

第10回東京湾シンポジウム報告書

平成22年3月

国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部

目 次

[参考資料] 第10回東京湾シンポジウム資料.....	2
2. 開会挨拶.....	4
3. 基調講演：閉鎖性内湾の循環構造.....	5
4. 話題提供.....	15
4.1 「東京湾において豊かな海を実現するための今後の施策」	15
4.2 「沿岸表層流況データー漂流・漂着ゴミ問題への応用ー」	21
4.3 「大阪湾水質・生物ー斉調査の取り組み」	29
5. パネル討論：モニタリング成果の社会への還元.....	37
5.1 話題提供「東京湾水質ー斉調査の取組」	37
ー 東京湾と大阪湾での取り組みの違い.....	42
5.2 話題提供「市民参加型多摩川生物調査」	43
ー 東京湾で実施すべきモニタリングとその方向性について（議論）	49
ー 今後の取り組みのあり方（まとめ）	50
6. 閉会挨拶.....	52

第 10 回東京湾シンポジウムの報告にあたって

海域環境データの利活用にあたっては、そのデータのユーザとの相互理解が不可欠です。そうした「モニタリングデータの社会への還元」をテーマとして、平成 21 年 11 月 6 日に、「みんなでよくする東京湾 2009¹」のプログラムとして実施された第 10 回東京湾シンポジウム²の中で、基調講演・提供話題・パネル討論を行いました。

シンポジウムでは、約 200 名の参加をいただき、基調講演、話題提供、パネル討論がなされました。まず初めに、基調講演として内湾における富栄養化および貧酸素化過程の研究を精力的に実施されている京都大学大学院農学研究科教授の藤原建紀先生より内湾性の貧酸素水塊の生成メカニズムに関するご講演をいただきました。重要なのはモニタリングデータと科学の進歩の協調が大切であり、それを背景とした海域の再生の目標設定がなされることがモニタリングデータの社会への還元につながるのではないかという示唆をいただきました。

話題提供では、東京湾において「豊かな海」を目標とすることの意義、モニタリングのあり方についての提言（港空研中村由行研究主監）、市民と科学者・専門家の連携によるモニタリングのあり方（国総研日向博文沿岸域システム室長、大阪市立大学重松孝昌准教授）がなされ、注目すべき調査対象とその取り組み方についての示唆がなされました。

こうした講演を背景に、総合討論では、注目すべき調査対象として貧酸素水塊と海の豊かさを評価する生物調査に焦点を当て、今後の取り組みの方向性についての意見交換が行われました。

こうした中で指摘・提案された、「海の豊かさ」を目指した方向性、モニタリングにおける情報の「量」と「質」の大切さといった考え方の普及・啓発をモニタリングデータの社会への還元の方策として積極的に取り組んでいく際の大切な指針となると考えております。そこで、本指針の参考資料として、発表内容・討論内容の報告を添付いたしました。

上記のような取り組みの成果を「海域環境データ利活用の手引き」としてとりまとめ、ご報告させていただけることに、ご協力いただきました関係各位に深くお礼申し上げますとともに、研究・事業展開へのさらなるご指導、ご鞭撻を重ねてお願い申し上げます。

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長

古川恵太

¹ 「みんなでよくする東京湾 2009」は東京湾の現状や課題、将来に向けた再生への取り組みを考えるために平成 21 年 11 月 6、7 日の両日東京お台場の船の科学館で開催されました。6 日午前には、東京湾の調査担当者が情報交換する「東京湾一斉調査に関するワークショップ」が一般公開され、午後は有識者が科学的な視点を話題提供し議論する「第 10 回東京湾シンポジウム」を開催。7 日午前、海辺の自然再生に取り組む活動団体のパネル展、午後からは東京湾に関わる様々な立場の方々「みんなでよくする東京湾」をテーマに意見交換を行いました。会議全体の主催・後援・協力体制は以下の通りでした。

主 催 東京湾の環境をよくするために行動する会・港湾空間高度化環境研究センター・東京新聞
後 援 国土交通省港湾局・東京湾再生推進会議・八都府市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会・東京湾岸自治体環境保全会議
協 力 国土技術政策総合研究所・港湾空港技術研究所・生態系工学研究会

² 過去の東京湾シンポジウム報告書は、<http://www.meic.go.jp>（港湾環境情報→東京湾シンポジウム）で公開されています。

1. プログラム

時間	内容
13:15-13:20	<p style="text-align: right;">(敬称略)</p> 開会挨拶 大村哲夫 (財団法人港湾空間高度化環境研究センター 理事長)
13:20-14:00	基調講演 「閉鎖性内湾の循環構造」 藤原建紀 (京都大学大学院農学研究科 教授)
14:00-15:45	話題提供 「東京湾において豊かな海を実現するための今後の施策」 中村由行 (港空研 研究主監) 「沿岸表層流況データー漂流・漂着ゴミ問題への応用ー」 日向博文 (国土技術政策総合研究所沿岸域システム研究室長) 「大阪湾水質・生物一斉調査の取り組み」 重松孝昌 (大阪市立大学大学院工学研究科 准教授)
15:45-16:55	パネル討論： 「モニタリング成果の社会への還元」 パネリスト：基調講演、話題提供者 (前出) 角 浩美 (国土交通省港湾局国際・環境課港湾環境政策室室長) 山尾 理 (東京湾再生推進会議・海上保安庁海洋情報部) 鈴木 寛 (NPO 法人海辺つくり研究会 理事) 司会進行：古川恵太 (国総研海洋環境研究室長)
16:55-17:00	閉会挨拶 松本清次 (国土技術政策総合研究所 副所長)



2. 開会挨拶

財団法人港湾空間高度化環境研究センター 理事長 大村哲夫

この会を主催いたしました、東京湾の環境をよくするために行動する会、東京新聞、財団法人港湾空間高度化環境研究センターを代表いたしまして、ごあいさつを申し上げます。本日は、「みんなでよくする東京湾 2009」に、多くの方が、お忙しい中、ご参加をいただきまして、誠にありがとうございます。

本日、私、新橋からゆりかもめでこちらの会場にまいったわけでございますけれども、東京の海も、見た感じは青い海に戻って、かなりきれいになってきたという実感がございます。

ただ、実際の水環境のデータ等々を見ても、良くなっている部分もありますけれども、最近はやや横ばい傾向という感じもいたします。これはきっと、過去に色々な排出物が東京湾の中に流れ込んで、それが必ずしも浄化をされていないことが原因とっております。私のような中高年の人間の身体にたとえますと、バブルの時代に大酒を飲んで、飲み食いをして、それがもう身体の中に脂肪として蓄積してしまっただけです。見た感じは、少しすっきりしたと思うのですが、人間ドックに行ってみると、やはり、色々な数値は相変わらずあまり良くなっていない。そんな状況かと思えます。

そういうところから、さらに健康を回復していくためには、生活習慣、食生活、それから運動習慣といったところを直していかなければならないわけですが、海の環境についても同じことと、最近、思っております。

海自体が、自ら持つ自浄能力の範囲内で、我々が生活をし、あまり負荷をかけないようにしていく。あるいは海自体が持っている自浄能力を、生物の助けを借りながら浄化をしていくような、そういう手助けを我々がやっていかなければならないのではないかと考えている次第です。東京湾の健康を回復していくためには、沿岸に住んでおります3,000万人の人々、一人一人が、東京湾のことを考えて、そのライフスタイルを変えていく努力をしていかなければ、本来の美しい自然の東京湾に戻っていかないのではないかと考えています。

本日、そしてまた明日のこの会では、そういった研究をされている先生方、そしてまた行政サイドで色々な施策を行っておられます方々のお話をお伺いできるということで、私自身も非常に楽しみにしております。ぜひ、そういったライフスタイルを我々が取り戻すという機会に、この集まりがなればと祈念をいたしております。この2日間、ぜひ、おつき合いをいただきまして、東京湾の再生のために、一人一人が努力をしていくチャンスになればと思っておりますので、どうかよろしく願いいたします。

3. 基調講演：閉鎖性内湾の循環構造



京都大学大学院農学研究科教授・藤原建紀氏

東京湾をはじめ、大阪湾、伊勢湾などでは 1970 年代から体系的なモニタリング調査が行われてきた。これらデータの解析により、各内湾は共通した機構によって水質変動していることが明らかになってきた。各内湾は、外海の水質変動の影響を強く受けて短期的に変動する。この例として、東京湾では大規模な中層貧酸素水塊がしばしば発生することを示す。また、陸域からの汚濁負荷量の長期的な減少により、東京湾の東南部海域では「貧栄養化」が起き出した。現在の負荷量は、東京湾の貧酸素化が始まった 1960 年代中ごろの負荷量に近づきつつある。陸からの負荷が減ると、川から入る栄養塩が減り再生循環する範囲が狭くなって貧栄養化し、ノリの色落ちや磯焼け、アサリなどの餌不足等が懸念される。青潮は単に無酸素水が表面に来ただけではなくて、深掘り跡の無酸素水からできているらしいということがわかってきた。重要なのはモニタリングデータと科学の進歩の協調であり、上手な目標設定が必要である。

閉鎖性内湾の循環構造
藤原建紀(京大・農)

1

東京湾・伊勢湾・大阪湾 沿岸の海で近年 起きていること

夏季：貧酸素水塊ができる。
冬季：栄養塩不足
多くの水産生物の漁獲の減少
ノリの色落ち(生育不良)
二枚貝類の生育不良

本講演： 沿岸海洋の科学を示し、現在起きていることを理解し、対策を考える。

●特集 **海の貧栄養化とノリ養殖**(藤原 建紀・渡邊 康憲・樽谷 賢治：編)

日本の多くの海域で海の栄養分(栄養塩濃度)の低下が起きている。この影響を受けてノリ養殖が困難な状況にある。本特集では、主要なノリ漁場を網羅して日本の沿岸海域の現況を示し、沿岸海域の栄養塩動態の科学を作り上げるアプローチを示す。

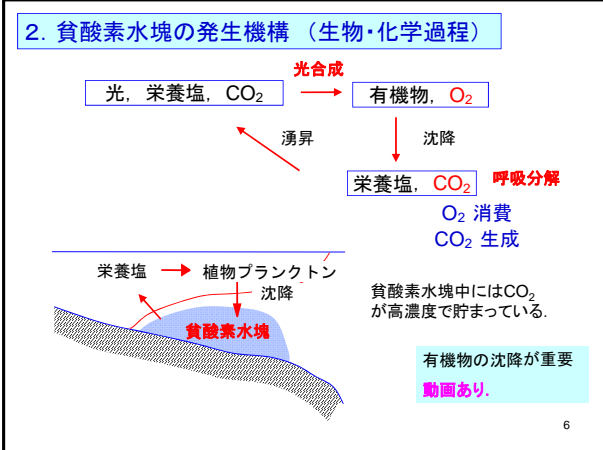
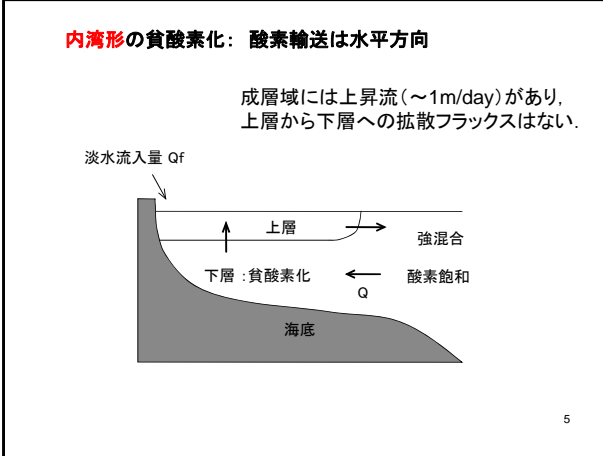
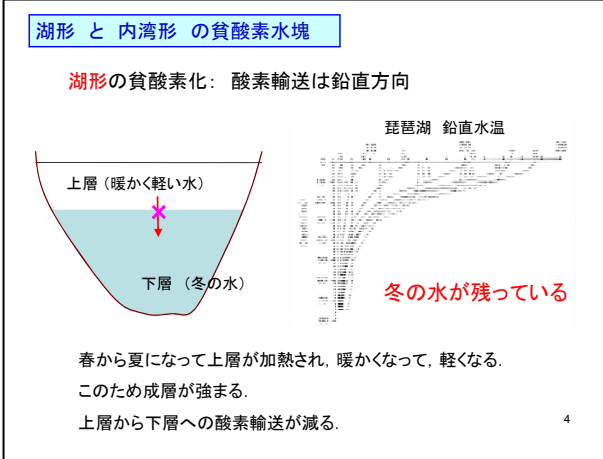
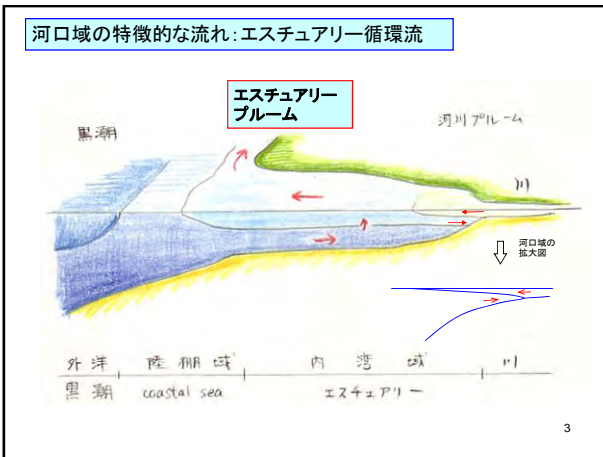
2

京都大学の藤原です。私どもは、沿岸の海としまして、主に瀬戸内海、それから伊勢湾、東京湾と、いわゆる三大湾と言われるような内湾域の研究をやっております。本日お話しするのは、この3つの湾に共通するような話、特に沿岸の海で近年起きていることをお話しして、それを理解するための科学的なベースをお示し、それをもとに共通する現象を理解して、対策を考えるということをしてしたいと思います。

沿岸の海で、最近どんなことが起きているかということ、夏には、貧酸素水塊ができて、ある意味では富栄養化したような状況を示しておりますが、冬季には栄養塩が非常に不足するというようなことが起こっております。また、これからお話ししますが、透明度も非常に高くなってきて、数十年前よりも、かえって高度成長期以前よりも透明度が良くなるということが起こっております。

それとともに、生物の方では、多くの水産生物の漁獲が減って、養殖しているノリの色落ち、アサリ等をはじめとする二枚貝がうまく育たないというようなことがあります。

それで昨年度、一番わかりやすいノリに焦点を絞って、このことを全国的に調べてみました。統一のフォーマットで、かつ、最新の情報まで入れて、みんなで話し合っ、「海洋と生物」という雑誌に、「海の貧栄養化とノリ養殖」という形でまとめさせ



ていただきました。

その結果、はっきりしてきましたのは、ここで起きているようなことが、ほとんどの海で共通して起きていて現象が非常によく似ているということです。

まず、じゃあ、沿岸の海はどうなっているかということ、ちょっと授業形式みたいな形になりますけれども、お話ししていききたいと思います。

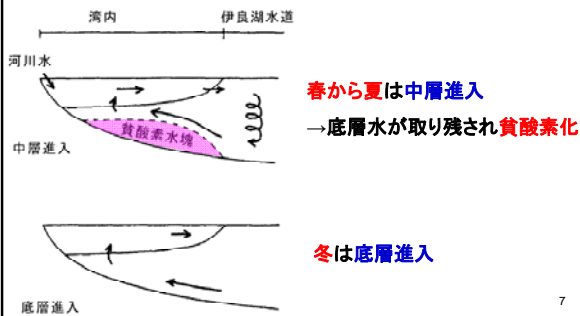
沿岸の海を特徴づけるものとして、このように3湾とも、比較的大きな川が流入しているわけです。この大きな川が入りますと、この河川水の入った低塩分水が上層を湾口の方に広がって、下から外海の水が入ってくる。これがエスチュアリー循環流と呼ばれるものですが、これがどの湾にも共通しています。この流れは、古くは河口循環流という形で、この河口の部分は非常に昔から、海岸工学等でも着目されていたわけですが、湾規模でもこういう鉛直循環流が非常に重要であるというのがわかってきております。

貧酸素については、実は湖型と内湾型があります。この湖型の説明が広く知られているわけです。これは琵琶湖の例です。冬は上から冷やされて鉛直対流がありますが、夏になると上層が温められて軽くなって、上下混合が少なくなって、下の水が大気から孤立してしまう。それで、この中で酸素消費によって酸素濃度が下がるという、鉛直的な見方をした見方が、この湖型の貧酸素です。

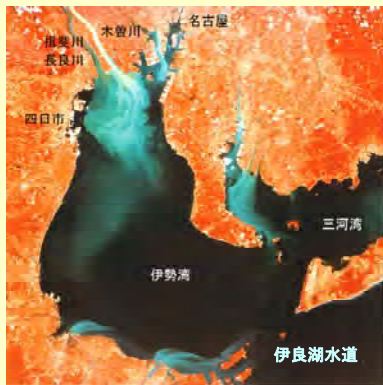
ところが今、東京湾を初め、内湾型の貧酸素水塊というのは、こういうふうな鉛直循環流、先ほどのエスチュアリー循環流がありますので、内湾の底への酸素は湾口から水平的に運ばれてくるという形です。

じゃあ、そういうふうなところに物質が入ってきたときに、どういふふうになるか見てみましょう。まず、川から窒素、リン等の栄養物が入ってくると、植物プランクトンに取り込まれます。これが有機物になって、死んで沈降して、下層で有機物分解して酸素消費する。つまり上層では、栄養塩から光合成で植物プランクトンが生まれて、酸素を放出します。ところが、これが沈降しまして、下層では呼吸分解されてCO₂を出す。そして酸素を消費するという形になります。この栄養塩に戻ったものは、またこのエスチュアリー循環流で上層に運ばれますから、栄養塩として、川から入ったものと下から来た栄養塩が合流して、この再生産の循環を駆動します。この循環が非常に大きいわけです。川から入ってくるものと同時に、こちらから入ってくる栄養塩が何倍も大きいこともあります。

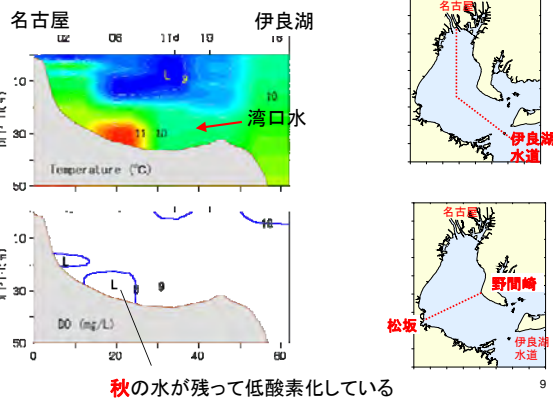
貧酸素水塊の発生機構
エスチュアリー循環流のふたつの形
湾口水の進入には 中層進入と 底層進入 がある。



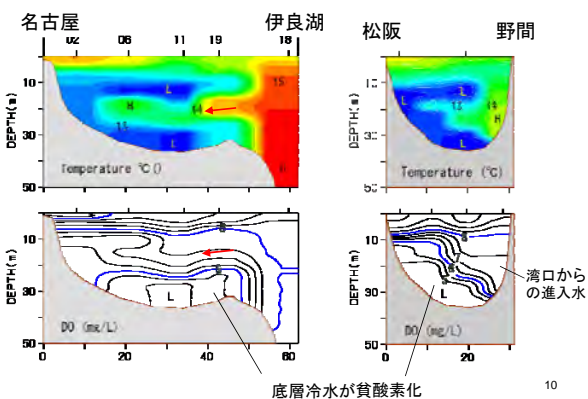
伊勢湾の例



冬： 2002年2月 底層進入



春： 2002年4月 中層進入になった

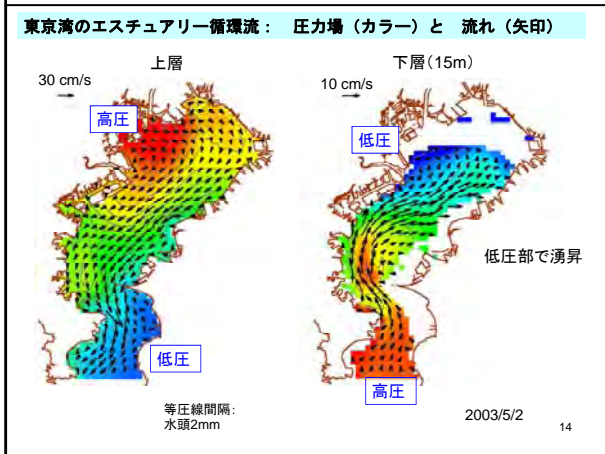
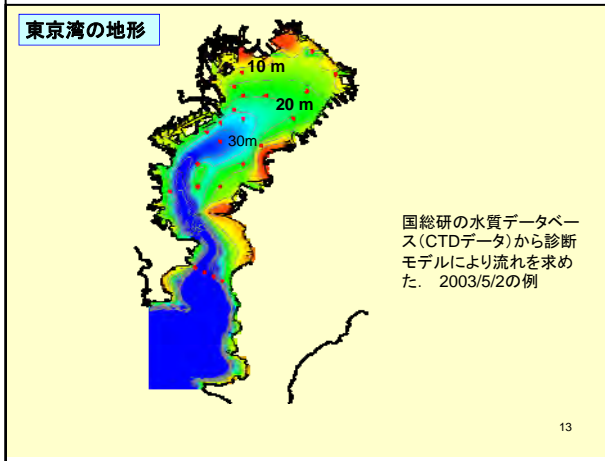
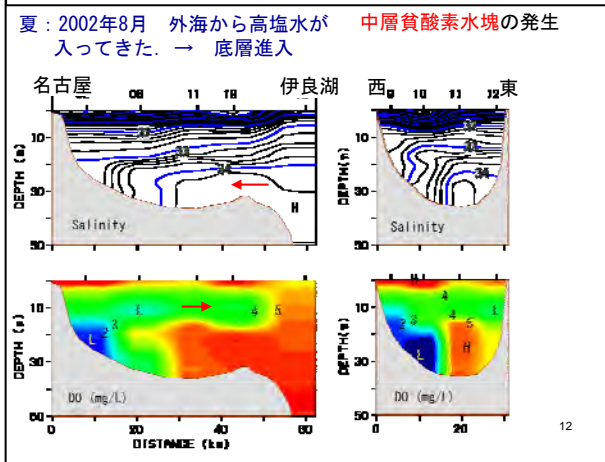
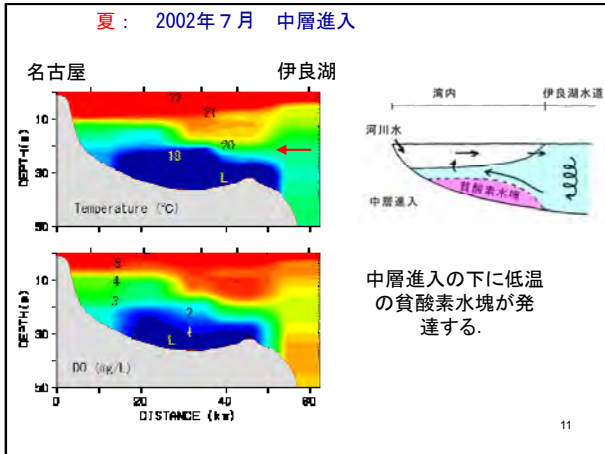


それでは、内湾型の貧酸素水塊がどういふふうにしてできるかというお話をします。先ほど内湾型というのはエスチュアリー循環流で酸素等色々なものが運ばれると言いましたが、エスチュアリー循環流にも2つのタイプがあります。1つは底から入って上から出ていくというタイプです。こういう循環のタイプは主に冬に起こります。ところが、春から夏になりますと、上から加熱され沖合の方で熱が下へ伝わりまして、沖合の方が先に軽くなる。この温まった水がずっと流れて、中層を入れていく。その下には冷たい水が、季節の古い水が取り残されて、これが貧酸素化するというのが内湾型の特徴です。

この関係は、東京湾よりも水深が深い伊勢湾では非常にきれいに出来ます。これは伊勢湾の航空写真で、湾の奥から河川水が入ってきて、こちらに伊良湖水道があります。

これが縦断線で見ただけですが、こちらが湾の奥のところ、こちらが伊良湖水道のところです。上が水温です。下が DO、溶存酸素ですけれども、冬の間は湾口の水が底に入っていきます。底層進入で、それで底の方は若干 DO が低くなりますけれども、酸素供給が底にあります。

ところが4月、春になりますと、湾口の方が先に温かくなりまして、これが中層に入るようになります。そうすると、この中層に入っていく層の下に、孤立した水塊ができてきて、この酸素濃度が低くなっていきます。



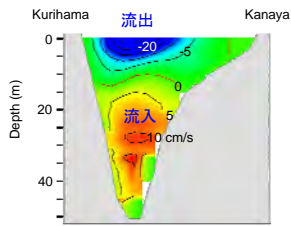
ちょうど7月ぐらいになりますと、一番発達しまして、湾口部からの混合水は中層を通過して入ってくる。その下には少し前の季節の、1カ月ぐらい前の水が残っている。それが貧酸素化するというような形になっていきます。これが各湾に共通する貧酸素水塊の形です。

秋になりますと、今度は、中層進入から底層進入に戻ります。そのときには、この貧酸素水の下に、今度は底層進入で水が入ってくるようになります。そうすると、今まで底に貧酸素水塊があったところに重たい水が入って貧酸素水塊を持ち上げて、中層に貧酸素水塊ができるということが起こります。このときは外海の高塩分の水が入ってきたわけです。こういうふうな形で、貧酸素水塊はダイナミックに動いている。底に張りついているだけではなく、こういうふうな形で揺れ動いているというのが特徴です。

それでは、東京湾で見てみましょう。東京湾の地形は皆さんご存じだと思いますけれども、東京湾は羽田より南のところには、昔の古東京川がありまして、非常に狭い、底の幅が1.5キロメートルぐらいの水路状の地形になっており、横浜を過ぎたあたりから、パッと谷が開けるといような地形になっております。

国総研の港湾環境情報に公開されている CTD データから診断モデルによって流れを求めた例をお示しします。東京湾のエスチュアリー循環流がどうなっているかというものです。左が上層の流れで右が下層の流れです。カラーの部分は圧力で、水面の高さを表しています。同じ水深、水深 15 メートルにおける圧力の高さを示しておりますけれども、上層は出ていき、下層は下から入ってくるというふうなエスチュアリー循環流があります。ちょうど流れの構造としては台風と一緒にです。圧力の低い、低圧部に向かって流れ込んで、上昇して、上で発散して広がっていく。台風の一部、バウムクーヘンを切ったような形になっています。

湾口断面の流速 (cm/s)

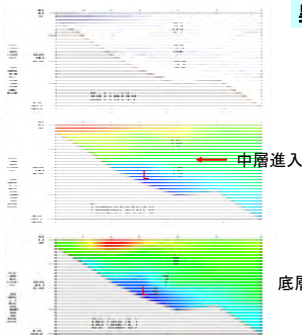


15

研究所があります久里浜の沖の断面で、この流れを見てみましょう。久里浜から金谷への断面で見ますと、上層で流出、下層で流入という形になっております。

荒川 羽田 横浜

**実測の T, S, DO
昇温期の貧酸素水塊は低温**



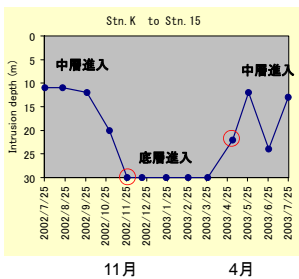
2003/5/2

16

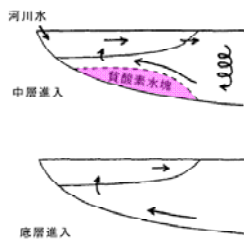
これは同じく 2003 年5月の春先のころですけれども、水温が上昇している時期の一番奥、荒川の河口から横浜のところまでの断面を、水温と溶存酸素濃度、DO で見たものです。湾の外から温かい水が中層で入ってきて、その下には少し冷たい水があります。水温上昇期には、1 週間に 1℃水温が上がりますから、この、1℃水温が低いということは、約1週間前の水があるということになります。大体1~2週間前のちょっと冬に近い水があり、その部分が、ちょうど DO が低いところになります。中層を通して酸素が供給され、その下に、若干、交換の悪い水があって、それが貧酸素化するというのが、この湾規模の貧酸素水塊です。

湾口から川崎沖 (Stn.15) への進入深度

**冬季は底層進入。
春・夏・秋季は中層進入
進入深度の下に低DO水塊ができる。**



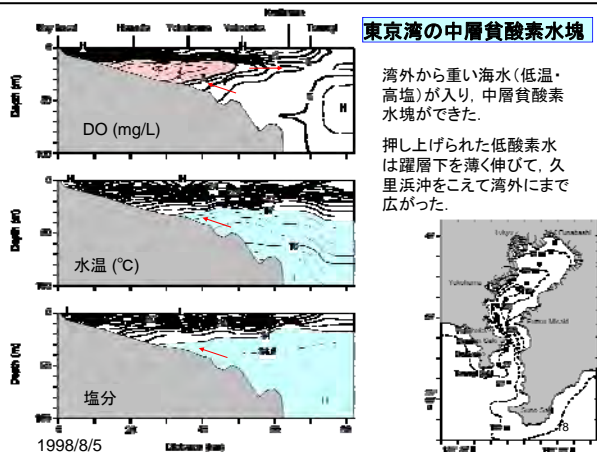
11月 4月



東京湾においても、湾口のエスチュアリー循環流の進入深度が季節変動します。これは、湾口から川崎沖への進入深度です。夏の間は中層に入っていますが冬は底層進入になって、春になったら中層進入に変わっていく。そうすると貧酸素水塊が、この進入層の下、ここの部分にできるという形になります。

東京湾でも夏から秋になって進入深度がちょうど中層から底層に変わる時に、先ほどの中層貧酸素水塊というのがよく起きます。ちょうど今時分のころですね。11 月によく起こるんですが、8月にも湾外の高塩分水が入ることが短期的にあります。それをとらえたのがこれですが、これは湾の一番奥の船橋から久里浜、剣崎までの神奈川県水試のデータです。このときは、湾内の底層に貧酸素水塊があった後に、湾口から重たい水（高塩分水）が底に差し込んできて、貧酸素水がずーっと上へ持ち上げられて、押し出されるような形に伸びていきました。一番びっくりしたのは、この城ヶ島より沖合の点においても、中層の躍層の下に、DO 濃度がポンと低い層がはっきり出てきました。そして大規模な貧酸素水塊が中層にできるというようになります。

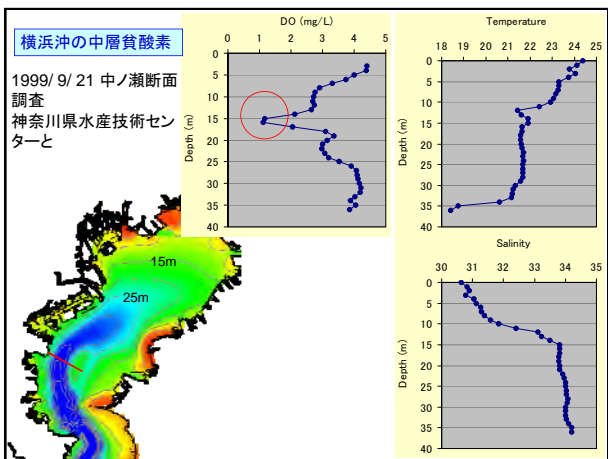
東京湾の中層貧酸素水塊



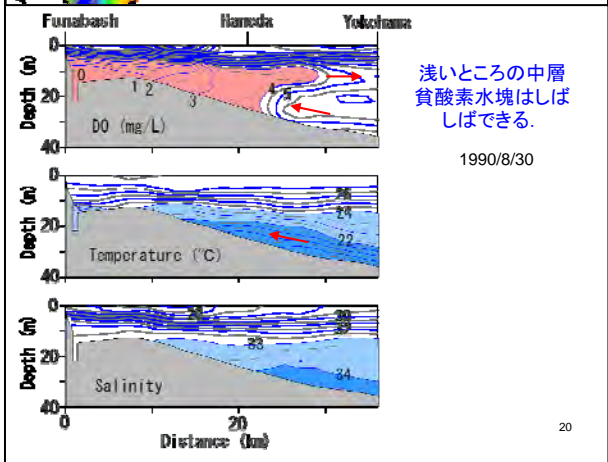
湾外から重い海水 (低温・高塩) が入り、中層貧酸素水塊ができた。

押し上げられた低酸素水は躍層下を薄く伸びて、久里浜沖をこえて湾外にまで広がった。

1998/8/5

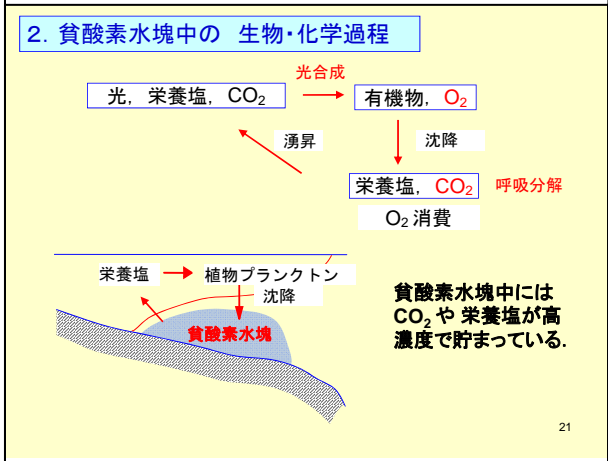


その後、神奈川県といくつか一緒に観測をやりました。中ノ瀬の横断面を詳しく観測しているときに、やはり中層貧酸素化が起きました。DO を上から下へ見ていきますと、中層の 15メートル層のところで、ボンと、DO が低いというような形が起きます。

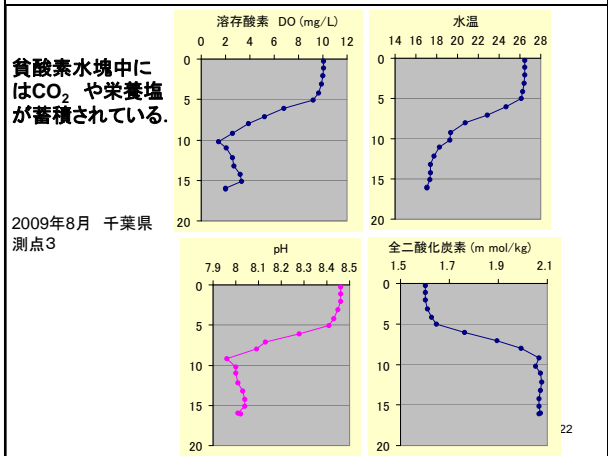


大規模な中層貧酸素水塊の話をしたけれども、小規模なものは羽田沖のようなところでしょうちゅう起きております。これは 1990 年の環境省の青潮調査という非常に大規模な東京湾の貧酸素調査のデータから作図したものです。

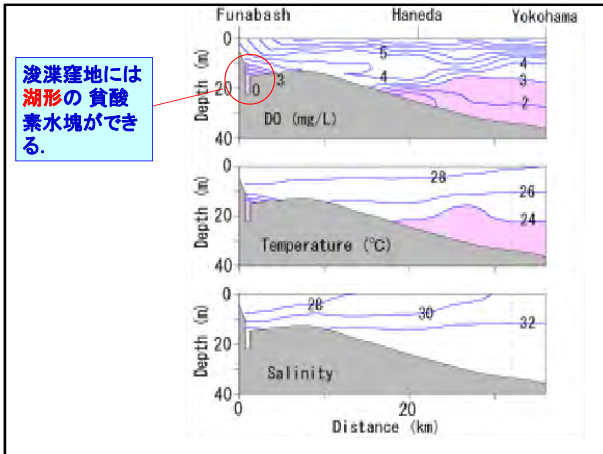
上の図は DO ですけれども、貧酸素水があった時に、重たい水が入ってきますと、その下へ入って中層に貧酸素水塊ができるということ、これはもう常時と言っていいぐらいにしばしば起こっております。



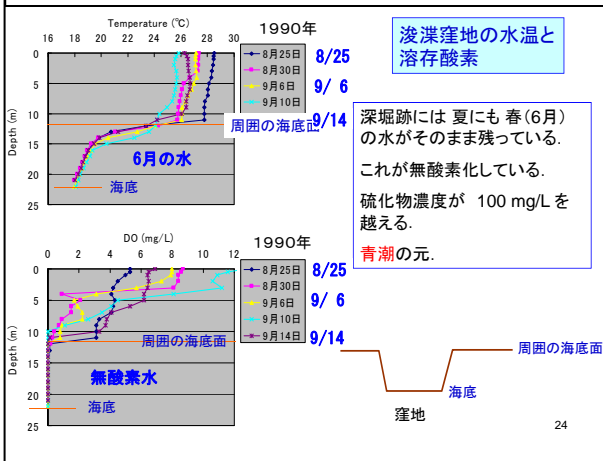
次に、貧酸素水塊の中の科学を少し簡単にお話しします。下層では有機物が分解して酸素を消費するとお話ししましたが、それと同時に栄養塩と CO₂ を出しております。



千葉県水試のデータをもとに、私どもの方で全アルカリ度を用塩から出す方法を使って炭酸系を計算したものです。今年の 8 月ですけれども、DO 濃度が下がっております。東京湾のちょうど真ん中ぐらいのところでは、DO の低いところは水温も低く、pH も下がっております。これは何かというと、有機物分解してできた二酸化炭素がこの中にたくさん蓄えられている。呼吸分解でできた CO₂ を蓄えているので、炭酸のために pH が下がっているというような形になります。



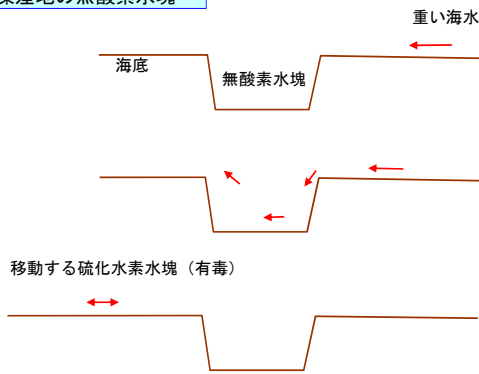
浚渫窪地には湖形の貧酸素水塊ができる。



浚渫窪地の水温と溶存酸素

深堀跡には夏にも春(6月)の水がそのまま残っている。これが無酸素化している。硫化物濃度が 100 mg/L を越える。青潮の元。

浚渫窪地の無酸素水塊



無酸素水塊が海面に出ると → 青潮

硫化水素がイオウの微粒子になる。これが青白い色に見える
 $H_2S + O_2 \rightarrow S + H_2O$
 炭酸も多く含んでいる。



草津温泉 白根山

青潮を起こすのは深堀跡の無酸素水塊



今、湾規模の貧酸素のお話をしましたけれども、東京湾にも湖型の貧酸素水塊があります。これは湾の奥の深掘り跡、船橋の沖です。皆さんよくご存じの深掘り跡の貧酸素水塊は、これは湖型の(窪地の)貧酸素水塊です。

これも環境省の 1990 年代の調査のデータから描き直したものですけれども、窪地になっていまして、15 メートルぐらい、周りよりも深くなっています。ここで CTD を半月に 1 回ぐらい下ろしたときのデータです。水温を見ていきますと、深掘りのところには、6月の水温の水がそのまま残っている。その中は、やっぱりもう全く無酸素になってしまっているということになります。

こういう深掘りのところの無酸素のところ、先ほど言いましたように重い海水が入ってきますと、下の無酸素水塊を上へ持ち上げて、移動して、これが表面に出てくれば青潮になるという形になります。

無酸素水塊は硫化水素があって CO_2 があって、非常に困ったという話をされるわけですが、この水が表面に出ていきますと、酸素に触れて硫黄になって白濁します。これは硫黄分が 2mg/L 以上ですと温泉基準で温泉になってしまいますので、青潮の水も一種の温泉として基準にパスするなあというような冗談を言っていました。


先月ぐらいでしょうか、「THE 鉄腕 DASH」という番組の方から、青潮を実験的につくってみたいというようなお話がありまして、できるでしょうかというような話でしたので、私は無酸素水が表面に出てできたものであるというのは知ってしまし

MANIAC-JOURNAL
 都司尚の「お題別マニアック温泉」 ツムラ温泉科学プロジェクトHP

硫黄成分含有率の上位温泉は

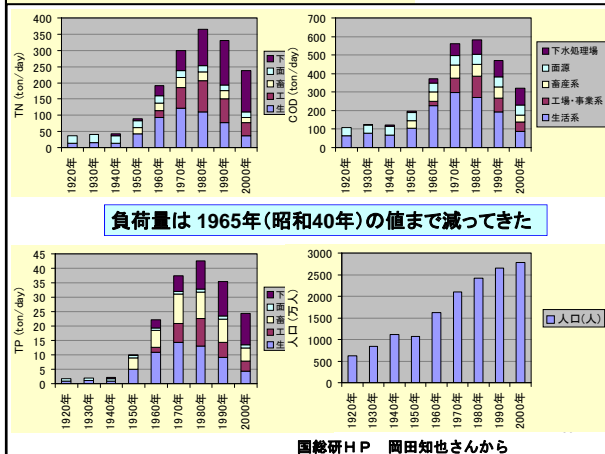
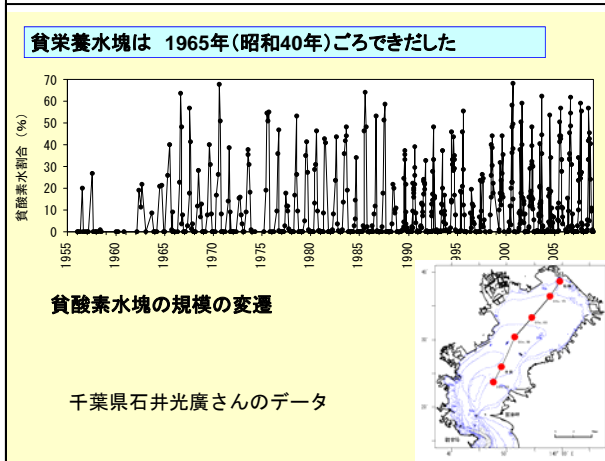
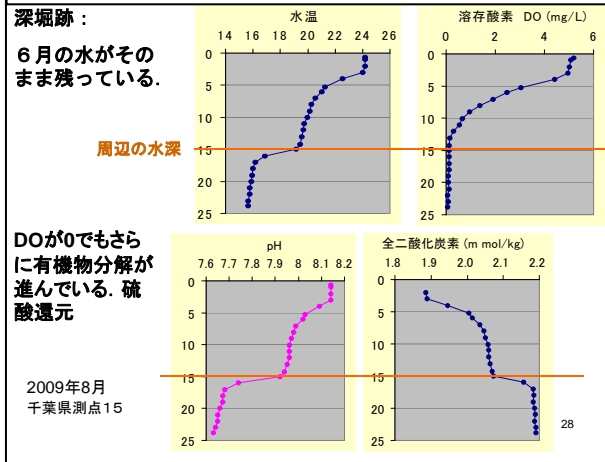
私がいままで入浴した、全国の温泉の中で分析表を調査した結果、硫黄分の含有量の多い順は以下のようになりました。

- 1位 群馬県の**万座温泉(じゅらく)** 313.5mg/kg (150mg/kgの**豊国館**もある)
- 2位 新潟県の**月岡温泉(泉慶)** 173.9mg/kg
- 3位 福島県の**吾妻高湯温泉(ひげの家)** 148.8mg/kg
- 4位 長野県志賀高原の**熊の湯温泉** 115.4mg/kg
- 5位 岩手県の**国見温泉** 104.3mg/kg
- 6位 宮城県の**鳴子温泉(ゆさやうなぎ湯)** 97.5mg/kg
- 7位 長野県**五色温泉** 90.4mg/kg
- 8位 青森県**新屋温泉** 84.8mg/kg です。



1位の万座温泉は温泉規定量の300倍以上の数値を示しており、濃厚な硫黄泉の筆頭です。このうち1位の万座温泉と3位の吾妻高湯は硫化水素型、2位の月岡温泉と4位の熊の湯温泉は硫黄型です。5位の国見温泉と7位の五色温泉は混合型です。

27



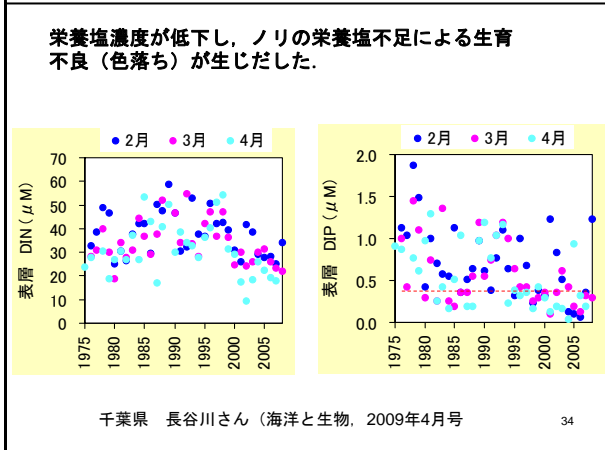
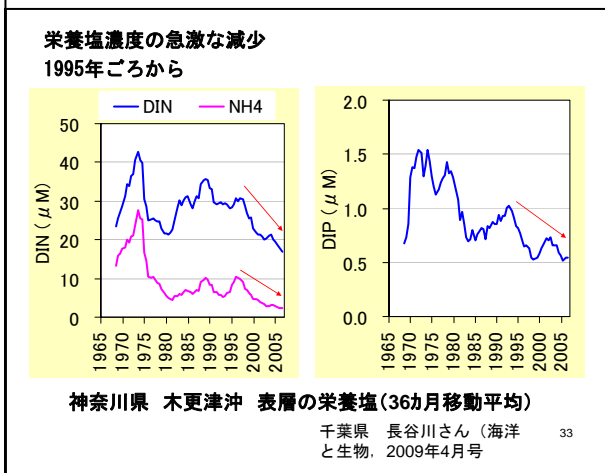
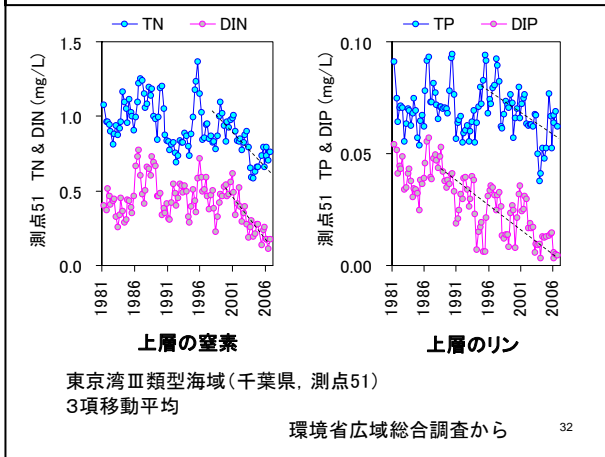
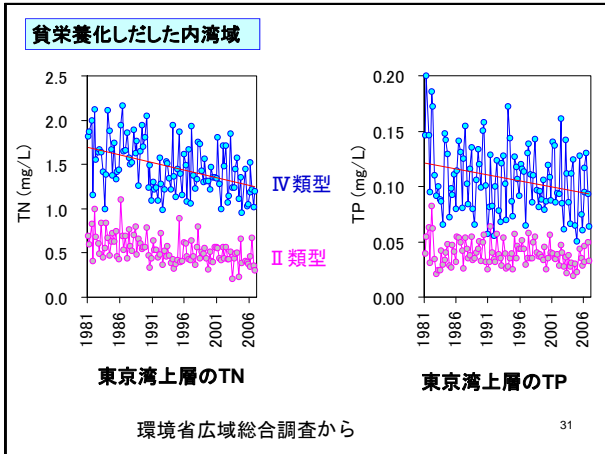
たから、できると思いますよというふうに気楽に答えました。さて、その電話を切った後、ちょっと気になりまして、学生さんを連れて行って、無酸素水をくみ上げて海面に広げてみたのですが、白濁しないのです。水をとって振ってみても、なかなか白濁しない。

それで「あれえ、なかなか、青潮をつくるのは難しいなあ」と思い始めて、色々調べていきました。これは一つの例で、ツムラ温泉化学プロジェクトのホームページです。こういう白濁した温泉というのは人気があるわけですが、白濁するには、硫黄の濃度が5mg/L 以上は必要で、それより低い硫黄泉では白濁しないということが書いてあります。

これは今年の8月のときの神奈川県水試の深掘り跡の観測データです。鉛直分布で周囲の水温と比べると、深掘り跡はやはり6月の水がそのまま残っている。溶存酸素で見ますと差が目立たないわけですが、pHの方を見ると非常に顕著な違いがあります。同じ溶存酸素濃度がゼロのところでも、周囲の貧酸素に比べて深掘り跡の中の貧酸素はpHが7.6にまで非常に大きく下がっておりまして、計算で求めたCO₂濃度も、この無酸素水の中は非常に高くなっております。pHが7.6とか7.7以下ぐらいになりますと、この中の硫黄分が数十mg/Lを超えるような、非常に高濃度に硫化水素等の硫黄分を含んだ水になっております。ですから、まだ十分実験したわけではありませんけれども、表面に出て白濁する青潮というのは、同じ貧酸素の水でも深掘り跡の中の、非常に高濃度に硫化物をため込んだ水が起こしているのだろうと考えております。

それでは、貧酸素水塊はいつ頃でき出したかということで、これは千葉県水試の石井さんのまとめたデータです。縦断面の中の、DOが2.5mg/L以下の貧酸素が、この断面のどのくらいの面積を占めるかを計算したものです。年代的に見ていきますと、1965年ぐらいから急激に貧酸素水塊ができるようになっていく。急にできるものだなあというのが驚きです。1965年頃で、思い出があるのは、昭和45年の7月です。東京都の方で光化学スモッグが初めて出た年です。それまで聞いたこともなかったので、時々、できたり消えたりするものかと思っていただけですけど、次の年からは毎年同じように光化学スモッグが起こるようになって、それから、ありふれた言葉になってしまった。それは大変ショックでした。海の中でも同じようなことが起こっていたのだなあ、このデータを見て思います。

じゃあ、その頃は、そして今はどうなのかというのを見てみます。これは国総研のホームページに出ている1920年から10年ごとの負荷量の推算結果です。全窒素、T-N、COD、T-P、それから人口の推移です。これを見ますと、やはりどの負荷量



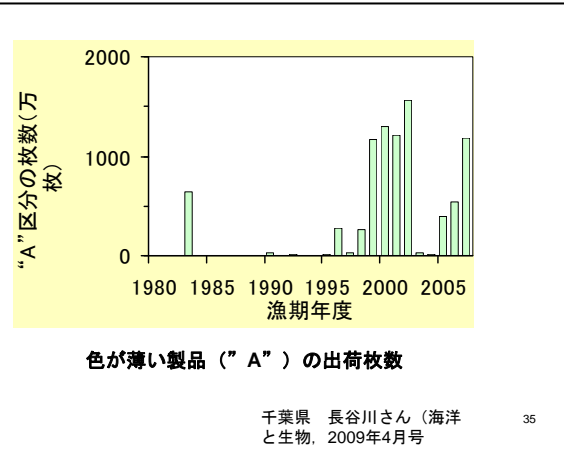
項目でも、1980年頃がピークで、その後はずっと減っているという形になります。現在は、このトレンドからすると、大体1965年ぐらいの値になっており、負荷量は昔よりも減ってきているという形になってきております。

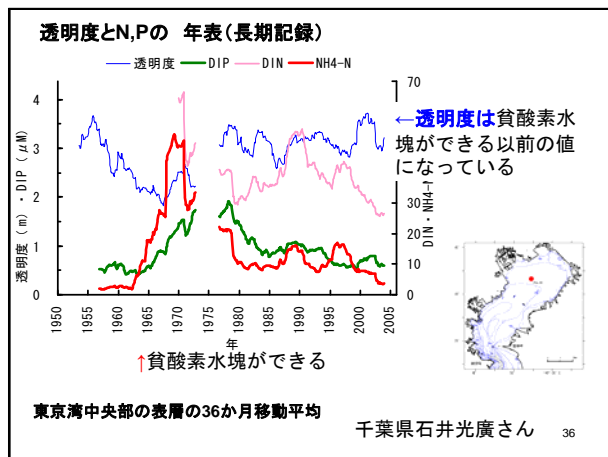
じゃあ海の中はどうなり出したかという、環境省の広域総合調査のデータを整理すると、第IV類型海域のT-N、T-Pも、穏やかに減ってきてはいますが、明瞭に出てくるのが第III類型海域である千葉県側です。

第III類型海域である千葉県側では、T-NとDIN、T-PとDIPで、どちらも2000年以降、急激に落ちてきています。T-N、T-P、トータルがこういうふう減っていきますと、それと並行するように、肥料に当たるDIN、栄養塩が減って行って、リンについてはもう枯渇してしまってほとんどないような状態になってきているという形になります。

これは別のデータとして、千葉県水試の長谷川さんがまとめたデータですが、栄養塩、DINを示したものです。千葉県水試の平均的なデータでも、こういうふう落ちてきております。

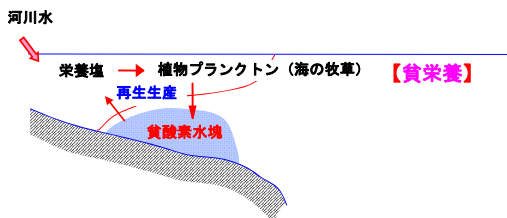
これはノリの時期のデータですけれども、これも非常に落ちてきておまして、急激に下がっている1995年ぐらいから、ノリの色落ちが発生し出したという形になります。



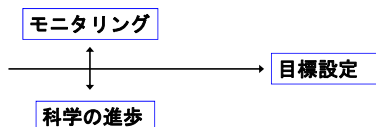


まとめ1 1. 陸からの負荷量が減ると、狭い範囲で再生生産されるようになり、河口から離れたところでは貧栄養（肥料不足）になる。

沖合では、貧栄養になる。→ 海藻が育たない（ノリ色落ち、磯焼け）
植物プランクトンが減る。→ アサリなどの餌不足
(クロロフィル濃度 < 3μg/L)



- 2. 青潮は“深掘り跡の無酸素水塊”からできるらしい。
- 3. モニタリングデータを生かす



目標は、
亜熱帯の貧栄養の海（サンゴを起点とする blue sea）か、
温帯の植物プランクトンを起点とする green sea か。
温帯域で貧栄養の海にすると、豊かな海にはなりません。

39

おしまい



ハリセンボン 海藻採取旅行にて
2009/ 10/ 18

40

じゃあ透明度はどうかというと、貧酸素水塊ができ出した1965年ぐらいは悪かったんですけど、その後、上昇し、2000年以降は非常に高透明度になって、昔よりも高いぐらいの年間平均の透明度に戻ってきております。

まとめていきますと、1番目は、陸からの負荷が減るとどうなるかということです。川から入る栄養塩が減っていきまると、この再生循環する範囲が狭くなってきます。今汚れているというところ、奥の方はあまり変わらないように見えるんですけども、離れた、例えば千葉県側の方へ行きますと、貧栄養になって、栄養が不足してくるような形になっております。貧栄養になると、栄養不足で海藻が育たないとか、ノリの色落ちや磯焼けというようなことも起こります。それから、植物プランクトン、珪藻類は海の牧草とも言われますけれども、この植物プランクトン量も東京湾では減ってきております。そうすると、アサリなどの餌不足も起こる。これは養殖研の研究ですけど、クロロフィル濃度が2μg/L以下になると、アサリ類などが餌不足になりそうだというようなことが、仮の値ですけど出ております。この値を切りそうな海域が多く発生してきております。

まとめの2番目は、青潮は深掘り跡の無酸素水からできているらしいということが分かってきたことです。ここの対策が必要だろうと考えています。

それから、モニタリングデータを生かすという問いについては、重要なのはモニタリングデータと科学の進歩が協力していったら、目標設定をうまくしていくリンクが必要であるということです。

目標としては、亜熱帯型の貧栄養の海（サンゴをエネルギーの起点とする blue sea）をとるのか、それとも温帯域の海（植物プランクトンをエネルギー起点とする green sea）をとるのかということです。私のような沿岸海洋の研究者は、海外の仲間内では green sea oceanographer（緑の海の海洋研究者）と呼ばれます。外洋や熱帯域の海域の研究者は、blue sea oceanographer（青い、澄み渡ったきれいな海の海洋研究者）です。この温帯域で栄養塩を減らしていったら blue sea を目指していく、すなわち温帯域の、サンゴのないところで貧富栄養化してやりますと、豊かな海にはなかなかないというようなことをお知らせしておきたいと思っております。

これで私からの発表を終わらせていただきます。

4. 話題提供

4.1 「東京湾において豊かな海を実現する ための今後の施策」



港湾空港技術研究所研究主監・中村由行氏

水質汚濁が未だ深刻である閉鎖性海域では、湾域毎に「再生推進会議」が発足し、再生の目標と施策が検討されている。それぞれの再生目標からは、「きれいな海」とともに「豊かな海」の再生が目標として比重を増していることが覗かれる。従来からの環境施策としては総量規制に代表される負荷量を削減する対策がある一方で、海域内部での施策として干潟・浅場造成などの施策がある。我々は、これらの施策群の効果を評価するためのツールとして内湾複合生態系モデルを開発した。ここでは、東京湾に適用した本モデルを用い、流入負荷及び干潟・浅海域再生の影響を解析し、「豊かな海」再生のための条件を考察した。

「豊かな海」では、低次から魚類など高次の生物にも栄養が行き渡るような物質循環の健全さが備わっていると考えられる。様々な環境施策に対してこのような物質循環の健全性が得られるかどうかを評価するために、生物生息や生産を妨げている指標として貧酸素水塊の体積を、さらに生物生産を代表する指標として「準高次生産」及び低次生産を考え、生態系の応答を整理した。

モデル解析の結果、東京湾においては、過去の負荷量の削減が「きれいな海」と「豊かな海」の実現に向けてともに一定の効果があったことが明らかとなった。しかしながら将来的には、現状の地形を前提とする限り負荷量削減を継続しても生物生産の増加にはなりにくいこと、むしろ干潟・浅海域などの生物生息場を拡大・修復することこそが「豊かな海」の実現のためには不可欠であることが示された。

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す。本日のタイトルは、「東京湾において豊かな海を実現するための今後の施策」と、やや大上段に構えたタイトルですけれども、この中で、藤原先生のご発表の中でも出てきました、豊かな海ということが、今後の海の沿岸の一つの目標としてクローズアップされています。それを妨げている色々な要因、例えば貧酸素水塊の発生、あるいは干潟、藻場という生物生産を支えてきたものの喪失の中で、沿岸域の修復は、今後、どういふふうに進めるべきかということ、ここ数年、モデル解析、あるいはそれを支えるさまざまなデータを取得した上で、我々なりに考えた、その成果の一端をご紹介させていただきたいというふうになっております。

東京湾シンポ/2009.11.6

東京湾において豊かな海を実現 するための今後の施策

港湾空港技術研究所 中村由行

- 背景:きれいな海から豊かな海への目標像の転換
- 現状の水質・生態系に対する貧酸素水塊の重要性
- 沿岸海域の修復の方向性とモデルの役割

1) 鉄道運輸機構「基礎的研究推進制度」:
内湾堆積物表層における酸素循環過程の解明と内湾複合生態系酸素循環モデル構築に関する基礎的研究
 研究期間: H14-H16年度

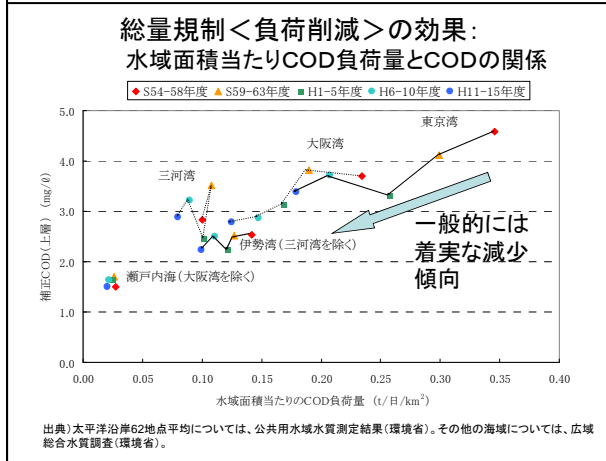
2) 環境省公害特研:
内湾窒素循環過程における干潟・浅海域-湾中央域生態系の相互作用の解明
 研究期間: H15-H18年度

共同研究機関
 (独) 港湾空港技術研究所
 みずほ情報総研
 (独) 産業技術総合研究所

内湾の自然再生の目標像

- 東京湾再生推進会議の再生目標(2003): 「快適に水遊びができ、多くの生物が生息する、親しみやすく美しい海」を取り戻し、首都圏にふさわしい『東京湾』を創出する。」
- 大阪湾再生推進会議(2004): 「森・川・海のネットワークを通じて、美しく親しみやすい豊かな『魚庭(なにな)の海』を回復し、京阪神都市圏として市民が誇りうる『大阪湾』を創出する。」
- 伊勢湾再生推進会議(2007年3月): 「人と森・川・海の連携により、健全で活力ある伊勢湾を再生し、次世代に継承する。一伊勢湾流域圏においては、より良い水循環のもと、多様な生物が生息・生育できる『健全な伊勢湾』、産業物流拠点としての優れた機能を活かしながら、人々が集まり、安全で楽しいや安らぎを感じられる『活力ある伊勢湾』を再生するため、沿岸域だけでなく、広く流域圏の“人と森・川・海”が連携して伊勢湾再生に取り組んでいくとともに、これらの取り組みを継続していくことが大切だと考えています」

「豊かさ」、「多様な生物の回復」が求められている！
 → では、何をすべきか？



背景: 閉鎖性海域の長期ビジョンの見直し
 (環境省資料より)

水質環境基準(生活環境項目)に係る見直し検討について
 水質環境基準生活環境項目の設定から35年経過し、水環境の状況が変化する中、環境基準の達成状況だけでは水環境の実態が十分に反映できず、環境保全活動の推進等につながるなどの指摘がある。また、河川法の改正や第4次総量規制の検討の際に、水環境の自浄のあり方が課題としてあげられており、このような課題への対応の検討のため、平成18年度より数配検討を実施している。

背景

- 国民の水利用の多様化
- 湖沼、閉鎖性海域における環境基準達成率は、近年横ばい
- 改正河川法の附帯決議や第4次水質総量規制に係る中環審管申における指摘
- 三位一体改革による水質監視補助金の廃止とそれに伴う常時監視地点の減少等

検討の体制

水質環境基準生活環境項目全体委員会
 陸域WG(6名) 海城WG(9名)

閉鎖性海域対策中長期ビジョン策定に係る懇談会
 目標設定WG
 対策効果検討WG

本日の私どもの成果は、ここにあります2つの研究資金に基づいた研究成果でございます。一つは鉄道機構の「基礎的研究推進制度」、もう一つは環境省の公害特研という研究資金であります。それぞれ平成14年度から、あるいは15年度からの期間にいただきまして、私どもの研究所のほかに、みずほ情報総研、それから独立行政法人の産業技術総合研究所と、3機関の共同成果であります。

こういった研究をやる背景としまして、色々な内湾での市民あるいは行政の様々な取り組みの中で、特に注目されているものに各湾の再生推進会議があります。東京湾再生推進会議が再生目標を2003年に掲げました。以後、大阪湾、伊勢湾、広島湾、それぞれの湾の推進会議が再生目標を掲げております。例えば東京湾の場合には、「快適に水遊びができ、多くの生物が生息する、親しみやすく美しい海を取り戻し」云々という表現があります。赤字で「多くの生物が生息する」というところに色をつけておりますけれども、同じような目標が、大阪湾、伊勢湾、広島湾と、各湾で挙げられておまして、「豊かな海」であるとか「多様な生物」ということが、やはり重要なキーワードとして、目標像としてあるのだなあとということがわかります。すなわち各湾で、豊かさ、多様な生物の回復が求められているということでありまして、では問題は、どういうところに着目して何から手をつけるべきか、ということが重要な課題になってくるところであります。

ご承知のように、環境省は総量削減、総量規制を続けておまして、こういった陸域からの取り組みというのが、まず根本的な対策として、長い年月の間行われてきております。これは環境省の総量規制の委員会の中の資料でありますけれども、横軸が各湾に流入してくるCODを各水域の面積で割った負荷量、実際の表層CODの値がどれくらいの値になるかというのを縦軸にとっておまして、例えば東京湾で見ますと、総量規制が始まった最初の昭和54年から58年の間には、負荷も多かったですし、CODの濃度も実際に高かったということでありまして、基本的には原点に向かう向きに減少してきている。面白いのは、どの湾も近いところで推移しているということでもあります。

これも環境省のホームページからいただいた資料ですけれども、第6次総量規制が終わった段階で、閉鎖性海域に対して、少し長期的なビジョンを見直す必要がある、そのことを議論するために懇談会を開きましようとなっております。

検討の内容	
<p>【H19における検討事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> アンケート調査から利水障害があると思われる水域での既存の水質基準項目による水質評価の現状を整理した。 海域、陸域(河川・湖沼)毎に代表的な水域を設定し、既存の生活環境項目の課題等について検討した。 <p>【海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 海域における環境基準項目(COD等)と内陸生産(クロロフィルa)や透明度、下層DOの関係を調査し、既存の環境基準項目が海域の状態(酸素消費、透明度等)を適切に把握できるかについて確認した。 透明度、下層DOについて、CODとの相関が確認できなかった。 <p>【陸域(河川・湖沼)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 陸域におけるBOD、CODと透明度、表層DO、下層DO、TUC、クロロフィルa等の関係を調査し、透明度等についてはBOD、CODと必ずしも明確な相関はなかった。 大腸菌や、N/アノキス、アノキアなどの新たな項目について検討した。 調査やダム、堰の湛水域などにおける水質の特徴を確認した。 	<p>【今後の検討課題(案)】</p> <p>【海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 透明度、下層DOの状態を必ず指標としての検討。 海域における有機物を把握することの目的、現状の課題に対する最適な指標の検討。 底層からの栄養塩の流出と表層における内陸生産との関係等の検討。 など <p>【陸域(河川・湖沼)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 透明度、大腸菌等の新たな指標の検討。 河川、湖沼における有機物を把握することの目的、現状の課題に対する最適な指標の検討。 湖沼における底層DO、難分解性有機物の実態把握、腐敗及び分解の必要性検討。 など <p>(環境省資料より)</p>

研究の背景と目的

東京湾などの半閉鎖性内湾では、**総量規制**等による窒素やリン負荷量の削減にもかかわらず、**富栄養化**は依然として深刻な状況にある。その原因として、①**堆積物からの窒素溶出負荷の影響**や、②**堆積物表層における自然浄化力(脱窒)の低下**、③**干潟・浅海域の喪失**などが挙げられている。これらはいずれも**底生系が関与する過程**に係わっている。

従来の研究では、以上の**底生系のデータが全く不足**しており、モデル構築も不十分である。

本研究では内湾生態系を、**干潟・浅海域及び湾中央域が相互に連携する複合生態系**として捉え、干潟・浅海域及び湾中央域底生生態系が有する**自然浄化機能**(二枚貝による懸濁物除去、あるいは脱窒など)が、湾全体の**水質改善効果**に与える寄与を定量的に把握し、それらの促進を図ることを目的とし、以下の研究を実施する。

①各海域における**自然浄化機能(脱窒)**の機構とその促進に重要な**生物・化学・物理過程**を明らかにする。その上で②**干潟・浅海域、及び湾中央域生態系相互の連携**及び③**底生系(数十μmスケールの鉛直空間分解)と浮遊系が連動した解析**を重点に置いた、**普遍的な内湾複合生態系窒素循環モデル**を構築し、**自然浄化機能の評価**を行う事を目的とする。

干潟・浅海域の効果



H17.11.2調査の様子と写真

六条潟干潟周辺の透き通った海域(左、船から降ろしたアンカーが写っている)と、海底から採取したアサリ(右)

一般海域の赤潮(左)と海底産地の底泥表面の貧酸素を好むバクテリア(右)

干潟・浅場修復(窪地修復含む)の意義

- 複数の干潟同士つながり→生態系ネットワークによる湾域の生物資源の確保
- 干潟生物による有機物除去→有機物の底生生物による除去効果と、それによる**内湾貧酸素化の軽減**
- 干潟生物によるストック→有機物・栄養塩等の生物体の移行促進、**より高次の生物への移行促進**→円滑な物質循環の促進

人々が望む**豊かな海の実現**

その中で、今まで、例えば COD を中心とした基準をつくってきたわけけれども、そういったものが本当によかったのだろうか、今後は別の指標化が必要ではないか、では何が必要かというふうな議論が始まっております。例えば状態の指標としては、水の豊かさを実感できるような、あるいは生物の生息がそのまま反映できるような指標として、底層の酸素の濃度が重要であり、それをモニタリングすべきではないか、その値について何か基準をつくるべきではないかというふうな議論が、今、始まっているところであります。

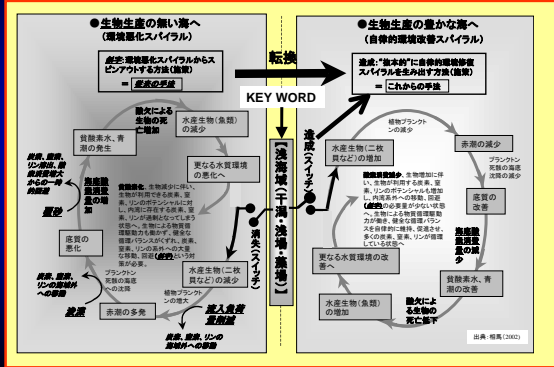
このような背景もありまして、私どもは他の2つの研究機関とともに、様々な環境施策が海の豊かさにつながるのだろうか、それをうまく表現できるようなモデルというの一体どういうモデルなのだろうか、そういうモデルのあり方の議論をベースにしまして、そのために必要な調査を行い、それからまたその結果をモデルにフィードバックするような取り組みを始めました。特にその時点で足りないと思っておりましたのは、底生系という海底あるいは海底付近の泥の性質、あるいは生物の情報といったものでありました。そこで、そういった生物あるいは底質の情報をしっかりデータとしてとりながら、必要なモデル化をしましようということを考えたわけでありました。

そのときに、干潟・浅海域は非常に大事な、生物のすみかとして、あるいは浄化の場として、あるいは生物を豊かにする場所として機能していると考えましたが、それを実感させるような場にも何度か行き当たりました。これは、三河湾の東部の海域の例です。調査船で干潟のすぐ上にまいますと、船から下ろしたアンカーがしっかり写っている、非常に透き通った海域が広がっております。底質をとりますと、アサリの稚貝がたくさんわいてくるといふ、そういう場所でありました。ところが、この写真を撮ったのは11月初旬ですが、ここからわずか1キロ沖合に行きますと、もう、表面は赤潮状態になっています。

それから、先ほど藤原先生のお話の中でもありましたけれども、三河湾でも窪地があります。写真で示した赤潮状態の海の下にその窪地があり、泥の表面をとってみますと、貧酸素の下で特殊なバクテリアしか生存できないというふうな海域です。この様に干潟浅海域と沖合とでは生物の様子あるいは水質の様子には、かなり強いコントラストがある。やはり生物の豊かさを考える上では、これらの場所のそれぞれの役割というものをしっかりモデル化することが必要であるということが考えられるわけでありました。

ここに、干潟・浅海域の修復をする意義をいくつか書いておられますけれども、こういった教科書的なところはともかく、問題意識としては、色々な生物の作用等を通して、人々が望む豊

内湾複合生態系モデルによって、生態系ネットワークによる連鎖的応答を評価する。

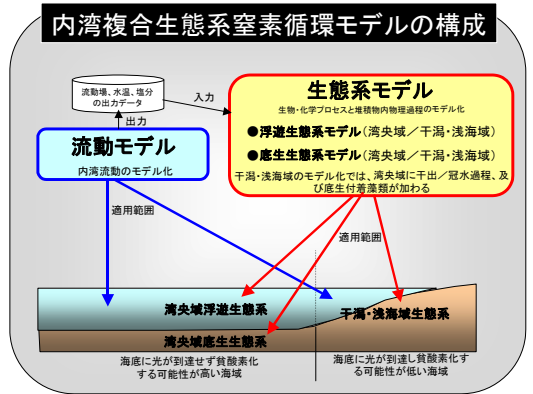


生態系回復施策を比較検討するためのモデルの必要条件

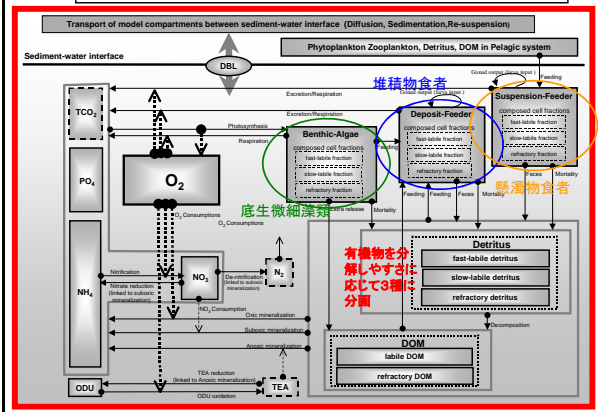
- 生態系劣化の負のスパイラル・修復の正のスパイラルの評価を表現できるためには:
負のスパイラル: 富栄養化 + 干潟・浅場の喪失 → 貧酸素の拡大 → 生物生息域の減少 → 生物による浄化力の減少 → 貧酸素の拡大
- 富栄養化(負荷)や干潟・浅場喪失による貧酸素化の拡大プロセス(炭素・酸素・栄養塩循環)を正確に表現
- 貧酸素化などの環境条件による(底生系)生物量の応答、生物活動による浄化(物質循環)

地球温暖化応答にも応用可能

生態系モデルの構築(みずほ総研・港湾空港技術研究所)



モデルで表現される「底生系(堆積物)」のN-P-O-C物質循環構造



かな海の実現に、干潟の修復というものが本当につながるのだろうかということを考えました。

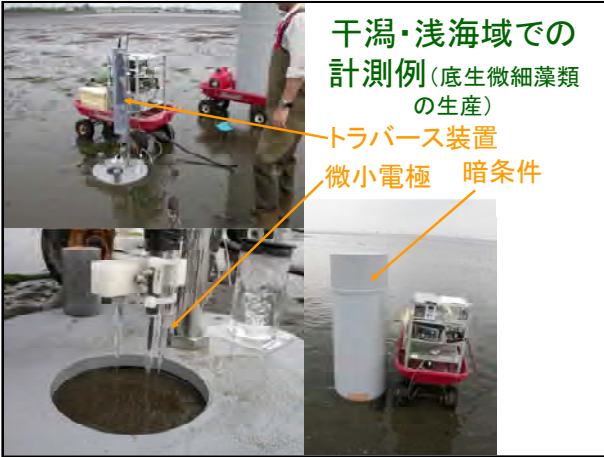
この後は、我々が目指した、モデル開発を通じた解析によって、豊かな海の実現にどういうふうにつながるかという考え方の一端をご紹介させていただきたいと思います。

解析した内湾複合生態系モデルでやりたかったことは、浅海域を修復することで、いいスパイラルに回るのはではないか、ということです。逆に悪いスパイラルとは何かと申しますと、例えば干潟・浅海域がなくなる。二枚貝を中心とした、色々な底生生物がいなくなる。彼らが担っていた浄化力が失われて、流入負荷がそのまま赤潮の頻発をひきおこし、プランクトンが沈降することで底質も悪化する。貧酸素水塊が拡大したり青潮が発生したりする。それがまた周辺の水産生物の減少につながるという悪い循環です。それを逆に、干潟・浅海域を修復することでプラスの側の循環に回すということができるといえるのだろうかを調べるのが、解析の重要なターゲットになってきたわけです。

そういった生態系の回復、スパイラルの転換といいますが、そういったものを検討するためのモデルの必要条件としては、酸素だけではなくて、酸素を消費する炭素、有機物、それから関連した栄養塩の循環を正確に表現する必要があるだろう、と考えました。特に豊かな生物の回復ということについて、何かしらの表現をするためには、ある程度生物量の変化を示す必要があります。特に底生系の生物量がどう応答するか。それから、そういった生物の活動によって浄化あるいは物質循環がどう変わるかということも、このモデルの中に含まなければいけないと考えました。こういったモデルの構造は、今後、例えば地球温暖化に対する生態系の応答を調べるということにも応用可能だろうと思っております。

さて、我々が名づけた複合生態系の、この「複合」というイメージは、一つは干潟・浅海域の部分と、それ以外の沖合の、この水に浮かんでいる部分と、底泥系の部分、この3つを大きなコンパートメントとして生態系というものを分ける必要があるということ。また、東京湾なら東京湾全体が、この3つのコンパートメントが複合した系であるという考え方が必要だろうという観点から、複合生態系モデルという名前をつけているわけです。

特に強調したい点は、泥の中の生物として、底生微細藻類、堆積物食者、懸濁物食者と3つのグループ分けをして、これが変数として、環境に対して応答し増えたり減ったりする。それによって物質循環の機構が変わるといえるモデルであるということです。それから、有機物そのものを非常に早く分解するもの

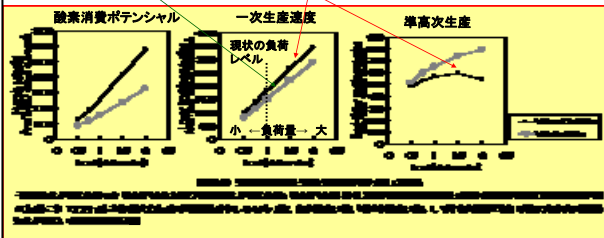


干潟・浅海域での計測例(底生微細藻類の生産)

トラバース装置
微小電極 暗条件

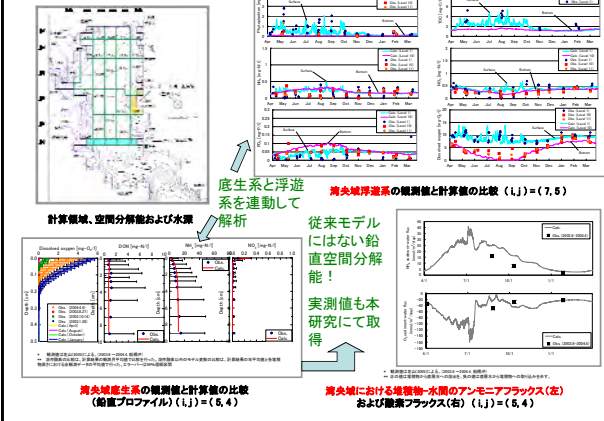
干潟の効果その2: 低次生産を中心とした単調な生態系から準高次生産への生態系の移行

<数値は、現状の海域部分で比較>
過去の東京湾地形(干潟復元システム) 干潟がないところに栄養を供給しても有効な生物生産につながらない



準高次生産: 底生生物のC摂餌フラックスで評価(現在の東京湾の体積で積分)

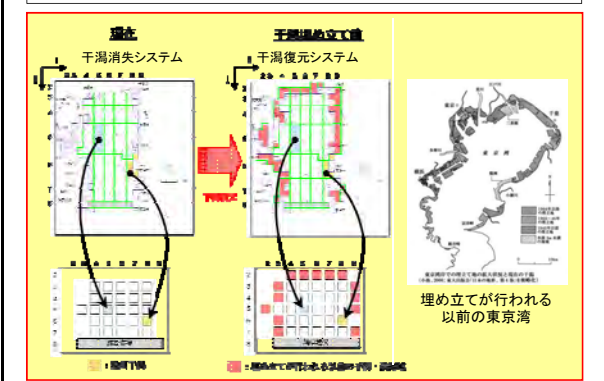
モデルの検証1(湾中央)



湾中央底生系の観測値と計算値の比較(鉛直プロファイル)(Lj)=(5,4)

湾中央における埋め立て-水質のアンモニアフラックス(左)および酸素フラックス(右)(Lj)=(5,4)

モデル解析1: 現在及び過去の東京湾の地形を用いて、干潟の効果の評価(負荷削減効果と比較)



と、ゆっくり分解するものと、ほとんど分解しないものと、3つのグループに分けているということです。これが実は貧酸素水塊の応答を精度よく再現するためには非常に大事な要素だろうと思っておりますし、また、そうだったというのがモデル解析の結果です。

我々が研究を開始した時点で、データとして不足していたものは、干潟も含めた底生系と呼ばれているもの、底泥を中心とした物質のやりとり、あるいはそこに生息する生物、こういった情報でありました。我々は、特にその点に着目をして、港空研としては干潟・浅海域を受け持ち、それから産業技術総合研究所としては、少し深い部分の底生系のデータを重点的にとる分担にし、調査を行いました。

例えば、普段は開放した系で、電極を底泥に挿し、それを少しずつトラバースしながら酸素濃度を測るということをしました。同時に、測定系を筒で覆い、暗条件を人為的に作り出して、それで昼間の光が当たる条件と暗い条件とでどう違うかという測定もしております。干潟ですと、非常に面白いことに、底生微細藻類の活動で、少し潜ったところに酸素の濃度のピークがあるような現象が昼間は出てきます。

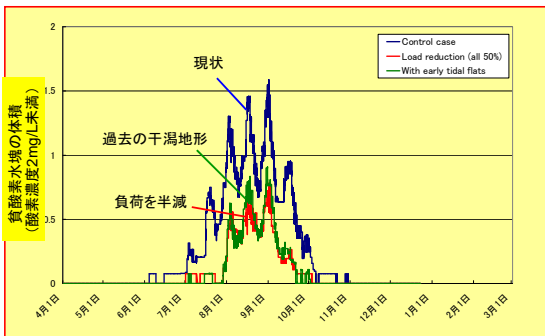
それからもう一つ大事な点は、空間の分解能であります。底泥中の酸素濃度は非常に細かい、1mm以下の構造を持っているということが測定の結果からわかりました。そのため、泥の中の層を切ってモデル化する、そのモデルの構造自体も数百ミクロン程度の分解能を持っていないといけないということがわかり、この後でご紹介するモデルも、そういう細かい層分画をしております。

こういうふうにも求めたデータをもとに、モデルを走らせて、沖合あるいは干潟部分の色々なデータと突き合わせて、モデルがどういう性能を持っているかということを確認しました。これは湾の真ん中の方のデータと比べた例ですけど、酸素の濃度変化、栄養塩の濃度変化、季節変化等を含めた解析と検証をしております。また、酸素電極を使った、底泥の中の酸素の分布の季節変化というのものも、基本的にはこういったモデルでも十分再現できるということがわかりました。

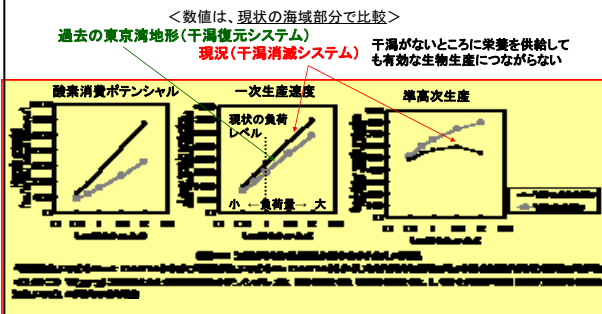
さて、開発したモデルで、現在の東京湾の様子が一応再現できるということがわかりましたので、主題であります「豊かな海」を再現するにはどうすればいいんだろうかということを考える、一つの数値的な解析として、現在の地形と、100年前の干潟が残っていた状況での計算を同時に走らせて、比較をするということをしてみたわけでありました。それとともに負荷量を、現在の場合、あるいは色々な量に、増やしたり減らしたりということもやりまして、干潟が持つ効果というものを検証してみました。

まずその一つは、貧酸素水塊の形成に対して干潟の面積がどれくらい関わっているのか。それを負荷量の変化と比較したも

干潟の効果その1: 貧酸素水塊 (計算領域全体での体積)の時間変動

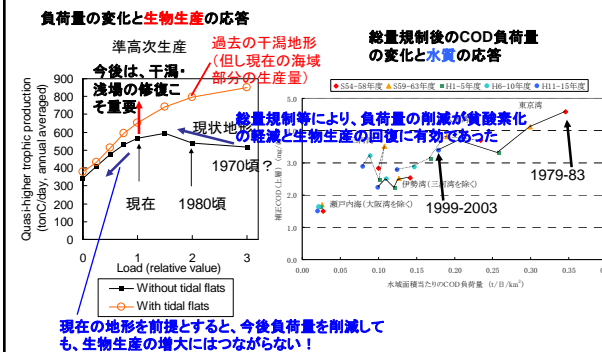


干潟の効果その2: 低次生産を中心とした単調な生態系から準高次生産への生態系の移行



準高次生産: 底生物のC摂取フラックスで評価 (現在の東京湾の体積で積分)

東京湾生態系モデルによる解析結果が示唆するもの



のが、この図であります。縦軸は貧酸素水塊 (仮に2mg/L未満の酸素濃度で定義) の、東京湾全体の体積であり、その季節的な変化を計算した結果を表しています。青い線が現状の計算、緑色が100年前の干潟の地形を入れた場合です。そうすると、かなり貧酸素水塊は減るといことがわかります。それから現在の地形で負荷を半減した場合を赤い色で示しています。これはたまたまなのでしょうが、干潟のあった昔の地形を入れた計算結果とほぼ重なるような結果になりました。おおよそ100年前の干潟部分というのは、現在の負荷の半分ぐらいを引き受けて浄化できる、そういう能力があったのだらうということがわかります。

次に、豊かな海についてはどうだろうかということを考えてみました。残念ながらこのモデルでは、魚類はモデルのアウトプットとしてはありませんので、準高次生産というものを定義して、負荷の変動とともに、現在の地形の場合、それから100年前の地形の場合について、どう応答するかというものを計算いたしました。ここで準高次生産と申し上げている量は、底生生物がどれくらい餌を食べているかという、高次生産の代わりに定義した量であります。

計算結果の黒い線が現状の地形の場合を示しており、横軸は現状の負荷量を1として、相対的な負荷量を示しています。すなわち、数値の2は現在の負荷の2倍ということで、これは1980年あたりに相当します。縦軸が豊かな海の尺度として用いた準高次生産量です。1980年頃から現在にかけて、負荷を減らして、少し左上がりになっているということは、生物生産にとってもいい方向に変わってきたことを示します。過去20年間、負荷を減らしてきた結果、貧酸素水塊を減らす効果があった、生物生産の回復にも、弱いけれども寄与してきただろう、と推察されます。ところが、今後さらに負荷を減らしてしまうと図の左下に向かう矢印のように変化します。これは、負荷の削減によって生物生産は下がってしまうことを表しております。

一方、赤い方の線は、100年前の干潟の地形を入れたときの計算結果です。比較のために、干潟以外の、現在海域として存在している水面の部分だけの生物生産量を表しておりますが、それだけでも、生物生産はかなり増えます。

以上をまとめますと、今後の、豊かな海を再生するための方向性としては、負荷量の削減施策はそろそろ転換すべきであり、生物生息場としての沿岸部、浅いところの修復こそ、目指すべき方向性であろうという結論が得られました。これは実は、我々を含めて一般の市民の方が近づきやすい場所で施策をとることですので、人々の海への関心を喚起するという意味でも、同様に効果的だろうと考えております。このことが、本日、一番申し上げたかった点でございます。どうぞご清聴ありがとうございました。

まとめ: 今後東京湾において必要な施策とは?

モデル解析によって示された成果: 「豊かな海の再生 (東京湾、伊勢・三河湾などの再生行動計画)」の実現のためには、底生生態系の修復 (干潟・浅場造成など) が極めて重要

自然再生を進めるために:
1. 栄養塩等負荷の削減 (従来の主たる取組)

2. 干潟・浅場の修復・造成のように、高次の栄養段階の生物が栄養が行き渡る方策こそが必要



4.2 「沿岸表層流況データ—漂流・漂着ゴミ

問題への応用—」



国土技術政策総合研究所沿岸域システム研究室長・日向博文氏

近年、マスコミが漂流・漂着ゴミ問題について頻繁に取り上げるようになってきた。この問題に対する市民の関心が高まっているようである。毎年生産される2億6千万トンのプラスチックのうち約10%は海に流失し、その大部分が太平洋ゴミベルト※のような海域に停滞していると言われている。漂流・漂着ゴミの環境への影響を軽減するためには、海洋・海岸におけるゴミの滞留時間を短くすることが大事である。そのためには、ゴミの発生源、漂流・集積過程を明らかにしていくことが重要である。また、継続的なモニタリングも必要である。ここでは、漂流・漂着ゴミ問題の解決に向けた沿岸表層流況データの活用方法について紹介する。

※ハワイ北東（およそ西経135度から155度、北緯35度から42度の範囲）にある海洋ごみの集積海域。

**沿岸表層流況データ
—漂流・漂着ゴミ問題への応用—**

国総研 沿岸域システム研究室
日向 博文

1. 東シナ海・海岸漂着ゴミ予報実験の紹介
(2007年度—2009年度・地球環境研究総合推進費/D-071)
数値モデル・HFレーダー・空撮・海岸漂着ゴミ調査の統合

2. 東京湾への応用
環境整備船作業日報とHFレーダーの統合による新たな展開
<http://www.umigomi.com>

2009/3/5 五島列島奈留島

東シナ海の漂着ゴミ問題

西海市に漂着した流木(2006/08)

2009/1/5読売新聞夕刊

Chang and Isobe, JGR, 2003

五島列島奈留島に漂着したゴミ(2009/03)

国総研の沿岸域システム研究室の室長をしています日向といいます。今日は沿岸表層流況データの活用方法の中で、主に漂流・漂着ごみ問題への応用についてご説明いたします。

構成は2つから成っています。1番目は、愛媛大と東大と産総研と国総研でやっています東シナ海の海外漂着ごみ予報実験という研究プロジェクトです。数値モデル、HFレーダー、空撮、海岸漂着ごみ調査で得たデータを統合したらどんなものが出てくるかということのご紹介です。

もう一つは、ここから得られた基本的なテクニックを東京湾へ応用するという話をご紹介します。ごみを回収している環境整備船が日々、どこで、どれだけ、ごみをとったかという作業日報とHFレーダーの表層流を統合すると、どんなことが言えるかということをご紹介します。

まず、東シナ海のごみ予報実験についてご紹介します。東シナ海スケールで見ると、黒潮が台湾の方から日本の方に流れていきます。基本的には日本は下流側に位置していて、アジアからのごみが増えているということが一つの特徴です。

3年前に、多分、中国の南側から流れてきた流木で、8万本ぐらい長崎に漂着して、漁業活動等に大きな影響を与えました。

五島列島の奈留島では、漁網が2メートルぐらいの高さまで高く打ち上がっていて、場所によってはこういうひどいところもあるということです。

今月、東シナ海で大量の流木が漂流

8月上旬 台風8号台湾上陸

9月3日 東シナ海で約5000本の流木を発見(海上保安部)
南北約120キロの範囲で長さ1~10メートル、直径0.5~1メートルの木が北東方向に分散して流れていた。

9月10日 鹿児島～種子島～屋久島の**高速船、全便欠航**
10日連続の欠航 ⇒ 海運業・観光業・漁業へ被害

9月20日 鹿児島～種子島～屋久島の**高速船、運航再開**

漁船被害隻数 25隻(9月26日現在) ⇒ プロペラ破損

<9月26日までの回収本数>

海上保安庁等 関係機関	1283本	
漁船	2420本	約8割回収済?



漂流・漂着ゴミ問題

- プラスチック生産: 2億6千万トン/年→約10%は海へ(停滞域: 太平洋海ゴミベルト)
- 直接的な生態影響: アホウドリの例
- 間接的な(?)影響: 微細化による有害物質の放出と効率的な吸着
- その後、クラゲによる誤食(動物プランクトンの7倍)、鯛の腹から発泡スチロールなど。
- ゴミの海・海岸での滞留時間を可能な限り短くする。→海に出さない+効率的回収

参考: ナショナルジオグラフィック誌



今年の9月に、トカラ海峡のあたりに大量の流木が漂流しまして、漁船のプロペラが破損し、鹿児島と種子島、屋久島間の高速船が欠航したというような被害もあります。かなり長いものが流れていて、こんなものに漁船が当たったら相当危ないということがわかります。

これは国交省の「がんりゅう」という船による回収状況です。アームで拾い上げている状況です。物が流れてきて、海運や漁業に影響を与えるというのは、わかりやすい例です。

もう一つの、漂流・漂着ごみの問題として、生態への影響が考えられます。プラスチック生産というのは毎年2億 6,000万トンぐらいあって、10%ぐらいは海へ行っているのではないかとされています。そのほとんどが、太平洋海ゴミベルトというような停滞域に集中しているということです。

ごみの直接的な生態影響というのが、例えばミッドウェーでとられたアホウドリの死骸のお腹から、キャップだとか、マジックだとかがいっぱい出てくるといったものです。誤飲して、窒息したり栄養失調になったりして死んでしまいます。

もう一つは間接的な影響で、ごみが微細化する過程で有害物質を放出しますし、流れていく間に、海の中に溶けている有機汚濁物質、PCB とか DDT といったものを吸着しているということが、最近わかってきました。物によっては海のバックグラウンドの濃度よりも 100 万倍も高いような物質が表面についているということが報告されています。

すごく小さいですから、これをクラゲが誤食したり、タイのおなかを裂いてみると細かい発泡スチロールが出てきたり、その発泡スチロールには、色々な有害化学物質がついていたりするという事です。

漂着してからも、発泡スチロールというのは、プラスチックもそうですけれど、どんどん細くなって表面積もふえるので、当然、吸着量もふえます。こうなってしまうと、もう、回収がほとんどできなくなってしまうという大きな問題があります。

こういった漂流・漂着ごみ問題を解決するためには、ごみの、海や海岸での滞留時間を可能な限り短くすることが大切です。そのためには、当然、海に出さない。出したものは効率的に回収しなければいけないということです。

本研究プロジェクトのゴール

【ゴール1】 漂着ゴミの発生源を特定する

→想定している展開

「日本の●海岸の漂着ゴミは、●国の●市周辺から●月に出るものが多い」

【政策・対策への貢献】

→ゴミを出さないルール作りに用いる基礎資料

→ゴミを出さない東アジア市民の教育啓発活動へ

↓予報モデルのための入力データ

もたら断つ！

【ゴール2】 漂流場所や漂着時期を予報する

→想定している展開

「●月上旬に●海岸沖には、発砲スチロール・ペットボトル系ゴミが大量に漂流する見込み」

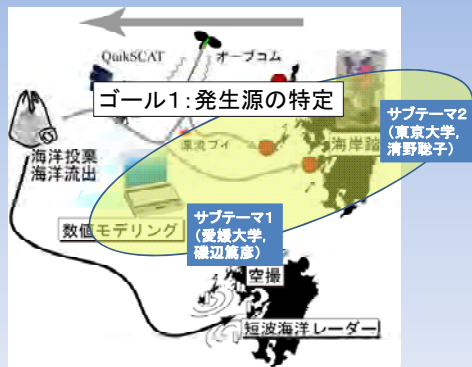
【政策・対策への貢献】

→効率的な海岸清掃活動計画の策定・沿岸域管理への貢献

→漂流ゴミの洋上回収事業の提案へ

手際良く片付ける！

全体像 ~サブテーマの位置づけ



全体像 ~サブテーマの位置づけ



海岸ゴミ漂着量の時系列調査のための定点
(福江島/八朔鼻海岸)



こうした目的のために、漂流・漂着ゴミ問題の解決に対して何らかの役に立てないかということで、我々の研究プロジェクトがスタートしました。ゴールは2つありまして、漂着ゴミの発生源を特定するという事です。これは元から断つということにつながります。もう一つは、漂流場所や漂流時期を予報するということが目標で、これは手際よく片づけるということにつながります。いずれも滞留時間を短くすることに寄与します。

サブテーマが4つほどあり、組織が4つほど参加しています。まず、東大の清野さんたちのグループが、五島のある海岸で、2カ月に1回、ある海岸で全くゴミがなくなるまで、きれいに回収します。そして愛媛大のグループが、それに基づいて数値計算を逆回して、それがどこから来たかという発生源の特定をします。

一旦発生源が特定されると、それを境界条件として、今度は計算を順方向に回すと、いつ来るかということがわかる。

いつ来るかというのは、大体、モデルでわかるのですが、モデルの分解能の限界などもあって、どこに来るか、つまり洋上回収するにはどこに船を出したらいいかという細かいスケールの話は、私がHFレーダーで五島沖の流れを測って、どこにゴミが来るかということのを予測します。本当にモデルとレーダーの予測が正しいかというのは、産総研が飛行機やバルーンを出して空撮して、本当にそこにゴミがあるかを確認するという事です。

これが五島の福江島の北部に位置する八朔海岸という場所ですが、ここの海岸でゴミを拾っています。

★ゴミの数と重量を、材料別に11種(プラスチック、ガラスなど)、物品別に87種(ペットボトル、注射器など)にかけて、シートに記録

★製造国や都市名(=発生源[起因地])が記載されている、ペットボトル、ペットボトルのフタ、使い捨てライター、漁業用ウキは、起因地ごとに数と重量を記録

起因地調査

分別・計量作業

ペットボトルのふたの漂着量

八潮鼻海岸に漂着したペットボトルとそのフタに対する国別投棄量の推定値

海岸踏査↑ ↓ 双方向粒子追跡 (Isobe et al. 2009; JAOT)

ラグランジェの未定乗数法を用いて逆問題を解く (Kako et al., 2009; JO 投稿中)

モデル結果

個別結果

Provided by Dr. Kako

ウェブカメラを用いた半種モデルの精度検証

2008/5/12- 2008/5/12- 2009/3/19-

90分に一回の撮影

Provided by Dr. Kako

80 85 90

2009/02/15 15:00

各“しきい値”以下の値は、全て黒とした。

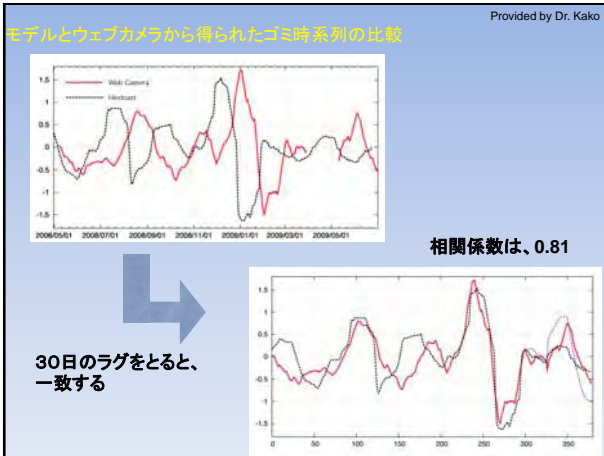
このようにボランティアとか我々研究者も参加して、大体、1回に20~30名でゴミを拾います。1回ごとに、市役所の会議室をお借りして分類するわけです。この細かく見えているのは発泡スチロールの1センチぐらいの粒で、これが600とか800とか、そういうのを数えているところです。大事なところは、ペットボトルとか浮きなどのように製造国や都市名が記載されていて起因地がわかるようなものは、別途分けておいて、例えばどこの国のペットボトルが何個来ているかということデータをしておきます。

その海岸調査の結果、2カ月の間にたまったペットボトルの蓋から、冬場に多くて春先に少ないという年変動や季節変動、冬場には相対的に韓国の割合が増えるという国別あるいはトータルの量の季節変動というものが、明確に見て取れます。

こういう変動、あるいはこういう分布の割合になるためには、どこからどれくらいのもが出ていなければいけないかということ、数値計算で逆問題を解くことで明らかにしました。ゴミの発生源は、中国の南側、台湾、南西諸島、韓国の西海岸の方、あるいは九州からだと推定されました。さらに、台湾は夏に相当出したものが、韓国は冬に出したものが五島に到着すること、出したものの量を見ると、韓国は圧倒的に少ないことなどが推定されました。つまりこの逆問題を解くことによって、発生源と発生時期と発生量まで推定できたということです。

これはまだ推定の段階なので、本当にこのモデルで予報した結果が正しいかということを検証しています。検証の方法は、海岸にウェブカメラを設置して、その画像解析から漂着したゴミの量の変動を出して、それとモデルが推測した沖合におけるゴミの存在量を比較することによって行っています。

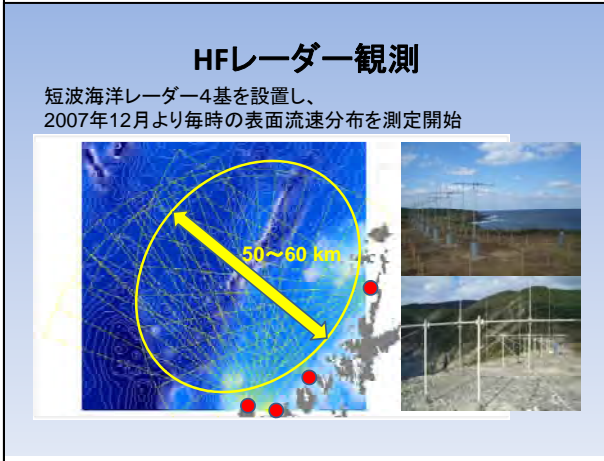
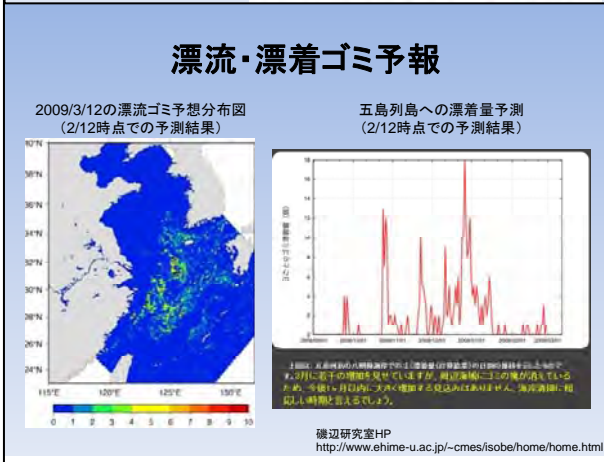
ウェブカメラの画像解析です。まず真上の画像に変換した後、輝度を用いて、ある閾値を設定すると、このゴミを、うまく抽出することができます。この白のピクセルの部分の被覆面積を被覆率ということでデータにして時系列にしました。



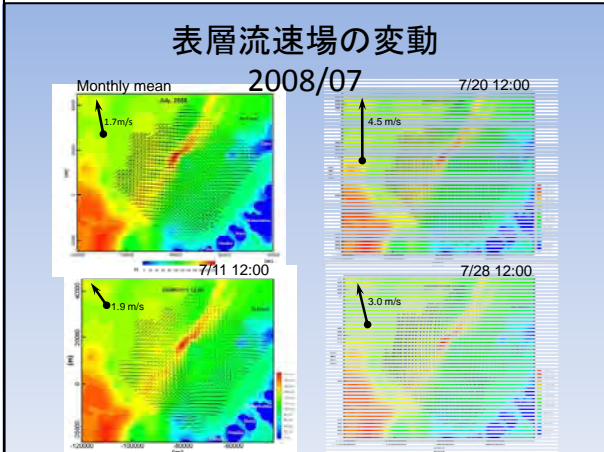
赤い線が、2008年の5月から2009年の5月まで、約1年間の時系列を見たものです。平均値からの標準偏差で規格化しています。驚くべきことに、ものすごく急激に減る時があるのです。これは嵐等による再漂流で、ものすごく溜まっていたものが一気にどこかへ行ってしまうということを示しています。ウェブカメラの画像解析をすることによって、こういった時系列が出てきます。人手による回収だけでやっていたら、とてもではありませんが、こういった時系列は出てきません。

黒い線が、先ほどの東シナ海モデルで予報した、五島の沖合を流れるごみ量です。これを見ると30日のラグがあるのですけれど、ほぼ、ぴったり合っていて、相関係数が0.81になります。この30日のラグというのは、数値モデルの方は沖合を流れるものの漂流量を表していて、赤は海岸に漂着したもので、ラグがあって当然なのですが、この30日がどういうメカニズムかということは今のところまだわかっていません。これからの課題です。

これに自信を得て、現在は我々のホームページで、1カ月先までの東シナ海における漂流ごみの分布量の予報をやっております。漂流ごみが沖合にいつ来るかという予報です。

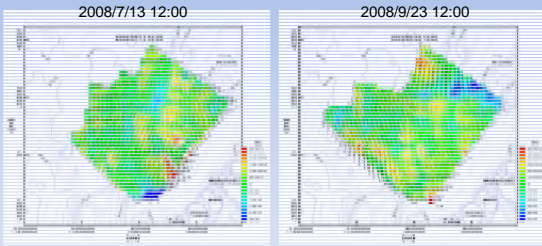


この沖合のどこに来るかというのをレーダーで観測しています。これが五島に設置しているレーダーです。4台設置して、五島の西岸50~60キロ沖合まで、1.5キロピッチで、表層流を観測しています。



これは例えば2008年7月のデータです。風が強いときは吹送流が卓越して、一様な流れが卓越するのですが、風が弱くなると下から渦が出てきて、蛇行したような流れになります。この流れ場は、風に対応して、非定常に、非常に激しく変動しているということが一つの特徴です。

漂流ゴミ収束域の推定 水平発散場(HDF)



パッチ構造、非定常性

通常、漂流ゴミがどこに来るかというのを推測するときに、水平発散場 (HDF) というものを使います。五島の沖合についても、その水平発散場というのを計算しています。色が水平発散の量を表していて、青いところは海水が集まる領域、赤いところは海水が下の方からわき出て発散する領域を示しています。これがレーダーから求めたある7月と9月の水平発散場です。発散するところと収束域がパッチ状になっていて、これからどこにゴミが集まるかというのが、なかなか推測しづらいということです。しかもこれが時々刻々動いてしまう。そうすると、ゴミを拾いに船をどこに出したらいいかというのが非常にわかりづらいです。

Finite-Time Lyapunov Exponents (FTLE)

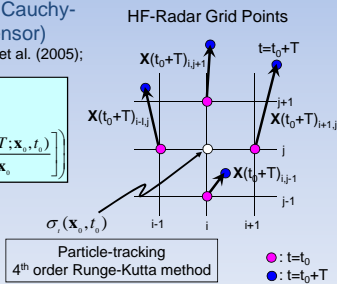
Finite-Time Lyapunov Exponent (Maximum Eigenvalue of Cauchy-Green Deformation Tensor)

e.g. Haller and Peje (2001); Shadden et al. (2005);

$$\sigma(\mathbf{x}_0, t_0) = \frac{1}{2|T|} \ln \lambda_{\max}(\Lambda)$$

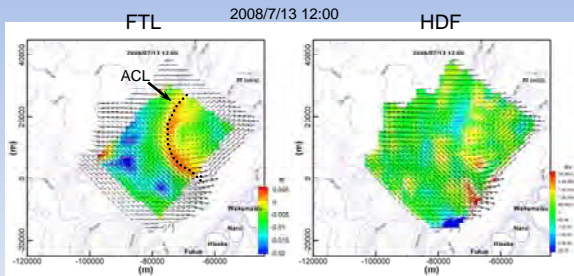
$$\Lambda = \begin{bmatrix} \frac{\partial \mathbf{x}(t_0+T; \mathbf{x}_0, t_0)}{\partial \mathbf{x}_0} \\ \frac{\partial \mathbf{x}(t_0+T; \mathbf{x}_0, t_0)}{\partial t_0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial \mathbf{x}(t_0; \mathbf{x}_0, t_0)}{\partial \mathbf{x}_0} \\ \frac{\partial \mathbf{x}(t_0; \mathbf{x}_0, t_0)}{\partial t_0} \end{bmatrix}^T$$

T>0: Repelling Coherent Line
T<0: Attracting Coherent Line
T=-12hr (in this study)



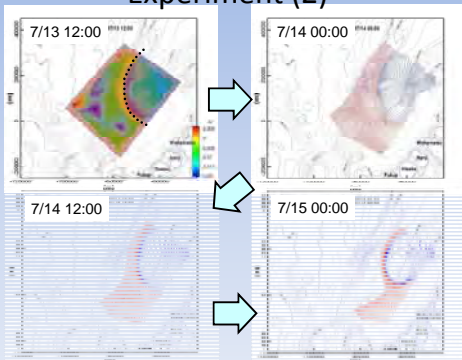
ということで、ここでは有限時間のリアプノフ指数 (FTLE : Finite Time Lyapunov Exponents) という概念を採用しています。FTLE というのは、海の表面にある2点の距離が、時間とともにどういうふうに変化するのかというのを表している量です。

Attracting Coherent Line Revealed from FTLE (2)



これがリアプノフ指数で推測した、ゴミが集まるであろう領域です。水平発散場で求めた、ゴミが集まるであろう領域と比べると、ここに集まるということ、わかりやすく示しています。

Lagrangian Particle-tracking Experiment (2)



実際にここにごみももしあったら集まるのかを、中立粒子実験で確認してみました。先ほどのリアプノフ指数の高い領域(ゴミが集まる領域)の東側と西側に、色の違う粒子を入れて、これが時間とともにどうなるかというのを計算してみました。そうすると、36 時間後になると赤と青の境目の部分に粒子が集まって、ほかのところはスカスカになってしまいます。このリアプノフ指数というものを使って初めて、こういう非定常場でもどこにごみが集まるかというのが正確にわかるようになってきました。

リアルタイムの漂流ゴミ集積域推定

国総研レーダーHP
http://www.corp.go.jp/goto/RealTime/main.asp

精度検証

セスナ画像

250m高のバルーン画像

●「洋上監視システムおよび方法」
2008年7月2日 浮遊物を安価に高精度に監視するシステム一式として特許出願中(特願2008173740)

漂流ゴミの判定基準

画像→検出→識別→定量化

漂流ゴミの場合、色や大きさ、集積の規模はさまざま...
目視では視力や注意力、疲れなどにより個人差もある

背景の海と異なる任意の色を自動検出・識別できないか？

漂流ゴミが存在する画素では背景の海色との色差が大きい

色の弁別閾の目視実験に基づいた均等色空間(距離=色差)のCIE LUV座標上で
(L:輝度, u^* と v^* :色彩)

背景色との色差を判定

RGB→CIELUV (L=70)
Provided by Dr. Magome

①洋上回収の効率化(バルーン空撮)

色彩4分類だけで識別可能

海面反射光

漂流ゴミ

Provided by Dr. Magome

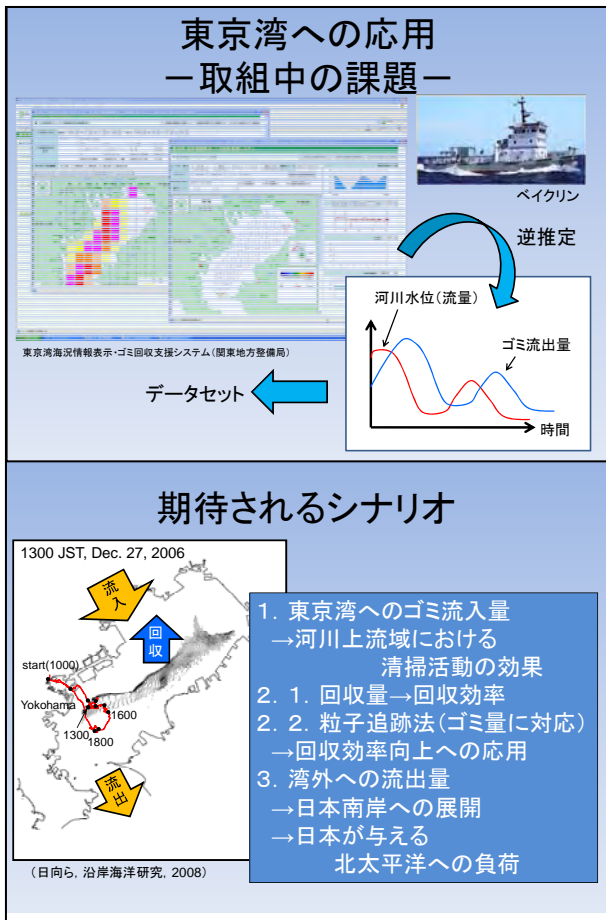
こうした情報については、今、ホームページにリアルタイムで公開しています。

こういった、レーダーとか数値モデルの、予測した場所に、予測した時期に、本当にゴミが来るかというのは、実際に検証しなければいけません。セスナとかバルーンにカメラを積んで上空から空撮し、それによって確認しています。

船から伸ばしたワイヤーにつながれたバルーンから撮った写真です。飛行機による空撮というと、かなり大がかりなものになりますけれど、バルーンだと漁船に積んで、海域を見渡すことができますので、将来、ほかのものに応用することもできるかもしれません。この2つで検証しているということです。

この中からゴミを見つけるときに、目視というのも有効ですけど、バルーンに人は積みませんし、毎回、飛行機に人が乗るのも大変なので、この画像を画像処理して、自動的に漂流ゴミだけ抽出するというテクニックを産総研の方で開発しました。これは可視画像をCIE LUV画像というものに変換します。こういう座標に変換すると、海ゴミというのは不思議なことに、この第1象限と第4象限に区別されて、波などによるしぶきは第3象限に分類されてしまうということです。

これがある瞬間の空撮による画像です。潮目があって、漂流物が筋状に集積しています。これに先ほどのLUV変換を施すと、ゴミの部分だけピンクとか赤になります。つまり画像があれば、その時どこに、どれだけの面積のゴミがあったかということが自動解析できるようになりました。今、現在は、この空撮とかバルーン撮影の回数を増やしてデータを蓄積して、精度検証を行っています。



2 番目の話題です。東シナ海のごみ予報実験の中で、色々なテクニックを開発してきました。それを、例えば東京湾へ応用するというを、今、うちの研究室で考えています。

東京湾では関東地方整備局が「ベイクリン」という環境整備船で、ほぼ毎日、沖合に出てごみを回収しています。そのごみ回収については、グリッドに分けて、いつどこで何をどのくらい回収したかということを作業日報につけて、整理しています。一方、横浜技調が湾奥に2台、横浜に1台 HF レーダーを設置していて、東京湾のほぼ全域の表面の流れをリアルタイムに1時間ピッチで計測しています。

この2つから、この時期に、これくらいの立米数を拾うためには、川からいつ、どれくらいごみが出てきていたはずだということを逆推定し、例えば河川の水位と比較して、相関をとる。もちろんラグはあるでしょうけれど、この両者の関係に相関があれば、河川水位からごみの流出量を推測するデータセットをつくることができます。そうすると、過去1週間ぐらいの水位のデータさえあれば、現在、東京湾にどのくらいごみが入ってきているかということを推測することができます。

つまり先ほどのテクニックを使うことによって、東京湾へのごみ流入量がわかる。そうすると、例えば河川の上流域における清掃活動などの効果によって、ごみの流入量が、近年、減っているのか増えているのか、内容物がどう変わっているのかということもわかってきます。ごみの流入量に対して回収量がわかりますから、回収効率もわかります。ごみが入ってくる量と時間がわかりますから、現在のごみの分布が出て、作業効率向上への応用に使えるでしょう。

さらに、全部を回収することは不可能ですから、当然、漏れてしまうものもあります。この量、時間変動もわかります。このような解析を、伊勢湾とか大阪湾に展開していくと、日本南岸から太平洋、黒潮内側域にどれくらいごみが出ているのか、といったことがわかってきます。そうすると、そこから出たものというのは、かなりの確率で、先ほどアホウドリの写真を示しましたミッドウェーの方に行きますので、日本が与える北太平洋への負荷ということもわかってくる。

北太平洋へ与える負荷をなくすためにも、ごみの回収の効率を上げなくてはいけない、そういうことにもつながってくるということです。

以上で発表を終わります。

4.3 「大阪湾水質・生物一斉調査の取り組み」



大阪市立大学准教授・重松孝昌氏

大阪湾では、汚濁メカニズムの解明の観点から、平成 16 年度より毎年 8 月上旬に大阪湾水質一斉調査を実施し、環境の現状を把握・分析に努めてきた。また、平成 19 年度には大阪湾生き物一斉調査を試行し、市民と行政との役割・連携日・協働等のあり方を検討し、以後、継続的に生き物に対しても一斉調査を実施してきている。ここでは、これまでに得られた観測データを紹介するとともに、これらのデータが示す大阪湾の現状および課題について報告する。さらには、今後のモニタリングの在り方についても言及したい。

ご紹介ありがとうございました。大阪市立大学の重松と申します。

先ほど来、東京湾に関するお話がありました。もちろん、東京湾の環境をよくするために行動する会のシンポジウムですから当然だと思いますが、大阪湾でも同じような活動をしております。本会の協力者であります生態系工学研究会では「大阪湾」という本を、ちょうど 1 か月前に出したところでした。東京湾をよくするための比較研究の読み物として、ぜひ読んでいただければと思います。

本日お話しする内容は、大阪湾水質・生物一斉調査の位置づけと、水質調査の内容と若干の結果、生物一斉調査の内容と結果、その後、課題は何かというようなところを、私の私見ですが、述べさせていただいて、話題提供とさせていただきます。

大阪湾環境再生連絡会は平成 17 年 11 月に設立されております。大阪湾再生推進会議の中では、全体グループを陸域グループ、海域グループ、モニタリンググループと大きく 3 つに分けて活動しております。なかでも市民参加型のモニタリングについては、大阪湾環境再生連絡会と連絡をとり合っています。一方、水質の調査は、大阪湾水質一斉調査連絡協議会というものがあるもので毎年開催されており、いつ、どこで、どのような協力者が、どのようにデータを収集するか、というようなことが諮られております。



<p>大阪湾再生行動計画 大阪湾再生推進会議により 平成16年3月策定・平成20年11年改訂</p> <p>I. 行動計画策定の背景と位置付け II. 大阪湾の水環境の現状 III. 大阪湾再生に向けての目標 IV. 目標達成のための施策の推進 1. 施策の推進方針 2. 陸域負荷削減施策の推進 3. 海域における環境改善対策の推進 4. 大阪湾再生のためのモニタリング 5. アピールポイントにおける施策の推進 6. 実践的な取り組み V. 今後の取り組み</p> <p style="text-align: right;">5</p>	<p>大阪湾再生行動計画の中では、大きく I～V という柱が立てられておりますけれども、そのうちの4つ目、目標達成のための施策の推進という項目の中に、大阪湾再生のためのモニタリングというのがあります。この再生推進会議設置時の、平成16年3月の段階でモニタリングをするということが、行動計画に織り込まれております。</p>
<p>大阪湾再生のためのモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 環境監視のためのモニタリング ➢ 環境改善施策の効果の把握等に係るモニタリング ➢ 市民参加によるモニタリング ➢ 大阪湾における汚濁機構をより詳細に解明するためのモニタリング ➢ 情報の共有化及び発信 <p style="text-align: right;">6</p>	<p>モニタリングの目的ですが、大きく4つの目的が掲げられております。このようにして得られたモニタリングデータ、情報を共有化して、発信しようというのが、大阪湾再生のためのモニタリングの一連の流れであります。</p> <p>中でも、市民参加によるモニタリングについては、将来にわたって円滑に市民参加モニタリングという活動を促進するために、行政機関や学識経験者、NPO などが連携した実施体制の整備、NPO、市民モニタリング活動の支援の方策を検討することが出されております。</p>
<p>市民参加によるモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 市民参加モニタリング活動を将来にわたり円滑に促進するため、行政機関、学識経験者、NPOなどが連携した実施体制の整備、NPO、市民モニタリング活動支援方策を検討 ➢ りんくうタウン周辺ボランティアダイバーでの海底環境調査実施、大阪湾沿岸釣り人釣果モニタリング実施など、環境改善施策効果を市民とともに把握 ➢ ごみ種類判別方法統一など、森・川・海一体の体系的活動促進、海洋環境保全推進週間、みなと総合学習、海洋環境教室、河川及海浜清掃、海底ごみ展示など海洋環境保全指導・啓発活動を継続実施し、市民の大阪湾水環境保全の意識の高揚を図る <p style="text-align: right;">7</p>	<p>りんくうタウン周辺のボランティアダイバーで海底環境調査を実施したり、大阪湾沿岸の釣果モニタリングを実施したり、環境改善施策の効果を市民とともに把握し、海と関わりを持っておられる方を、このモニタリングという活動の中に、いかにして巻き込み積極的に関わっていただくか、というようなところがひとつのポイントとなっております。</p>
<p>情報の共有化及び発信</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 多くの機関が実施のモニタリングデータを有効に相互利用するため、大阪湾環境データベース*を活用して大阪湾再生モニタリング情報・データを一元集約・管理・発信 <ul style="list-style-type: none"> ✓ ※ (国土交通省近畿地方整備局： http://kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/kankyo-db/) ➢ 各種モニタリング結果、環境改善施策効果等を市民にわかりやすい形で発信し、関連シンポジウム等で情報提供を通じて広く市民に向け大阪湾環境の情報発信 <p style="text-align: right;">8</p>	<p>情報の共有化及び発信ですが、大阪湾環境データベースというものを整備しております、その中で、モニタリングの情報・データを一元集約・管理・発信しております。できるだけ市民の方にわかりやすい形で発信し、関連シンポジウム等での情報提供を通じて広く市民に向けて、大阪湾の環境の情報を発信しようと努力されています。</p>

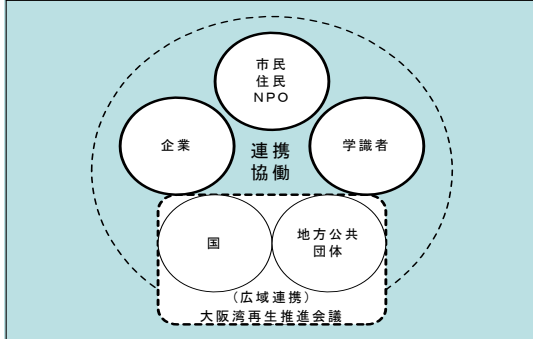
市民・住民・NPO, 学識者, 企業との連携と協働

- ▶ 市民・住民・NPOとのネットワーク形成に向けて
- ▶ 各種社会実験で協働の取り組み
- ▶ 森・川・海を通して「魚庭（なにな）の海」を取り戻す活動を行っている方々との市民フォーラム開催
- ▶ 大阪湾の沿岸域で活動する市民組織・関係団体が一同に会するフォーラム開催（「大阪湾守りネット」の設立 平成17年11月12日）
- ▶ 学識者、企業も含めた推進体制づくりに向けて
- ▶ 学識者との各種検討会の開催など
- ▶ 大阪湾水質一斉調査での学識者、企業等との連携
- ▶ 大阪湾海域環境情報の集約・共有化と多様な主体の連携（「大阪湾環境再生連絡会」の設立 平成17年11月15日）

大阪湾再生行動計画の概要より

9

大阪湾再生行動計画
 ~森・川・海のネットワークを通じて、
 美しく親しみやすい豊かな「魚庭（なにな）の海」を回復し、
 京阪神都市圏として市民が誇りうる「大阪湾」を創出する~



大阪湾水質調査

調査名称	調査項目・頻度	調査機関または集約機関
瀬戸内海総合水質測定調査	水質(年4回)	国土交通省近畿地方整備局
	底質(年1回)	
大阪湾全域汚染実態調査	底質(年1回)	運輸省第三港湾建設局
	底生生物(年4回)	
公共用水域水質測定調査	水質(年4回以上)	大阪府環境情報センター、兵庫県県民生活部環境局、大阪市都市環境局、神戸市環境局、堺市環境局、尼崎市美化環境局、西宮市環境局
	底質(年2回以上)	
浅海定線調査	水質(年4回)	大阪府立水産試験場

12

大阪湾水質調査

瀬戸内海総合水質測定

21地点

公共用水域(大阪)

22地点

公共用水域(兵庫)

41地点

浅海定線調査

20地点



私の所属している大学でも、学生を対象に、「大阪湾に行ったことがあるか？」と聞きますと、ほとんど手が挙がらないのです。「いつ海に行ったか？」と聞くと、「随分昔のことでよく覚えていない」とか、「小学生のころに、お父さんにどこかに連れていってもらったけど、その海がどこかわからない」といった返事を返してくるわけです。

そこで、「大阪湾のイメージは？」と聞くと「汚い」「臭い」と言うわけです。「汚い」と「臭い」しか言葉を知らないのかと思うぐらい、海に対する形容詞が貧弱になってきているということを感じます。おかしいなあと思うのは、行ったことがないのに「汚い」とか「臭い」と思えるという、このことですよ。何か間違っているのではないかと思います、ここを何とかしたいと思うわけです。

市民・住民・NPO、学識者、企業との連携と協働ということでは、色々な視点で、色々な活動を通じて、色々な団体に入らせていただいています。一つの大きな特徴として、市民・住民・NPO、企業、学識者、また国・地方公共団体などが一つの連携協力をしているという形で、モニタリングのネットワークを拡充していこうというようなことがなされております。

それでは、水質調査の内容と結果です。大阪湾では、瀬戸内海総合水質測定調査、大阪湾全域汚染実態調査、公共用水域水質測定調査、浅海定線調査と、大きく4つの組織が大阪湾の環境を調査していました。水質は年4回であったり、底質は年1回であったり、また調査機関・集約機関がまた別であるということも悩ましいところですが、これが従来やられていた水質調査です。

これらの調査地点をすべてプロットしますと、大阪湾全体にわたって、このような空間解像度で調査がなされているということがわかります。

結構すごい解像度じゃないのかなあと私は思うわけです。

2003年大阪湾水質観測日				
測定月	測定日			
	瀬戸内海総合水質測定調査	公共用水域水質調査(大阪府)	公共用水域水質調査(兵庫県)	浅海定線調査
1月		14, 16	7, 8, 9, 16	31
2月	13, 17, 18	4, 13	3, 4, 13	3
3月		6, 11	3, 4, 5, 19	
4月		1, 23	7, 8, 10, 15, 16	
5月	20, 27, 28, 29	13, 21	7, 12, 19, 21	6, 7
6月		3, 11	2, 12, 17	
7月		1, 23	1, 7, 9, 16	
8月	21, 22, 25, 26	5, 13	4, 6, 11, 12, 21	4, 5
9月		2, 10	1, 2, 9, 11	
10月	14, 15, 16	8, 16	6, 7, 14, 16	
11月		4, 18	5, 7, 10, 18	4, 5
12月		9, 17	1, 2, 3, 16	

大阪湾水質調査				
測定層	測定方法			
	瀬戸内海総合水質測定調査	公共用水域水質調査(大阪府)	公共用水域水質調査(兵庫県)	浅海定線調査(特殊項目のみ)
表層	海面下2m	海面下1m	海面下0.5m	海面下0m
中層			海面下2m	
下層	海底面上2m (水深40m以上では測定可能水深)	海底面上2m (水深が20m未満) 海底面上5m (水深が20m以上)	海底面上1m	海底面上1m 海底面5m [S.2~7] 海底面上2m [S.8]

大阪湾再生水質一斉調査	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 平成16年8月2日に初実施 ▶ はじめに <ul style="list-style-type: none"> ✓ 大阪湾再生推進会議では、大阪湾再生行動計画の一環として、昨年8月、近畿地方整備局・海上保安庁第5管区海上保安本部・大阪府・大阪市・兵庫県・神戸市等の参加を得て陸域・海域で連携し、大阪湾再生水質一斉調査を実施しました。 ✓ この一斉調査は、関係行政機関はもとより、土木学会共同研究グループ(代表：矢持進大阪市立大学教授)やNPOとも協働し、産官学連携により実施したもので、このような横断的、広域的かつ官民共同の環境調査は全国でも初めての取り組みです。 	16

大阪湾再生水質一斉調査	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 調査概要 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 海域(大阪湾)では、平成16年8月2日を中心に湾内160点の調査点で、溶存酸素量(DO)、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-P)、全リン(T-N)等を測定した。 ✓ 陸域(大阪湾の集水域)では、平成16年8月2日を中心に集水域内の河川250点で、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-P)、全リン(T-N)等を測定した。また、同時期における直接大阪湾に放流する下水処理場の処理水量・水質(COD、T-N、T-P)の資料を収集した。 	17

実際に調査している日の測定日の例を見てみましょう。これは、横方向にはどういった調査がなされているか、縦方向には各月で何日に調査がされたかというのをプロットしたものです。こうやって見ますと、2月とか5月なんかは、ほぼ毎日やっていると見てもいいのじゃないかという具合に思いますが、なかなかデータの連携がとれていなくて、例えば緑色で示したものやオレンジ色で示したものは、ほぼ同じ時期の情報として取り扱っていいのではないかと思います。なかなか、そういうふうにとりまとめたデータは出てきません。

また、測定方法ですが、例えば「表層」という値が出てくる場合も、海面下2mであったり、海面下1mであったり、海面下0.5mであったり。あるいは、中には海面下0mと2mの両方を採水し、その平均値をとってアウトプットするというような例もあつたりします。また、「下層」の値も、海底面上2mをとっていたり、海底面上2mあるいは5m、1mのものもある。

このように、色々な機関が、色々な日に、色々なところでデータをとっていて、測定方法あるいは測定場所が微妙に違う、測定水深が微妙に違うというところで、なかなか統合したデータがとれていませんでした。

大阪市立大学の矢持先生が委員長になって、土木学会関西支部の共同研究グループが平成16年の4月に結成され、大阪湾は夏場、貧酸素化が激しいと言われているので、だれでもが入ることのできる沿岸域で、簡単なDO計などを下ろして測るような一斉調査をしようと企画しました。どうせやるのだったら、諸機関と連携をとって一緒に測りませんか、と持ちかけて、水質の一斉調査を、8月の中旬にやろうということになりました。

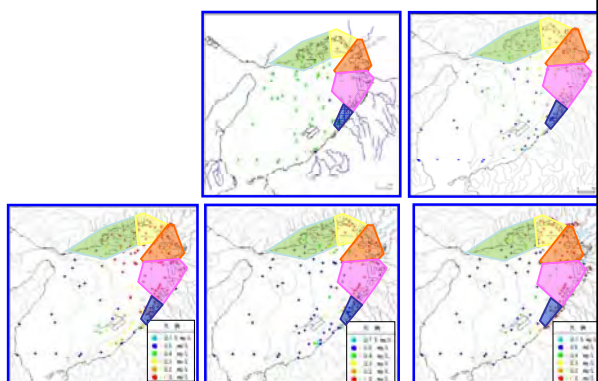
これは大阪湾再生推進会議のホームページに書いてある文言ですが、矢持先生の名前がここでひとときわ光っているのは、そういう経緯があったということです。

そういう意味では、大阪湾の水質一斉調査は、「詳細な汚濁発生機構を解明するという目的に向け、湾スケールの水質の瞬間像を把握するということから始めよう」というのがきっかけだったと、私個人は認識しています。

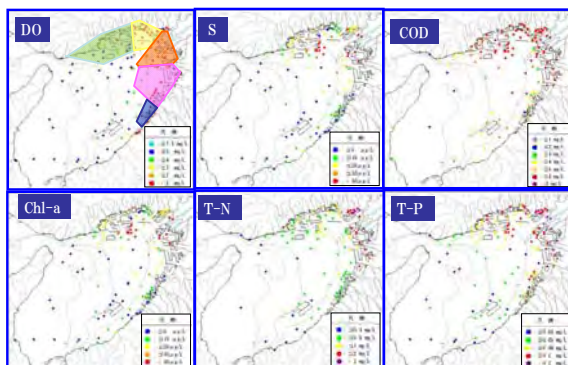
調査の概要です。平成16年には大阪湾内の海域で160点。測定項目は主に溶存酸素量とCOD、T-P、T-Nです。それから、これにあわせて、陸域で河川を中心に250点。前後プラスマイナス1日ぐらいの差はあるのですが、ほぼ瞬間像が得られたというような、画期的な一斉調査が、この時に始まったということです。

平成16年度				平成20年度			
調査主体	調査日時	調査深度	調査項目	調査主体	調査日時	調査深度	調査項目
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	DO	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	DO
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	S	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	S
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	COD	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	COD
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	Chl-a	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	Chl-a
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	T-N	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	T-N
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	T-P	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	T-P
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	その他	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	表層	その他
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	DO	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	DO
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	S	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	S
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	COD	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	COD
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	Chl-a	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	Chl-a
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	T-N	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	T-N
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	T-P	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	T-P
大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	その他	大阪湾再生水質一斉調査実行委員会	8/15	底層	その他

大阪湾再生水質一斉調査 -DO-



大阪湾再生水質一斉調査 -2008-



大阪湾再生水質一斉調査の成果

- ▶ 夏季の大阪湾及びその集水域にある河川の水質を面的に把握
- ▶ 多様な主体の参加と連携により、人々が大阪湾に接することができる場所として重要な湾奥部の港内を中心に詳細な水質分布が把握

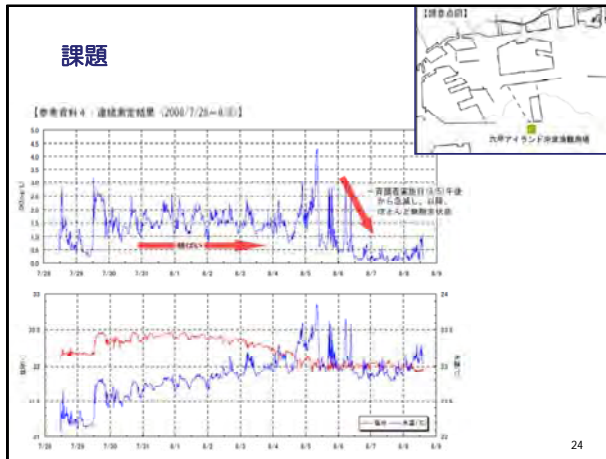
- ✓ H16年度：台風接近に伴う気象攪乱後の海域
- ✓ H17年度：夏季に一般的によくみられる海域
- ✓ H18年度：夏季の出水の影響が残った海域
- ✓ H19年度：台風接近に伴い多少の気象攪乱を受けた後の海域（但し、H16年度と比較すると攪乱の影響は小さかったと考えられる。）
- ✓ H20年度：夏季に一般的によくみられる海域

夏季の海底近くのDOを知りたいという意味では、できる限り水底に近い所のDOを計測したかったのですが、平成16年の場合は、先ほど申し上げましたように諸機関は過去の経緯がありますので、水底から2m上のところを底層の値としてとりますということを、やらざるを得なかったわけですが、その後、毎年、連絡協議会が開催されるたびに、できるだけ測定水深を合わせるように工夫をしてください、と調整していきまると、大体ほぼ水底上1mのところのデータが得られるようになってきたということです。そういう意味では、事務局の方が相当苦労されて、そして今日の、ほぼ共通したデータがとれるようになってきているというのが、大阪湾の水質一斉調査の実態です。

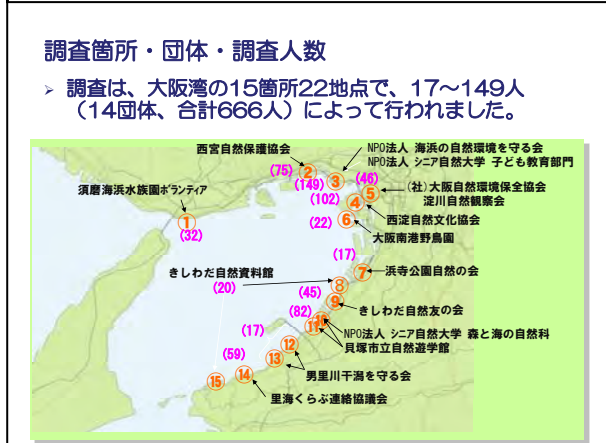
これは過去5年間にとられたDOの分布です。年代が抜けていますが、2008年、2007年、2006年、2005年、2004年という状況です。2004年、一番はじめてやったときは、前日に台風が通過したという状況で、測定時刻には辛うじて晴れまして、当日は風もそんなに強くなかったので、実施を決行しました。計測する前は、台風が去ってしまったし、海の中も相当きれいになっているだろうなあと考えたのです。この色がついている港湾施設の密集した港湾海域を重ねていますが、港湾海域内では、底層のDOはほぼゼロです。この時には堺の方で青潮が発生していました。このように、台風が通り過ぎても港湾海域内の底層は貧酸素状態であったということは、計測をした我々にとっては、結構ショッキングな出来事でした。

ホームページを見ていただくと、過去3年間の底層DOの分布、表層塩分の分布、表層のCOD、表層のクロロフィルa、窒素、リンなどの分布が出ております。一斉調査として、この瞬間像が示されております。このように2006年、2007年、2008年というようなデータを見ていくことによって、過去3年間の夏の環境の瞬間像はどうであったかというようなことが見て取れるようになってきたということです。

大きな成果としては、環境の劣悪な夏場の大阪湾及びその集水域に当たる河川の水質を面的に把握することができるようになったということかなあと思います。もう一つは、多様な主体の参加と連携により、人々が大阪湾に接することができる場所として重要な湾奥部の港内を中心に、詳細な水質分析が把握できつつあるということです。多様な主体の参加というのは、当初は研究グループと、大阪湾の水質を調査している機関だけでしたけれども、徐々に、沿岸域に位置する会社の方、一般企業の方も参加して下さるようになっていきます。益々その計測点は増加傾向にあります。



お示ししました大阪湾の水質一斉調査は、例えば8月の上旬のある日を中心にしたものです。これはたしか、藤原先生が神戸の沖でとられた連続データの結果だと思いましたが、水質一斉調査を行っているのが8月5日です。その後、急激に底層 DO は低下傾向にあります。ということは、大阪湾水質一斉調査では、ある時期の瞬間像をとらえることはできているかもしれないけれども、その時間変化というものは十分にとらえられていない。その瞬間像を得たのがいつなのかによって評価は随分変わってきますね。というようなこと（環境変化の時期と時間スケールの把握）は、今のところ、大きな課題の一つではないかと思います。

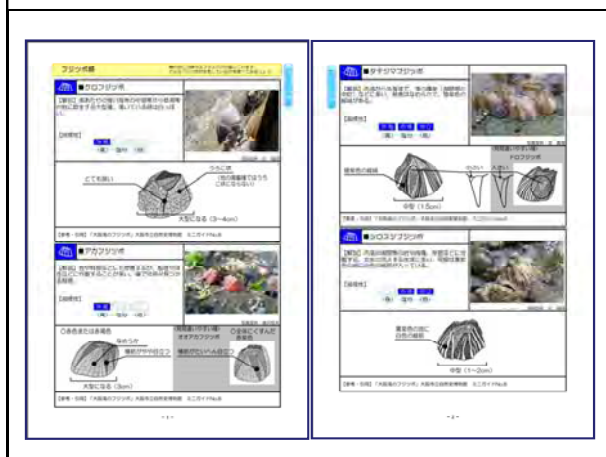


次に、ご紹介するのは、生き物の一斉調査です。これは今年度のデータですが、大阪湾の 15 カ所 22 地点、各地点 17 人から 150 人ぐらいで観測がされています。大阪湾は、人が立ち入ることができて、なおかつ生物がいるような場所、というのはほとんどないのですが、その中で調査をしていただいております。

調査はあくまでも一般市民の方ですが、それをサポートするスタッフの方が解説ブック、解説のシート、調査シートをつくり、これらのシート中の該当するものをチェックするというような形で、事務局に提出していただき、それを集計するという形式をとっています。



この解説ブックというのが、なかなかよくできているのではないかなあと、私は思うのです。これが表紙です。本書の見方はこうですよということで、その後は、実に細かな、スケッチあるいは実際の画像も含めて、見分け方はここですよというようなポイントも示してくださったりしていて、非常によかったですガイドブックです。



フジツボ類、ヤドカリ類、カニ類、あるいは貝類、海藻類などについても、非常に詳細なデータをつけていただいています。

また、教育の一環ということもあり、レッドデータブックに載っているものとして、こんなものがありますよというのも示していただいています。実行委員会の中では、こういう方々が、そういうサポートをされているということです。この解説ブック関心のある方はぜひ実行委員会にご照会ください。

大阪湾生き物一斉調査 解説ブック

発行日:平成 20 (2008) 年 3 月 改訂日:平成 20 (2008) 年 6 月、平成 21 (2009) 年 4 月
 監修:鍋島 清信 (大阪府環境農林水産総合研究所水産技術センター)
 山西 良平 (大阪市立自然史博物館)
 発行所:大阪湾生き物一斉調査プログラム実行委員会
 国土交通省近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所 調査課(海の再生環境担当)
 〒651-0082 神戸市中央区小野浜町7番30号 TEL078-331-0058 FAX078-391-5680

調査の様子

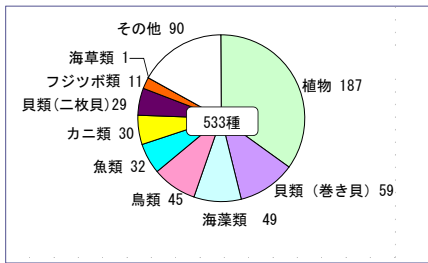


35

実際の調査の様子は、こんな感じです。非常に小さなお子さんも含めて、ご家族連れで来てくださったりしています。サポートして下さるスタッフの方、専門家の方々は、こんなふうにしたらどうか、こんなふうにしてみたら生き物はこう動くとか、こういうふうにしてそぎ落とすのですよ、というように指導されています。

結果①出現種

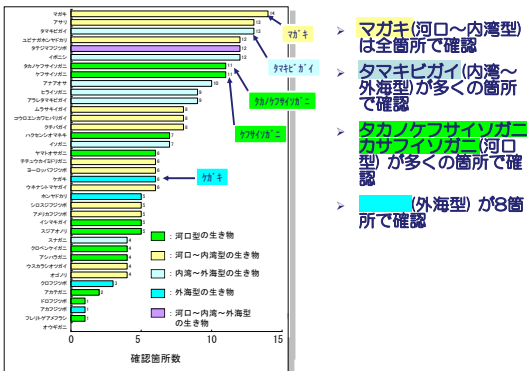
巻き貝、海藻類、鳥類、魚類など、全箇所合計で、533種*の生物が確認されました。



*一部の箇所では植物が多く記録されましたが、それを含めて集計しています。

出現種としては海藻類等、このような形でとりまとめられています。大阪湾は、生物は少ないと思われていますし私も思っていますけれども、それでも 533 種の生き物が確認されました。

結果②確認箇所数

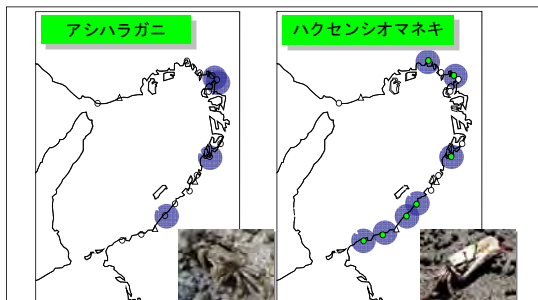


また、観察された種が河口から内湾にかけて生息するものなのか、内湾に多いものなのか、あるいは内湾から外海にわたって広く生息するものなのか、河口域にしか生息しないものなのか、などということが整理されております。

例えば、マガキというものは河口～内湾型で、大阪湾でもほぼ全域にわたって認められております。ケガキという外海型のものは、明石海峡のところと大阪の比較的南部のところ確認されましたが、湾奥のところでは観察されませんでした。

結果③代表的な種の分布

ヨシ帯にすむアシハラガニ、干潟の砂れき底にすむハクセンシオマネキは、主に河口で確認されました。



アシハラガニはヨシ原で、ハクセンシオマネキは湾奥から湾の南まで、おおよそ河口に当たるところで観察されました。

イガイダマシ、これは外来種だそうですけど、これは湾奥でしか発生が認められていません。またチチュウカイミドリガニはこのあたりに分布している、ということが記されて、まとめられております。

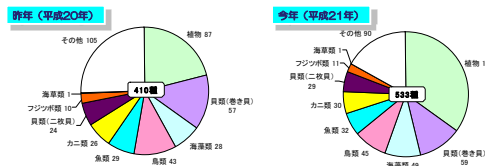
この調査に参加していただいた市民の方は、今、自分の目の前にいる生き物は、このガイドブックによればどこに生息していると分類されているものなのか、ということがわかりますので、ダイレクトに、今の目の前のものと書き物の中の世界とがつながるという意味では、私は非常にいいガイドブックじゃないかなと思います。

結果④平成20年度との比較

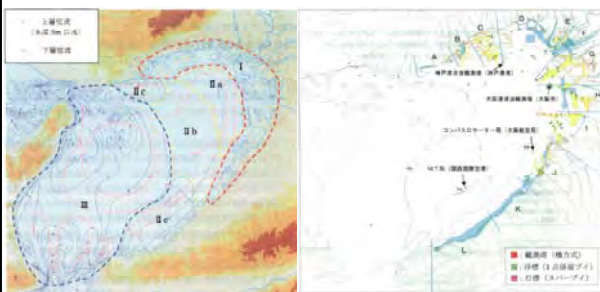
確認種類数

年	鳥類 (巻き貝)	海藻 類	魚類	カニ 類	貝類 (二枚貝)	フジツボ 類	植物	海藻 類	その他	合計
H20	57	28	43	29	26	24	18	1	105	410 (329)
H21	59	49	45	32	30	29	11	1	90	533 (352)

※比較のため、植物については調査シートのリスト掲載種のみにした場合の種数を()内に示しました。

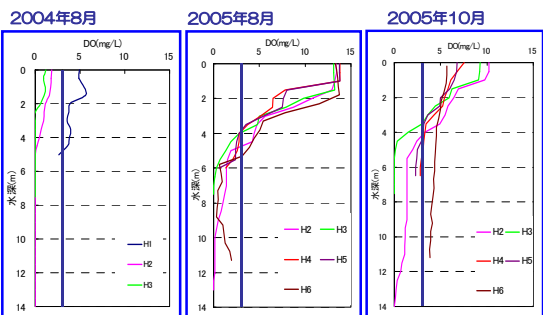


大阪湾環境構造の把握



44

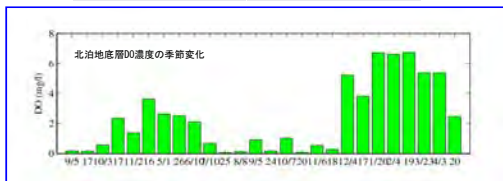
環境の鉛直構造



堺泉北港の溶存酸素環境

大阪湾環境の時間構造

水質調査	生物調査
2004.8.2	—
2005.8.2	—
2006.8.2	—
2007.8.7	2007.11.3(試行)
2008.8.5	2008.6.21
2009.8.5	2009.5.9



この生き物一斉調査は、平成20年及び21年の2年にわたって行われています。実はもう1年前に試行でやっていますが、生き物調査を実際にやってみると、どこに課題があるだろうか、何が必要だろうか、ということ調査したというような位置づけではないかと思えます。

大きく言うと海藻類はちょっと今年の方が多かったということですが、そのほかのデータはあまり変わりません。ですから、平成20～21年は、生き物の分布から見るとそれほど大きな環境の変化はないということになるかと思えます。

大阪湾を特徴づける海域として、湾の西部、港湾海域、その両者をつなぐ水質類型Ⅱ型で分類されている海域と大きく分けて3つあるのですけれども、今までの一斉調査をやっておりまして、特に港湾海域内の、底層の酸素濃度の分布が劣悪だということがわかってきました。それぞれの港湾海域ごとに水の流れや環境の構造の変化、このあたりを調査しないと、低酸素あるいは貧酸素水塊の発生から伝播メカニズムがわからないのではないかとというようなことで、そういうモニタリングポイントを増やそうという計画が立てられています。

また、一斉調査では、基本的に表層と底層のデータをとるということになっております。これは堺泉北港湾海域のある場所における、DOの鉛直方向の分布です。見ていただければわかりますように、水深4m以下はもう、ほぼ無酸素の状態です。しかもそれが10月でも起こり得るということですので、こういう鉛直方向の分布についてもデータを得ないと、貧酸素化の深刻度というのはわからないのではないかとということです。

それからもう一つ、水質調査と生物調査の時期を見ても、水質調査は8月上旬ということで、今までほぼ統一されております。生き物調査の方は6月の下旬あるいは5月上旬といったところで、少しばらつきもあります。この生物調査を行ったときの水質のデータ、あるいはこの生物調査を行うまでの水質の時間変化、こういったものを調べないと、本当の環境の構造の再生、あるいは市民が触れて喜ぶような生き物の出現を望むということは、難しいんじゃないかなあと思えます。

例えば、春と秋で同じ水温であっても、生物の生息環境あるいは生息状況は全く変わります。その意味では、時間的にどのように環境が変わるのかということも押さえる必要がある。欲を言い出したらきりがありませんけれども、将来に向かって、色々な汚濁の構造であるとか、環境の構造がわかるような一斉調査に、今後なっていけばいいなあと思っています。

以上で発表を終わらせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

5. パネル討論：モニタリング成果の社会への還元



パネリスト：京都大学大学院農学研究科教授・藤原建紀氏
港湾空港技術研究所研究主監・中村由行氏
国総研沿岸域システム研究室長・日向博文氏
大阪市立大学准教授・重松孝昌氏
国土交通省港湾局国際・環境課港湾環境政策室室長・角浩美氏
東京湾水質一斉調査の取組 東京湾再生推進会議・山尾理氏
市民参加型多摩川生物調査 海辺つくり研究会・鈴木寛氏
進行：国総研海洋環境研究室長・古川恵太

パネル討論では、モニタリングのあり方について「社会への還元」といった視点から考えるために、東京湾と大阪湾との違いや、東京湾で実施すべきモニタリングとその方向性について、さらには、今後の取り組みのあり方などについて意見交換いたします。

討論に先立ち、東京湾における一斉調査の実施状況、さらには市民による環境調査事例の話題提供をいただくことといたします。

5.1 話題提供「東京湾水質一斉調査の取組」



東京湾再生推進会議・海上保安庁海洋情報部山尾理氏

東京湾に関連する地方自治体と関係省庁からなる東京湾再生推進会議は、東京湾流域圏において、平成19年3月に実施した「東京湾再生のための行動計画」第1回中間評価に基づき、より良い水循環のもとで生態系を回復し多くの生物が棲みやすい水環境となるよう、環境の保全・再生・創造を図り、自然と共生した首都圏にふさわしい東京湾を目指すための取組を進めています。

東京湾再生推進会議モニタリング分科会では、「東京湾の全域及び陸域を対象とした一斉での調査を通じ、東京湾の汚染メカニズムを解明すること」のほか「多様な主体が協働しモニタリングを実施することで、国民・流域住民の皆様に東京湾再生への関心を持っていただくこと」を目的として、平成20年7月及び平成21年8月に東京湾水質一斉調査を実施いたしました。

この東京湾水質一斉調査の概要、21年度調査結果の速報値等について話題提供させていただきます。

東京湾水質一斉調査の取組

山尾理
 (東京湾再生推進会議 モニタリング分科会事務局/
 海上保安庁海洋情報部)

第10回東京湾シンポジウム

背景

- 平成14年2月：東京湾再生推進会議の設置
- 平成15年3月：「東京湾再生のための行動計画」策定
 - 平成15年度～平成24年度の10年間
 - 陸域負荷の削減、海域改善対策、モニタリングの充実等
 - 環境改善の指標：底層の溶存酸素濃度(DO)
 - 目標値：「年間を通して底生生物が生息できる限度」
- 平成19年3月：「第1回中間評価報告書」を公表
- 平成19年11月：東京湾モニタリング研究会の設置
- 平成20年3月：東京湾モニタリング研究会から「東京湾のモニタリングに対する政策助言」
 - 早急に実施すべき取組の一つ：**東京湾一斉調査**

調査の目的

- 東京湾の環境モニタリングにおける「関係機関が連携・協働した効率的かつ効果的なモニタリング調査の体系づくりと実施」に向けた契機とする。
- 赤潮や貧酸素水塊の分布等を把握することで、東京湾の汚染メカニズムの理解の推進を図る。
- 多様な主体が協働・連携した調査や環境教育・活動を実施することにより、国民・流域住民に東京湾再生に関心を持っていただく。

調査の概要

	H20	H21
調査日	7月2日(水) (7月1日～4日に実施された調査も対象)	8月5日(水) (8月1日～9日に実施された調査も対象)
参加機関	国	3
	地方自治体	19
	市民団体等	2
	大学・研究機関	12
	企業等	8
小学校	2	
計	46機関・団体	143機関・団体
調査地点	海域	224
	陸域	381
	計	605地点
調査項目 (共通項目)	海域	溶存酸素量(DO)、水温、塩分
	陸域	化学的酸素要求量(COD)、水温、流量

後援：社団法人 日本経済団体連合会

海上保安庁海洋情報部の山尾と申します。よろしくお願ひいたします。

海上保安庁では業務の一環といたしまして、東京湾再生推進会議のモニタリング分科会の事務局をやっており、この東京湾水質一斉調査についてもとりまとめの事務局を担当させていただいております。水質一斉調査として、どのような取り組みをやっているのか、その内容に加えまして、今後どう進めていくべきか、今後進めていく上でどのようなところが問題になるのかといった懸念の点など、事務局としての思いもお話できればと思っております。

平成14年2月に、国の関係部局、東京湾周辺の八都府県市、自治体で構成される東京湾再生推進会議を設置しました。この会議で、平成15年3月に行動計画を立て、陸から入ってくる負荷の削減、海域で環境をよくしようという対策、そういった改善の効果を見るモニタリングの充実、こういった大きな3本の柱で施策を進めております。

平成19年の3月の第1回の中間評価を受けて、平成19年の11月に、有識者により構成されるモニタリング研究会を設置し、平成20年の3月に、「東京湾のモニタリングに対する政策助言」を提示していただいております。この中で、早急に実施すべき取り組みとして、東京湾一斉調査をやるべきだということをご指摘をいただき、一斉調査をやるということに至ったわけです。

調査の目的として、3つ挙げております。関係機関が連携し、協働してモニタリングをできるきっかけにしようというのが、まず1つ目。大規模な調査を行うことで赤潮や貧酸素水塊の分布を把握して、汚染メカニズムを理解しようというのが、2つ目の目的。多様な方々に調査に参加していただくことで、東京湾を再生していくということに関心を持っていただくことを3つ目として掲げ、この3つの目標で一斉調査をやっております。

調査の概要です。これまでに2回、平成20年度と平成21年度に調査を実施しております。20年度は洞爺湖サミットの関連の調査ということで7月に実施し、今年度はより気候の安定する8月に調査を実施しております。昨年度は46機関・団体。今年度は143機関にご参加をいただきまして、非常に大規模な調査となっております。

調査地点は、昨年度は海で224点、陸で381点、合計約600点だったものが、今年度は759点と、150点ほどふえております。調査項目は、海ではDO、水温、塩分。陸ではCODと水温、流量です。日本経団連の後援をいただいております。

参加機関一覧 (21年度)

<国> 5機関

国土交通省 国土交通省関東地方整備局
国土交通省 国土交通省関東地方整備局
国土交通省 国土交通省関東地方整備局

<地方自治体> 37自治体

埼玉県 宇都宮市 東京都 神奈川県 千葉県 茨城県 群馬県 栃木県 埼玉県 宇都宮市 東京都 神奈川県 千葉県 茨城県 群馬県 栃木県 埼玉県 宇都宮市 東京都 神奈川県 千葉県 茨城県 群馬県 栃木県

<市民団体等> 10団体

国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue
国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue
国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue

<大学・研究機関> 13機関

国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue
国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue
国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue

<企業等> 76機関・部門

国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue
国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue
国土交通省 国土交通省関東地方整備局 EarthBlue

ご参加いただいた皆様
ありがとうございます

こちらに、平成21年度に参加いただいた機関の機関名を一覧として、すべて挙げさせていただいております。この場を借りてお礼を申し上げます。

調査測点



平成20年度測点



平成21年度測点

左側が平成20年、右側が平成21年の調査地点です。どちらも大規模な調査となっています。

結果 (観測前後の気象)

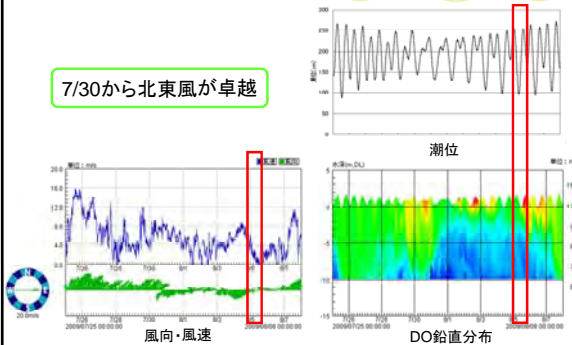


調査を行った前後の気象条件です。青が昨年度、ピンクが今年度の、調査の前後の気温、降水量を示したグラフです。

昨年度は調査が7月で、今年度は調査が8月だったので、調査前後で、今年の方が、気温が少し高いという状況です。降水量で見ると、昨年度は調査の3日前に、やや規模の大きい降水があったのですが、今年度は同じ3日前に雨が降っているという状況は同じで、雨の規模が少し小さかったという条件でございました。

結果 (千葉灯標における気象・海象)

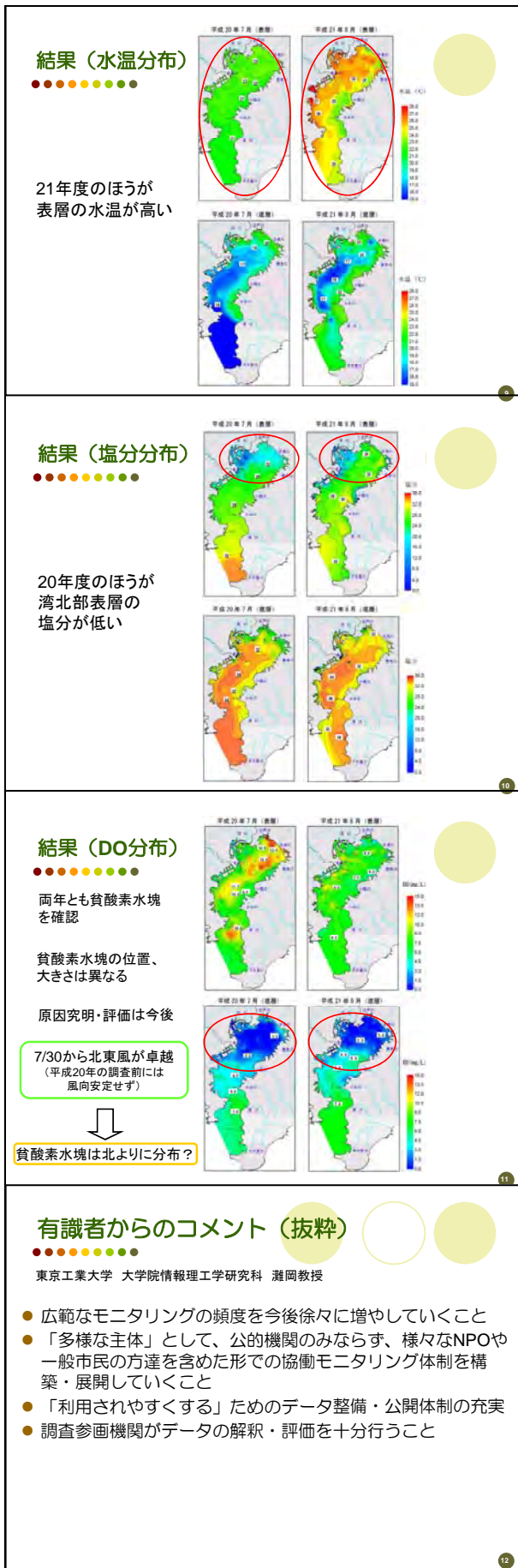
7/30から北東風が卓越



これは海上保安庁の千葉灯標、千葉の沖にあります灯台で調査しているデータです。右上が潮の高さ、左下が風の向きと強さ、右下が酸素の濃度の時間変化を表しています。赤の四角で囲った部分が8月5日、すなわち今年度の調査日です。

調査日の潮は大潮で、7月30日の昼頃から8月5日までは北東から南西に向かって風が吹いていたという状況です。

酸素濃度は、7月30日、風向きが変わった後に、東京湾の北東の方で貧酸素が見られて、一斉調査の日にも貧酸素がこの北東の端のあたりにあったという状況です。



左側が昨年の調査結果、右側が今年の調査結果です。上が海面付近、下が海底付近の、水温分布を示しています。これで見ると、もちろん昨年は7月の調査で今年は8月の調査ということで、表層の水温は今年の方が高い値を示しています。

同じ図の配置で塩分の分布について見ると、昨年は調査の3日前の降水量が非常に大きかったことを反映して、湾奥で塩分が低かったという状況です。底層でも湾奥のあたりというのは、昨年の方が、少し塩分が低いんですが、これが直接、降水の影響かどうかというのは、これから調べてみないとわかりません。

肝心のDOの調査結果ですが、底層で、どちらの年も貧酸素が出ています。ただ、少し今年の方が北側で酸素濃度が低くて南側で少し濃度が高いという結果でした。貧酸素の規模やその位置が少し違うという状況です。湾の南の方の盤洲の沖あたりで酸素の状況がよくなっているのかということ、まだそこまではわからない。一つ考えられるのは、昨年より今年の方が、風の影響で貧酸素水塊が北寄りに分布したのではないかとことです。

昨年度に実施した調査の結果につきまして、有識者の先生からコメントをいただいております。これはその抜粋です。今後こうした広範囲のモニタリングの頻度を増やしていくべきではないかといったこととか、さらに色々な方々のご参加をいただいた方がいいのではないかとすることも、コメントいただいております。そのほかにも、データをとった後の利用や、調査参画機関自身によるデータの評価についてのコメントをいただいております。

2種類の一斉調査（担当としての案）

- 広範なモニタリングの頻度を今後徐々に増やしていくこと



現業機関の調査日を調整する

- 「多様な主体」として、公的機関のみならず、様々なNPOや一般市民の方達を含めた形での協働モニタリング体制を構築・展開していくこと



「東京湾再生について考える機会」として年一回の一斉調査を継続

実現可能？

14

懸案事項

- 「多様な主体」として、公的機関のみならず、様々なNPOや一般市民の方達を含めた形での協働モニタリング体制を構築・展開していくこと

- 新規開拓をどうするか？
- 特に環境をあまり意識していなかった方々

15

懸案事項

- 「利用されやすくする」ためのデータ整備・公開体制の充実

- データの質をどこまで高めるか？
分析方法、精度をどこまで統一するか？
機器相互のクロスチェックは？

● やらないと
→ 利用しづらいデータに

● やり過ぎると
→ 参加者減に繋がらないか？

- データ解析
誰が？
継続性をどう担保するか
次年度調査、対策にどう反映させるか

16

まとめ（懸案事項）

- 調査の高頻度化と参加者増加の両立
- 参加者の新規開拓
- データの質
- データ解析

17

キーポイントとしては、調査の頻度を増やしていくということと、参加者の数を増やしていくということがあると思っています。

私個人として、頻度を増やしていくというのは、現状、今でもルーチンで毎月調査をやっているような機関が調査日を調整してやれば頻度を増やせるのではないかと考えています。多様な方々に参加していただく調査は、これまでどおり年1回の調査をどんどん継続してやっていく。こういう2つの方向に分けて考えてもいいのかなあと思っているのです。

次に、参加していただく皆様が、数として増えていただくということを考える上で、これまでに参加されている方に毎年出させていただくというのも大事ですが、環境に対して余り意識の高くなかった方に参加していただくと、東京湾というのはこういう状態だということを、より多くの方に知っていただくことができ、効果が高いのではないかと考えています。ただ、そういう環境への意識が余りない方に対してどうやってアピールしていくのかというのは、しっかり考えていかないといけないと思っています。

それから、利用されやすくするために、データの整備をどうやっていくのかという話です。これはデータの質をどこまで高めるのかというところが、一つのポイントになるのではないかと考えています。

あまりやらないと、その後のデータ解析などが非常にしづらいい、利用しづらいデータになってしまいます。こういうところを非常に厳しくやってしまうと、「そこまで厳しい調査だと、ちょっとうちはできないね」というところも出て参加者が減ってしまうということにつながりはしないかという懸念があります。

また、とったデータを解析して、これからどういう東京湾の状態を目標にしていくべきなのか、そういったことを考える上で、データ解析というのは非常に重要です。それをだれがやるのか。また、やった年の調査結果について、データ解析をやって、次の年にどう反映させていくのか。また、東京湾再生全体の陸・海での対策に対してどう反映させていくべきかということも、データ解析をやって考えていかないといけない。こういったところを、どういう体制でやるのかというあたりも懸案事項ではないかと考えています。

以上です。

一 東京湾と大阪湾での取り組みの違い

司会：山尾さん、東京湾の水質一斉調査の具体的なやり方については、どのような形で決められていったのでしょうか。

山尾氏：まずはモニタリング研究会で、有識者の先生方から話を出していただいて、その後は再生推進会議のモニタリング分科会の中で話し合いました。どういう項目でやれば、より多くの方々にご参加いただけるのか、そういった観点から決めたという経緯がございます。

司会：理想的なモニタリングの頻度について、お伺いしたい。

藤原氏：これはなかなか難しいところですが、人手でやる部分に関しては、技術的には浅海定線で月1回というレベルが限界だろうと思います。ただ、連続記録の機械が各海域につきますので、それでカバーできるのではないかと期待しているところです。

藤原氏：東京湾の場合も大阪湾の場合も、事務局の方が非常に大変だろうと思います。実際に、その後のデータの整理とか公開にあたり、具体的にはどこのホームページに、どういうふうな形で出されるのか、それをお世話する人がいるのかどうか、また、それをやられる方の変えさなどについても、教えていただけたらと思います。

重松氏：大阪湾の水質一斉調査は、大阪湾一斉調査連絡協議会の中の事務局が、すべてのデータをとりまとめて、アウトプットされております。得られたデータは、毎年、大阪湾環境データベースの中で公表されています。生き物の一斉調査の結果については、見つけることができませんでした。一方で、大阪湾は、夏場に、市民の方にどこの海辺でどんな生き物を見たというようなことをホームページに直接書き込んでもらうような工夫もしてしまっていて、そういったものは、随時、ホームページでアップされているのを見ることができます。そういう意味では、できるだけ市民の方に、積極的に参加していただくというような準備はできています。それがどの程度稼働しているかという判断は、私にはできません。

司会：よろしいでしょうか。どうもありがとうございます。今、市民の方からの情報を集めるような仕組みがあるということでした。色々なところで、色々な取り組みがなされている、それを拾い上げる仕組みがあるというのはうらやましいことだなあとと思います。東京湾でもそういった市民参加型の生き物の調査がなされ始めています。まだ東京湾全体を一斉にやるという規模にはなっていませんけれども、そういった取り組みをされております海辺づくり研究会の鈴木さんから、多摩川の周辺での生物の一斉調査という試みについて、ここでご披露いただければと思います。

5.2 話題提供「市民参加型多摩川生物調査」



海辺づくり研究会理事・鈴木覚氏

一般市民を対象とした市民参加型の生物生息状況調査を羽田周辺の干潟部及び海域部で実施し、市民レベルでの現場環境調査について検証するとともに、羽田周辺における過去から未来への環境に関わる市民意識の変遷に着目して事例を収集・整理することにより、一般市民と研究者及び行政との協働の在り方について検討した。

羽田地域は豊かな自然と海の資源に恵まれて発展してきたが、社会的、経済的要請によって自然生態系の恵みによる生活から、空港と共生する都市的な環境への適応を求められている。空港とともに多摩川や、残された海辺の自然に隣接する地域でもあり、そうした空間的なつながりと、羽田が歩んできた歴史・文化とのつながりをふまえつつ、今後の発展方向を検討することが求められている。

多摩川河口水域生物調査

— 市民が欲する調査データ —

海辺づくり研究会 理事 鈴木 覚

市民とは誰のことか？

- ① ○○市の住民
- ② 階層としての市民「社会や政治を意識し、自ら働きかけようとする人々、参政権などを持つ人々」・・・市民活動家など
- ③ 行政や研究者以外の人々
 - 民・百姓
 - 庶民、市井の人、民衆、人民、大衆・・・
 - 常民
 - **沿岸住民、海辺の自然や環境に関心をもつ人々**
(行政や研究者を含めかわる人々・・・)

それでは、多摩川河口水域生物調査について、海辺づくり研究会の鈴木が発表します。本日は、初めに多摩川河口水域生物調査の概要についてお話ししまして、そこでやっているモニタリング調査のうちの干潟生物調査とハゼ釣り調査についてお話しします。最後に、調査データを「市民が欲する」時、ということについて、ちょっと考えてみたいと思います。

その前に、「市民」というのは一体だれのことを言うのかというのを、常々、疑問に思っているわけです。

今回、私がここで「市民」として定義したいのは、沿岸に住んでいらっしゃる方、それから海辺の自然や環境に関心を持つ人々、これを今この場で言っている「市民」と定義づけられたらどうかと思います。

民・百姓とか一般の民衆とか人民とか大衆の人たちに、環境に対して関心を持ってもらえば、それでも「市民」になるわけです。ですから「市民」を寄せるのではなくて「市民」をつくる活動をやればいいのかと思います。それは一体どういうことなのかというのを、最後に考察したいと思います。

干潟生物観察調査

平成19. 20. 21年度調査

市民レベルでの現場環境調査釣り調査

市民参加型生物生息状況調査
干潟観察講座・干潟生物観察調査

過去の環境に関わる事例調査
市民レシーション調査

事前踏査(現地の確認・手法の検討)

↓

干潟観察講座(干潟の学習・観察会段取り)

↓

干潟観察会(～H20) SCOP100(H21)

問題関心:チゴガニの ダンスで迎える 大空港


参加: 147名(スタッフ含む延べ数)

干潟を学ぶ




30分で生き物調査(～H20)

- 30分間で何種類の生き物が発見できるか？干潟のいろんな場所で生き物を探してみよう。



ヨシの中



石の下

探し物？ 踊りませんか 夢の中 泥の中

夢覚めて 見つかる楽しさ 泥の中

多摩川生物調査の概要

羽田空港再拡張事業



環境アセスメント

↓

環境モニタリング

↓

市民がで、実感できる評価

科学的学術的評価

協働・助言

平成19～21年度調査

多摩川河口干潟の観察

はぜ釣りによる水域環境のモニタリング

羽田地域と海との関わり市民レシーション調査

- 空港影響の把握、羽田周辺及び東京湾の環境変動メカニズム解明への貢献
- 人々が親しめる海辺づくり、自然再生への貢献

多摩川の生物調査ですけれども、これは羽田空港の再拡張事業のモニタリングということでもやりました。従来は科学的・学術的評価ということでもやられていたのですが、市民ができて実感できるような評価もあるんじゃないかということで、我々も参加させていただきました。

平成19～21年度は3本柱でやってきています。多摩川河口干潟を観察する調査、はぜ釣りによる水域環境のモニタリングの調査、そして羽田地域と海とのかかわりについて、地域の人々にお話を伺うという市民レシーション調査を行いました。本日は左の2つについてお話ししたいと思います。

最初に、干潟の生物観察調査ですけれども、これは3つの流れでやりました。事前に現地をスタッフが見まして、どんな調査をしたいかというのを考えて確認をします。それから干潟について学習をやります。昨年までは干潟観察会、今年はSCOP100という調査をやりました。

この調査の問題関心ですけれども、早速、一句浮かびまして、「チゴガニのダンスで迎える大空港」と、こういう干潟を目指していこうということです。

まず、事前に干潟を学ぶことをやりました。このように、多摩川河口の干潟というのは実はアシ原もあって、結構広くて泥干潟であるということで、東京湾にはない、ほかにはないような、非常に貴重なものだということを学びました。こういう貴重どころに、どんなものがあるのだろうかという関心が持てました。私は、生き物は全然わからなかったのですが、この調査を通じて非常に関心を持つようになってきました。

平成20年、昨年までは、30分で生き物を何種類見つけるかというのをやりました。この調査をやりますと、何人で何種類くらい見つかるというのが推計できるような結果も得られました。

私は事務所でよく物をなくして探します。あの探し物は非常に嫌ですけど、こういうところへ行って物を探すのは非常におもしろいですね。なぜおもしろいのかなあとということで、「夢覚めて見つかる楽しさ泥の中」ということで、アナジャコなんかを見つけると、すごくうれしいですよ。そういう楽しさが泥の中にあるということです。

結果ですけれども、多摩川ではヤマトカワゴカイとヤマトシジミとヤマトオサガニというのはどこでも見つかり、ヤマトゴ三家というふうに呼んで親しんでおります。よく見ますと、ソトオリガイは下流の方の②のポイントでいっぱい見つかったとか、場所によって微妙に違う。先ほどは、大阪湾全体で生き物が違うということでしたけれども、この狭いエリアでも違うと

定量調査実施状況



SCOP100調査6月7日（2009）



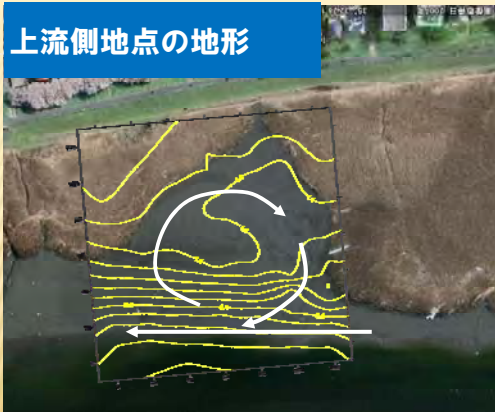
調査の進め方

- × 調査地点を決める。
- × 30cm四方深さ30cmをスコップで掘る。
- × 土嚢袋に入れる。
- × 2mmメッシュの洗いかごを使って泥を取り除き、生き物を取り出す。
- × 玉葱袋に生き物を入れる。
- × 掘った穴に溜った水を採取する。
- × 多摩川干潟の名前と匹数を調べる。



- 採った水は塩分濃度や酸化還元電位を測定する。
- 長靴とスコップは韓国から取り寄せました。

上流側地点の地形



いう、その違いに着目しました。

もう一つ、昨年までやっていたことに、定量調査というのがあります。泥をパイプでとって、そのパイプの中にいる生き物をカウントするというものです。このカウントした結果で、先ほどの採り物調査と違うのは、ホソイトゴカイが非常に多いということです。ヤマトゴ三家というのは、いるけれど非常に少ないというような結果になっていて、どうしてこんな違いがあるのかなあとというのも、また、ちょっと疑問が出ます。

場所によって生き物が微妙に異なるのはなぜだろうということ、疑問に思ひまして、生き物の生きている場所とその場所の環境との関係を考えよう。→そのためには、多くの場所で多くのデータが必要だ。→多くの人々でデータを一齐にとってみようということになりました。SCOP100 という名前をつけて調査をやることにしました。

この青いスコップと黄色い干潟用の長靴を着用しました。SCOP100 のために、韓国の干潟の専門家の方から取り寄せました。COP10 は国際会議ですけど、この SCOP100 も国際的な取り組みになったなあ実感しております。

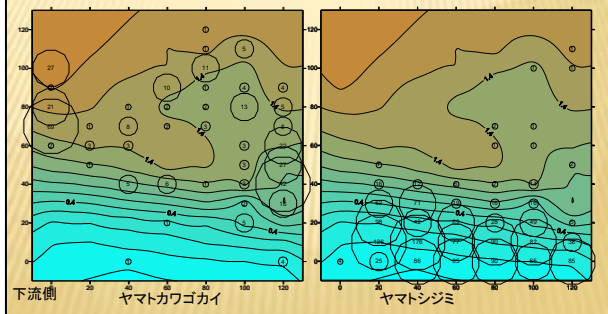
調査の進め方ですけど、このような道具を用いて、泥を掘って、その中の生き物を分析するという調査をやりました。さらに水の塩分とか酸化還元電位、底質の粒度も測定しております。

調査前に、上流地点の地形をはかりました。これが干潟の地形図ですけど、これをよく見ますと、右の方から左の方に速い流れが来ると、そこでぐるっと回って、一番深いところで流れが緩やかになって、泥が堆積して、そのところが泥っぽい場所になっているというようなことかなあと思いました。



ヤマトカワゴカイとヤマトシジミ

× ヤマトシジミは河道内に多く分布しました。

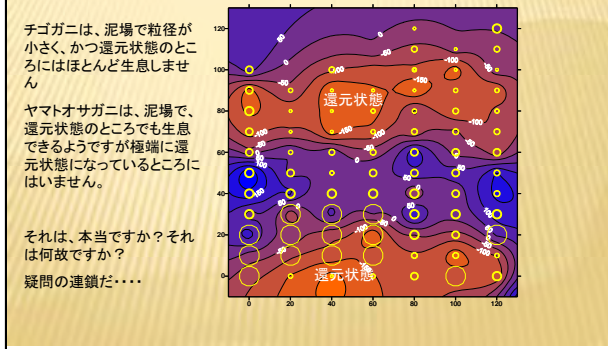


調査の風景はこんな感じで、それぞれ、これは決まった場所とっていただくようにしました。当日は全体で 100 人弱ぐらいの人が集まって、やっていただきました。

下流でもこんな感じで、ほとんど 50~60 センチぐらい埋まって、歩けなくなるような、非常にはまりやすい場所です。私も参加して、ここで泥をとったのですが、非常に気持ちよかったです。その気持ちをあらわすには、やはり一句詠むしかないでしょう。「青空と大地と泥とおれ一人」という形で、一人で頑張っています。でも、「振り返れば仲間も夢中で泥の中」という感じで、やっぱり、この気分がすごくよくて、大事にしたいなあと思います。

結果を見ると、ヤマトシジミとカワゴカイのすむところが微妙に違う。シジミは沖側の砂っぽいところにおいて、ヤマトゴカイはちょうどヨシ原の脇際の泥のところにいるというような感じでした。ヤマトオサガニとチゴガニも、同じように泥場にいるのですが、チゴガニとヤマトオサガニも微妙にすむところが違う。

ヤマトオサガニとチゴガニの違い

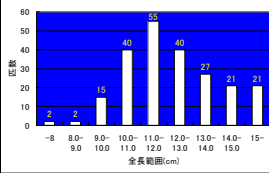
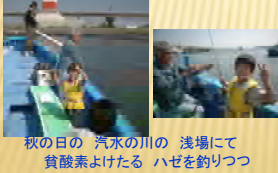
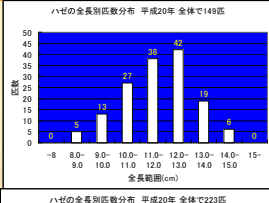
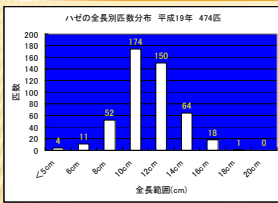


これをもう少し見てみますと、酸化還元電位というのを測っていただいています。丸の大きさは粒径の大きさを示していて、泥っぽいところは丸が小さいところです。先ほどシジミがすんでいる下側の方は砂っぽいと言いましたが、そこは丸が大きいということになります。ヤマトオサガニとチゴガニは、同じように粒径の小さいところにいるのですが、チゴガニは還元状態じゃないところに、ヤマトオサガニは還元状態のところにもいます。なぜそうなのかというのは、よくわかりませんが、こういう事実をうまく話していただけると、おもしろいんじゃないかなあと考えました。



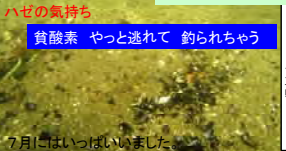
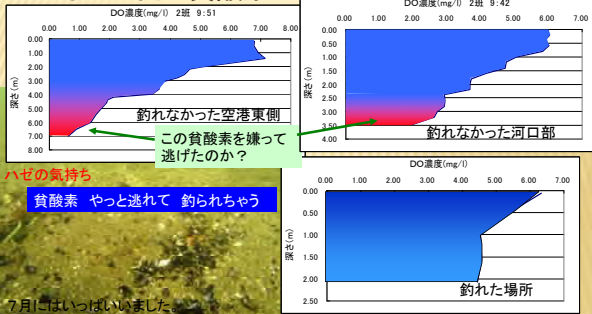
次に、ハゼ釣り調査です。これは多摩川の河口でハゼを釣って、その釣果で調べようという調査をやりました。これは今年やった調査で、参加は 79 名です。申し込みはもっと多くて、かなりお断りしました。来られた方のほとんどは、釣りが趣味ですけれど、こういうことには関心のない方がほとんどです。ここでの問題関心は、「ハゼが釣れ、ハゼが食べれる国際空港」。こんな空港は、多分、ありません。

釣 果



釣れる場所と釣れない場所

× その理由は貧酸素？

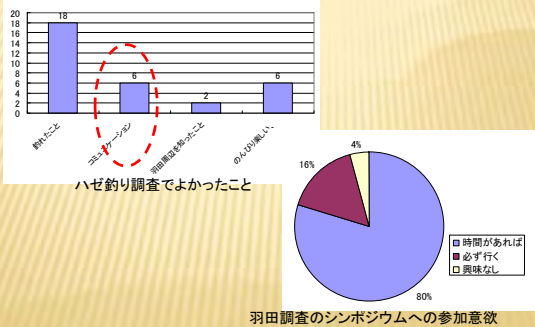


釣りの様子ですが、やはりこの釣り調査というのは、釣った後の皆さんのこの笑顔を見ておわかりになりますように、非常に人気でした。

釣果ですけれども、このように平成 19 年は 474、昨年は 149、今年は 223。どうして毎年このように違うのか。今年は、かなり大きめの、13 センチ以上、14~15 センチ以上のハゼが結構釣れています。時期的なものなのかなあとということも考えられますけれども、これがなぜ違うのかということがわかってこないのかなあとということで、市民一同、継続を期待しております。

釣れる場所と釣れない場所の違いは一体何かということで、去年からは DO 濃度等、水質も測っていただきました。水深は 5 メートルぐらいで浅いのですが、それでも酸素が少なくなっているところが多摩川の河口にありました。7月の写真は海辺研の事務局長が撮った写真で、ハゼがこんなにいたんですけど、10 月になったら全然釣れなくなった。これも酸素のせいなあとということで、ハゼの気持ちとしては、「貧酸素をやっと逃げて浅場に来たのに釣られてしまう」という、非常に辛いところですが、人間は楽しいという。

ハゼ釣り調査アンケート



調査データを「市民が欲する」時

市民が、東京湾の水環境と何らかのかかわりを持ち、それがゆえに情報を必要とすると考える

1. 人と自然とのかかわりを考える視点の整理

2. かかわりから市民参加型プロジェクトにかつて、青春をかけて海苔養殖技術に取り組んだ元海苔漁師に、羽田空港建設の環境影響について尋ねると...

施設については、興味がないことはないが、台風で(施設が)大丈夫かと心配するくらいである。(海は捨てたのであまり関心は持たず、語る資格がない)
遊漁船組合の方のお話。(最も熱心に報告書を読んでくれた方)
我々としては、環境の変化を受け入れて生きていく他に道がない。それでも自分たちができる最善の努力を払いながら、この海とともに生きていく。

干潟調査や SCOP100 について、参加してくれた人の話を聞きますと、生き物を発見した喜びとか、天気がよくて気持ちがよかったとか、新鮮な気分でリフレッシュできたとか、そういう感想が非常に多くありました。

一方、ハゼ釣り調査の方は、昔はもっといたのに、どうして釣れなくなってしまったのだろうかということを疑問に思う感想が多くありました。

それからハゼ釣り調査では、横の知らない人と話ができ非常に良かった、ということがあります。海と触れ合うことを通じてこういうことができるということがいいことなのかなあと思います。

最後に、調査データを「市民が欲する」時ということです。私が考えるのは、多分、市民が東京湾の水環境と何らかの関わりを持ち、それがゆえに情報を必要とする。人と自然の関わりを考えると、そういう視点に立って整理する。そこから市民参加型プロジェクトというものが出てくるのではないかと思います。

羽田空港の建設の環境影響について、元漁師さんに話を聞きましたら、興味がないことはないけれど、もう海を捨てちゃったので関心は持てないし、語る資格はありませんとおっしゃっていました。

自然とのかかわりをどう捉えるか？ ～かかわりの全体という視点～

生業における人間と自然との関係性

<近代的生活>
自然科学
例[切り身としての森林の価値保護]

鬼頭 秀一 1996より

具体的なかかわり

人

① 自然からの享受
漁獲物など
精神的な充足感

自然

② 自然から恵みを引き出す活動

③ 自然から恵みを引き出すため生物を育てる活動(Culture)

④ 自然からの恵みが再生産できるように維持・保全する活動

⑤ 維持し、保全していくために監視・調査・研究する活動

市民参加のモニタリング調査におけるかかわり

干潟観察・SCOP100

自然→人: ①精神的な充足感(楽しかった)

人→自然: ⑤監視・観察モニタリング

ハゼ釣り調査

自然→人: ①精神的な充足感(楽しかった+ハゼ(食))

人→自然: ②自然から恵みを引き出す活動
⑤監視・観察モニタリング

夢・ワカメワークショップ

自然→人: ①精神的な充足感(楽しかった+ワカメ+環境に貢献した)

人→自然: ②自然から恵みを引き出す活動
③生物を育てる活動
④維持・保全する活動(浄化に貢献している)

自然とかわつて
いるという実感

まとめ

- ✦ 市民が求めているのはデータではなく自然とのかかわりであること
- ✦ かかわりが深化することでデータをおのずと求めるようになること
- ✦ 純粋にモニタリングの場合には・・・その意義、面白さをぜひ伝えて欲しい。

余談ですが・・・

- マイナー・サブシステムから生業へと、人と自然とのかかわりの全体性は、人の暮らしにとって東京湾の自然に密接になっていくことが重要。
- そのためにこそ東京湾の自然環境は再生されなければならない。
- だからこそ、海を生業とする人々を大切に、また新たな生業を創出して関わりを重層的なものに構築していきたいと思う。

一方、遊漁船組合の方は、我々としては環境を受け入れて生きていくよりほかに道がない、それでも自分にできる最善の努力を払いながら海とともに生きていく、とおっしゃっていました。この方は、羽田のこの調査の報告書を渡したら、一生懸命読んでくれました。こういう方は非常に興味を持っていただける。それは関わりとの関係だろうなあと思います。

その関わりが近代的生活の中では、人と自然とが切り離されているのです。人間と自然を対立物にして、自然は保護されるべきものだという考え方がある。それに対して、そうではなくて、人間と自然が一体となって関わり合いを持っている、その関わり全体が再生する、それが保全されていくということが重要ではないかというような見方があります。

そうすると、どんな関わりがあるかということ、①自然から漁獲物を得たり、あるいは精神的な満足感を得る。②釣りをやったり漁業をやったり、自然から恵みを引き出す活動。③生物を育てる活動。④自然からの恵みが再生産できるように維持・保全する活動。⑤維持し保全していくために監視・調査・研究する活動があるだろうと思います。

こういう、①～⑤の活動を、今回のモニタリングに合わせると、SCOP100というのは、自然と人が触れ合って、精神的な充実感が得られて(①)、それと同時に人が監視をしている(⑤)。それからハゼ釣り調査を見ると、精神的な充実感(①)に加えて、ハゼを食べるといふことがある。それから、自然から恵みを引き出す活動でもある(②)。それから監視・観察(⑤)と、3つぐらいあります。

また、横浜でやっている夢ワカメワークショップというのがあります。これはさらに浄化活動、すなわち維持・保全する活動(④)でもあり、浄化に貢献しているという、そういう意識を人々が持てるものです。関わりがだんだん下に行くほど深くなっているということがわかります。

まとめますと、市民が求めているのはデータではなく、自然とのかかわりを求めているのではないかとことです。その関わりを深化させていくことで、データというものはおのずと求めるようになってきます。純粋にモニタリングするという場合には、その意義とか面白さというものを、ぜひ伝えてほしい。モニタリングに参加しましょうと言っても、それだけでは、なかなか来ないのかなあと思います。

その関わりということでは、生業みたいな形で、人の暮らしと東京湾の自然というものが関わり合っていて、単に自然が戻るだけではなくて、その中で人と関わっている姿が再生されていかないといけないのではないかといい、私は活動しています。

一 東京湾で実施すべきモニタリングとその方向性について（議論）

司会：モニタリングを色々な立場の市民の方に興味を持っていただくためのツールと考えるならば、どんな調査が必要でしょうか。中村さん、例えば海の豊かさを評価する生物調査の中で、測っておいた方がよいもの、または、測っていたら興味深いなと思われるような項目などについてお聞かせください。

中村氏：直接お答えをする前に、何のために何を測るかという考え方を、発想を整理し直した方がいいのではないかと考えています。今まで水質を良くする、あるいは生態系を回復させる取り組みをして、それにどういう効果があるかというのを水質で測ってきました。これからは、もし、豊かな海というのを目標とするのであれば、調査のターゲットそのものが生物であって、水質はそれを補完する、あるいは説明する因子として測るというふうに、主目的とそれを補助する項目について、今までとちょっと発想を変えないといけないタイミングではないかなあと考えています。

その中で、私は、底生生物の分布調査というものを、行政機関を中心としたモニタリングとしては、もっともっと充実させる必要がある。それが一番大事な点ではないかと思えます。

それからもう一つ、市民参加型のモニタリングということであれば、もう少し枠を広げて、もう既に色々な NPO の方々が調査をしておられ取り組まれてきたものを、下からボトムアップ型でうまく横並びにして共通項目を拾い出していくような取り組みが必要なのではないかと思えます。

もし可能であれば、植物、動物の中から、代表的な選手が選ばれば、なおいいかなあ、と考えます。具体的には、東京湾ですと、ワカメみたいなもの、底生生物の中ですと、ハゼや二枚貝あるいはカニですね。そういう調べやすいものが一つのターゲットになるのではないかと考えております。

司会：モニタリングの方向性に関して、国土交通省のお考えやお気持ちを、角室長からご紹介いただければと思います。

角氏：国土交通省の港湾局としましては、今、海の自然再生ということに取り組んでいるわけでございまして、先ほどの先生方のプレゼンテーションの中でもありましたけれども、「美しい海」から「生物の豊かな海」ということに転換してきているということについては、我々もそれを踏襲する形で、今、取り組んでいる状況です。

具体的には港湾整備によって発生する浚渫土砂を活用して、干潟をつくっていくとか、あるいは、いい砂であれば覆砂をしていくとか、そういった形で干潟・浅場の創出を行っているわけでありまして。それはまた、つくった後に、どうやってそれを検証していくかということが非常に重要でして、東京湾ではモニタリングポストとして、連続常時観測点を、新しい地点も含めて9点設置しまして、観測していくことを考えています。

これは大阪湾、伊勢湾も同様でございまして、大阪湾においては14点ほど設置して観測していく。それから伊勢湾においても7点ほど設置して観測していくことにしています。やはり色々な対策をしていくに当たっても、そういうデータを見ながら、柔軟に取り組んでいくということが大事だろうと思っています。そういう意味で、20年度の補正予算を使って、今申し上げたようなモニタリングポストを設置したい。また、そのデータを、できれば皆さんにリアルタイムで提供していきたいと思っております。先ほどお話がありましたように東京湾の一斉調査が行われていますが、そういったところに、このデータをまた活用して、うまく検証などをしていただければと思っております。

一 今後の取り組みのあり方（まとめ）



＜京都大学 藤原氏＞ 大阪湾、東京湾を含めて、沿岸の海は、今はもう、結構、きれいになってきていて、非常に楽しめる海になっているということです。皆さん、ここへ来ておられる方は、海に直接関わっておられる方だと思いますけれど、もっともっと、色々な方々に知ってほしいと思います。学会なんかがあったときに、海辺に学生さんを連れていきましても、みんな、遠くは見ていますけれど、足元の海の中にワカメが生えていてカニがいるとかというのは、なかなか見ませんので、やっぱりそういうのを、もっとみんなに知らせていくのが必要だろうと思っています。



＜港空研 中村氏＞ これからのターゲットは、やはり目に触れやすい岸边、浅いところというのを中心とすべきであり、また、現に色々な方々の一斉調査等も、そういう場所にうまく配置されているのではないかなあ、と思っています。そういう意味で、色々なこれまでの取り組みを、さらに一層延長させて活性化させることが、長い目で見れば東京湾をよくする意味で非常に大事なことだろうと思っていますし、行政の方の施策としても、そういう岸边から攻めていくような施策をうまく選択して組み合わせれば、すばらしいのではないかと思います。



＜国総研 日向氏＞ 私は海ごみ問題に、ここ3年ぐらいい取り組んでいますが、これからもずっと関わっていくつもりで、ライフワークにしていきたいと思っています。というのは、やっぱり、相当な環境問題だなあというのが、やっているうちに、どんどん、実感としてわいてきました。研究者として、インパクトのある図面をつくることに一生懸命取り組んでいきたいと考えています。例えて言うならば、二酸化炭素で言うと、キーリングのグループがハワイで二酸化炭素の経年変動を出しましたけれど、ああいったものを、ごみで出したい。そうすると、その1枚の絵によって、人間の考え方というものが変わるのではないかと思います。



＜港湾局 角氏＞ 本日のプレゼンテーションとか皆様の議論をお伺いして、今後、我々が海の自然再生という形で取り組んでいく上で、ヒントになるものが非常にたくさんあったと考えております。本日提示されました問題、あるいは提案、そういったものをできるだけ反映させるような形で、今後、取り組んでいきたいと思っています。また、この7月に、海岸漂着物処理推進法という法律が発効されまして、今まで以上にごみ問題に取り組んでいくということになっています。この法律自体は海岸の漂着物が対象になっているのですが、法律をつくるときの附帯決議の中で、漂流物のごみについても取り組んでいかれたいという決議が出ています。それに合わせた体制づくりも検討していく必要があるだろうと思っています。



＜海辺つくり研究会 鈴木氏＞ 今年、瀬戸内に行ったら、もう、こんなに小さい発泡スチロールが海域に浮いてまして、やっぱり、ごみについては、非常に大変な問題を抱えているというのは、私も日向さんと同じように実感しております。本日のテーマについてすごく難しい話をされていますけれど、もう少し、一般の庶民の身近な疑問みたいなものに答えるような、そういう調査、モニタリング、研究みたいなものもあっていいのかなあと思います。大きいものを一つとっても、すむところがどうしてこんなに違うのかとか、そういう、だれもが興味を持つような疑問を取り上げられるとおもしろいかなあと思いました。



＜海上保安庁 山尾氏＞ 大阪湾一斉調査の話をお聞かせいただきまして、調査のやり方のモディファイ、生物の調査の開始と、続けていく中で、非常によくなってきている。そういったところを手本にして、我々も、引き続き頑張っていきたいと思っています。

東京湾再生プロジェクト自体も平成 15 年から始めて、もう今年で 10 年計画のうちの 7 年がたちました。今後のことを、そろそろ考えていけないといけないと、事務局では少し検討を始めているところですが、豊かな海を目指すべきではないかという、非常に新しい視点についても考えていけないといけないと、実感として感じたところです。



〈大阪市大 重松氏〉 大阪湾は東京湾に比べると、圧倒的に浅いところがないわけです。そういう意味では、中村さんもおっしゃったような、浅いところが、大阪湾でも修復のターゲットになるのではないかと感じます。ただ単に浅いだけでは、やっぱりだめで、それなりの環境の構造がわからないといけないので、やはりモニタリングはぜひとも続けていくべきだろうと思います。

モニタリングで大事なものは、情報の量と質だと思います。市民の方に、海のことをよく知ってもらおう、近づいてもらおうという意味では、私は、四季に 1 度ぐらい、市民による一斉調査みたいなものを作って、海が 1 年の間に、こんなにも変化するのだというようなことを、知っていただけたらと思います。精度の問題は、どうしても議論になるところだと思いますけれども、どういう項目を、どういう機器で、どのように測ったデータだということを明記した上で、できるだけオープンにする。その情報の質をどう判断するかは利用者に任せればよいと、個人的には思います。

そういう意味では、色々な情報を、生き物の情報も含めて、海でも情報化社会を進めるべきで、色々な人に使ってもらえるようなプラットフォームがぜひ欲しいなあと思います。



6. 閉会挨拶

国土技術政策総合研究所 副所長 松本清次

国総研の松本でございます。閉会に当たりまして、イベントに協力しております研究グループを代表いたしまして、一言ごあいさつ申し上げます。

まず、フロアの皆様方には、長時間にわたりまして、最後までおつき合いいただきまして、誠にありがとうございます。お疲れのことと思います。と、申し上げましたが、私自身は、本日、午後半日おりまして、全然疲れませんでした。大変興味深い話を伺い、刺激を受け、楽しい思いをいたしたところでございます。恐らく皆様方も、感じた内容は私とは違っていても、刺激的で楽しいという思いを共有していただいたのではないかと考えております。そんな意味で、今、壇上におられますスピーカーの皆様方、とりわけ遠方よりお越しの藤原先生、重松先生には深く感謝申し上げたいと思います。

それから、「みんなでよくする東京湾」は、本日で終わりではございません。明日も引き続き開催されます。ぜひ、明日もお越しいただくよう、お願い申し上げます。本日の締めのごあいさつとさせていただきます。どうもありがとうございました。

第 10 回東京湾シンポジウム報告書
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

本報告書に関するお問い合わせは
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
沿岸海洋研究部海洋環境研究室
TEL: 046-844-5023 FAX 046-844-1145
E-mail furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp
Web サイト：<http://www.meic.go.jp>