潮流の一潮汐平均を取ると順流方向に潮汐残差流が発生する。すなわち潮汐残差流を創出することが出来る。潮汐残差流は物質輸送を担う流れであり、複数個の流況制御ブロックを配置することで自在に連続の式を満たすような残差流パターンを設計することが可能となる。また逆流の時に本ブロックは湧昇効果をもつため、潮流は上昇する。従って、成層状態では**成層破壊効果**を持つこととなる



新長崎漁港を対象とした残差流制御のイメージ

例えば、左図は長崎市三重地区にある新長崎漁港に設置された流況制御ブロックの概念図である。
この漁港は２カ所に出入り口を持つが、前面に防波堤があって閉鎖性が強いため港内の水質環境の悪化が生じていた。上図のように左側の出入り口には外から内に残差流が流入するように、また右側の出入り口には港内から外海に残差流が流出するようにブロックを設置した。その結果、前面の堤防を取り囲むように循環する潮汐残差流を創出することで港内の汚染水を速やかに港外に排出することが可能となり、港内の環境改善に大きく貢献することが出来た。

期待できる成果、特徴	特許等
コンクリート製であるため耐久性に優れ、また潮流という自然エネルギーを使うため初期投資以外はメンテナンスフリーで極めて経済的である。有明海は潮流が大きいので特に本ブロックの設置場所として適している。また本ブロックの物質輸送のコントロール機能、成層破壊機能に加えて本ブロックに人工コンブなどを付ければ漁礁としての機能も期待できる。 ブロックの底盤を少し大きくすれば、軟弱地盤上にも設置できることが確認されている。自然エネルギーを使うため半永久的に効果が期待でき、順応的に対応していくことで有明海に最も適した再生策を創出できるものと考えている。	

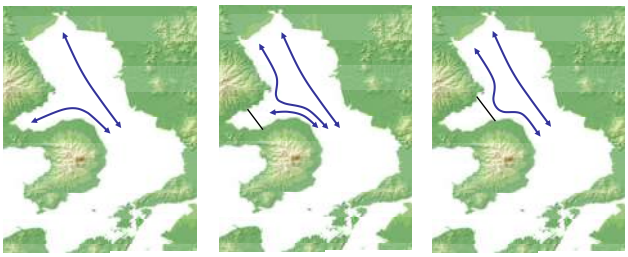


（2018.11.17 有明海再生WS）

流況制御ブロックによる海域環境の改善

小松利光（九州大学）
矢野真一郎（九州大学）
小橋乃子（鹿児島大学）

諫早湾口付近の流れの変化

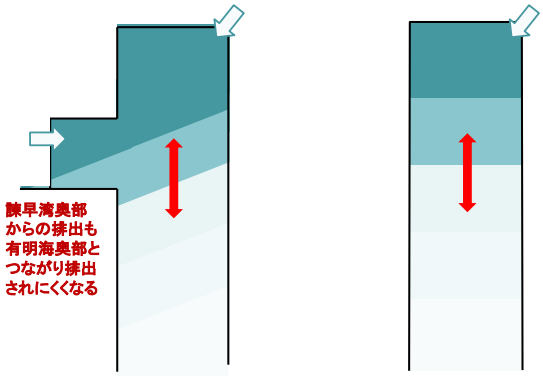


分岐・合流の流れ
諫早湾の奥行きが深い場合
有明海奥部の東西の非対称性が強い

現状

キャビティフローも弱くなる
諫早湾の奥行きがもっと浅い場合
東西が対称になる

1



締切により非対称性が弱くなり湾奥へ供給された淡水や物質が湾奥から排出されにくくなる.

完全な対称だと更に排出しにくい状態となる（水平方向の分布による移流分散はあまり期待できない）

2

2つの特性の異なる海水の存在

3

自然と人間の共生のためのパートナーシップの構築

人間と自然
支配・被支配の関係 ⟹ パートナーシップへの全般的なシフトが必要

⇩

自然との対話が不可欠

対話が成立するための条件
（1）エンジニアリング思考からマネジメント思考へ
（2）調整・後戻りできる技術の開発
（3）調整・後戻りできる整備手法への展開
（4）自然の声なき声を聞き取る力（感性）の獲得

4

調整・後戻りできる技術の開発　学習・成長できる技術システムの構築

“固定的” ⟹ “柔軟”,“微妙”

調整、後戻り可能な技術が開発されると、適用後不測の事態が発生しても、調整したり、撤退したりすることが可能となる。

＜技術・手法の自然への適用：行為＞ー＜現地観測・モニタリング：経験・学習＞ー＜調整・創造＞というサイクルを繰り返す。

⇩

自然との適合を図りながらスパイラル的に、より良いシステムへ改善・成長させていく

5

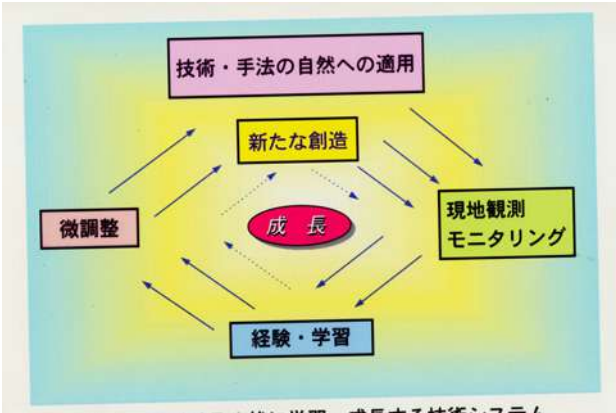
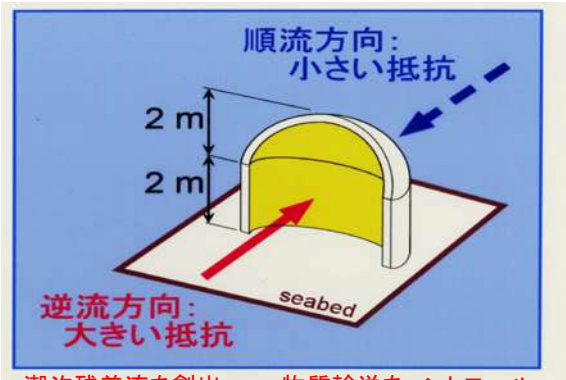


図-1　スパイラル状に学習・成長する技術システム

6

流況制御ブロックの技術開発

（新長崎漁港に適用した場合）



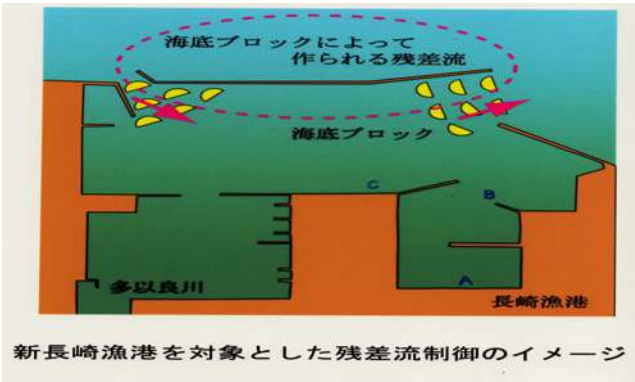
潮汐残差流を創出　→　物質輸送をコントロール

流況制御ブロックによる流れの制御の考え方

7

新長崎漁港（水産加工場からの排水により港内の水質が悪化）

8



新長崎漁港を対象とした残差流制御のイメージ

港内と港外の海水交換の活発化

9

実物大の流況制御ブロック

10

西ノ首先生考案の人工コンブ

11

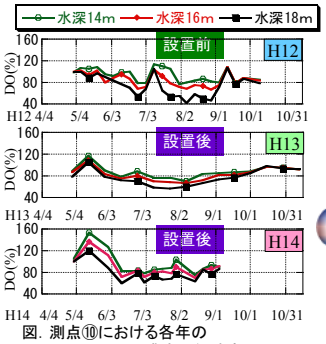
流況制御ブロックの設置状況

12

効果の検証

流況調査　潮汐残差流が小さく，風，密度流の影響が大きかったことから
・・・ブロックの効果を直接抽出することは困難

水質調査　・・・水質（COD），底層のDO濃度に改善傾向が認められる



図．測点⑩における各年の
下層DO濃度の経時変化

成層抑制効果を有する

新長崎漁港では風と
下層の成層構造との相関が高い

ブロック設置前の風速と
下層の成層構造の相関関係

を用いて

ブロック設置前後で成層状況を比較

ブロック設置前後で

・港内外の下層DO濃度差
　が小さくなったこと
・同一の成層構造でもDOの
　濃度勾配が小さくなったこと

13

人工コンブに集まるコショウダイの群れ

14

期待できる成果、特徴

・コンクリート製であるため耐久性に優れ、また潮流という自然エネルギーを使うため初期投資以外はメンテナンスフリーで極めて経済的である。

・有明海は潮流が大きいので特に本ブロックの設置場所として適している。また本ブロックの物質輸送のコントロール機能、湧昇流の生成による成層破壊機能に加えて本ブロックに人工コンブなどを付ければ漁礁としての機能も期待できる。

・ブロックの底盤を少し大きくすれば、軟弱地盤上にも設置できることが確認されている。自然エネルギーを使うため半永久的に効果が期待でき、順応的に対応していくことで有明海に最も適した再生策を創出できる。

15

技術提案様式　　受付番号　　０７

氏名（団体名） 特定非営利活動法人　日本環境監視協会	住所 〒 810-0041　福岡市中央区大名１丁目２-１５ 坂田ビル４ーB
連絡先 電話　090-7296-2618　　mail:yama@fukuoka-u.ac.jp	
技術名 山﨑惟義	
目的（背景） 博多湾をフィールドとして、まず湾の海底地形（ここでは「湾盆地形」と呼ぶ）をできるだけ正確に把握し、理解しやすいような三次元表示を提案する．次にこの湾盆地形をベースに諸環境情報を地理情報システムを用いて三次元的に表示し、漁業情報、リクレーション情報、観光情報などをオーバーレイすることによって、環境情報のプラットホームとすることを目的とする．	
技術提案の概要 添付ファイルの通り	
期待できる成果、特徴	特許等

環境情報プラットホームとしての内湾環境の３Ｄ表現　-博多湾の事例-

特定非営利活動法人　日本環境監視協会　山崎　惟義
株式会社　シエスタクラブ　中山　比佐雄
株式会社　シエスタクラブ　小松　勇直

１．目的

平成 28 年 3 月に底層溶存酸素量(以後低層 DO と言う)が生活環境項目環境基準に追加された．低層 DO は浚渫窪地の貧酸素水塊に代表されるように局所性が強くまた日時変動も大きい項目である。したがって、閉鎖性海域での、例えば環境基準の設定などにおいて、この項目を適切に測定あるいは評価しようとした場合、海底地形を正確に把握しておく必要がある．しかし、海図などから海底地形を得ようとした場合、浚渫窪地などは正確に表示されていないことが多い．また、海底地形の通常の二次元表示では必ずしも問題点は把握しやすいとはいえない．

また、環境情報に関係する主体は多く、例えば博多湾の水環境の議論においても市民、漁業関係者、行政、専門家など多方面の参加者にとって分りやすい環境情報の開示は難しいのが現状である。

そこで本発表では、博多湾をフィールドとして、まず湾の海底地形（ここでは「湾盆地形」と呼ぶ）をできるだけ正確に把握し、理解しやすいような三次元表示を提案する．次にこの湾盆地形をベースに諸環境情報を地理情報システムを用いて三次元的に表示し、漁業情報、リクレーション情報、観光情報などをオーバーレイすることによって、環境情報のプラットホームとすることを目的とする．

２．博多湾における湾盆形状と水質データの三次元化

先に述べた博多湾における水環境の三次元プラットホームの基本となる湾盆地形を得るため、まず、海図より博多湾各地点の水深を入力し ArcGIS ソフトにより 20m メッシュデータになるように水深データを内挿外挿した。この際窪地などの水深のデータ別途入手した．

次に、図 1 に示した地点にて HYDROLAB 社製多項目水質計 DS5 を用いて溶存酸素濃度などを測定した。実際の測定に当たっては、小潮の干潮時を狙い２艘の船舶を用いて 4 月から 11 月までほぼ月 1 回の測定を行った。

図 1　博多湾水質測定地点

水質の三次元データを得るため、湾盆地形から水深 1m ごとの層に博多湾をスライスし、各測定地点で得られた水質の鉛直分布から上記の各層に測定地点ごとに水質データを落とし込み、20m メッシュデータになるように内挿外挿した。これによって博多湾 1m ごとの各層の水質の二次元分布を得た。

上記の各層ごとの水質データをオーバーレイすることにより博多湾水質の三次元分布を得た。　さらに、20m メッシュごとのデータの内、最深部のデータのみを用いて博多湾低層の酸素濃度の平面分布を得た。この水質の平面分布データを先

の 20m メッシュ湾盆形状データ上に貼り付けることによって、博多湾低層の水質分布を三次元化した。

３．結果

３．１　博多湾湾盆形状

図 2 に博多湾湾盆の三次元形状を示した。

３．２　博多湾低層水質の三次元分布

図 3 に博多湾低層の酸素濃度の三次元分布を示した。

この図から分るように博多湾の低層 DO 分布を把握できた。

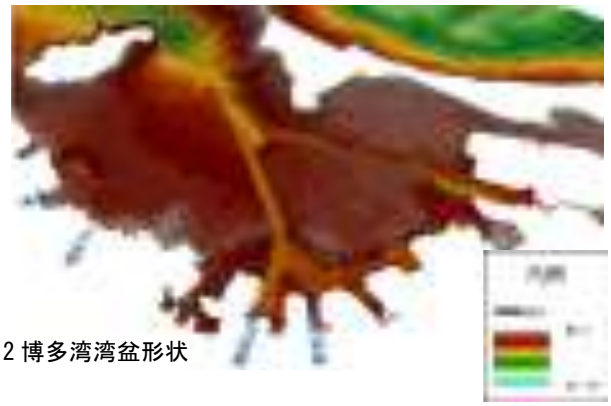


図 2 博多湾湾盆形状

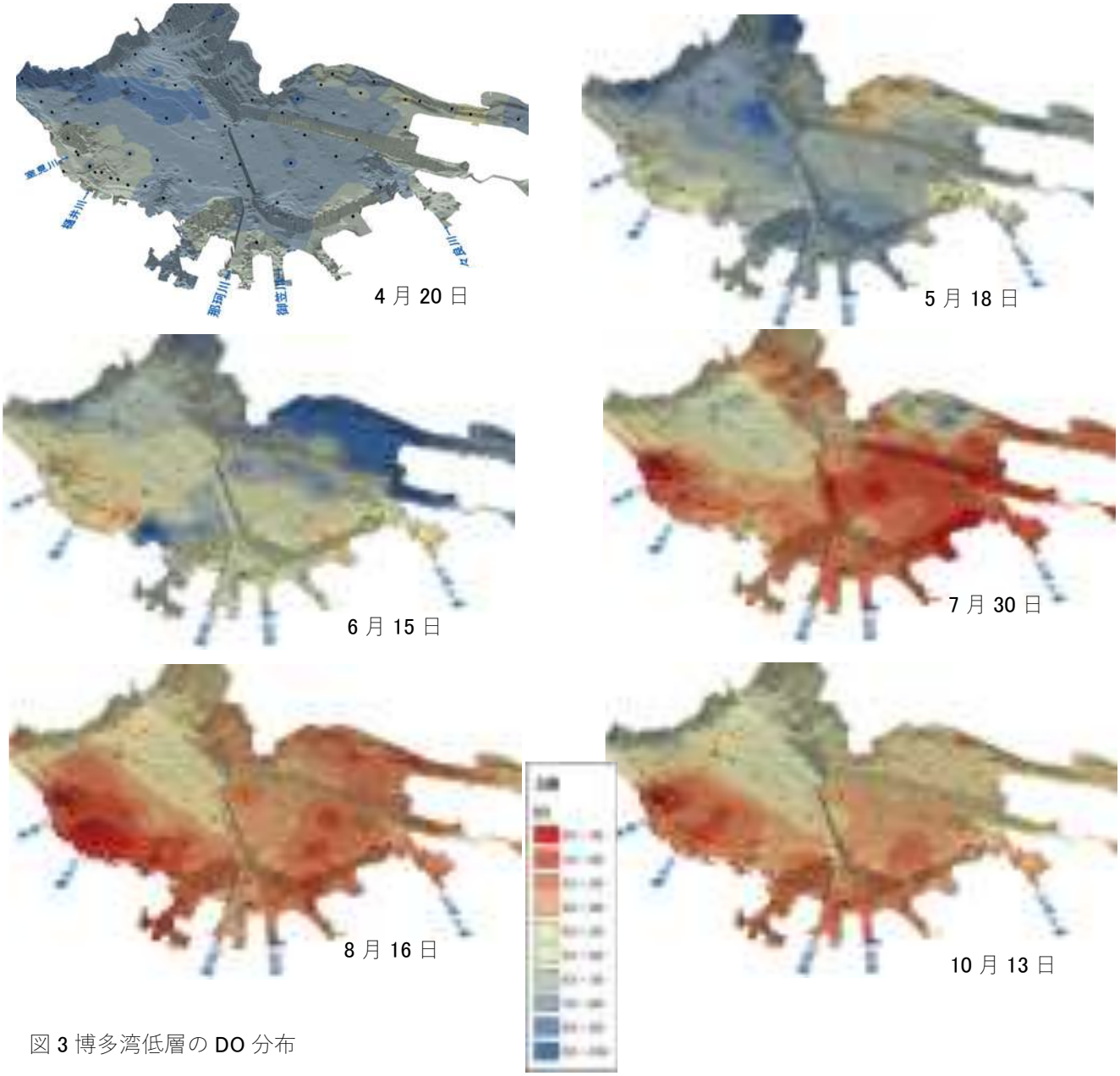


図 3 博多湾低層の DO 分布

４．結論

結果から分るように、博多湾湾盆形状と低層 DO 濃度を三次元的に示すことができた。しかし紙上では二次元表示のみが可能なので、その真価を伝えることはできていない。発表では GIS のビュワーソフトを用いてこの結果を適切な三次元表示で示す。また、このビュワーソフトにより博多湾環境を議論するためのプラットホームとしての有用性も明らかにする。

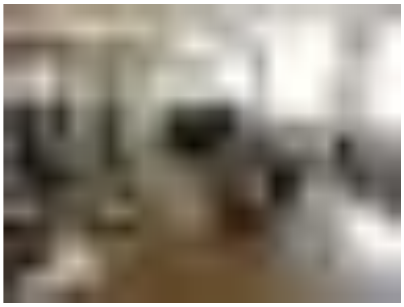
環境情報プラットホームとしての内湾環境の３Ｄ表現
-博多湾の事例-

NPO法人　日本環境監視協会　　山 崎　惟義
株式会社　シエスタクラブ　中山比佐雄
株式会社　シエスタクラブ　小松 勇直

博多湾環境についての漁業者との情報交換会

1

漁業者との情報交換会



海域や地点がお互いに理解できず、なかなかか議論がみ合わない

理解を深める4！プラットホームが必要

2

目的と方法

目的
- **環境情報のプラットホームの提供**

手法
- **博多湾湾盆の3D表示**
- **博多湾湾盆への環境情報のオーバーレイ**

3

今回提示する環境データ

- **博多湾湾盆形状**
- **博多湾における水質調査地点**
- **博多湾低層のDO分布**

4

今後の展開

- **博多湾NEXT会議(福岡市港湾局、環境局、漁師、学識経験者などで構成)におけるアマモ育成適地の選定**
- **湾盆形状と環境指標との関係把握**
- **低層溶存酸素環境基準設定のための支援**

- **ご意見やアドバイスを頂けると幸いです**

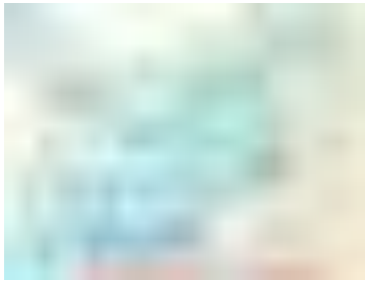
5

実際の3D博多湾環境情報の紹介

それでは
現在作成している博多湾環境情報の
3D表示をご覧ください

6

博多湾水質調査地点



7

博多湾湾盆形状

8

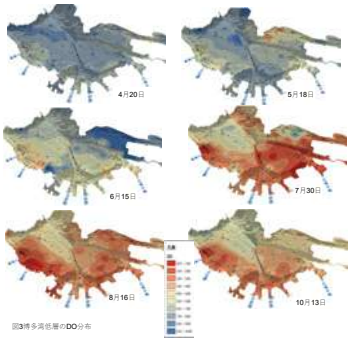


図3博多湾低層のDO分布

9