

底質環境シンポジウム

- 港湾域の持続的発展を目指した技術開発 -

平成16年12月21日

東海大学海洋研究所
国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部

底質環境シンポジウム ―港湾域の持続的発展を目指した技術開発―

平成16年12月21日(火) 13:00-17:00

主催:東海大学海洋研究所鶴谷広一教授・国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部

場所:東海大学校友会館:霞が関ビル33階 阿蘇の間

(東京都千代田区霞が関三丁目2番5号TEL03-3581-0121)

会費:無料

プログラム:裏面参照

定員:150名(定員になり次第受付を締切らせていただきます)

申し込み:添付の申込書により事前のご登録を12月15日までにお願ひします

趣旨・目的:

港湾域は、防波堤による水域の囲い込み、航路浚渫による深場の存在などにより、底質悪化による水質汚濁、航路埋没などが生じやすい状況にあり、底質改善の様々な努力がなされてきました。また、近年、底質環境と生物生態の関連が注目され、生態系の創造や再生事業における底質環境の重要性なども指摘されてきているところであります。

その実態を把握するためのモニタリング方法や制御法については、各局・各所で技術の開発、経験の蓄積が図られています。そうした技術開発状況についての相互の情報交換や、新たな技術や試みによる実態把握の事例紹介を目的として、東海大学鶴谷広一教授と国総研沿岸海洋研究部が共同で、当シンポジウムを企画しました。

本シンポジウムにおいては、産学官の連携を目指して、国土交通省・各整備局の取り組みの紹介、民間技術の紹介、大学における研究事例の紹介などを中心として、

- 1) 底質環境の実態把握のための手法についての情報交換を行い、共通の技術資産として共有すること
- 2) 底質環境の制御法に関する個々の技術の適応性や特殊性に基づく利用方法についての参考となる事例を共有すること
- 3) 今後の事業・調査実施に必要な情報や技術の発掘を目指したいと思っております。

事務局連絡先

国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部海洋環境研究室 古川・笠原
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1

Tel. 046-844-5023

Fax. 046-844-1145

E-mail: furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp

底質環境シンポジウム プログラム

— 港湾域の持続的発展を目指した技術開発 —

1. はじめに		
挨拶および趣旨説明	国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部長 細川恭史	1
2. 事例発表1：底質環境の実態把握		
(1) 港湾工事における濁り影響予測の手引きについて	国土交通省港湾局環境整備計画室 山廻邊 伸充	3
(2) 港湾や沿岸域における有害化学物質の分布について	独法港湾空港技術研究所沿岸生態研究室長 中村由行	7
(3) 沿岸域環境調査における底質 COD 測定の検討	宮崎大学工学部土木環境工学科助手 鈴木祥広	11
(4) 音響装置を用いた沿岸域の底質分布図の作成および底質環境調査に関する幾つかの試み	国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部主任研究官 岡田知也	15
(5) 海底軟泥層密度分布の音響測定法と釧路港での適用例	(株)システムインテック 賀谷彰夫・佐々木綾 東海大学 海洋研究所 鶴谷広一 国土交通省九州地方整備局 谷川晴一・井方弘正 国土交通省北海道開発局 金田充、松本浩史	19
(6) 底質環境のモデル化	独法港湾空港技術研究所海洋・水工部主任研究官 中川康之	23
4. 事例発表2：底質環境の制御法・事業展開		
(1) 有明・八代海域の修復と保全	熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授 滝川清	27
(2) 瀬戸内における水産との連携を目指した干潟造成	国土交通省中国地方整備局広島技術調査事務所長 松本英雄	31
(3) 英虞湾における浚渫ヘドロを用いた干潟再生工法、および、外部から砂投入が不要な底泥置換覆砂工法	大成建設技術センター土木技術研究所 上野成三	35
(4) 干潟環境維持のための耕耘曝気実験	国土交通省九州地方整備局下関技術調査事務所長 吉田秀樹	39
(5) 田子の浦港公害防止対策事業実証実験工事	静岡県土木部港湾総室長 大津光孝	43
(6) 汚染底質の環境浚渫工法	五洋建設環境事業部 佐藤昌宏	47
5. おわりに		
今後の展望	東海大学海洋研究所教授 鶴谷広一	51



趣旨説明

国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部長 細川恭史

本日は年末のお忙しい中、底質環境シンポジウムにご出席いただき誠にありがとうございます。主催者のひとりとして、シンポジウムの開催趣旨をご説明させていただきます。

我が国の港湾は、海運と陸運の結節施設として多く海辺に位置しています。大都市や産業集中地を背後に控えていることが多く、人の諸活動の影響を受けとる「海の入り口」になっています。また、海運の効率化の動きの中、船形が大型化し水深の深い埠頭が増えてきています。さらに、物流の効率化のため、港内の静穏を保つため波を防ぐ防波堤に囲まれています。こうして、港湾内部には静穏で水深の深い水域が目立つようになります。

一方、海辺の自然地形は、泥浜海岸・砂浜海岸・岩礁海岸・浜崖などに分類されます。泥浜や砂浜は、浜崖などに比べ波あたりが弱くなっています。切り立った岩礁海岸や浜崖では、波が強くあたるという特徴が見られます。地形ごとに特有な生態系が形成されています。

すると、港湾内に見られる静穏で切り立った防波堤・岸壁に囲まれた水深の深い水域は、かなり特異な状況にあることになり、立地位置から見て以下のような環境的な特徴を有していると思われまます。すなわち、陸の負荷が海に出る入り口のため塩分などの作用を受け粒子は凝集して沈降しやすい、陸の淡水系と海の塩水系の相互作用が見られる水域のため成層化しやすく下層の水質悪化が顕著になりやすい、エスチュアリー循環的な粒の循環が見られたりすることで微細粒子に吸着した有害物の高濃度底泥域(ホットスポット)が現れやすい、富栄養化が進んだ海域では生産された有機物粒子が沈降堆積しやすい、さらに、陸からの流下土砂を引き受ける地点周辺では干潟や砂浜が形成されやすく発達しやすい、などです。いずれも、粒子の挙動に関連した特徴です。

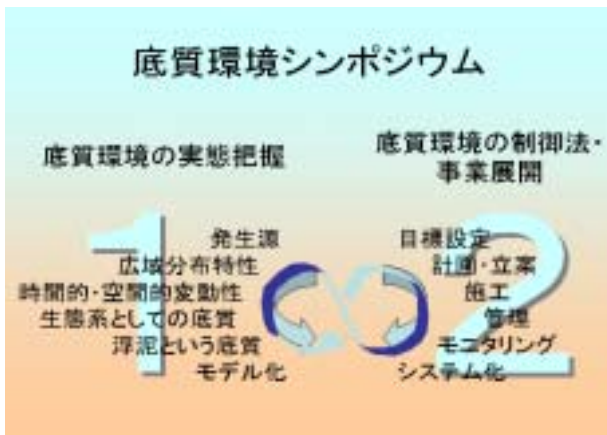
こうして、閉鎖的な水域を有する港湾は、土砂や沈降粒子の適切な管理が不可欠となります。海辺の土砂は底生生物の生息基盤としても重要な位置づけを与えられてきました。近年、底泥や粒子の挙動をめくり、新たな観測手法や制御手法が開発され、底質にまつわる環境課題の再整理・再発見や現場での様々な試みも行われるようになってきました。

同じ様な問題意識を抱え精力的に研究をなさっている東海大学海洋研究所教授鶴谷広一先生と私も国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部では、最近の話題を含めた技術情報の交換・共有と議論が大切と考えました。両者が企画提案し、今回のシンポジウムの開催となった次第です。港湾の水域を次世代にわたって適切に管理運営するための一助となれば幸いです。



シンポジウムの進行について

国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室長 古川恵太



本日のシンポジウムにつきましては、第1部を、「底質環境の実態把握」に関連するテーマ、第2部を、「底質環境の制御法または事業展開」に関するテーマということでまとめさせていただきました。それぞれ各講師の方、演者の方から15分ずつのご発表をいただきまして、そのセッションの最後に質問時間を取りたいというふうに考えてございます。

実態把握のほうでは、いわゆる底泥の発生源であります濁りから、それがどのように空間的に分布するのか。分布したものが空間的、時間的にどんなふうになっているのか。その解析手法はどのようなものがあるのか。さらには底質を生態系の一部としてとらえたときにどんなモニタリングのしかたというのが考えられるのか。底質に関してはもっともっと水との接点ということで浮泥という視点もございまして。そういったものはどういふふうに観測できているのか。それらを総合的に把握するためのモデル化はどんなものがあるのかということを第1部でご紹介していただきまして、第2部では、実際に事業展開にかかわります目標の設定、計画、施工、さらには管理、モニタリング。それを含めたシステム化というような話題を提供いただこうと思っております。それぞれシステム化されたものが発生源であります濁りの管理にもつながりますし、モデル化されたものを用いて目標を設定していくというふうなお互いの相互のつながりのある話題ということで、どのようなところに力点を置きながら今後こういった情報を取り扱っていくのかというようなことが、今回のシンポジウムで少しでも糸口が見えたらなと思っております。



港湾工事における濁り影響予測の手引きについて

国土交通省港湾局環境整備計画室 山廻邊 伸充

環境影響評価への対応の重要性に鑑み、港湾整備の主要な工程である浚渫・埋立等が周辺水域の環境に及ぼす影響を予測するための「しゅんせつ埋立による濁り等の影響の事前予測マニュアル」(以下濁りマニュアル)が業務資料としてとりまとめられ使用されてきた。しかしながら、濁りマニュアルは、発行以来の20年近くの経過、近年の工事船舶の大型化、新たな施工方法の出現および平成11年6月の環境影響評価法の施行等により改訂が求められたことから、濁りマニュアルの見直しを行い、その結果を「港湾工事における濁り影響予測の手引き」としてとりまとめた。

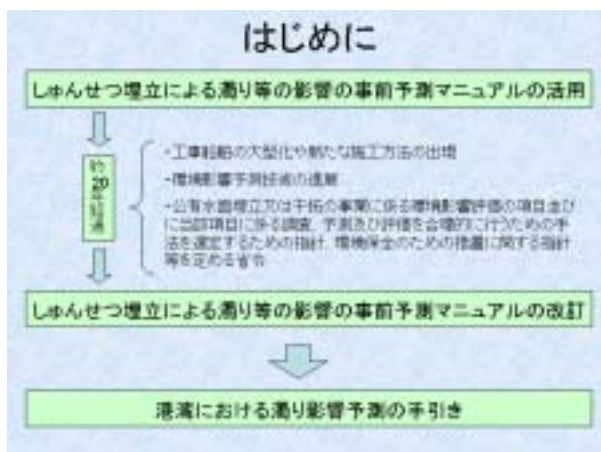
本手引きは港湾分野で蓄積された知識と現場の経験から、港湾の計画・工事に関わる資料として、最近の港湾施工技術、海域環境影響予測手法等に基づき濁りマニュアルを見直したものであり、今回、本手引きの紹介をさせていただく。



ご紹介にあずかりました、国土交通省の港湾局の環境整備計画室におります山廻邊と申します。よろしくお願いたします。

今回、「港湾工事における濁り影響予測の手引きについて」説明させていただきたいと思います。

まず、手引きを取りまとめました経緯についてお話しいたします。



港湾局では、港湾計画の策定や埋め立て免許の取得といったときの環境影響評価制度を早い段階から導入し、実施してきました。

旧の第4港湾建設局によりまして、「浚渫埋立による濁り等の影響の事前予測マニュアル」というものが昭和57年に取りまとめられております。これを、状況の変化、技術の革新等を受け、「港湾における濁り影響予測の手引き」として改定したわけでございます。

総説

目的

本手引きは、港湾工事に伴う濁りの拡散影響予測手法を体系的にとりまとめたものである。

港湾工事（浚渫等）を実施する際の

- ・環境影響評価
- ・施工計画立案

のための技術資料である。

本手引きは、現在の知見および技術を基に作成しておりますので、技術水準の向上や、関係法令の改廃等に応じまして適宜改定を行っていくことを前提として策定されたものでございます。

濁りの拡散予測の基本方針



「濁りの拡散予測の基本方針」では、濁りの拡散予測を行うに当たっての基本的な流れをこのようなフロー・チャートで示しております。この、この黒い太枠の部分为本手引きの対象となっております。

事業計画の把握

3.1 事業概要の把握

事業規模や事業期間、事業内容等、事業計画の概略を把握する。

3.2 工事計画の把握

濁り発生量算定の基礎資料として、施工場所、施工方法、工事工程、工事量、施工条件の計画を把握する。

事業計画の把握に当たりましては、濁りの発生要因を把握し、濁り発生量の算定および拡散予測計算を進める方法を検討するための事業概要の把握といたしまして、工事規模、工事期間等を把握するとしております。

濁り発生要因となる工種の抽出

濁り発生要因となる主な工種と主要な使用船舶・機械

工種	使用船舶・機械	濁りの発生要因
浚渫工事	ポンプ浚渫船 グラブ浚渫船 ディンジャー浚渫船 バックホウ浚渫船	スイング時の水底土砂の巻き上がり 海床面からの地切り時の土砂の巻き上げ 水中の巻き上げ時の付着土の拡散、水面に漂土する際の土砂の露れ出し
土砂投入工事	土運船(原付式)	船底から投入される土砂による濁り；海床面への土砂の衝突により下層で投入土砂と巻き上がりによって、濁りが広範囲に拡散しやすい
(捨石工)	グラブ船・ガット船	投入石材に付着した土砂により濁り
地盤改良工事	サンドコンパクション船	ケーシングパイプ引き抜き時の付着土砂による濁り

濁り発生量算定や拡散予測の対象工種を選定するために必要となります。「濁り発生要因となる工種の抽出を行う」に関して、このようにまとめてございます。本手引きにおきましては、濁り発生要因となる工種について、浚渫工事とか土砂投入工事とか、こういった代表的な工種の例をこのA表で示してございます。参考にさせていただきたいと思っております。

環境の現況把握

濁り発生量の算定や濁り拡散予測の手法の選定、予測条件の設定のため、対象海域の海象や地形など環境の現況を把握する。

- ・ 海象（流況）
- ・ 地形（海岸地形、水深、河川位置）
- ・ 対象とする土砂の性状
- ・ 濁りの影響を受けやすい場の情報

環境の現況把握につきましては、濁り発生の算定や濁り拡散予測に必要となります環境現況の把握項目としまして、まず一つめ、海象、海象ですね。ほぼ流況ということになります。それと海岸地形や水深とか河川位置等を持ちます地形ですね。それと対象とする土砂の性状。それと濁りの影響を受けやすい場の情報というふうに整理しております。

濁り発生量の算定



濁り発生量の算定の基本的な手順を示したフローでございまして、濁り発生量の算定につきましては、工事条件や環境条件から濁り発生原単位を求めまして、濁り発生原単位とその工事量、施工量を掛け合わせることで濁り発生量を算定するという流れになってございます。

濁り発生原単位の設定

濁りの発生要因となる工種毎に、濁り発生原単位を設定する。

予測対象となる海域の特性を十分踏まえた設定を行うことが重要

- ・ 予測対象とする海域において現地調査により濁り発生原単位を把握することが望ましい。
- ・ 現地調査の実施が困難な場合においては、既往の濁り発生原単位から近い類似土砂の性状等を参考に、適切なものを設定する。

理想的には、「現地調査による把握が最も望ましい」と考えております。

濁りの拡散予測計算



最終的に濁りの拡散計算を行うということになります。

拡散計算手法の選定

●予測時期

事業計画、環境の現況、濁り発生量の算定結果等をふまえ、拡散計算を行う適切な予測時期を選定する。

●濁り発生源モデルの設定

拡散計算の対象とする工種の濁りの発生源モデルを設定する。

●拡散計算手法の選定

拡散予測手法としては、

- ・数値シミュレーションによる方法
 - ・解析解・水域分割法による方法
- などがあり、適切な手法を選定する。

濁りの拡散計算の実施につきましては予測時期と濁りの発生源モデルの設定、それと拡散計算手法の選定を行い、その拡散計算を行うとしております。

濁りの状態と発生源モデル(例)

発生源・状態	濁りの状態	発生源モデル	濁り源の位置
ポンプ吸込時			ポンプ吸込時に吸込口の位置から濁りが発生する。濁り発生源は、溝底となる。
ドック吸込時 ゲッター吸込時 バックホウ吸込時			船底からドック吸込時の土砂の巻き上げ、ボウラー土上げ時の土砂土の拡散、水底における掘削土砂の巻き上げにより濁りが発生する。濁り発生源は、溝底から船底までとなる。

濁りの発生源モデルですけれども、これは工種によっては水中での濁りの発生状況が異なるということですので本手引きではこのような形で濁りの発生源モデルを示しております。

濁りの拡散計算

種類	基本的考え方	特徴
数値的予測手法	数値シミュレーションによる方法 運動方程式、連続方程式等の非線形連立微分方程式を解いたモデルと濁りの拡散伝達過程を解く数値モデルの組み合わせで計算する方法。 近年では環境影響評価における水質予測手法の主流となっている。	仕置の地相条件、土質条件に対して予測が可能。 時間的に変動する複雑な境界条件を考慮することが可能。 二次元的現象を表現することには精度的に限界がある。
経験則による方法	いくつかの条件で拡散方程式を簡略化し、方程式を整理することでより簡易計算する方法。	拡散状況の経験則または経験則に基づく。
水域分割法による方法	計算対象をいくつかに分割し、各ブロックが河床状態を考慮した上で予測計算する方法。	拡散状況の経験則または経験則に基づく。

それら濁りの計算方法等を選定しまして、最終的には濁りの影響予測を行うということになりますけれども、実際計算される場合は現場現場に合わせた適切な手法を選定して計算していただければと考えておるところです。

最後になりますけれども、本手引きは、国土交通省港湾局のホーム・ページ上で全文公開しております。拡散予測をする際にはぜひご参考にしていただければと考えているところでございます。ご清聴ありがとうございました。



港湾や沿岸域における有害化学物質の分布について

独法港湾空港技術研究所沿岸生態研究室長 中村由行

港湾や沿岸域の堆積物には、有害な化学物質が蓄積している。本研究では、国土交通省が実施した港湾内調査結果などを整理し、有害化学物質の水平ならびに鉛直分布構造の特徴を検討した。まず、主要な港湾における内分秘攪乱化学物質の堆積物表層水平分布に関する解析を行い、分布の法則性を考察した。また、堆積物内の鉛直分布に関するモデル化を行い、湖沼のダイオキシン類の鉛直濃度分布構造を解析した。これらのモデルは、水中の流動・輸送モデルと一体化し、化学物質の環境運命の解析に発展させることができる。

港湾や沿岸域における有害化学物質の分布について

独法港湾空港技術研究所海洋・水工部
中村由行



研究の背景: ロンドン条約対応 緊急性・重要性(港湾行政の視点)

- ロンドン条約・・・廃棄物などの投棄による海洋汚染の防止に関する国際条約
- 平成8年に条約改定が採択→いままでは廃棄物扱いではなかったしゅんせつ土砂も廃棄物扱いになる。
- 批准・承認国が28ヶ国に達した1ヶ月後に発効。
- 数年以内に改定内容が発効される見通し。

一港湾工事等から発生するしゅんせつ土砂が、ロンドン条約にもとづいて規制を受ける対象に・・・



ただいまご紹介いただきました、港湾空港技術研究所の中村でございます。私が今日お話しさせていただきます内容は、港、あるいは沿岸域の中で有害化学物質が実際にどれぐらい、どこにたまっているかという話であります。

この画面には、私どもの研究所に昨年しゅん工しました化学物質実験施設という建物の絵が入っておりまして、まだ歴史は浅いんですが、私どもの研究所でも本格的に化学物質の研究に取り組むようになりました。

ロンドン条約が発効しますと、浚渫土砂は我が国でも一般の廃棄物と同じように安全性を十分に確かめた後で、例えば海洋投入するなりいろんな処置をしなければいけないということになります。

将来的には、例えば生物を使った生物試験の開発というふうなものも含めて、われわれの中でいろんな取り組みを始めようということが研究のきっかけでございます。

研究の方法

・内湾域底泥における有害化学物質汚染の実態把握

(現地観測および資料解析を主体とした研究)

研究の材料

港湾局、エコモ財団、大学等による調査

ダイオキシン類については三次元的な分布もある程度調査済み(例:東京湾)

他の有害化学物質は多くが水平分布のみ

有害化学物質の輸送形態や濃度分布の特徴

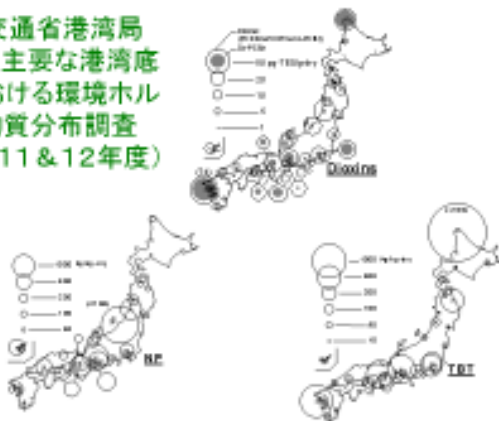
- ・ 水平分布
- ・ 鉛直分布
- ・ 微細な粒子に吸着

具体的に、例えばダイオキシンのような汚染物質、これはいろいろな港で調べられようとしております。

われわれはまず港の中、あるいはその周辺の湾の中でどういう形で底泥中に化学物質がたまるかという実態把握の調査をいたしました。その特徴として面的な分布、例えば表層の泥に面的にどういうふうどこにたまっているのか。

それから深さ方向にどうたまっているのか。さらにはシルトのような微細な粒子と一緒にくっついて動いてるらしいというふうな特徴というものがだんだん分かってまいりました。

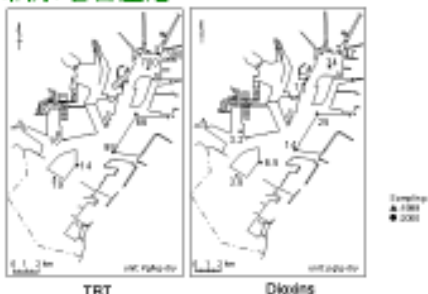
国土交通省港湾局
による主要な港湾底
泥における環境ホル
モン物質分布調査
(平成11 & 12年度)



この図は、国土交通省港湾局が平成11年度および12年度に実施いたしました、全国のいろんな港湾での環境ホルモン調査の結果を絵にしたものがあります。

ダイオキシンにしても、それから港に特有な汚染物質であるトリブチルスズにしても、いろんなところでもかなり高濃度な物が見付かっているということでもあります。

・TBTとダイオキシン類の港湾内表層底泥での分布例:名古屋港

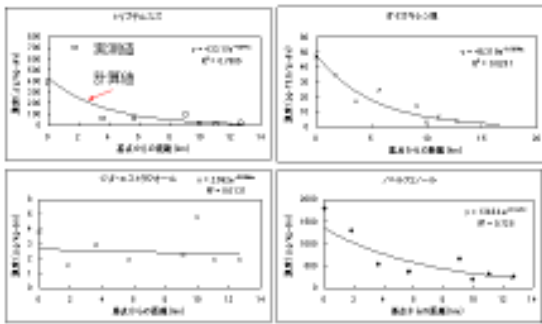


- ・ 最奥部が濃度極大で入り口ほど濃度低下。
- ・ TBTの方がダイオキシン類よりも濃度が急に低下(吸着しやすさの違い?)。

港湾局では引き続き、重要な港湾に対しては面的な調査もかなり詳細にそのときに実施しました。この図は名古屋港の例であります。

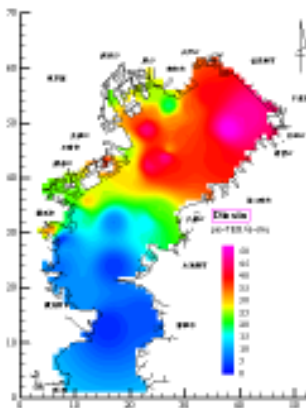
一番奥の数値が一番高くて港の出口に向かって急に両方とも少なくなっていくと、そういうふうな分布になっております。

水平分布のモデル解析例:名古屋港



我々は簡単なモデルを作りまして、港の奥まったところから港の入り口まで物質がどういうふうに分布してるかということ、例えば有機スズ、ダイオキシン、ノニルフェノール、エストラジオールというふうな、いわゆる環境ホルモン物質に関して調べてみました。

その減衰のしかたは物質によっていろいろ違います。



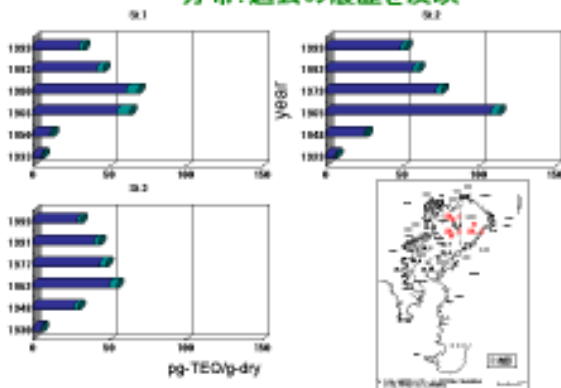
東京湾表層底泥におけるダイオキシン類の水平濃度分布(エコモ財団資料から細見ら、2001)

微細泥の分布やCOD分布(次のスライド)とほぼ一致

それからもう少し大きなスケールで、例えば東京湾の中でいるんな化学物質がどういうふうに分布しているか。

この図はダイオキシンの表層の泥の中の濃度分布の結果を、細見先生がまとめられた資料からコピーさせていただいたんですが、東京湾のアクア・ラインが、川崎から木更津に向けてございますが、そこがいろいろな物質の分布の境目になりそうということでありませう。

東京湾底泥中のダイオキシン類の鉛直方向濃度分布:過去の履歴を反映



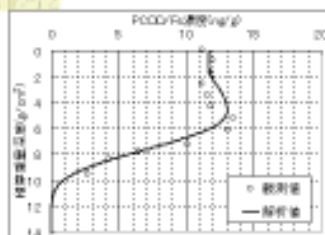
実は深さ方向に何点か分布を測ってみますと、かなり環境基準に近いような高濃度な場所も見付かり始めております。

これは、特に濃度が高かった東京湾の奥の三つのステーションで深さ方向に泥を切りまして、年代の測定と共に、何年ごろたまった泥の中にどれくらいダイオキシンがあるかというのをプロットした絵であります。



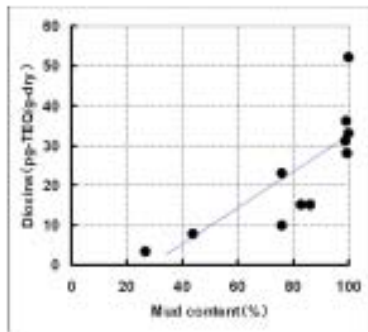
ダイオキシン類濃度鉛直分布のモデル解析例

穴道湖・中海水系



解析のために必要なデータがよくそろっていて、なおかつかく乱が少ない場所の一つとして穴道湖がございました。

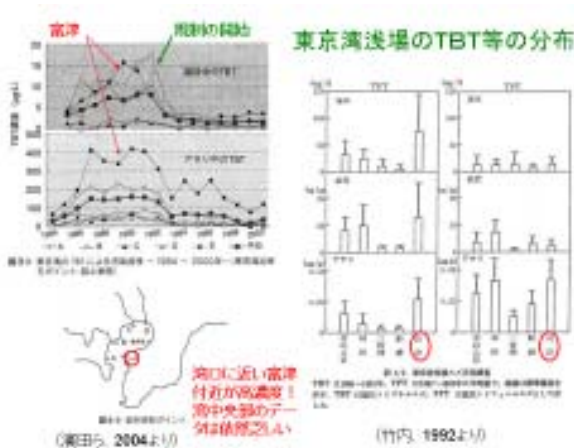
われわれの解析でも益永先生が測定されたダイオキシン類の分布を再現できるようになっております。



底泥の含泥率(75g以下)とダイオキシン類濃度(TEQ換算値)との相関
化学物質は粒径の細かい底質に選択的に吸着している！

横軸がシルト粘土分の割合で、縦軸が1グラムの泥当たりどれくらいダイオキシンがあるかという、ダイオキシンの濃度を示しております。

一目りょう然、シルト粘土分の高い泥に選択的にこういう有害化学物質が吸着しているということがよく分かります。



物質によっては、また違った分布になることもあります。

有機スズ(TBT)に関しては1990年に規制が始まりまして、その後、海水中のTBT濃度等はずっと減ってきております。

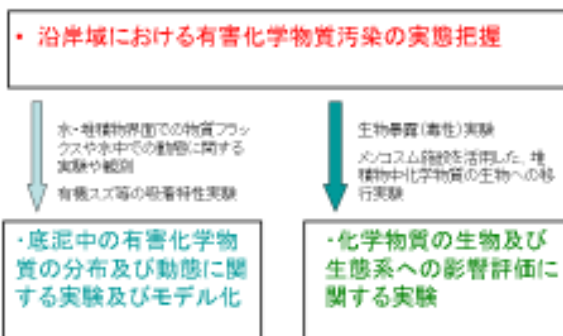
特徴的なのは、一番きれいなはずの富津のところで、濃度が高いということでありまして。これは汚染源の違いというものを反映してるんだらうというふうに考えられます。

解析の方向性をちょっと考えてまとめてみます。

既往の調査例の整理と解析の方向性

- ・ 港湾内スケール(～数km程度)の水平分布
物質による水平濃度勾配の違いが見られる。水溶性や吸着しやすい(例・オクタノール分配係数)の差を反映しているらしい。
→溶解度・オクタノール分配係数・水・有機炭素分配係数等による整理が可能。
- ・ 湾スケール(数km～50km程度)の水平分布
微細粒子に吸着し、移動しているらしい。
→微細粒子の挙動に関する力学、特に海況境界層の過程は重要
汚染の起源も反映し、物質によって分布が異なる(例・ダイオキシン類とTBT)
- ・ 鉛直濃度分布
過去の汚染履歴を反映し、東京湾奥部では30cm程度の深さに汚染濃度のピーク
(特にダイオキシン類)→鉛直分布を再現するモデル化が必要、特に底泥表面の混合層の扱い(攪拌、浪業活動(波浪)、生物攪乱(レイスターベーション)の区別)。

おわり: 研究の発展



以上のような有害化学物質汚染の実態の把握を基に、その分布および動態に関する実験およびモデル化を一方で進めております。

またそういったものが水生生物に対して、あるいは生態系に対してどういう影響があるかということを確認にできるような実験的取り組みを現在進めようと考えてるところでございます。

以上で終わります。どうもありがとうございました。



沿岸域環境調査における底質 COD 測定の検討

宮崎大学工学部土木環境工学科助手 鈴木祥広

沿岸環境調査において、底質の化学的酸素消費量 (COD) は最も基本的かつ重要な底質評価指標の一つである。最近、干潟や内湾・内海における底質環境に関して特に注目される状況にあり、各調査地点で得られた底質 COD の分析値の取り扱いについて十分な理解が必要である。本研究では、分析誤差および採泥方法による底質 COD に及ぼす影響を検討するとともに、定点における底質 COD の季節変化を調べ、底質環境を評価する場合における留意点を明らかにすることを目的とした。得られた知見を以下にまとめる。

(1) 採泥点の平面的な違いによる影響

平面的な僅か 3m 四方内においても底質 COD は異なり、河口域小干潟の岸から水辺側に向かって 3.8-6.3mg-O/g も高くなった。

(2) 採泥点の垂直的な違いによる影響

無作為に選んだ 3 点から採泥し、表層から 3cm, 3-6cm, 6-9cm の層に分画して、それぞれの層の底質 COD を測定した。2 点は深くなるとともに底質 COD が減少したが、1 点は逆に上昇する傾向を示した。同日、同一の調査地点でありながら、採泥点の僅かのずれによって、全く異なった挙動を示した。

(3) 経日・経月変化

底質 COD の変化は、降雨時に顕著であり、降雨直後に低下する傾向がみられた。降雨によって表層の高 COD 層が流出したためと考えられる。季節的な変化をみると、秋季から冬季にかけて底質 COD が低下し、春季から夏季にかけて再び上昇する傾向にあった。以上のことから、定点調査にあたっては、非降雨時期において少なくとも季節毎の調査が必要であることが示唆された。

沿岸・干潟環境調査における
底質 COD 測定法の検討

宮崎大学工学部
鈴木 祥広

宮崎大学の鈴木でございます。

沿岸環境における COD というものの、考え方について簡単に説明いたします。

近年、河口沿岸域および干潟の環境調査は、環境影響調査法の施行に伴いまして重要性はますます大きくなってきております。

沿岸調査におけるCOD

- 河口・沿岸域、干流の環境調査⇒環境影響評価法⇒重要性大
- 調査結果(分析値) ⇒施設決定重要資料、シミュレーション予測基礎
- 沿岸環境調査における“質”の評価指標⇒水質COD、底質COD
- COD：各海域・調査地点の比較、過去の集積データ比較⇒環境評価
 - ・分析値の取り扱いについて十分な理解が必要
 - ・分析操作の差違 ⇒ 分析誤差
 - ・試料採取の方法・技術の影響 ⇒ 分析値の変動幅

沿岸環境の“質”の評価
⇒ 水質・底質COD測定の評価・検討すべき！

特に環境の質を評価する場合には、水質のCOD、および底質のCODが非常に重要であり、現在も使われています。

分析値の取り扱いについては当然十分な理解が必要であるということがいえまし、質の評価という場合には、水質や底質のCODに代表される基本的な水質項目を詳細に検討をすべきであると考えました。

水質CODのまとめ

- 酸性法COD₅ < 衛生試験法 < JIS法
- アルカリ性法COD₅ < JIS法 < 環境庁法 < 衛生試験法 < 海洋調査法
- 過去のデータの取り扱い ⇒ 十分な理解⇒評価・検討は慎重に(絶対的！)
- 酸性法とアルカリ性法 ⇒ 明示すべき
- 単じた試験法 ⇒ 明示すべき
- アルカリ性法、JIS法と環境庁法で異なる測定法 ⇒ 統一すべき
- 沿岸環境調査、影響評価 ⇒ 正規法(JIS法?)の遵守、再認識すべき
- 新たな酸化性物質濃度の指標への転換必要か! ?
 - ⇒ 全有機炭素測定
- 貴重なCOD集積データの活用? ?

“底質COD”については・・・?

わが国の水質のCODというのは、高温酸性法、それから高温アルカリ性法という二つの方法があります。

環境工学、それから水資源工学ではもっぱら酸性法を採用しております。

アルカリ性法というのは現在も、環境省の環境基準で水産資源に関連するような場合に使われています。

本研究の背景

- 底質COD: 沿岸環境調査における重要な底質評価指標
- COD定義:
「底質中の酸化性物質が酸化剤によって酸化される際に消費する酸化剤の量を酸素量 (mg O₂/g 乾重) として表したものを」
- 我が国 ⇒ 酸化剤: 過マンガン酸カリウム(KMnO₄)
- 塩素イオンに影響を受けない高温アルカリ性法
 - ・公定法: 環境庁法(日本環境水質保全水質管理法, 1968)
- 底質CODの分析値の取り扱い ⇒ 十分な理解が必要
 - ・現状 ⇒ 年に1~数回の調査結果による評価
 - ・採泥方法・技術による分析値への影響?
 - ・定点における時間的変化?

水質の場合にも詳細な方法によってデータが変わってくるということが分かりましたので、それでは底質の場合はどうかということで研究を進めてきました。

この底質の研究の背景についてここに示してあります。

本研究の目的

- 底質COD測定における分析誤差に関する知見を得る。
- 底質試料の採泥方法による影響を検討する。
- 定点における底質CODの時間変化を詳細に調査する。

底質CODによる底質環境評価における留意点 ⇒ 整理、明確化

今回の目的は、まず一つめに底質COD測定法における分析誤差に関する治験を得る。それから、底質試料の採泥法による影響を検討する。それから、定点による底質CODの時間的変化を詳細に調査するという事です。最終的なゴールは、この底質CODの測定法の留意点というのを整理して明確にすることです。

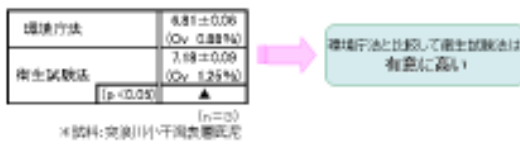
実験内容

- 同一サンプルにおける分析誤差
 - 環境庁公定法と衛生試験法の比較
- 沿岸環境の異なる底質試料の分析誤差
 - 砂浜、漁港、河口州、小干潟
- 採泥点の平面的・鉛直的影響
 - 採泥点の差がなす
- 小干潟地点における底質CODの時間的変化の調査
 - 時間スケール: 日、週、月、季節、イベント

実験内容はここに示すとおりであります。

同一サンプルにおける分析誤差,沿岸環境の異なる底質試料の分析誤差,採泥点の平面的、それから鉛直的な影響,最後に潮干潟のある定点において底質CODの時間的な変化を調べました。

底質COD測定法: 環境庁法(公定法)と衛生試験法の分析値比較



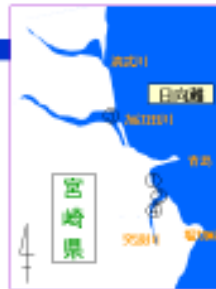
本研究 ⇒ 環境庁法(公定法)に関する検討

これは底質COD測定法であります。

公定法といわれています環境庁法について検討いたしました。

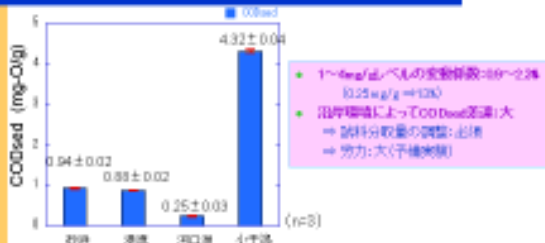
調査フィールド

- 採泥地点
 - ①砂浜(青島海岸)
 - ②漁港(青島漁港)
 - ③河口州(賀江田川 | 53.8km², 20.4m)
 - ④小干潟(突浪川 河口干潟)
- 採泥法
 - コドウト(底浜, 河口洲, 小干潟)
 - エクマンバージ(漁港)
 - 船と管(小干潟の鉛直調査)



調査地点は、宮崎県青島の砂浜、青島漁港、賀江田川の河口州、それから突浪川の河口に形成される小さな干潟について調査をいたしました。

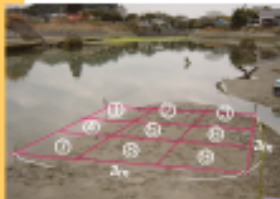
沿岸環境の異なる4地点の底質COD



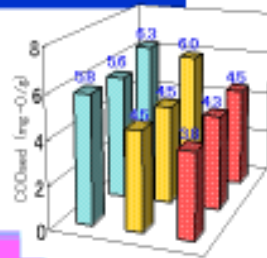
これは異なる4地点の底質のCODでありまして、砂浜、漁港、河口州、それから小干潟であります。

このプラスマイナスは標準偏差であります。分析者が習熟している場合には、分析誤差というのは非常に小さいことが分かります。

採泥点の平面的影響



見沼川河口干潟(見沼川13.7km)

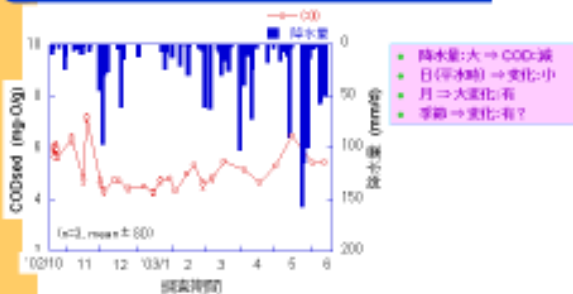


採泥点の僅かなズレ(1m単位)⇒底質COD値に影響(1~2mg/g)

これは小干潟の場合の平面的な影響を検討したものであります。このように平面的にメッシュを切りまして、1、2、3、4、5、6と9番について泥を取って丁寧に混ぜてから、それぞれの泥の底質CODを分析した結果です。

このように、採泥点のわずかなずれでも底質にはこのぐらいの幅、1から2 mg/L ぐらいの差異が生じるということが分かりました。

小干潟定点における底質CODの時間的変化

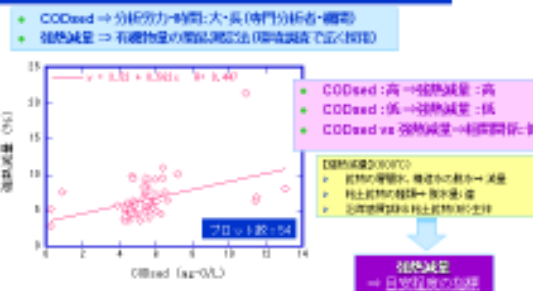


これは小干潟定点における底質の時間的変化で、横軸が調査日数で縦軸が、こちらが底質COD、こちらが降水量であります。

ほぼ1カ月ごとに測りますと、このように何か変化はしていることがわかります。特に大量の雨が降った後には低下するというような傾向が見られました。

少なくとも季節毎に、可能であれば毎月毎に底質を調査してから評価することが、本当は望ましいと考えます。

底質CODと強熱減量の比較



底質CODと強熱減量を比較しました。

CODが高ければ強熱減量も高く、CODが低ければ強熱減量も低いという傾向は認められたものの、相関係数は0.447と、それほど高くありません。強熱減量は、あくまでも目安としては有用な指標です。しかしながら、強熱減量の高い・低いによって、環境の良し悪しを評価することは困難であることがわかりました。

底質CODのまとめ

- 環境省公定法<衛生試験法2000>
- 環境省公定法による分析誤差(約2%)⇒精度:高
 - 底質CODの分析(試料の適切な採取量、通過時間)⇒努力:大
 - ⇒代替評価指標? 新指標測定法の開発? ?
- 採泥点の僅かなズレ⇒底質COD値に影響(1~2mg/g)
- 採泥点の僅かなズレ⇒鉛直プロファイルに影響
 - ⇒公定法的な採泥技術マニュアルの策定・遵守
- 底質CODの時間的変化
 - 降水量:大 ⇒ 底質COD:減
 - 時間スケール:月(month) ⇒ 大きな変化有り ⇒ 調査頻度:月毎?

沿岸環境調査における“質”の評価

⇒ 評価指標の測定方法・分析値に関する十分な理解が必要

★環境大学:水質COD⇒底質COD⇒底質強熱減量⇒評価

私どもは、現在、溶存酸素の検討をしております。来年ぐらいには報告したいと考えております。

またその後、環境汚染の指標である細菌についても、港湾では非常に問題になってきておりますので、そのようなものの測定法についても細かな検討をしていきたいと考えております。



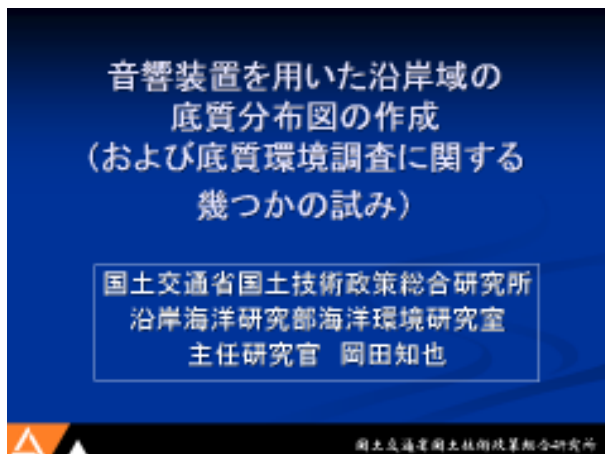
音響装置を用いた沿岸域の底質分布図の作成および底質環境調査に関する幾つかの試み

国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部主任研究官 岡田知也

東京湾において、従来の底質分布図は湾中央部における幾つかの採泥地点のデータを用いて水域全体に対して滑らかな分布図を描いてきた。そして、沿岸域はその外挿として描かれてきた。湾中央部では、数kmスケールの底質分布図が描ければ十分な場合も多いが、沿岸域は地形、護岸、河川、汚濁源等の境界条件が数kmよりも小さなスケールで変化・点在しており、水平拡散が小さい底質は境界条件と同等程度のスケールで分布している可能性が高い。従来の水質改善の対象は湾スケールであったが、近年の対象は干潟・藻場の造成を始めとして沿岸域が着目されるようになってきている。そのため、沿岸域の底質分布を忠実に把握することは、適切・効果的な沿岸域の再生・復元に対して重要な情報となり得る。

そこで、著者らは容易に広範囲の底質分布を作成する手法として、音響装置を利用した手法を試みた。底質判別に対して、音波を用いる試みはなされているが、その多くは散乱強度を用いている。しかしながら、散乱強度は同じ底質に対しても水深等によって異なる値になる短所を持つ。そのため本手法では、底面反射時の音波形状を幾何学的に解析する手法を用いた。幾何学的な解析から得られたパラメータと217地点の採泥データ(含水比、中央粒径)を用いて検定直線を作成し、その検定直線を用いて底質分布を作成した。

その結果、横浜や千葉の沿岸域は全域がヘドロで覆われている訳ではなく、砂質の部分が点在していることが平面分布として明瞭となった。また、これらの砂質部には貧酸素が発生しない冬期にはベントスが多数生息しており、このことは自己再生のポテンシャルを有している領域が東京湾沿岸域にはまだまだあることを示している。



国総研の岡田です。よろしくお願いします。

本日は、「音響装置を用いた沿岸域の底質分布図の作成」として、底質分布の作成というところまで説明したいと思います。



1983年に松本先生によって描かれた従来の底質分布図は、東京湾の底質分布を大ざっぱに把握するには非常に有用な図としてよく利用されています。

しかしながらこの東京湾の顔ともいえるべき、湾奥部の部分の泥の部分の分類がなされていないという欠点と、沿岸域の底質分布がないという短所があります。

手法

- このような沿岸域の底質分布の調査に求められること
 - 高解像度(数100mスケール)
 - 広範囲(干潮よりは広い、数km)
- 音波の利用
 - これまでの音波を用いた手法は、反射強度を用いている。
 - 長所: システムが単純、利りやすい
 - 短所: 同じ底質に対しても水深・深度等(音波の減衰)によって異なる
 - 本手法では、底面反射時の音波形状を幾何学的に分類する手法
 - 長所: 水深、深度に依存しない

国土交通省国土技術政策総合研究所

この沿岸域の特徴なのですが、一つには地形とか護岸とか河川汚濁源等の境界条件が数キロよりも小さなスケールで変化、点在しているということがあります。

この数百メートルぐらいで変わるという底質分布を何とか測れないかと、音波の利用を試みました。

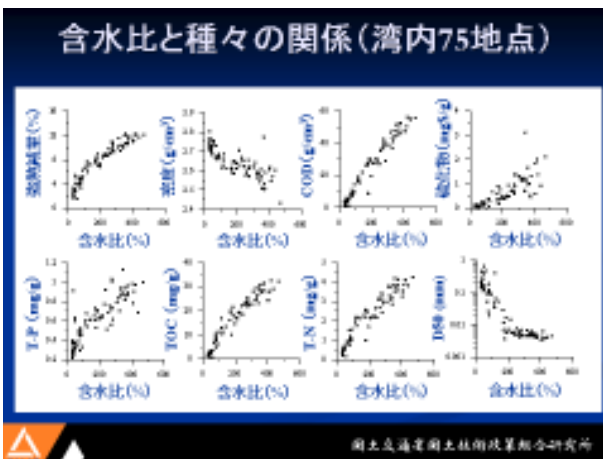
調査事例

1. (指標「含水比」について)
2. 採泥のみによる底質分布
 - 採泥のみでどこまで描けるか?
3. 音波を使った底質分布
 - 音波調査の結果を加えるとどのような底質分布になるか?

国土交通省国土技術政策総合研究所

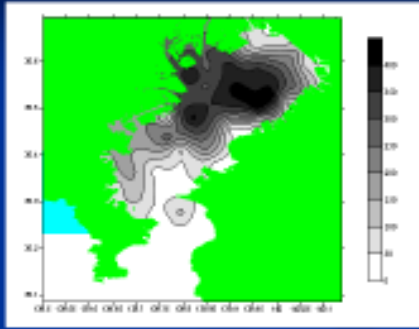
わたしが用いた手法というのは、底面反射時に音波が反射するときの音波形状を幾何学的に分類して底質を判別しようという手法を使っています。

このような手法を使って底質判別をするんですが、これから調査事例を示します。



底質分布を示す際にわたしは含水比を使ったんですが、こうやって見てみますと東京湾のいろんな底質の指標というのはですね、どうも含水比を使って一意的に示すことができそうだなというような感じが見えてきました。

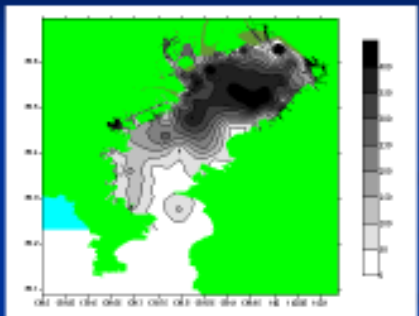
湾内75地点による含水比の分布



国土交通省国土技術政策総合研究所

採泥のみによる底質分布を示します。これが75地点の調査地点のデータなんですけど、これを使って含水比の分布を書くようになります。

湾内75+沿岸193地点による含水比の分布



国土交通省国土技術政策総合研究所

湾内 75 地点だけでは沿岸域の分布が描けないだろうということで、沿岸域に 193 点の採泥地点のデータを使って分布を書くところのような感じになります。

使用測器の仕様

- 使用機器 QTC View (Quester Tangent Co.)
- 使用周波数 50 kHz
- 測定水深 5 m ~ 20 m
- 航行速度 8 ~ 10 ノット

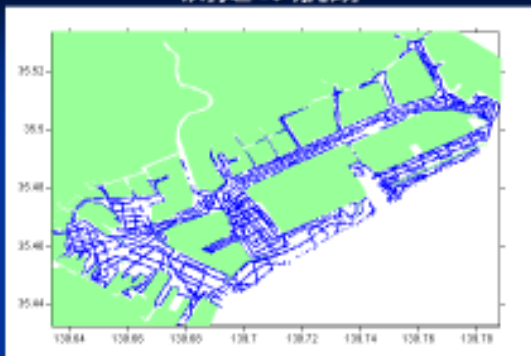


国土交通省国土技術政策総合研究所

次に、音波を使って底質分布をしてみます。

使用機器としてはクエスタータンジェント社というところですね、QTCビューっていう機械を使っています。

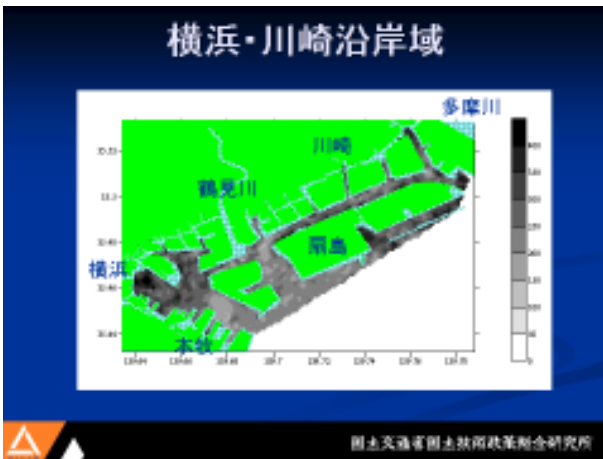
測定の航跡



国土交通省国土技術政策総合研究所

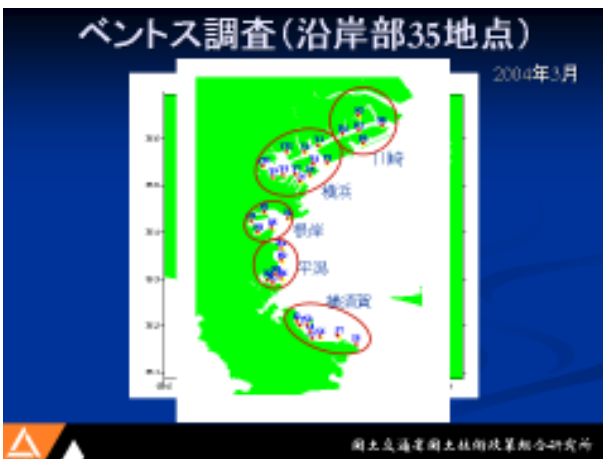
測定水深 5 メートルから 20 メートルの範囲を航行速度 8 から 10 ノットで測っています。

測定した領域なんですけど、この青いラインが全部航行、船が走った軌跡です。



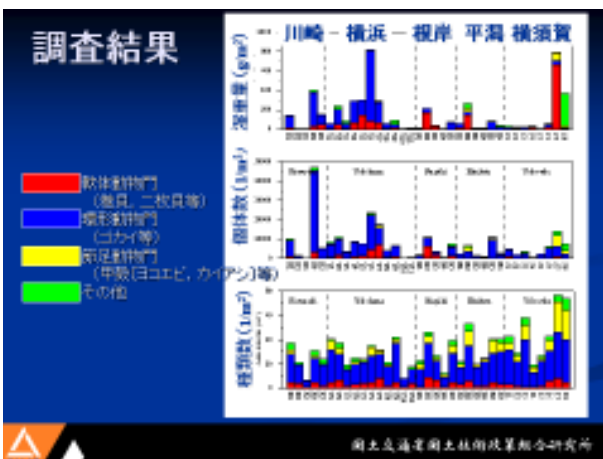
底質判別して含水比の分布を書いてみますと、このようになります。

先ほどのものと比べると明らかに違いが出てきて、沿岸域の部分というのは詳細な含水比の分布が現れてきます。



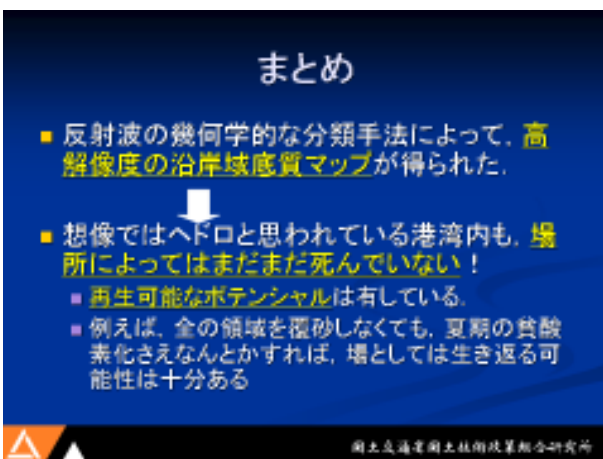
このような詳細なマップを作ってみますと、比較的良質な底質の領域が沿岸域には意外とあるということが見えてきました。

ベントスが生息してるかどうか、沿岸域のベントス調査をその後しました。



北からグループ分けしまして、ここを川崎地区、ここを横浜地区、ここを根岸、平潟、横須賀とグルーピングしてます。

湾後部に近い横須賀は、やはり種類数が非常に多い。しかしながら、川崎とか横浜の航路の中にも、それなりの湿重量、個体数を持ったベントスが住んでいるということです。



反射波の幾何学的な分類手法によって高解像度の沿岸域底質マップが得られました。

測ってみると、場所場所によってはまだまだ全部がヘドロというわけじゃなくて、港湾域とか沿岸域はまだまだ再生可能なポテンシャルを、場としては有しているんだということが、こういうような詳細な結果を通じて分かりました。



海底軟泥層密度分布の音響測定法と釧路港での適用例

(株) システムインテック 賀谷彰夫・佐々木綾
東海大学 海洋研究所 鶴谷広一
国土交通省九州地方整備局 谷川晴一・井方弘正
国土交通省北海道開発局 金田充、松本浩史

計測線に沿った密度分布の2次元断面は、低濃度の粘土やシルトのような軟泥の移動に伴う航路や泊地の埋没や沿岸海洋環境の悪化対策立案に重要な情報である。海上船舶から密度の鉛直分布を探知するために、数10m水深の海域で適用可能な広帯域・狭ビームの「泥層探査装置」の開発を行っている。この装置は周波数が25、70および200kHz帯の信号の送受信を行う3セットの広帯域・狭ビーム音響センサを有している。この装置は120m秒毎に音響パルス送信を行い、海底堆積層からの反射波を船上のデータ収集用コンピュータのハードディスクに記録するものである。ショット毎の反射波はオフラインで波形解析技術を用いた解析法により処理され、密度鉛直分布が求められる。ショット毎の密度鉛直分布はGPS測位記録から測線上にマッピングされ、2次元断面として出力される。

この装置により釧路港内の約10測線で海底堆積層の密度分布の2次元断面を求めた。密度鉛直分布は柱状採泥の分析結果から求めた鉛直分布とほぼ一致を示していた。2003年十勝沖地震(9月26日)の前後で行われた深浅測量の結果によると、航路部東端で地震前に比べて地震後は約50cm深くなっていた。この部分では表面密度で1.5cm³以上の高い値を示している箇所があり、地震後の津波により表面堆積物の移動したものと考えられている。この装置により海底堆積物の状況を定量的に把握することができ、港湾の維持管理への応用が期待できる。

海底軟泥層密度分布の音響測定法と 釧路港での適用例

システムインテックの賀谷でございます。
システムインテック以外のものも含めて4機関が
合同でこの開発を行っております。
これらの方々のご協力の下にこの研究が進められ
てきました。

賀谷彰夫、佐々木綾：(株)システムインテック
鶴谷広一：東海大学 海洋研究所
谷川晴一、井方弘正：国土交通省 九州地方整備局
下関港湾空港技術調査事務所
金田充、松本浩史：国土交通省 北海道開発局
釧路開発建設部 釧路港湾事務所

浮泥・軟泥の影響

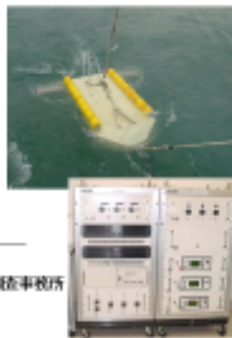
- ◆ 航路および錨地の埋没
- ◆ 船舶可航水深の決定
- ◆ 沿岸海洋環境に関与



底質(層厚・密度・粒度)の鉛直プロファイルを知る必要がある

装置開発の経緯

- ◆ 1997年: 資料収集・調査研究を開始
- ◆ 1999-2000年: 試作装置の開発
- ◆ 2000-2002年: 評価実験(有明海)、密度鉛直分布計測機軸の改良
- ◆ 2002-2003年: 実用機の開発(熊本港湾環境整備船「海輝」に搭載)
- ◆ 2003年10月: 鎮西港探査
- ◆ 2003-2004年: 自動計測化の技術開発(粒度分布計測)
- ◆ 2004年9月: 熊本港探査



開発体制

- 国土交通省九州地方整備局下関港湾空港技術調査事務所
- 東海大学海洋学部
- 分電機工業(株)、(株)システムインテック
- (社)海洋調査協会

判定装置の方式と従来方式の比較

従来方式	判定装置
◆ 高低2周波の超音波エコー指示差	◆ 3周波のエコー波形処理
層厚計測 密度の経験的推定	層厚計測 密度鉛直分布の定量的計測
◆ 狭帯域、広ビーム幅	◆ 広帯域、狭ビーム幅
層厚検出の分解能が数10cm	層厚検出の分解能が表面で数cm、下層で10cm程度

開発目標

項目	性能
適用水深	最小3m、最大50m (25kHzの場合)
計測可能層厚	- 25kHz: 最大5m - 71kHz: 最大1m - 250kHz: 最大0.1m
深度分解能	- 25kHz: 12cm以下 - 71kHz: 5cm以下 - 250kHz: 1cm以下
密度推定精度(分解能)	0.01g/cm ³ 以下

ここで対象としますのが浮泥とか、いわゆる軟泥というものです。

この浮泥とか軟泥というのがいわゆる海洋環境、特に沿岸域の海洋環境に深くかかわってるというようなことから、特にこの底質にかかわる層の厚さ、それから密度、それから粒子の粒度という物理特性の鉛直プロファイルが分かれば非常に都合がいいということになります。

この開発は、1997年から、主に東海大学と下関、当時の第四港湾建設局でスタートしました。

2002年から2003年にかけて、熊本の港湾事務所のほうで管理しております環境整備船の海輝という船がございますが、これに実用的な装置が搭載されております。

この音響法で測るメリットというのは、ラインで計測可能だということです。

従来の音響法として、高低2周波のエコーの指示差から層厚を求めるといった方法があります。

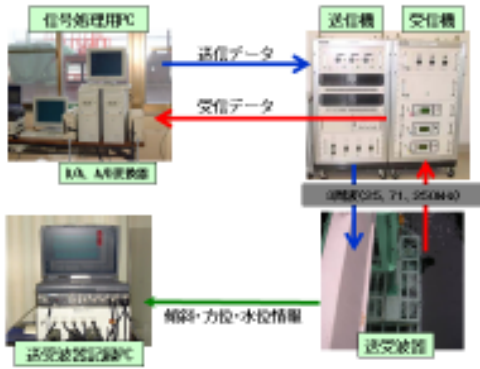
密度については、エコーグラムのパターンから経験的に判定することも可能ですが、定量的な測定には至っていません。

計測装置の開発目標です。

対象の最大水深がおおよそ50メートル、分解能としましても25kHzでは約12cm、それから一番高い250kHzでは1cm以下を目標としました。

密度の推定の分解能は、約0.01g/m³ぐらいまでを目標として開発を進めてまいりました。

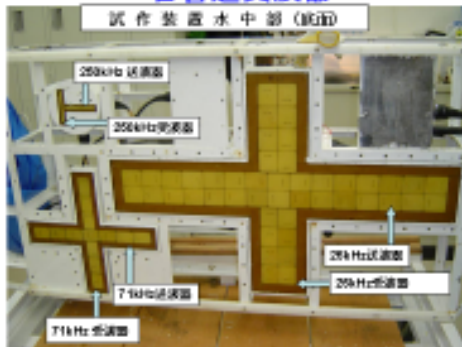
試作測定装置の構成



堆積層探知の分解能向上



高分解能化: 広帯域、狭ビーム音響送受波器



信号処理手法



試作装置です。

送信信号の発生パターンを PC で作成して送信機に入力します。送信機では、変調、増幅して、水中にある送波器から音響パルスを海底に向けて送波します。海底からの反射波は受波器で受け、受信機で復調して、受信機の PC 内に記録していきます。データの解析には送受波器の深度、傾斜角も必要ですので、水中部に取り付けてあるセンサーの信号を記録しています。また、GPS の位置データも別途測定時間に渡り記録しています。

この装置では分解能を非常に高くするという目標を定めています。この分解能にかかわる要素として二つあります。

広帯域化が計られると非常に短いパルスが形成できるということがございます。このために、広帯域の送受波器の開発を行いました。

もう一つは、狭ビーム化であり、この二つの要素が実現できれば分解能を上げることができるということになります。

このような、クロス・ファンという、ファン・ビームをクロスさすというような方法で狭ビーム化を図るという手法を採り入れてます。

推定は2つのプロセスからなります。まず、ここに示します信号処理手法により、観測された受信信号から海底の反射特性であります堆積層の伝達関数を、送信信号の特性、音響の海中伝播路の特性等を考慮して求めます。

次に、この伝達関数を実際の密度に置き換えるプロセスが必要です。海底を多層の堆積層からなるモデル化し、音波の反射経路毎に解いていく手法で密度の鉛直分布を求めています。

2003年十勝沖地震 (2003年9月26日)

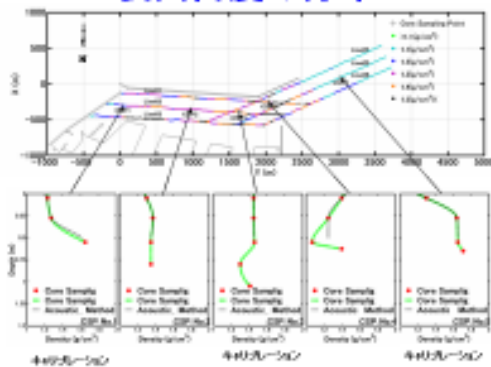


ref. <http://mytown.asahi.com/hokkaido/news01>

このような手法で海底の中の密度の分布を求めるといことになりませんが、これを昨年度10月に、釧路港において評価を行いました。

ちょうどこの測定の1カ月前ですが、いわゆる十勝沖地震がございまして、ここの津波の影響でこういう港の中がかき乱されていました。

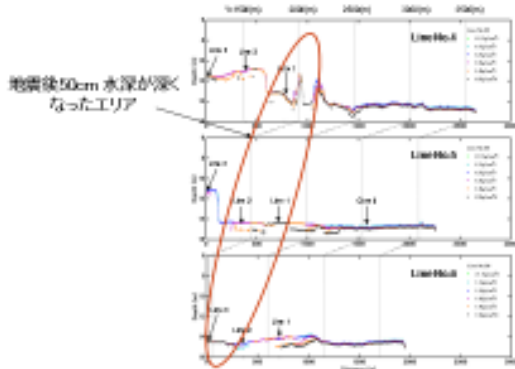
表面密度の分布



港内の代表的測線で、表面密度の水平分布を求めました。この図で、密度の値を色で示しています。この湾の港の奥の部分、それからこの航路の部分にかなり密度の低い、1.2以下の密度を持つようなたい積物が表面にあるということが分かります。

測定海域内の5ヶ所で、柱状採泥も行いました。図の下部は、その分析結果を音響による推定結果と比較したものです。

測線 4-6の密度鉛直断面



測線に沿って密度の鉛直断面を示しています。地震の前で深浅測量をやっておりまして、この図の丸で囲んだ位置では、約50センチ水深が深くなったという部分でございます。

おそらく軽いたい積層が、津波等で吹き払われてしまったということこの表面に比較的高い密度のものが顔を出してきた領域ではないかというふうに考えております。

まとめ

- ・ 本測定方法による密度鉛直分布は柱状採泥による密度分布によくあっている。
- ・ 堆積層の状態を推定する有効な情報として測線に沿った密度鉛直断面の提供が可能となった。



定期的にも本測定を実施することにより、港湾の適切な維持管理が可能。

今後の研究開発

- ・ 柱状採泥の事前情報なしで、音響データだけから密度分布を推定する方法の開発。
- ・ 堆積層中の自励減衰を推定するので、減衰に関係する粒度鉛直分布も合わせて推定
- ・ 装置の小型化、リアルタイム処理→小型船舶での運用

今、研究開発を進めてます方法により、測線に沿った密度の鉛直断面というものが提供可能になりました。

このような計測を行うということによって港湾の適切な管理ができるということが期待できます。

音響データだけから密度分布を推定するという方法の開発、装置の小型化、処理のリアル・タイム化等も対象として今現在進めております。



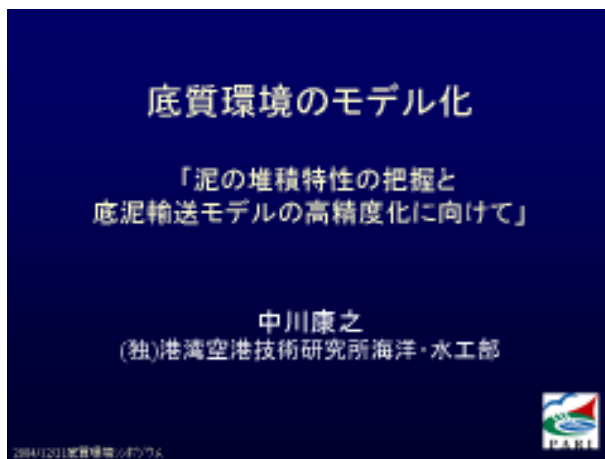
底質環境のモデル化

独法港湾空港技術研究所海洋・水工部主任研究官 中川康之

シルトや粘土等を主体とする底泥の挙動は、栄養塩物質や有害化学物質の海域内での蓄積過程に密接に関係することや、再懸濁により発生した濁りが海水中の透明度に影響を及ぼすなど、沿岸域の環境を支配する重要な要素の一つである。

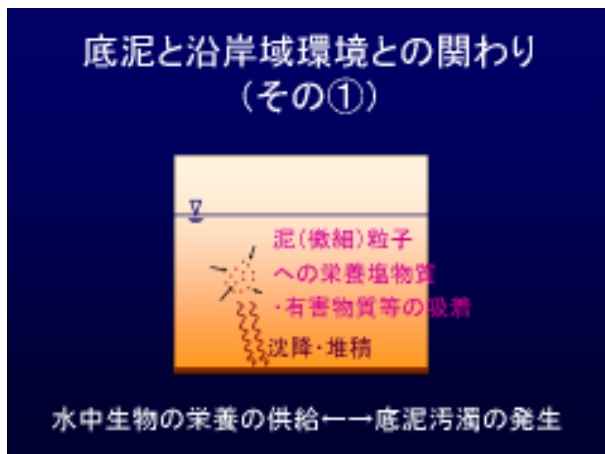
このため、底質（底泥）の侵食、堆積や流れによる輸送など、物理環境に注目した底泥の輸送モデルの開発を進めている。ここでは、有明海を対象として実施した底泥輸送現象の再現計算について紹介し、現地データとの比較を通じた計算結果の検証例を示す。

また、泥の堆積状態の把握とモデルへの取り込みなど、底泥輸送モデルの改良に向けた今後の課題について述べる。



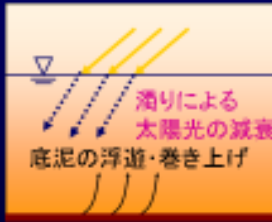
港湾空港技研の中川と申します。

今日お話しする具体的な内容といたしましては、特に泥のたい積特性の把握という意味で、表面付近の密度測定の事例紹介、そして軟泥の湾域内での広域的な輸送を評価、予測を目的とした底泥輸送モデルの構築についてご紹介していきたいと思えます。



底質の中でも泥というものは、砂とは違って化学物質や栄養塩物質がくっつきやすいということで、こういった環境に負荷を与える物質を抱いてしまって落ちていく。抱え込んで動き回るから、どちらかといつこの泥というものが悪者になりやすい。

底泥と沿岸域環境との関わり (その②)



- ・堆積物中の汚濁物質の溶出、拡散
- ・植物プランクトン・藻場等の光合成への影響

また一方では、堆積したものが容易に巻き上がる、さらに沈降速度が遅いがゆえに濁りとして停滞することで、水質への影響もありますし、光環境を変化させることになります。

底泥堆積の特異性の一例



底泥境界面の曖昧さ

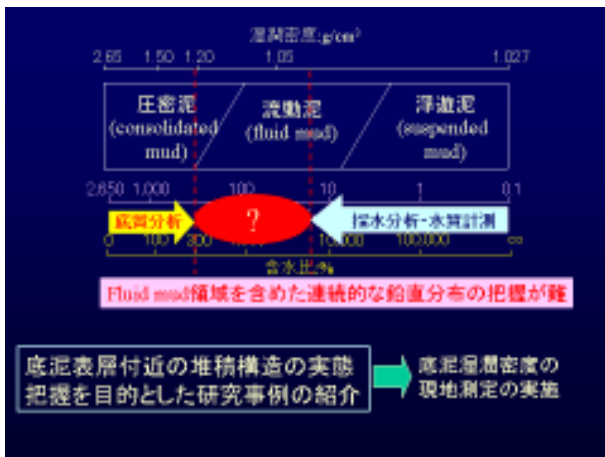
- ・侵食強度の鉛直依存性→底質輸送量の予測・評価
- ・測深結果の計測方法への依存

→ 航路水深、浚渫土量の評価

海水-底泥境界面における泥の鉛直分布構造の把握が重要

基本的に、砂が堆積しているような底面というのは非常にクリアな境界面が形成されます。一方で、泥の場合には波だとか潮せき流のような外力条件、さらに沈降する供給過程とのバランスによって、場合によっては非常にあいまいな境界面を形成することがあります。

こういった海水と泥の境界面における泥の鉛直構造の把握というものが非常に重要であるわけです。



底泥表層付近の堆積構造の実態把握を目的とした研究事例の紹介 → 底泥層層密度の現地測定の実施

泥の分類なんですけれども、この図の一番左がすでに堆積、圧密が始まっているような、圧密泥の領域というものがあります。

密度が小さくなるとフルイドマッド(流動泥)という流動性のある泥の密度領域がある。

さらに海水によって巻き上げられた状態、浮遊した泥、浮遊泥という領域に大ざっぱに分けることができるかと思います。

現地式密度計の概要



現地式密度計
(英国HR・Wallmgford製)

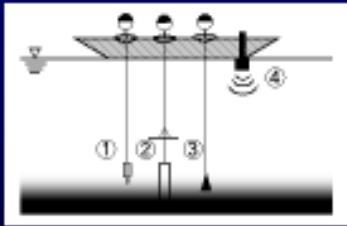
測定原理: 周囲媒体の抵抗による、センサー(振動管)の共振周波数の変化から周辺媒体の密度を推定

本計測器の主な仕様

- ・測定範囲: 0.9~1.5g/cm³
- ・精度: 0.001g/cm³
- ・質量: 5.0kg(水中・約4.0kg)
- ・その他: 圧力計による水深の同時計測

ここで用いた測定器は英国製の振動子式の密度計です。

測定項目と測定方法



- ①密度鉛直分布(環地式密度計)
- ②底質の粒度・湿潤密度・含水比(コアサンプル分析)
- ③水深(レッド:底面反力 0.31kg/cm^2)
- ④水深(音響測深器:200kHz)

この機械を、今回は有明海の東部にあります熊本港で試験的にどのようなデータが取れるかの調査を実施しています。

調査に際しては既存のコア・サンプルですとか、レッド測深、音響測深といったものと並行してデータの突き合わせを行っています。

測定結果例(その①) 比較的硬い泥(含水比80%)の場合

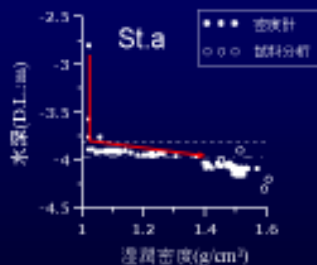


図-5 湿潤密度の測定および分析結果の比較
(海岸工学論文集・2004)

まず測定結果例その1として、こちらは比較的硬い泥の場合です。

このように海水の密度からずっと来まして、底面付近で一気に密度が上昇するというような結果になります。

測定結果例(その②) 柔らかい泥(含水比220%)の場合

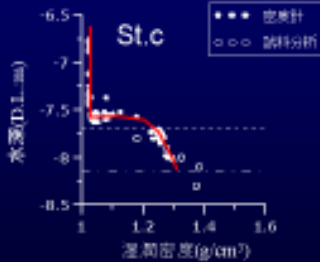
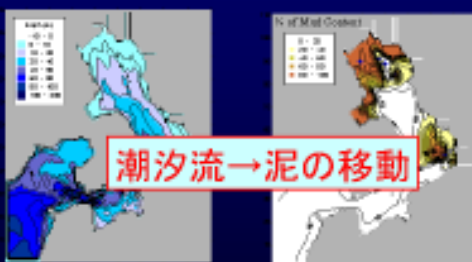


図-6 湿潤密度の測定および分析結果の比較
(海岸工学論文集・2004)

これに対して軟らかい泥の場合です。

流動泥と分類されるような密度域の層が存在しますと、このようにちょっとはらんだような、上に凸の分布がこのように出てきます。

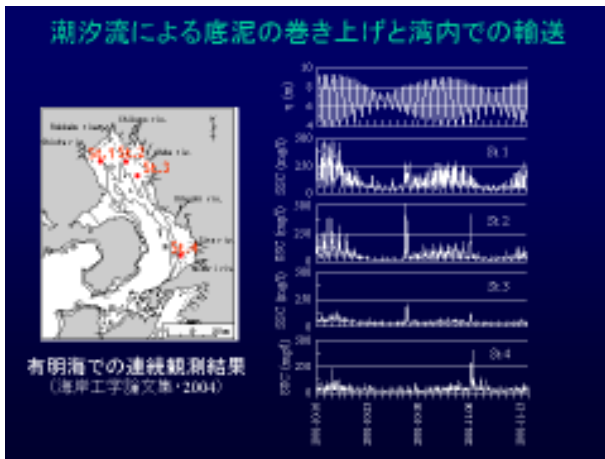
底泥輸送モデルの構築



計算に用いた水深分布(左)と含泥率分布(右)

こういった流動泥に分類されるような軟らかい泥が存在すると、こういったものが実際にどう動いているのか、移動過程についても今後詰めていきたいと考えております。

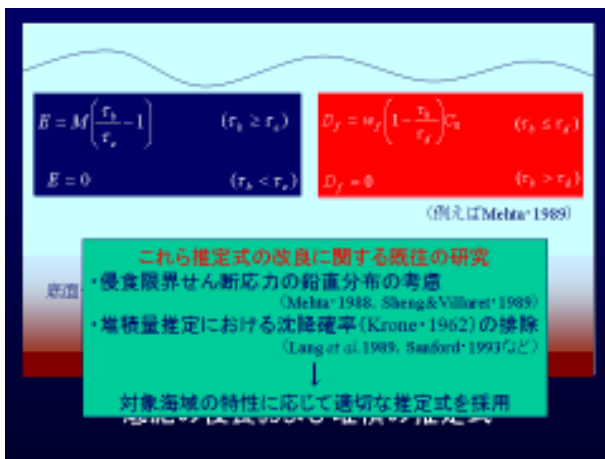
一方、今お話ししたような軟らかい泥が、流動泥のまま動くというよりも、さらに潮汐だとかの外力によって巻き上げられて、それが広域的な移動を生じていると考えられるわけです。



これは実例として有明海を対象としてモデルを構築した例です。

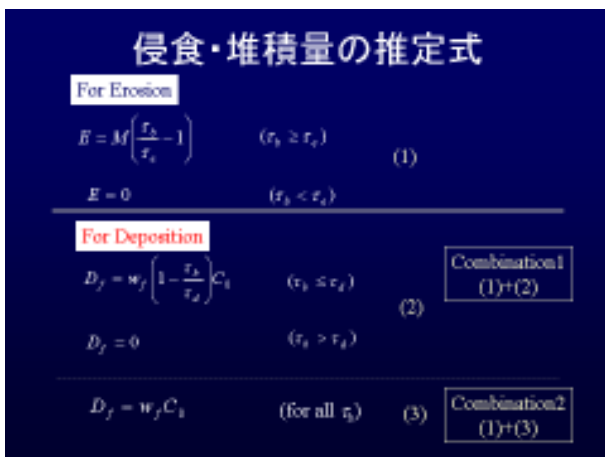
左側が計算領域内での水深分布、さらにここでは現地データを基にした湾内の泥の分布を参考にいたしまして、こういった堆積した泥をソースとした潮汐による再移動というものを計算しました。

平均的な輸送は計算でかなり再現できるということまで確かめています。

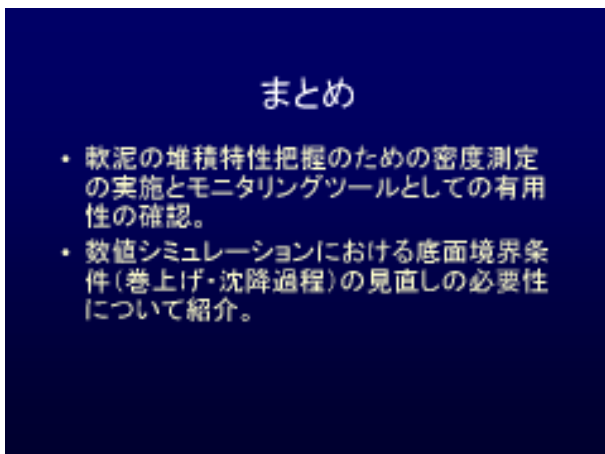


堆積物がどういう条件で巻き上がるか、どれぐらいの量巻き上がるかという水中モデル内での境界条件が非常に重要な因子になってくるわけです。

既存の式としては、こういった巻き上がる条件が鉛直方向に一様であると仮定されています。



それをそのまま使うと、今お示したような有明海での現地データとの齟齬というのが非常に大きく現れてしまうということで、このへんの改良を現在進めております。



以上、話をまとめます。

一つめは軟泥のたい積特性を把握するためのモニタリング・ツールとしての有用性を確認したお話を紹介しました。

二つめには泥の輸送シミュレーションにおける底面境界の条件の見直しの必要性と研究の現況を紹介した次第であります。

以上で発表を終わらせていただきます。



有明・八代地域の修復と保全

熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授 滝川清

有明海の環境悪化問題に対し、国や大学等、多くの機関において調査研究が盛んに行われているが、現象が余りに複雑な環境因子に影響されるため原因を究明するに至っていない。ここに、環境変化のメカニズム解明についての学際的学術研究の大いなる進展とともに、海域の最重要項目である“改善への処方箋”に関しての十分な科学的根拠に基づく環境回復・維持技術の開発を早急に行う必要がある。

有明海・八代海の環境変動について、これまで気象・海象・地象の物理環境および生態環境にわたる総合的研究を、現地実験等を含め多くの機関等と協同・連携して推進しているが、これらの研究過程の中で、特に、干潟域を含めた海域全体に及ぶ底質環境の悪化が顕著であり、その回復・維持技術の開発が緊急かつ最大の課題であるとの見解に至っている。底質環境悪化の要因には、海域の富栄養化、粗粒土の供給減少、流動の低下、水温の上昇、底生生物の減少とこれに伴う底質浄化能力の低下、等々さまざまな要素が複雑に関連し、結果的に底質の泥化が著しく、海底面表層部から底質は還元状態にあり、DO（土壌中の溶存酸素）は殆ど0の悲惨な状況にある。

本報告では、これまでの研究成果の紹介とともに、有明海底質環境を支配する浮泥流動の特性をより詳細・精密に把握し、嫌氣的な“負のスパイラル”状態にあると懸念されている底質環境を、物理・化学的および微生物学的側面から調査し、海域環境の回復・維持の技術開発の方向性を探る。

皆様、こんにちは。熊本大学の滝川でございます。

底質環境シンポジウム

有明・八代地域の修復と保全

タイトルは、「有明・八代地域の修復と保全」と非常に大きなタイトルでありまして、納まる範囲で打ち切りということでご紹介させていただきたいと思っております。

熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター
滝川 清



閉鎖度指数＝
 $(\sqrt{S} \times D1) / (W \times D2)$
 値し：S＝海域面積
 W＝湾口幅
 D1＝湾内の最深深さ
 D2＝湾口の最深深さ
 ＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊
 八代海＝32.5 (A＝1200km²)
 有明海＝12.9 (A＝1700km²)
 東京湾＝1.8 (A＝1380km²)
 伊勢湾＝1.5 (A＝2100km²)
 陸奥湾＝2.9 (A＝1670km²)

ご存じのように、有明・八代海、閉鎖度指数非常に高いということで、わが国の1位、2位を占めるような閉鎖性の海域であります。

実は私も現場にいる人間としましては、かなり以前から海域環境の異変というのは起こってたというのが実感でございます。



3大学(熊大・佐賀大・長崎大)有明研究連絡会議(仮称)

「みらい有明・不知火」という、有明・八代海の海域環境の研究を行うグループにおいて、周辺の学者200名ぐらい集めて1997年ぐらいから海域環境調査をやっております。

2001年だったと思いますがNPOを作りまして、現在そういう技術者集団、学者集団により再生に向けて、あるいは維持に向けて取り組んでいるところです。



有明・八代海の環境悪化に対する取り組みとして、ノリの第三者委員会、あるいはそれを受けての最近の環境省に引き継がれました環境総合評価調査、評価委員会等、諫早湾問題で農林水産省が中心になって様々な検討が行われてきております。

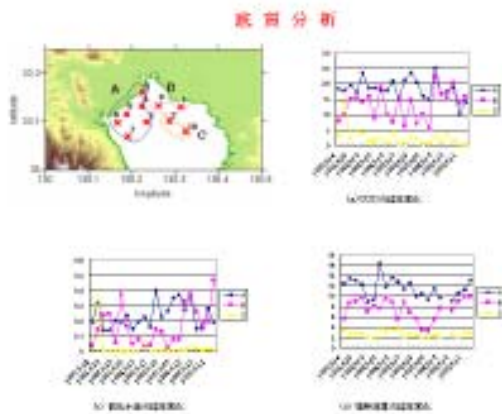
熊本県においては環境政策課で有明海、八代海再生推進室というのを作りまして、いろんなことを議論しております。

有明海・八代海における
 問題の概況、原因・要因、論点等の整理(環境省:評価委員会)

1. 水質の変化	赤潮、異酸素水塊、水温、塩分、COD、栄養塩、SS、透明度
2. 底質の変化	底質の泥化傾向、細粒化
3. 潮位・潮流の変化	平均潮位の上昇、潮位差の減少と潮流の減少
4. 二枚貝の減少	アサリ、タイラギ、その他の二枚貝
5. ノリの不作	H12年度の不作、H14年度の収穫量も平均以下
6. 魚類資源の希薄化	被害件数の増加傾向
7. その他の水産資源の減少	昭和60年代以降、総じて減少傾向
8. 水産資源以外の生物減少(ベントス等)	ベントスの減少傾向(底質の変化、異酸素の影響)
9. 藻場、干潟の減少	干潟面積の減少、自然海岸の減少

環境省における総合調査評価委員会、これは国の自然再生法、あるいは有明・八代海の再生法というものに基づいた検討会が行われております。

今現在の段階では、いろんな問題点、ここの海域に起こってる問題、その整理と原因要因を一生懸命考えている段階であります。



有明海の海域の状況ですが、貧酸素水塊の出現は、一番最初が、1973年になってますから、実はかなり以前よりこういう貧酸素水塊が発生していたんだというのが、過去のデータで見ると分かるということでございます。

貧酸素水塊の、1年間の変動ですが、夏先から有明海の湾奥の西側のところから貧酸素水塊が発生してきて、冬場にまた解消してというパターンが生じてます。

有明海・底質変動特性

「がらかぶが見た有明海の風景」

有明海海底の表層堆積物特性
(放射性炭素トレーサーとした有明海環境の変遷調査)

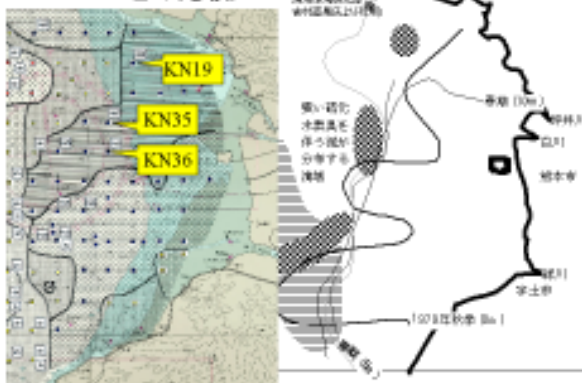
「有明海干潟環境の回復・維持策に関する研究」
科研費基盤研究A: 平成14年～17:
代表: 滝川清

調査グループ:
熊本大学理学部: 秋元・松田・長谷 助教授
長崎大学水産学部: 松岡・近藤 教授

先ほど底質環境のお話ありましたけども、実は有明海についての底質についてはかなり長い期間調査されておりませんでした。

私どもの研究グループの中で底質を調査しまして「がらかぶが見た有明海の風景」という調査を行いました。

堆積物の変化 (2003.5と2004.6との比較)



底質環境の泥分分布を調べると含泥量が高い。90%、ほとんど100%近くあるというものが熊本の付近、あるいはこれは島原湾ですが、そういったところに観測されきてるといふことであります。

この堆積速度が1年に1ミリですから、こういった硫化臭のするような泥がたまってるのは少なくとも20年ぐらい経過しているだろうというふうに推定できるわけでありまして。

改善への処方箋

1. 「人為的インパクトの削減」
2. 自然回復の回復能力の再生。
特に底質環境: 「干潟環境の回復と創設」および
3. 河川水を含めた「水質の改善」が必要である。

自然的および人為的インパクト:

① 自然的インパクト:
地球温暖化、外海水の流入、台風にもなる高潮・高波、大雨に伴う河川水・土砂の流入、海嘯等による干潟の減少、地形(干潟地形)の変化など

② 人為的インパクト:
公共施設の建設、漁業・養殖業を含む各種の産業活動、内陸の都市化に伴う負荷の増と質の変化など(特に、海産物における「汚濁負荷」の発生、干潟の消失、環境汚染物質の流入と蓄積、陸域からの栄養物質の負荷、ノリ養殖における酸素消費量の増加や施肥、肥料等による富栄養化など)

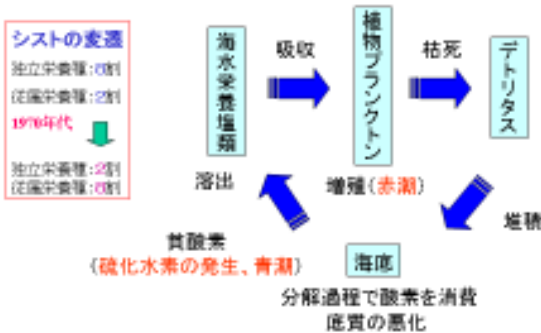
改善へ向けての方向性として、基本的には環境を回復するために、改善するためには人為的インパクトを減らさなきゃいけないと思います。

次に自然回復、環境能力の再生。特に有明の場合は底質環境というのが非常に大きな役割を占めています。

有機物による底質環境悪化の悪循環



栄養塩類がもたらす底質環境悪化の悪循環



微小生物(バクテリア)研究への期待

○回復・改善への方向性

・良かりし頃(目的とする時代)とは？

・目指すべき環境とは？

環境条件に支配される生態系
生態系が環境を変える

定量化:

水質・底質・流動・気象環境の中の微生物反応の定量化

堆積物の変化(柱状AC1)



底質環境につきましては、先ほどからお話があるように、底質環境悪化の悪循環に陥っているんじゃないかということが有明の中で見て取れます。

栄養塩のほうから考えても、底質環境の悪化要因として、たくさんの栄養塩が流れ込んで来てやはり悪循環になっていると考えられます。

特にそういったものを示す指標として赤潮発生するシストを調べると、自分で栄養を作らなくてもどんどんどん河川等を通じて流れ込んでくるから、要するに寄生して生きていけるようなそういう種が増えてきている。まさに環境悪化を示すパラメータだと思うんですが、そういったふうになってる。

そういったことで、底質の環境をよくするという方向性の中でぜひ考えていただきたいというのが、干潟の底質です。

底質環境が非常に悪いので、高等動物が存在するのかというプロセス、つまり微小生物の力を借りながら進めていくべきであります。

バクテリアに対する検討というのはほとんどなされていないということで、これの力を借りる研究がまさに必要であろうというふうに考えてます。

これは、干潟にならないところで、海底を耕耘する前と、した後の写真です。

1回耕耘すると均一になって、ほとんど酸素がない状態になってしまう。しかしそれを2、3ヶ月でまた元に戻るといふようなことがあります。

こういったところに、物理環境だけでもないし、やっぱりバクテリアのレベルの検討をする必要があるだろうというふうに今のところ考えております。



瀬戸内における水産との連携を目指した干潟造成

国土交通省中国地方整備局広島技術調査事務所長 松本英雄

日本各地で干潟を造成する試みが行われているが、造成した干潟が自然環境の修復に役立っていることについて環境モニタリングを通じて実証している例はまだ少ない。

中国地方整備局広島港湾空港工事事務所では、広島県の尾道糸崎港周辺の3カ所で合計約60haの干潟を造成し、自然環境の再生を図った。

干潟の造成後は、自然再生の程度を確認するために、干潟の地形変化、底質環境、生物の生息状況やアマモ場の分布等について昭和59年から平成14年まで継続的なモニタリングを実施した。

その結果、特に平成12年度から14年度に行った調査から、造成した干潟において自然干潟に近い多様性のある生物相の発現と多くの貴重種の生息、さらに8haにも及ぶアマモ場の再生が確認された。



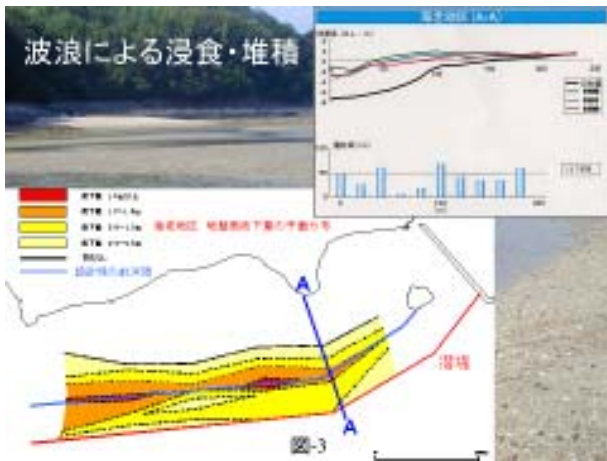
中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所の松本でございます。

「瀬戸内における水産との連携を目指した干潟造成」ということで、具体的な事例ということで、広島県の尾道糸崎港という港の浚渫土砂をその周辺海域の干潟造成に適用した事例ということをご報告させていただきます。



広島県の尾道糸崎港のを浚渫した土砂で、海老地区と百島地区に干潟を造成しました。

こちらは海老地区の人工干潟の断面図です。



その後、これが造成してたのが昭和63年とか平成元年ぐらいですから、約15、16年経過したというところでどんなふうに変化してきたかという海底面の形状変化を示しているものです。

地形変化が生じてはいますけれども、最近はかなり安定してきてはいるというような傾向になります。



これが海老地区の航空写真です。



こちらが百島地区。

百島地区の方は砂浜に近いような形になっています。

先ほどお見せした海老地区の方がまだらな地形だったということがお分かりいただけるかと思います。

調査項目	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		2000		2001		2002	
	S20	S80	S01	S02	S03	S04	H20	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76	H77	H78	H79	H80	H81	H82
調査年度																				
調査対象(調査対象)																				
調査内容																				
調査方法																				
調査期間																				
調査実施年度																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				
調査実施回数																				

造成後に継続して、こういった項目について国により経年的なモニタリング調査が行われてきました。

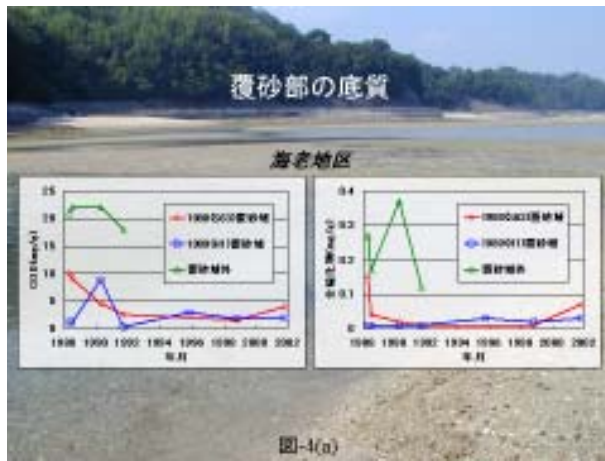


図-4(a)

CODなどの有機物などについても施工時には若上がったものの、その後は安定してるといような状況がお分かりいただけるかと思ます。



図-5

海老地区では、底質に応じて生息してる生物が異なる、多様な生物層が形成されています。

それに対して、百島地区では、生物の生息状況も比較的単調な状況になっています。

項目	海老地区	百島地区	榎田半島
表見概観	砂〜砂礫が主体であるが、一部に泥、砂壳あり。	砂〜砂礫が主体で、比較的単調。	泥、砂、砂礫、礫等多様。
出現種数計	119	116	165
調査高	109cm	96cm	147cm
現存量 総体数/0.125㎡ (最小〜最大)	197 (7 ~ 389)	419 (10 ~ 831)	174 (1 ~ 920)
現存量 湿重量(g)/0.125㎡ (最小〜最大)	101.79 (<0.01 ~ 819.47)	4897 (<0.06 ~ 179.15)	2812 (<0.01 ~ 118.42)

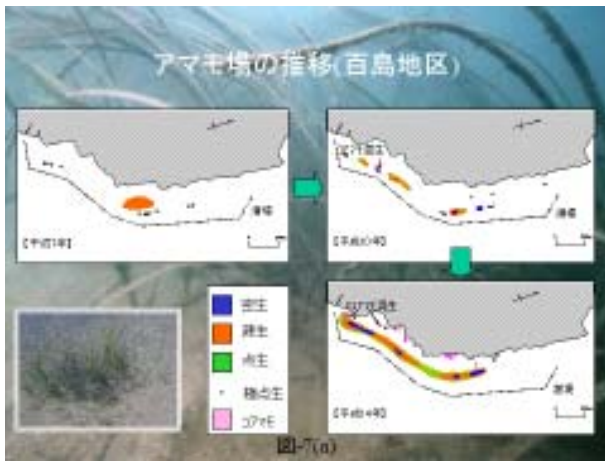
表-2

今回調査した結果について生物の種類、それから個体数、あるいは湿潤量という形で比較してみました。

種類	海老	百島	榎田	海老・百島・榎田	海老・百島・榎田・伊豆	海老・百島・榎田・伊豆・伊豆
種別	●	●	●	●	●	●
二種別	●	●	●	●	●	●
三種別	●	●	●	●	●	●
四種別	●	●	●	●	●	●
五種別	●	●	●	●	●	●
六種別	●	●	●	●	●	●
七種別	●	●	●	●	●	●
八種別	●	●	●	●	●	●
九種別	●	●	●	●	●	●
十種別	●	●	●	●	●	●
十一種別	●	●	●	●	●	●
十二種別	●	●	●	●	●	●
十三種別	●	●	●	●	●	●
十四種別	●	●	●	●	●	●
十五種別	●	●	●	●	●	●
十六種別	●	●	●	●	●	●
十七種別	●	●	●	●	●	●
種類数	17	11	19	3	18	1

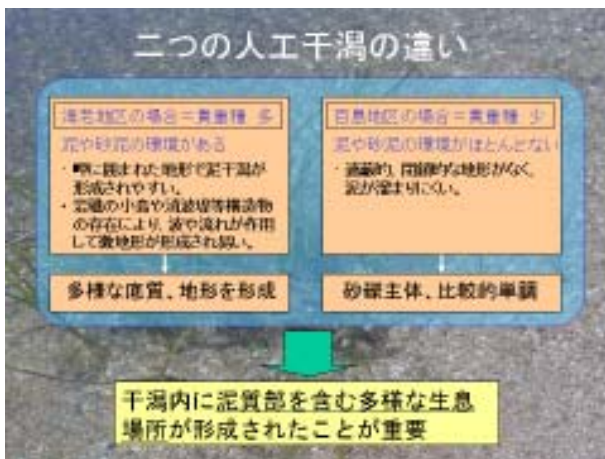
表-3

これはその中でも貴重種の状況について見たものです。

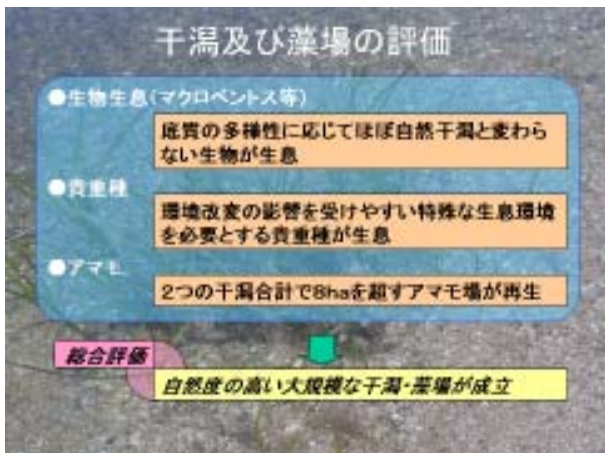


干潟を造成したときにアマモも移植しています。

当初移植したアマモは1度ほとんど消えまして、地盤がほぼ安定してきた後、アマモ場を形成しつつあるというような状況です。



多様な底質で地形が形成されてる海老地区と、砂れきが主体で比較的単調な百島地区で、海老地区のほうが希少種が多い状況でした。



おそらく泥質土含む多様な生息場所が形成されているということが重要なのだろうというふうに考えてます。

底質環境から見た干潟造成における課題

- 自然干潟は地下水位の低下が小さく、造成干潟は大きい。
- マクロベントスの現存量は自然干潟の方が高く、かつ、造成干潟とは出現種組成が異なる。
- シルト含有量、細菌現存量、有機物含有量の間には強い相関関係が認められる。
- 人工干潟は一般的に構造上不安定なものが多い。

瀬戸内海で、今後も航路整備を進めなければならないので、浚渫土砂を利用して干潟を造成するというような形を取らざるをえないと考えられます。

その中で、干潟の造成、技術課題の解決を図って行きたいと思っています。



英虞湾における浚渫ヘドロを用いた干潟再生工法、および、外部から砂投入が不要な底泥置換覆砂工法

大成建設技術センター土木技術研究所 上野成三

英虞湾における浚渫ヘドロを用いた干潟再生工法、および、外部から砂投入が不要な新しい覆砂工法である底泥置換覆砂工法について述べる。

浚渫ヘドロを用いた干潟造成工法について、三重県の英虞湾において、地元漁業者と一体になって小規模な人工干潟実験に取り組んできた。従来、人工干潟の造成には清浄な砂質土が用いられてきたが、英虞湾における3年間の現地実験結果により、砂質土に30～50%程度の浚渫ヘドロを混合した土壌において、多くの干潟生物が生息することが明らかになった。この成果を元に、人工干潟について、三重県、三重大、民間企業などが参画した三重県地域結集型共同研究事業において、大規模な干潟を造成し実証検証を行っている。

底泥置換覆砂工法について、底泥置換覆砂工法は、湖底の砂質土をジェット水流で吹き上げて覆砂する工法で、通常の覆砂工法では外部から砂を投入する必要があったのに対して、本工法は砂投入が不要になるという長所がある。室内水理実験、諏訪湖や穴道湖での実証実験を実施済みで、覆砂による底質浄化効果と生物復活効果が確認されている。


なお、両技術は平成13年度、平成14年度の土木学会環境賞を受賞したものである。

-
- 英虞湾における浚渫ヘドロを用いた干潟再生工法
 - 外部から砂投入が不要な底泥置換覆砂工法

大成建設の技術センターで海洋水理のチーム・リーダーやっております上野と申します。

今日は、干潟と覆砂について、わたしどもがここ2、3年で技術開発した内容をかいつまんでお話ししたいと思います。

大成建設 技術センター土木技術研究所水城・生物環境研究室
海洋水理チームリーダー 上野成三

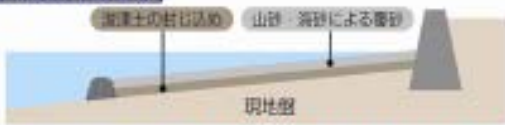
 大成建設株式会社

干潟再生工法

英虞湾の干潟実験の特徴

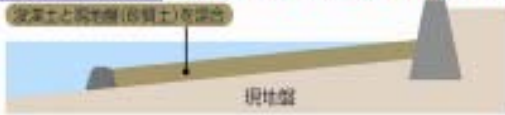
～浚渫ヘドロを干潟材料に有効利用～

従来型の干潟造成



英虞湾の干潟造成

浚渫土を干潟生物の栄養として利用



干潟再生工法

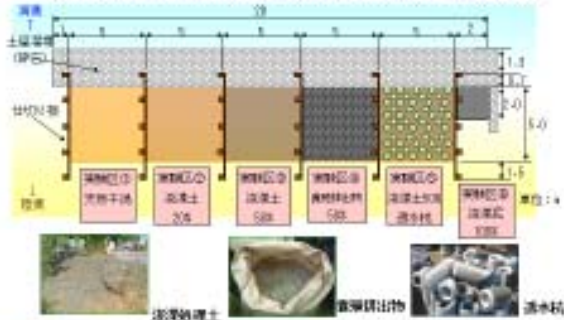
浚渫ヘドロを用いた干潟造成の長所



干潟再生工法

干潟再生実験の実験区

5m×5mを5区画、2m×2mを1区画構成。各実験区で干潟材料を変化。



干潟再生工法

地域が主体となった干潟再生実験

【ボウニアによる造成奇策】漁業者、町、県、県外から総勢40名が参加。
【地域の環境教育】干潟づくり作業、アサリ汲み作業、干潟の事前学習。



環境の技術開発というのは、とても質が高いものが求められると同時に、コストダウンが非常に重要であると認識しております。

まず英虞湾の干潟再生工法の内容を先にご紹介させていただきます。

わたしたちも英虞湾で、浚渫ヘドロは通常処理に大変苦勞するのですが、干潟造成にヘドロを使うことによって、むしろ干潟生物の栄養源になるんじゃないかという発想で取り組んでおります。

具体的には浚渫ヘドロと現地盤の砂を適度に混合しまして、生物に最適な栄養状態に持ってきた干潟ができるだろうという考え方で現地実験を行いました。

干潟事業の全体の事業のバランスとしましては、非常にコストがかかる処理をやっておりましたヘドロを干潟に供給すれば、トータルでコストダウンが可能であり、大変有効なものと考えております。

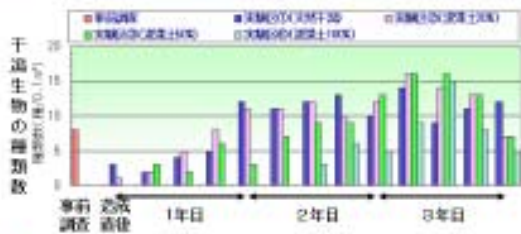
英虞湾の場合は漁業者さん、あと三重大、三重県の皆さんと、一緒に小規模な実験をしまして、一体どれぐらいの浚渫ヘドロをまけば生物にとって最適なのかというモニタリング、小規模な実験をやりました。

こういう実験の場合、地元の協力が大変重要で、地元の理解なしには、このような現地実験は実現不可能です。

英虞湾の場合は地元の方がむしろ率先してこの実験を手伝っていただきました。

干潟再生工法

干潟底生生物 ～炭深ヘドロの干潟でも生物の復活を確認～



干潟再生工法

英崎湾湾域環境保全創造事業工事
～炭深処理土を活用した干潟造成工事～



炭深土処理土の混合率を変化させた2つの実験区を造成

底泥置換覆砂工法

底泥置換覆砂工法

- ・地下の砂をジェット水流により、底泥上に揚砂。
- ・ジェット管とガイド管の2重構造



底泥置換覆砂工法

大規模水理実験：覆砂状況の水中ビデオ

- 砂を含んだ水塊が海底に這うように拡がる。
- 濁りがガイド管より上方に拡散しない。

ガイド管の横から撮影

ガイド管の上から撮影



幾つかの実験区の結果で生物の種類数を時系列的にプロットしてます。

事前調査の場合に8種類ぐらいいしか生息しておらず、非常に生物種が貧困な場所が、1年ぐらいたつと急速に増えだし、2年、3年たつと、季節変動ありますけど、おおよそ定常的な状態に持ってこれる状況が確認できてます。

この現地実験の成果を生かしまして、三重県地域結集型共同研究事業という、大きなプロジェクトにて、大規模な干潟造成が行われました。

昨年のちょうど今ごろ干潟が完成しまして、いろんな各方面の研究者が入り、追跡モニタリングしてる最中です。

続きまして、新しい覆砂工法として、底泥置換覆砂工法という技術を開発しており、その話をご紹介します。

これは砂が要らない覆砂工法でして、海底にジェット管を差し込みまして、ジェットを噴き出します。そうすると海底にあった、砂層からスラリー状の砂が上がってきまして表面上を覆砂します。

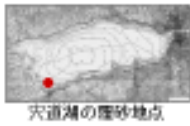
水理実験で、いろいろ調べましたところ、非常に濁りが少ない工法となっています。

密度流が海底をほうような状況で覆砂ができますので、ものすごい薄い覆砂とか、あと海底がヘドロ口状であっても、ヘドロを巻き上げることなく覆砂ができるという技術です。

底泥置換覆砂工法

宍道湖試験工事：覆砂面積2,500㎡

国土交通省出雲工事事務所発注



宍道湖の覆砂地点



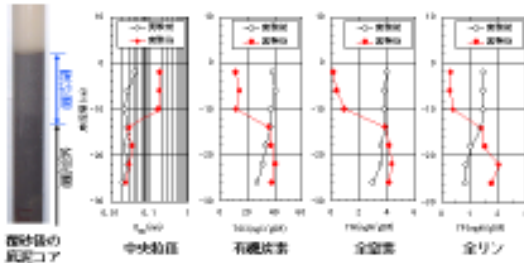
ジェット管15本装備

本工法は国交省の公共工事の活用技術に選定されてきました。出雲工事事務所のほうから試験工事ということで2,500平米の工事の発注を受けております。ここではジェット管を15本装備したものを使い、連続した覆砂を一気にやるという試験工事を実施しました。

底泥置換覆砂工法

諏訪湖実験工事：200㎡の覆砂実験

- 汚濁底泥上に砂質土が覆砂。
- 有機物含有量が1/3以下に低下。



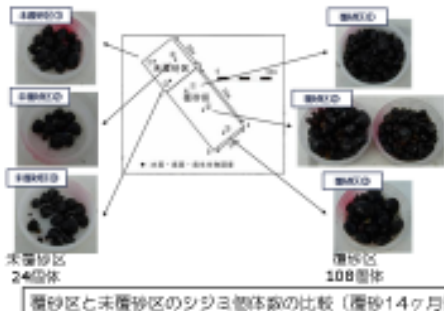
底質置換覆砂工法の効果についても、いろいろな追跡モニタリングしております。

諏訪湖の結果ですけれども、ヘドロの混合がなく覆砂がきれいにできることが確認できてます。

もっとも重要な生物的な要素ですが、これ諏訪湖の場合、覆砂した後は、急速にユリミズが個体数が殖え、そのほかにコカナダモという水生植物も繁茂してきたというのが確認できてます。

底泥置換覆砂工法

宍道湖試験工事：底生物再生効果



また宍道湖の覆砂の試験工事ですと、未覆砂区と覆砂区でシジミの量をカウントしてますが、圧倒的に覆砂区の方が多くシジミが採れるということで、地元の漁協の皆さんは大変喜ばれてるという結果です。

まとめ

浚渫ヘドロを用いた干潟再生工法

底泥置換覆砂工法

- 現地実証実験により効果検証。
- 大規模造成へ展開中。



多様な底生生物の復活

大規模な干潟・覆砂

沿岸生態系による持続的な浄化機能の再生

最後になりますが、水域環境の再生の全体的な戦略としましては、深いところをいきなり浄化するのは非常に困難だという認識をしております。沿岸の浅い場所の環境を改善し、その健全な生態系を再生させることを優先すべきと思います。その後、徐々に深いところの環境改善を進めていくといった全体の環境改善シナリオが大切であると思います。

現在のところ、当社では両方の技術が何とか完成できたかなと思っております。



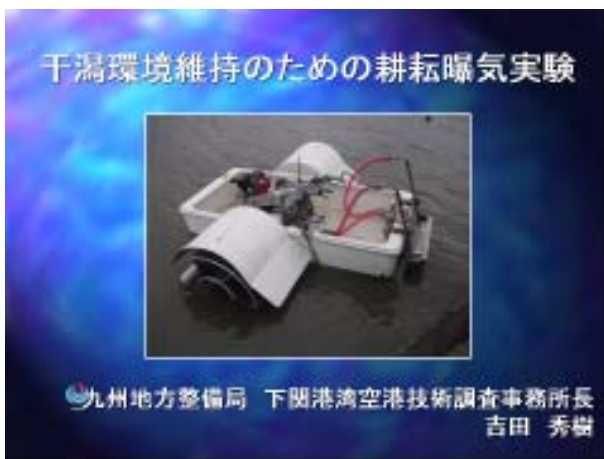
干潟環境維持のための耕耘曝気実験

国土交通省九州地方整備局下関技術調査事務所長 吉田秀樹

近年有明海などに代表される閉鎖性海域においては漁獲量の減少、魚種の変化・水質の悪化・浮遊の体積等様々な環境問題が深刻となっており、総合的な海域環境の保全・再生が求められている。その中で干潟環境の保全、再生の手法の一つとして、干潟の耕耘が行われることがある。

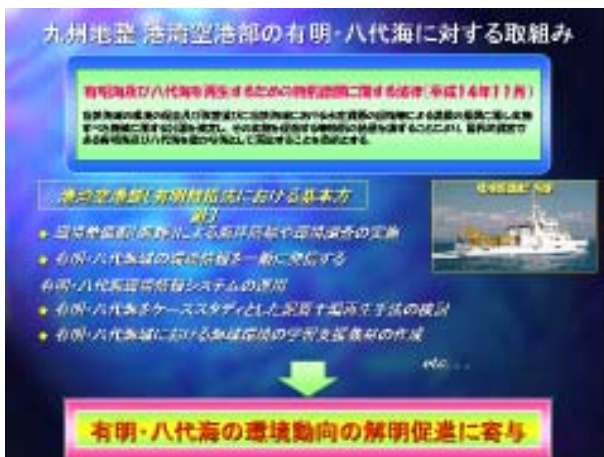
しかしながら、耕耘については、軟弱な泥質干潟では、既往の干潟耕耘で作業性が悪く耕耘効果が期待できない。このため、泥質干潟においても耕耘を可能にするため、容易に走行可能かつ曝気機能による高められた耕耘効果を有する干潟走行式底質浄化装置の開発を行い、有明海湾奥部の泥質干潟において耕耘曝気実験を実施した。

本事例発表においては、開発した干潟走行式底質浄化装置の紹介、干潟環境改善維持のための耕耘実験の概要、効果分析および今後の課題について報告するものである。



九州地方整備局の下関港湾空港技術調査事務所の吉田でございます。

「干潟環境維持のための耕耘曝気実験」を平成14、15年に行いました。それについて報告させていただきたいと思います。



九州地方整備局港湾空港部における有明海、八代海に対する取り組みを説明させていただきます。

大きく四つ、有明海、八代海について行っている取り組みがあります。

はじめに

有明海・八代海などに代表される閉鎖性海域の
様々な環境問題の深刻化

総合的な海域環境の保全・再生

干潟走行式底質浄化装置の開発

平成14年度 九州地方整備局・福岡市による共同技術開発(佐賀中込町)

耕耘が困難な、超軟弱泥質干潟を容易に走行し、
効率的に曝気・耕耘する底質浄化装置


今日、報告させていただきますのは、この三つめに当たる泥質干潟の再生手法の検討という中の一環ということでございます。

今回、底質浄化装置を当事務所で製作いたしました。その製作の概要、それからそれを実際に有明海の湾奥で実験してみました、その報告でございます。

干潟走行式底質浄化装置の概要

【構造】

- ・エンジン 空冷ディーゼル10ps型
- ・形状寸法 長さ3.1m・幅3.5m
- ・総重量 約560kg
- ・走行駆動 前輪4速・後輪2速
- ・材質 FRP製(樹脂主体が)
- ・曝気 機械式強制曝気



実際どういったものかご覧いただきます。この、写真にあるような物でございます、大きさは幅3.5メートル、長さ3.1メートルです。

基本的には耕耘機とよく似た物でございますが、泥質干潟を走るということで、FRPの船のような構造でもって沈まないようにした物でございます。

干潟走行式底質浄化装置の特色



スリット式散気管構造

注入された空気は、
散気装置の天板により巻き上げられた下層の土壌に覆われ、
大気中への放出が抑制されるため効果的である

ここに泥質の中に潜る部分がありますが、そこからスリット式散気管といわれてますけれども、そこから空気を送り出すということでございます。

前進しながら、スキのような天板があって、ここで土壌をかき上げ、その下から空気を送り出して、嫌気層を好気層に変える仕組みとなっております。

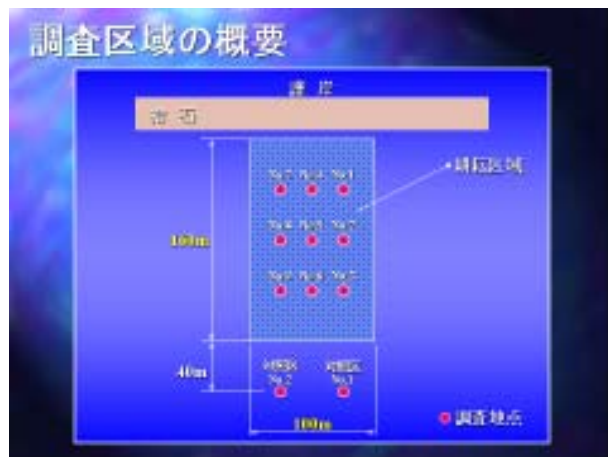
調査位置



調査区域

有明海の湾奥部、佐賀県の白石町地先というところで実際、平成14年の夏場に実験してございます。

調査区域の概要



護岸の部分から前方のほうに160メートル、100メートルの区画を縦に、耕転していったということでございます。

耕転しているところとしてないところの対照実験を行うという意味合いから、沖側にある耕転しない地点2地点、それから耕転する9地点の調査地点で、比較して耕転実験を行いました。

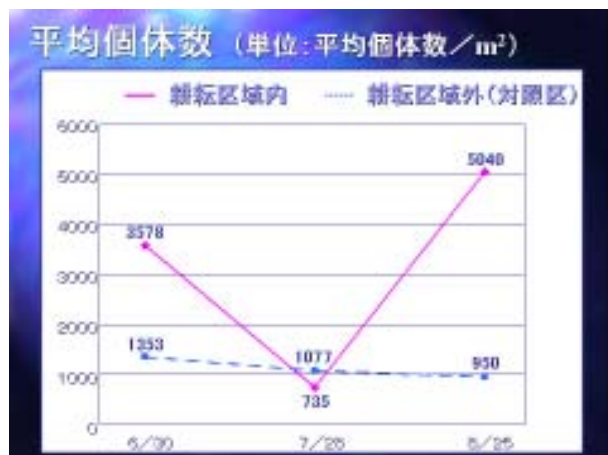
調査区域内耕転状況



耕転してるときの状況のビデオでございます。

これは護岸のほうから沖に向かって見ているという状況でございます。時速3キロ程度です。

平均個体数 (単位:平均個体数/m²)



約2ヶ月のモニタリング結果から、耕転したところの生物数が耕転直後に減っているんですけども、耕転してるほうが若干個体数が増えている傾向が見られます。

底生生物調査結果

〔耕転区域内〕

平均個体数が耕転前の1.4倍に増加
集中豪雨後の回復が顕著であった

〔耕転区域外(対照区)〕

平均個体数が耕転前の0.7倍に減少
集中豪雨後の回復がみられない

干潟改善効果は認められる

定性的には干潟の改善効果が見られます。

クロロフィルa (単位: kg/mg)



実験期間中の泥の中のクロロフィルaの状況を示した図です。

底質調査結果

〔クロロフィルa以外〕

一定の変化傾向はみられなかった

〔クロロフィルa〕

耕耘区域内において減少傾向を示す

日照時間が長くなり気温が上昇している時期にもかかわらず、クロロフィルaは減少している

【要因】

珪藻類等を捕食する底生生物の増加

なかなか2カ月間の結果では特に明確な効果というのは出てきてはいませんが、クロロフィルaが減少し、ある程度耕耘の効果が見られました。

まとめ

《 成果 》

底質調査結果では、明瞭な効果の確認はできなかったが、底生生物の回復が耕耘区で顕著であったことから、**干潟改善効果は認められるものであった。**

《 課題 》

今回の結果では、**定量的な判断まで至らなかったため**、今後も更に耕耘実験を行い、データを蓄積していくことで、効果検証に取り組む必要がある。

課題といたしましては、長期間のデータ蓄積、耕耘の実験が必要かと考えております。

まとめ

《 活用方策 》

- ① 直轄事務所における**干潟耕耘実験**
- ② 共同研究を進める大学等による**調査研究への供用**
- ③ NPOや地域住民等による干潟環境改善に向けた**ボランティア活動への貸出し**
- ④ 干潟フェスタなどにおける**体験乗船による啓発活動**

実際、先ほどの干潟走行機につきましては、現在熊本港の周辺で、干潟耕耘実験を行っております。

また、熊本港の周辺でのイベントで子供たちに乗ってもらって海域環境の重要性を理解してもらうために利用しています。

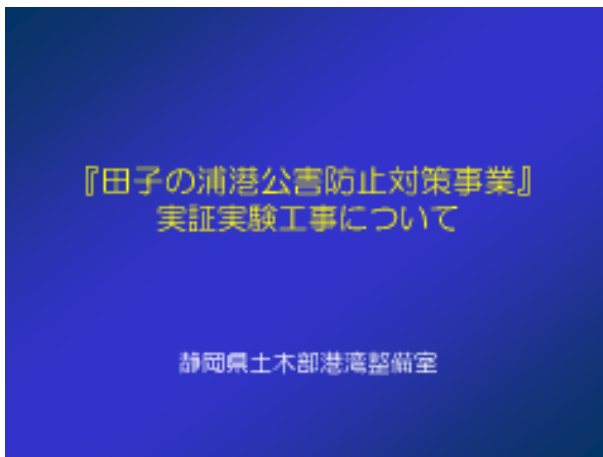


田子の浦港公害防止対策事業実証実験工事

静岡県土木部港湾総室長 大津光孝

田子の浦港における底質ダイオキシン類対策工事を実施するにあたり、浚渫時におけるモニタリング手法について、汚染底質の拡散・巻き上げによる水質ダイオキシン類濃度の変化、また代替指標値としての濁度との相関関係等について検討し、モニタリング基準値の設定等によるモニタリング計画を立案した。

また、実証実験（試験工事）を行い、二次汚染を防ぐための適切な汚濁防止対策やモニタリング方法、また対策工事の効果について検討した。



静岡県の港湾総室長の大津でございます。

県の管理する田子の浦港において、汚泥中にダイオキシンが検出され、その対策進めているところでございます。

現在進めている対策の内容と、その事前の調査等についてお話ししたいと思います。



最初に、田子の浦港の位置でございますけど、駿河湾の一番奥にありまして、前面は非常に深い湾でございます。

古くから製紙業が盛んで、そういったものを核として今から50年ぐらい前に東駿河湾工業整備特別地域に指定されて、田子の浦港がその中心になる港として整備されることが決まりました。



平成13年の最新の港湾計画で、今示しましたバースを9メートルから12メートルの岸壁にしようということが一番の目玉として出ました。

計画に従い浚渫を途中までしたら、ダイオキシンが検出されて一時ストップを余儀なくされました。

1.6 田子の浦港の底質

底質分析結果

分析項目	単位	富士地区	中央迫地	中央航路
ダイオキシン類濃度	kg-TEQ/g-dry	170	72	60
五元素	ppm	66.7	35.1	64.8
六元素	ppm	2007	54.1	104.8
有機炭素	%	16.6	4.4	12.3
粘土質	%	○	○	○
細砂分(175-10mm)	%	○	○.5	○
中砂分(110-4.75mm)	%	○	2.5	○
粗砂分(4.75-2mm)	%	○	7.9	○.2
細砂分(0.075-0.25mm)	%	5.2	51.8	1.2
粗砂分(0.25-0.075mm)	%	5.8	13.9	15.7
シルト分(0.075-0.005mm)	%	67.1	12.0	61.8
粘土分(0.005mm以下)	%	28.6	13.1	21.1
中央航路	ppm	0.0104	0.0005	0.0043
シルト・粘土分	%	92.6	25.1	82.9

田子の浦港の底質について、シルト分で見ますと中央迫地と中央航路、同じようになってまして、岳南排水路からのSSも多いですから、シルト分がたくさんたまっています。

鈴川迫地は流入河川ございませんで比較的安定していて、シルト分も少なく、ダイオキシンも比較的少ないということが分かるかと思えます。

2.2 汚染範囲



ダイオキシンの分布を調べたところ、この赤いところで150ピコグラムを超えていました。

一番高いところでは3,000ピコグラムという値が唯一出てますけど、あとは高くても千数百ということでございます。

2.3 汚染底質土量

区域	面積	土量	備考
田子の浦港全域	345,000m ²	547,000m ³	
—中央航路	46,000m ²	73,000m ³	
—中央迫地	204,000m ²	323,000m ³	
—鈴川迫地	75,000m ²	85,000m ³	
—飯田橋地区	24,000m ²	61,000m ³	

注) 1,000m²、1,000m³未満は四捨五入。

これを基に対策が必要な土量を測りますと、大体田子の浦港全域で計35万平米の中に、土量として約54万立米ございます。

モニタリング事前調査結果

- 一監視基準の基本となるバックグラウンドを把握するための調査を実施。
- 一工事中のモニタリング計画のための「浚渫に伴う濁度とダイオキシン類濃度との相関関係」を得るため、室内試験を実施。
- 一室内試験結果から必要な「浚渫に伴う濁度とダイオキシン類濃度との相関関係」が得られた。

モニタリング事前調査ですが、これは工事するに当たってバック・グラウンドを把握することが大きな目的です。

あとは工事中の浚渫と濁度の関係について、濁度とダイオキシン類濃度の相関を取りまして、それによって濁度を測ることによってダイオキシンが工事によって広がっていないことを確認するための調査をしております。

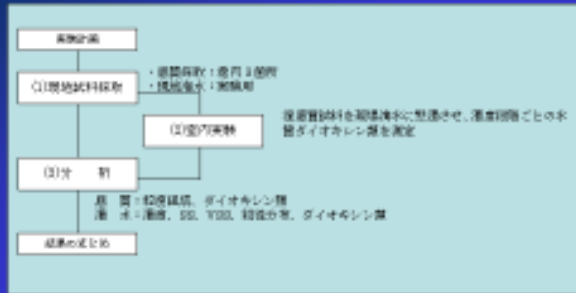
3.1 水質調査（バックグラウンドの水質・濁度等の把握）

田子の浦の水質状況

項目	DO _{sat} (mg/L)	濁度 (NTU)	SS (mg/L)	VSS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	pH (-)
計測値 IC-21	0.28	61	5.2	14	8.3	3.7	7.2
		61	3.3	14	2.6	7.0	8.0
		61	2.7	14	1.2	7.6	8.2
計測値 IC-11	0.26	61	4.8	14	8.6	4.2	7.2
		61	4.3	14	4.0	5.4	7.7
		61	2.6	14	1.7	6.2	8.1
中央値	0.090 0.11	3.6 0.8	3.5 1.7	1.9 0.4	7.7 1.2	5.7 6.2	7.1 8.0
		0.15 0.035	4.3 1.4	4.5 2.2	2.2 0.5	1.2 3.3	2.8 4.9
最大値	0.067 0.28	12 1.5	8.8 2.1	4.0 0.8	9.9 2.3	6.3 6.3	8.9 7.9
		0.059	61	3.9 2.6 2.4	14 14 14	5.6 1.4 1.0	5.3 7.9 7.8

これがバック・グラウンドの水質で、Cの1から3というのは環境基準点です。

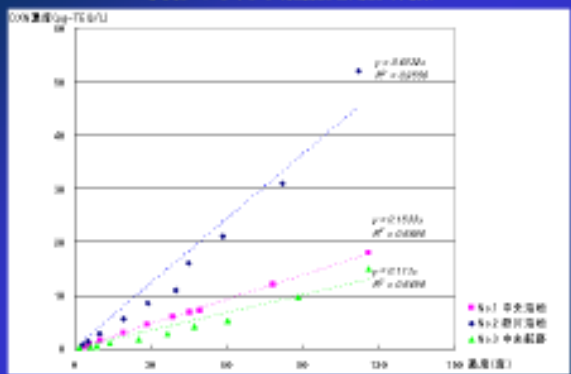
3.2 室内試験（濁度と水質ダイオキシン類の関係）



どういことをやったかという、現地の底質を持ってきて、室内実験しております。

底質を試験用水槽に投入し、ある程度時間がたったらサイフォンで採泥して、その水質を測っていききました。

水質ダイオキシン類濃度と濁度の関係



水質のダイオキシン類濃度は、濁度すなわち、そこに含まれているシルト分と非常にいい相関があることが示されました。

試験工事調査結果

一汚濁防止対策の効果の確認のための試験工事を実施。

- ・汚濁防止枠の内外の濁度調査結果
- ・汚濁防止枠の内外の水質分析結果

それから、最後に試験工事の結果です。今回汚濁防止枠というのを浚渫するときに使いました。

4.1 調査概要

●試験工事ケース

ケース	工法	汚濁防止枠	掘削機	浚渫機	船名
1	新物土クレーン取換	PS2000(1000kg)	PS2420	PS2000 ⁺	811591001(2000) (CS)
2	新物土クレーン取換	PS2000(1000kg)	PS1250	PS2000 ⁺	811591003(2000) (CS)
3	新物土クレーン取換	PS2000(1000kg)	PS2000	PS2000 ⁺	811591006(2000) (CS)
4	新物土クレーン取換	なし	PS1720	PS2000 ⁺	811591007(2000) (CS)



●本係工事で用いた新型式クレーン

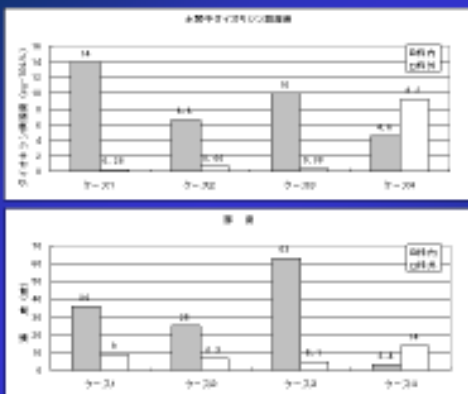
その枠の中でクレーン浚渫を行えば、濁りの拡散が防げるだろうということで、四つのケースで実験しました。

●基本監視点、バックグラウンド地点及び濁度観測地点の位置



水色は流況調査地点で、赤い部分が基本監視地点、それらに加え浚渫場所の内外で濁度を調べております。

4.3 水質分析結果



この水質分析結果を見ると、汚濁防止枠を浚渫時に使用する効果が確認できます。

最後に、今後いろんな方からダイオキシンも適正に処分すれば大丈夫だというようなことを言っていたかながら、「それが事実に基づいたこと」と分かっていたのが大切だと思います。

これからもそういう意味でご支援をいただければと思います。今日はどうもありがとうございました。



汚染底質の環境浚渫工法

五洋建設環境事業部 佐藤昌宏

① 研究の目的

ダイオキシン類による環境汚染問題は社会的に関心を呼んでおり、特に底質においては、魚介類を経由して人体への蓄積の恐れがあることから対策が急務となっている。このような背景のもと、汚染底質の環境浚渫を水質の二次汚染を最大限抑制して安全に行うことを目的とした「環境浚渫工法」、「リアルタイム汚濁監視システム」の新技术を開発した。本研究においては、実際の施工において効果を確認したので、その結果を紹介する。

また実際に得られた浚渫時の濁りの発生量（発生原単位）と簡易な拡散公式を利用することで、ダイオキシン類汚染底質対策を安全に進めるためのモニタリング手法を提案するものである。

② 研究内容

「環境浚渫工法（END工法）」による汚濁発生低減効果を検証することを目的に、実際の工事において汚濁拡散の状況を調査した。調査場所は、日本で初めてEND工法を本工事に採用した「広島港出島地区航路（-14m）浚渫工事」である。次に、施工時の水質環境を高精度かつリアルタイムに一元管理できる「リアルタイム汚濁監視システム」について開発し、ここでは実際にダイオキシン類汚染底質を浚渫除去することを想定し、底質の汚染濃度に応じた浚渫工法の選定方法、監視点の設置方法、施工時のモニタリング方法について、ケーススタディに基づき提案を行う。

③ 研究結果

汚染底質の効率的な除去、高濃度浚渫、さらに濁り発生の低減が可能な「環境浚渫工法」の開発を行った。出島浚渫工事において、「環境浚渫工法」は従来の普通グラブと比較して汚濁発生原単位を10分の1程度に抑制できることを確認した。また、浚渫時における水質モニタリング手法として、「リアルタイム汚濁監視システム」の開発を行った。これらの結果を用いて、ダイオキシン類汚染底質を浚渫する場合に、水質への二次汚染を防止しながら安全に施工を実施するためのモニタリング手法の考え方を示した。

底質環境シンポジウム

五洋建設 環境事業部の佐藤昌宏と申します。

汚染底質の環境浚渫工法

(ENvironmental Dredging Method)

「汚染底質の環境浚渫工法」について発表させていただきます。

五洋建設株式会社

環境事業部 佐藤昌宏

1. 底質ダイオキシン類対策技術
浚渫技術 環境浚渫工法（END工法）
2. 汚濁発生原単位の現地調査事例
3. リアルタイム汚濁監視システム
（浚渫時のモニタリング技術）

■環境浚渫工法

END（Environmental Dredging）工法

従来の課題であった汚染底質の効率的な除去、濁り発生を低減可能な新しい浚渫技術

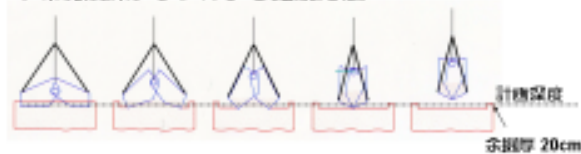


特長① 薄層水平掘削機構

◇従来グラブによる掘削方法



◇環境浚渫グラブによる掘削方法



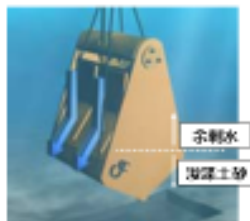
薄層掘削の利点

特長② 汚濁発生抑制機構

水中でのグラブ降下



水中でのグラブ吊上げ



ベンチレーティングシステム

底質ダイオキシン類対策技術について概要を述べ、浚渫技術の環境浚渫工法について説明します。

続きまして、汚濁発生原単位の現地調査事例、最後にリアルタイム汚濁監視システムについて説明します。

底質ダイオキシン対策技術は、大きくわけて3つあり、汚染底質を浚渫除去処理する方法、汚染底質の上に覆砂をする方法、汚染底質を現地で固化する方法があります。

この浚渫除去の弊社の技術を説明させていただきます。

弊社が開発した環境浚渫工法（END工法）は、従来の課題であった汚染底質の効率的な除去、濁りの発生を低減できる新しい浚渫技術です。

このEND工法には、大きな3つの特長があります。特長の1つ目は、薄層水平掘削機構です。

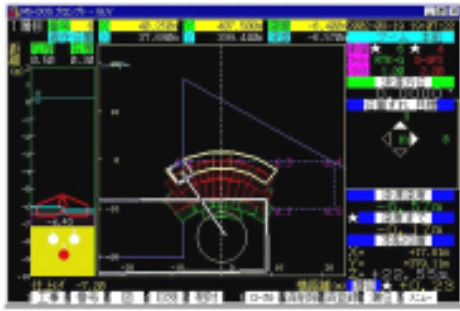
従来型グラブ浚渫の場合は、グラブの掘削形状が円弧状となってしまうため、余掘りがどうしても多くなってしまいます。しかし、この環境グラブであれば、グラブの刃先が水平に動き、計画深度に対して余掘厚 20cm 程度と非常に効率的な浚渫が可能となりました。

特長の2つめは、汚濁発生抑制機構です。

グラブの下降時には、グラブ上部にとりつけたラバープレートが持ち上がるようになっており、グラブが着底する際の水圧を低減し、浮泥の巻上げを抑制します。

また、グラブの吊り上げ時には、ラバープレートが蓋となり、密閉状態となるため、水切りの際に発生する濁りを防止することができます。

特長③ 浚渫管理・操船管理システム

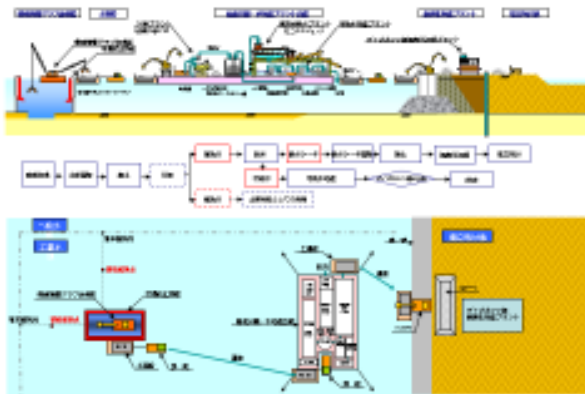


特長の3つめは、浚渫管理・操船管理システムです。

浚渫管理システムは、水中でのグラブ深さと位置をリアルタイムに画面表示するシステムです。こちらの画面を見ながらオペレーターが操作を行います。

このシステムでは、木片等の異物の噛みこみを検知することができ、グラブが完全に閉じていない状態で吊り上げることがないように管理できます。

■汚染底質の一連処理システム



環境浚渫後の汚染底質については、陸上に広いヤードを用意するのは難しいと想定されるため、海上の台船上で、分級、脱水、汚染水処理を設置して、一連の処理システムとして行うイメージ図を示しています。

2. 汚濁発生原単位の現地調査事例

<目的>
環境浚渫工法による汚濁発生低減効果の検証

汚濁発生原単位の現地調査事例です。

<施工概要>
名称：広島港出島地区航路(-14m)浚渫工事
発注者：国土交通省中国地方整備局
工期：平成15年4月～9月
浚渫深度：C.D.L -14.0 m

環境グラブを用いて汚濁発生低減効果の検証を目的に、汚濁発生原単位の現地調査を行いました。

■END工法の汚濁汚濁発生量、汚濁発生原単位

○その1

END工法の汚濁発生量、汚濁発生原単位

工法	作業幅 (m)	取戻土砂			汚濁発生量 (t/m)	経路別の発生量 (t)	取戻土砂量 (m³)
		W&D	取戻土	自船			
END工法	7m	99.6	33.6	粘土	7.13×10^{-1}	0.169×10^2	95.3
普通グラブ 浚渫工法 ¹⁾	8m	50.0	34.6	粘土	69.03×10^{-1}	54.443×10^1	584.0

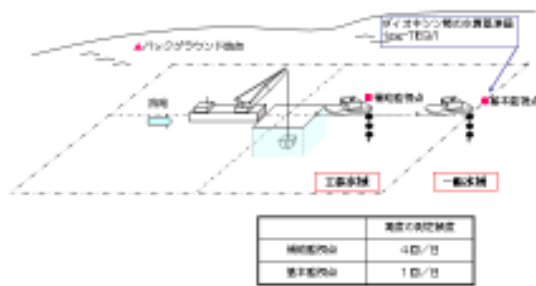
ENDグラブと普通グラブそれぞれの汚濁発生原単位の計算結果です。

昭和57年のしゅんせつ埋立による濁り等の影響の事前予測マニュアルに記載されている普通グラブのデータに対して環境グラブは、約10分の1であることが確認でき、非常に汚濁の発生の少ない浚渫といえます。

END工法の発生原単位は、普通グラブ（既存データ）の約1/10であることを確認
 1) しゅんせつ埋立による濁り等の影響の事前予測マニュアル 昭和57年3月
 建設省港湾局港湾局港湾局

3. リアルタイム汚濁監視システム

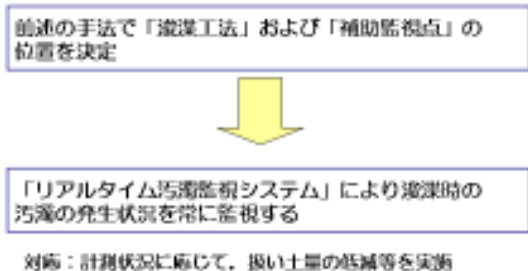
■ 工事中のモニタリング（従来型）



■ リアルタイム汚濁監視システム（新技術）



⑥ リアルタイム汚濁監視システムの利用



まとめ

- ① 汚染底質の効率的な除去、濁りの発生の低減可能な「環境浚渫工法」の開発を行った。
- ② 従来の普通グラブと比較して汚濁発生原単位を抑制できることを確認した。
- ③ 水質モニタリング手法として、「リアルタイム汚濁監視システム」の開発を行い、水質への二次汚染を防止しながら安全に施工するためのモニタリング手法の考え方を示した。

最後に、「リアルタイム汚濁監視システム」を紹介しします。

従来、浚渫工事の濁りの監視は、工事水域と一般水域の基本監視点では1日1回、工事水域の中で補助監視点においては、1日4回、交通船に濁度計を吊り下げて計測するよう指針で示されています。

しかし、高濃度の汚染底質の浚渫では、わずかな濁りの発生が水質汚染に結びつく可能性があり、1日に数回の観測では安全性を十分に確保することが困難であると思われます。

この「リアルタイム汚濁監視システム」は、GPSや通信技術を駆使して、基本監視点と補助監視点に洋上監視システムを設置し、作業船にデータを送ることでリアルタイムによる汚濁の一元管理が可能となりました。

監視基準値に対して基本監視点、補助監視点のデータをリアルタイムに観測することで、様々な措置を講じることができます。例えば、監視基準値を超過した場合は、作業を一時中止したり、あるいは、浚渫速度を低下させたりする等の対応が可能となります。

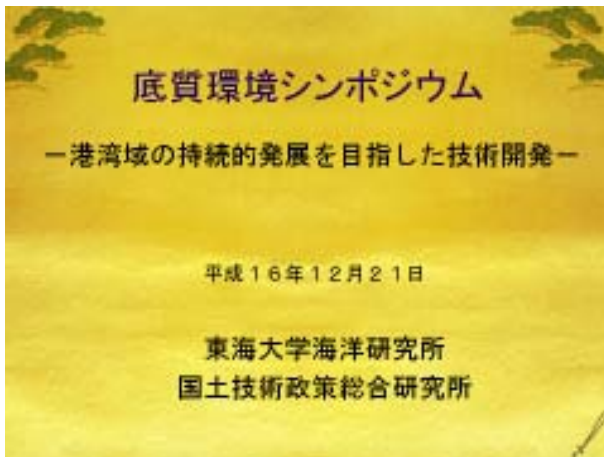
効率的な浚渫が可能な「環境浚渫工法(END工法)」の開発を行い、普通グラブを用いる浚渫と比較して汚濁発生原単位が約10分の1と少ない値であることを確認しました。また、水質モニタリング手法として「リアルタイム汚濁監視システム」を開発しました。

これらの新しく開発した技術を組み合わせることにより、汚染底質の環境浚渫が可能となることを示唆させていただきました。



今後の展望

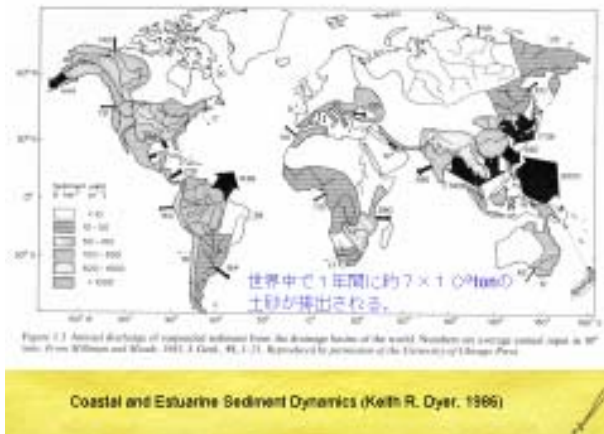
東海大学海洋研究所教授 鶴谷広一



東海大学海洋研究所の鶴谷でございます。

本日は年末のお忙しい中、このようにたくさんの方々にお集まりいただきまして、ありがとうございました。また講師の先生方もお忙しい中、遠方にも係らず、快く講師を引き受けていただきましてありがとうございました。

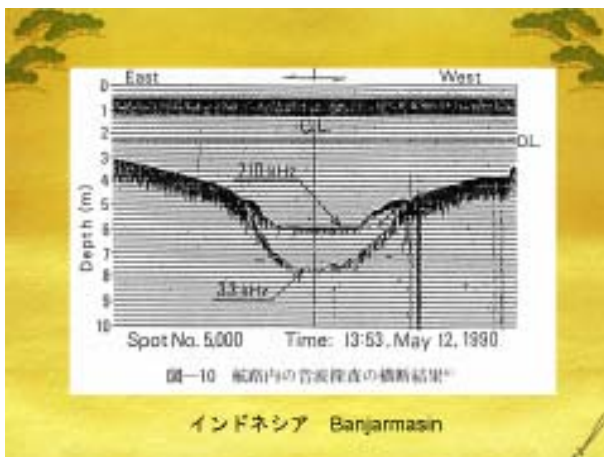
今後の展望ということで、若干お話を最後にさせていただきます。よろしくお願いいたします。



これは、ダイアーというイギリスのプリマス大学の先生の教科書から取ったものです。

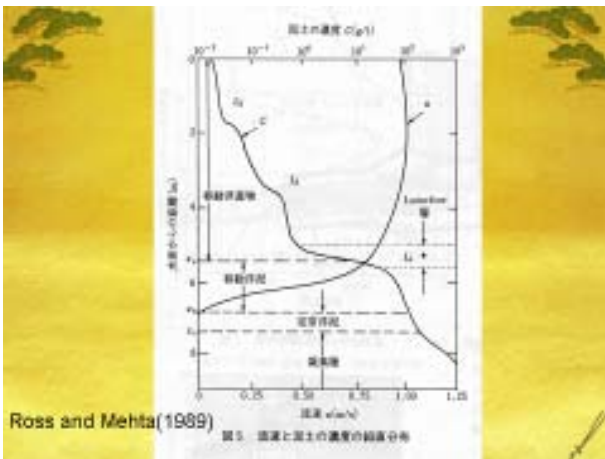
世界中で見まして1年間に70億トンの砂・シルトが毎年陸域から海域に排出されているということです。

特に注目していただきたいのが陸域から海域に排出される土砂の約75%はこのアジアの地域で排出されてるということです。



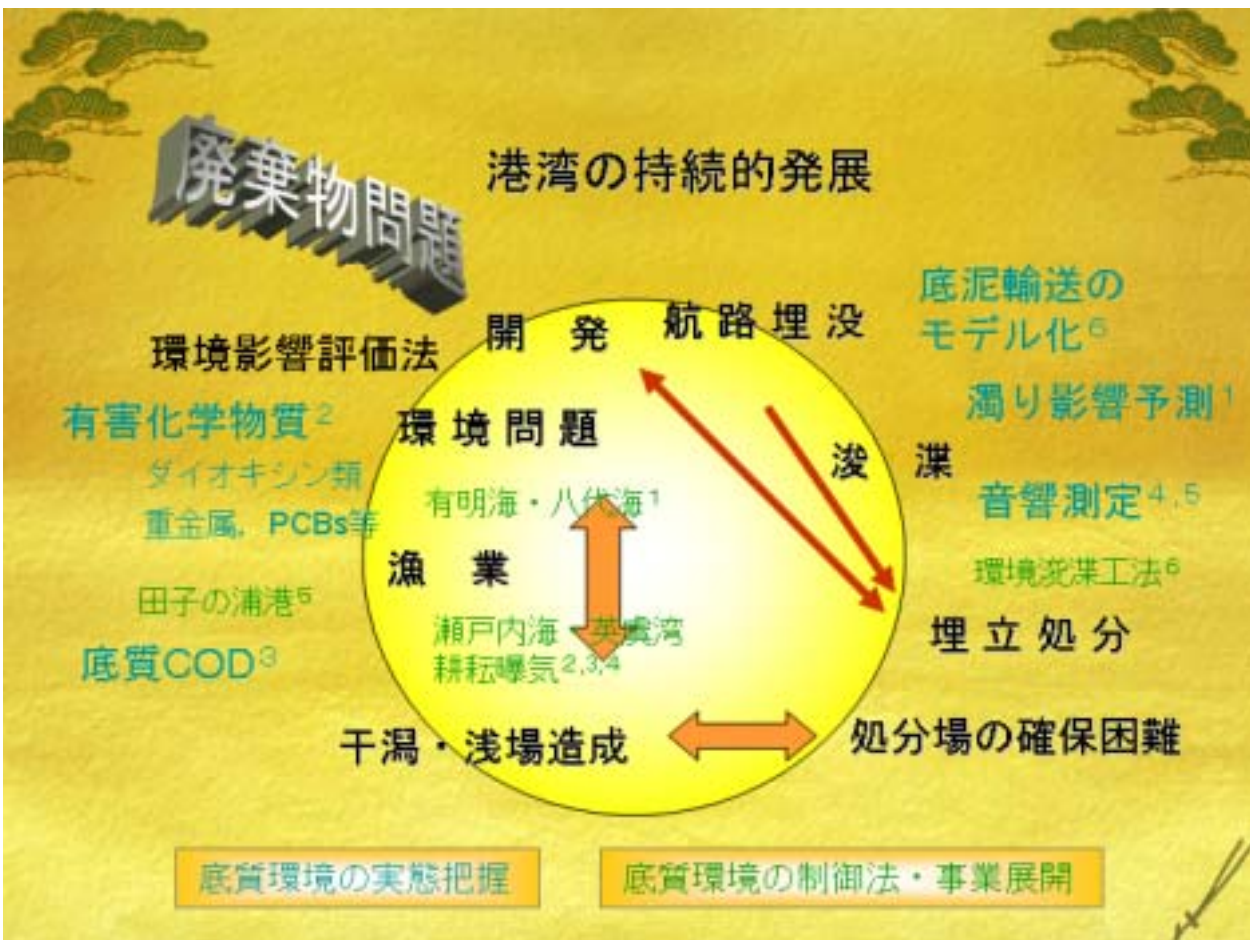
これはインドネシアの例ですけども、沿岸域での港湾域の泥の埋没の厚さというものを注目して見ていただきたいのです。

インドネシアのバンジャルマシンの港というところでの航路で測ったのですけれども、約2メートル弱ぐらいはたまっています。



これはロストン、ロス・アンド・メータ、1989年の論文の中から取らせていただいた例です。

泥の濃度が深さ方向に高くなってると。これが移動浮泥層といわれるこの厚さが大体書いてあります。



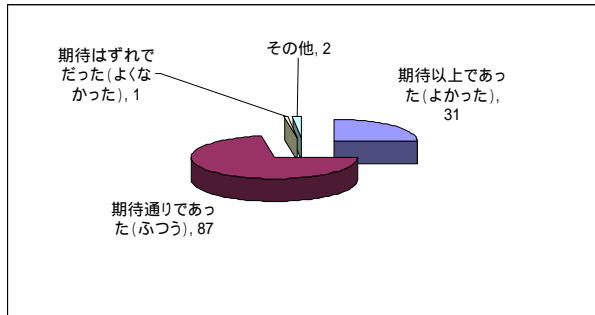
本日の話をまとめると、開発と環境という問題が非常にクローズアップされてきているということがございます。また、モニタリングであるとか、個々の問題、浚渫の問題とか、それから有害化学物質に対してどう対応したらいいかというふうな話が密接に絡まっているわけですから、基礎から応用研究まで、施工法まで、今後も研究を進めていかなければならないと思っております。

個人的にですが、こういう問題の先に、最終的に廃棄物の問題というのを海域で引き受けるのか、それとも陸上でやるのか、そういう話が出てくると思います。こういう廃棄物の処理というのを本当にどういふふう考えていくのかということがこれから非常に重要になってくるんじゃないかと、個人的にはそういうふう思っております。

以上でわたしのごあいさつとさせていただきます。本日はどうもありがとうございました。

アンケート結果

底質環境シンポジウム全体について



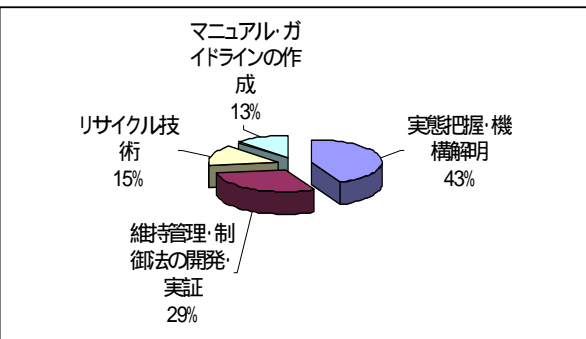
個別のご意見

- 時間をかけて詳しく説明できるシンポジウムを願う
- もう少し余裕が欲しかった
- 課題の数が多いのではないか
- 各テーマの時間が短く残念
- もっと詳しく聞きたいものがあった
- 底質に関し多くの着目点があり興味が多かった
- 海域・干潟に負荷処理を負わせるだけでは解決は永遠に出来ないと思います

今後、底質環境の改善より研究・実施が必要であると感じられる分野

個別のご意見

- 環境省の底質調査法の検討にかかるもの
- 底質の酸素還元電位
- 海域毎の最適手法を見つけ出すこと。
- 環境ホルモン(有害物質)除去に対する研究が最大の課題でありほかはあまり問題ではないと考える
- 事業による 濁りによる 生物に対するインパクトに関する研究。影響予測マニュアルへ含める方向での改善
- 底質環境を一元的に評価できる「統一評価基準」の事例などについて
- 各港のベントス等のデータ ベントスが少ない場合は多くする方法(接続的利用) 水産分野
- 環境項目(基準)の定量化、底質項目の優先度 最低限、調べていける項目とかが有為な差が出やすい項目は何かとか
- 環境影響評価
- 簡易で低コストの広域モニタリング手法
- 底質環境の改善も含め、すべて必要と思います
- 各地でバラバラに対策せずに、湾全体の改善ビジョンを創出し行政が効率よく対策を行うためのシステムが必要



- 有害土砂 (DXN) の除去、無害化、処分方法
- 岸線の改善 直立 緩傾斜 岸近くの底質改善 多様な場の提供
- 底質改善と底質環境の基礎的評価
- 原因・現象の解明がなされないまま、対策につっぱしっているように受け取った
- 密度の測定、エコーの形の解析は重要と思った
- ・ : 沿岸域の有害科学対策 GL
 水平分布・鉛直分布のモデル
 物質間の沈降特性環境ホルモンの物性と吸着の特性
 DXN s , 水銀 Pcb の対策事例集
 上記を元にモニタリング方式・対策の留意点をまとめる。
- : 浚渫土砂の有効利用技術指針
 安全性・有害化学物質のチェック
 生物の多様性
 ふかぼり対策
 施工技術体系化
- : にごり手引きの見直し検討
 原単位の考え方
 現地の SS・にごりデータの解析
 にごりの押さえ方

上記のような、様々なご意見をいただきました。今後の検討に生かせるよう、努力したいと考えております。シンポジウムへのご参加、アンケートへのご協力ありがとうございました。
 (事務局)

底質環境シンポジウム事務局

国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部海洋環境研究室 古川・笠原

〒 239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 Tel. 046-844-5023, Fax. 046-844-1145