

平成 25 年 5 月 25 日

NPO 法人有明海再生機構 シンポジウム

開会

○荒牧

皆さん、こんにちは。お暑い中お集まりいただき誠にありがとうございます。本日のシンポジウムの趣旨は、お配りした資料に記載いたしておりますので、読んでいただければお分かり頂けると思います。

開門調査の開始期限が 12 月に迫っています。皆様や世間の人々は、司法が決定したことなので開門調査は始まるだろう。マスコミ等の報道によると 11 月に仮処分があるのでということではありますが、大方そういう雰囲気です。

私はそこに勇気を持って書きました、調査費を除いた準備費だけで 290 億円かかる。それも海水を淡水化する装置であると聞かされているわけです。そういうことが明らかになっているにもかかわらず、なかなか有明海問題の議論が深まっていけないと感じました。まず開門調査で一体何がわかり、何がわからないのか、あるいは環境改善が期待できるのか、できないのか、そういうことが当然問題になってくると思います。

私たちは閉め切りの影響は確かに調整池と諫早湾については一定程度の影響があったことは認めています、しかし有明海の湾奥部については非常に多様な要因が原因であると認識しています。この為、開門の問題だけを議論することは、本来有明海の湾奥部で起きていることをないがしろにする恐れがあるのではないかと考えました。そういう時期だからこそ議論をする場を設けようと思いました。

今回はどちらかというと、いろんな問題を抽出する作業を行ないたいと思います。2 回目には、皆様の関心が最も深い開門問題を徹底的に議論していきたいと思います。ここには 7 月ぐらいに開催したいと書きましたが、マスコミの方から参院選があるからもう少し遅らせてくれと注文が付いておりますので、次期が遅れるかもしれません。

それから年度内には長期的な将来的なことを議論したいと考えております。今年はそのような形で 3 回シンポジウムを企画しております。今日は第 1 回目です。これまで議論してきたことを総括し、どんな問題があるのかということの抽出作業を行なっていきたいと思っております。

今日は長くなるかもしれませんが、お付き合いいただけますようによろしく願いいたします。

○司会(大串副理事長)

荒牧理事長ありがとうございました。本シンポジウムは第 1 部でお二人の方から基調講演を、第 2 部では意見交換会を予定しております。

申し遅れましたが、私は佐賀大学の荒牧と申します。第 1 部の司会進行をさせていただきます。それでは第 1 部の基調講演に入りたいと思います。

まず最初に、有明海再生機構理事長の荒牧より、有明海環境の現状分析と課題と題しまして、基調講演をいたしたいと思っております。



有明海環境問題を科学技術ほどまで解明したか
 2006年(平成18年)
 環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書
 平成17年までの有明海研究の到達点

付加するそれ以降の調査研究成果
 主として再生機構の活動で報告・検討を行ったもの

- 佐賀大学有明海総合研究プロジェクト(佐賀大学モデル)
- 科学技術振興調整費(JST)「有明海生物生産環境の持続的再生と実証試験」(JSTモデル)
- 環境省平成21年度有明海貧酸素水塊発生シミュレーションモデル調査業務(鹿島モデル) その他

報告書以降の大きな進展

①モニタリング	13年間のデータの蓄積
②有明海モデル	解析結果の蓄積

今日私が発表しようとしているのは現状分析と課題です。これは有明海再生機構がどう認識しているかということをもっと1年半ぐらいでまとめました。これを私がもって漁協であるとか県議会であるとか、そういうところで既に発表しています。ですから有明海再生機構で今どういふふうにご認識しているかということをご理解いただければと思います。

細かいことは説明しません。我々はだいたい2000年からいろんな科学的な研究データを、いろんなプロジェクトが組み立てられていたので、それを集めるという作業をしました。それからディスカッションをしました。それを中間まとめとして取りまとめました。

有明海再生機構を平成17年に設立して、調査・研究のデータを集積しました。どのようにに作り上げたかということ、環境省、私も委員でしたけど、環境省の委員会がとりまとめた中間まとめが、その時代の最も高いレベルの認識であると定義しました。ですからそれ以降の研究成果をどう付け加えるかということを作業の内容としました。

多くのプロジェクト、佐賀大学のプロジェクト、楠田先生が主催されたプロジェクト、環境省のプロジェクトというものが動きだしていま

した。このことで何が一番大きいかというと、環境省の報告書以来、モニタリング、すなわち13年間のデータが蓄積されたこと、それからなんとと言っても有明海モデルと言われる解析モデルが一定の進化をなして、それによりいろんな成果が見えるようになってきたこと、この2つが大きいと思います。

このような調査研究の成果を「有明海再生機構の中間まとめ」という形で、平成23年度4月に整理いたしました。専門家ではない私が1人でまとめましたので、当然分かりません。ですからたくさんの専門家の方に集まいただきました。特に環境省の委員会のメンバーの方には大部分集まっていたので、私がこういうふうにごまとめただけでどう思うかということをお話ししました。細かいところのいろいろ意

有明海再生機構中間まとめ
 「有明海異変を科学技術ほどまで解明したか」
 平成23年4月

機構の設置目的：有明海異変の科学的解明
 科学的知見の収集整理→公表・討議→取り纏め

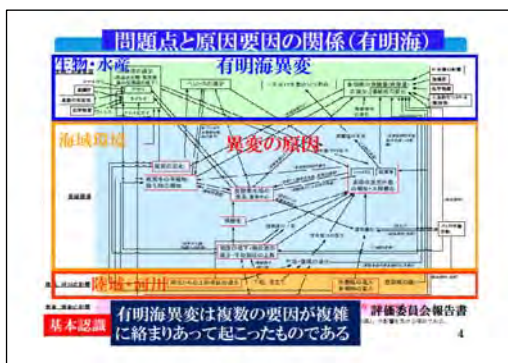
念頭に置いたもの

- 有明海再生機構設立時(2005年)：漁民からの聞き取り調査
- 補強(1997年)以降流れが遅くなりつつある
 - 漁年湾締め→潮流速の低下→成層強化
 - 成層表・底質の悪化
 - モデルが想定
- 湾奥谷部に泥がたまり、ベタついている
 - 有機物の増加、底質の悪化

見の違いはあるけれど、だいたい理解していただきました。

私はまとめる際に念頭に置いたものがあります。それは有明海再生機構を作り上げたときに、最初に行った作業は漁民の方から聞き取り調査をやることでした。そのとき聞いた中で私が印象に残っているのは、「閉め切り以降流れが遅くなりつつある」ということでした。諫早湾の閉め切り、潮流速の低下、真水と塩水の間がくっきりと分かれる成層、成層が起こることによって貧酸素、赤潮が増加したというモデルが当然想定できます。だからこのことを書いておきました。これは本当だと。

それから湾奥部谷部に泥が溜まって、べたついているということが言われました。すなわち泥質の中で大きな環境変化が起こっているのではないかということが、漁師さんから聞き取ったときの私が一番ポイントを置いた点です。



これは環境省の委員会が出されたもので非常に複雑な因果関係を持っていることが分かります。この一本一本のラインを引くのに、委員会の委員の方々が、これは引いたほうがいいのか、ここは無関係なのか、非常に強く議論しておられたのが印象に残っております。

これが有明海の異変、いわば水産の資源がどういうふうに変化をしたか。真ん中のところは異変の原因と考えられる有明海の環境の状況で

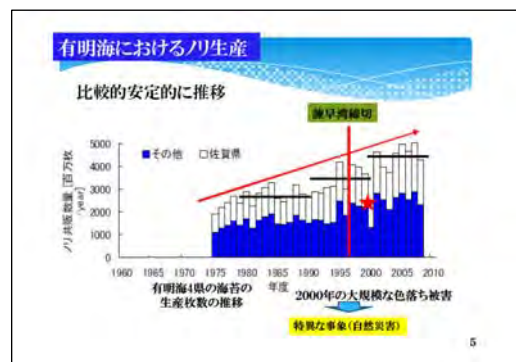
す。特に真ん中のところに、貧酸素水塊の発生、夏季を中心に起こっているということが書かれています。それを引き起こしたに違いないと疑われる人間の営利、すなわち陸域側で閉め切りを行いました。あるいは川を堰き止めて堰を作りました。港を作りました。そういうことがいろいろ疑われるから、そこから議論が始まっていくと思うんです、それ以外に、例えば気象であるとかそういうところが一番下にあります。例えば人間の英知が及ばないというか、自然の側が何かをしている、そのことも影響が与えられると思います。

その結論として考えたのは、基本認識は、有明海異変は複数の要因が複雑に絡まりあって起こったものであるという認識だと思えます。環境省の委員会はそう認識していると思えます。私たちもそれを受け継ぐことにしています。

まず1つずつ見てみます。ノリは比較的安定的に推移しているのが見てとれます。星印のところに、ここのところに有明海異変があります。ほかの年よりも6割ぐらいまでの漁獲高しかありませんでしたので、相当強く印象づけられたと思えます。

しかしこれは私が一番最初に聞いた話は、本城先生という九州大学の先生が、こういう赤潮は非常に特異な現象、自然災害だと彼は言ったんですけど、それ以降、リゾソレニア・インブリカータという種の被害は起こっていません。ですからこれが非常に特異であったことは間違いないと思えます。

それからこれは有明海と瀬戸内海におけるノリの生産の変移を示したのですが、佐賀

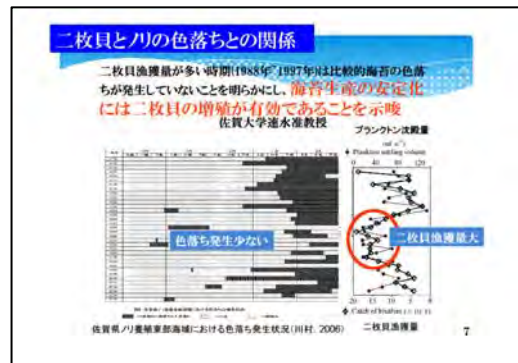




県のノリの生産高が高止まりしているのが分かります。だいたいこの程度で推移しているの、ほかのところと比べると高止まりであると理解します。それから生産枚数が福岡と熊本は横ばいであることが分かります。それに比較して瀬戸内海、兵庫県は、紫色の部分ですが、非常に乱高下をしながら次第に下がっているのが分かります。そのときに議論に出たのは瀬戸内海では栄養不足に陥っていると言われました。

一番深刻だったのは香川県で、ずっと右肩が下がっていった半分以下に落ち込んできているということで、私たちの仲間で、私が最初に指導を受けた本城先生は香川県のノリの養殖のことを考えるために香川県においでになっています。

この中で私たちが印象に残ったことを言いますと、ノリの色落ちの少なかった時期に二枚貝が、特にサルボウ貝が非常に多くあって、そのときのプランクトン沈殿量が非常に少なくなっていたということが、後でディスカッションに参加していただく速水先生からの報告で出ています。これも先ほどから何度も登場させて申し訳ありませんが、本城先生がこの発表を聞いたときに、二枚貝を増やせばノリは安定するんだよと言われたのは私にとって非常に印象に残っています。ですから有明海をよくしていくというのは、人間の力で二枚貝を増やす作業になるのかというふうに最初に印象づけられました。



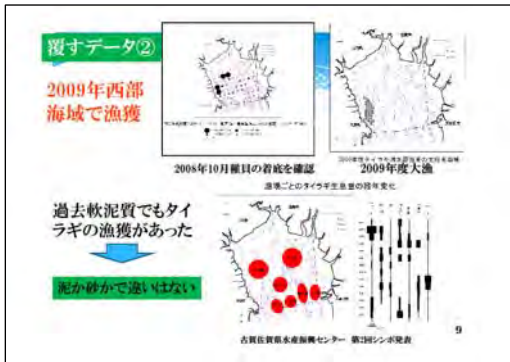
それからタイラギの現状ですけど、タイラギは環境省の文書の中には、砂を好む、泥化したことによって減少した。ナルトビエイの食害が起こった。そして2度の危機、着底時と、夏頃の斃死。立ち枯れ斃死と言って、立ち上がったまま死んでしまうという奇妙な死に方をすることが報告されています。

確かに1989年～2000年にかけて、明らかに泥化したということがあったのでこういうふう



に書かれたのだと思いますが、実は覆すデータが2000年～2009年にかけて多くの部分で粗粒化した、すなわち泥化と反対側のほうに動いたというデータが委員会のいろんなところに報告されるようになりました。21年の有明海・八代海のフォローアップの報告で、細粒化したところよりも粗粒化したところのほうが大きいと。それに呼応するような形で、2009年の西部の海域で、昔ほどではないにしろ大漁になった、タイラギが大量に獲れた。そのことでいわば環境省の認識を変えざるを得ないということが言われた。

これは佐賀県水産振興センターの古賀所長が出されたもので「過去、軟泥質であってもタ



イラギの漁獲があった。砂か泥かということは問題ではなく、むしろ着泥時のときには上に浮泥がどの程度溜まっているかということがのほうが重要で、それを克服するためにはサルボウ貝等の貝を撒いて、着底しやすくしてあげることによって、この部分は克服できそうである」ということを言われました。

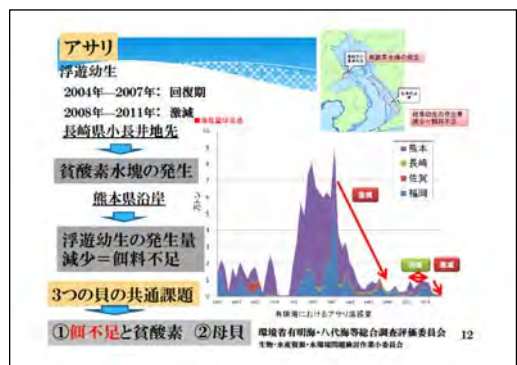
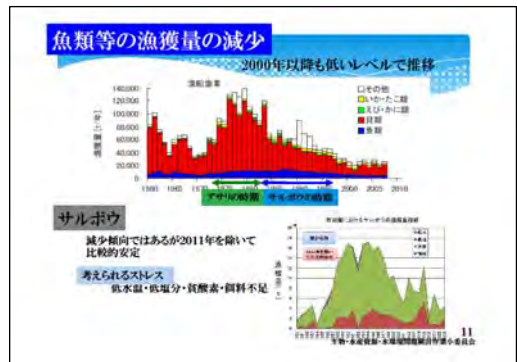
今度は斃死の話です。すなわち大人になってから死ぬんですけども、佐賀県水産振興センターは湾西部の斃死は貧酸素が原因であるというふうに特定しました。ただし、問題は太田沖の、いわゆる立ち枯れ斃死と言われているやつは、私はこの前のときには硫化水素説を乗本さんが唱えられてほぼ正しいだろうとここで説明しましたがけれども、有明海水産振興センターは、それは違うというふうにこの間論文を書かれたようですので、これはそうではない可能性

があがっていて、今のところ未確定であるというのが見方だそうです。

先ほど話をしたときに、タイラギの養殖の話が出ましたが、佐賀県と佐賀水試はこれを養殖する方法を一生懸命模索していますが、今のところ確立しているとは言えません。

漁類についてはこういう動きをしています、アサリ貝が爆発的に獲れたとき、サルボウ貝が結構取れた時期があります。サルボウ貝はものすごく獲れた時代もあったけれども、90年ごろに一番獲れて、それから減ってきているけれども、それでもまだマシなほうだと、つい最近開かれた環境省の委員会の報告を読みましたが、減少傾向であるが2011年を除いて比較的安定していると見えています。そして考えられるストレスとしては、低水温、低塩分、貧酸素、飼料不足等が考えられるというふうに述べていて、まだはっきりしたことは分かっていません。

アサリ貝が一番問題なのは、これはこの前出しておりませんでしたけど、この間の環境省の小委員会が出されたグラフを使いますと、はっきりとアサリがこここのところで非常に激減している。貧酸素水塊が発生しているというのは小長井沖の話。それからこの辺のところでは幼生の発生量、すなわち子どもがなかなか着底してくれないということと、餌不足ということを1つの原因に挙げています。私の個人的な印象ですが、初めて有明海で餌不足が議論の

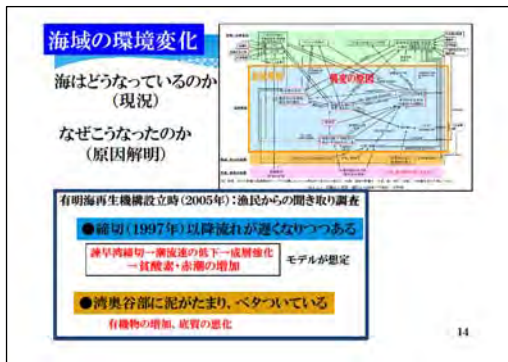


対象に上がってきたというのが印象に残ります。

3つの貝の共通課題として、この小委員会では餌不足と貧酸素、母貝が減ってきていることを非常に大きな原因として挙げています。



これは魚類のほうですけど、魚類の中で一番印象に残ったのは、真ん中のところ、湾の中央部で子どもが生まれて、稚魚は泥のところ動いてくる魚がたくさんいるということを報告されています。餌が豊富で透明度が低く、貧酸素がほとんどなかった諫早湾奥を失ったのは痛いということを、あちこちの研究者の方が述べておられるのが印象に残っています。

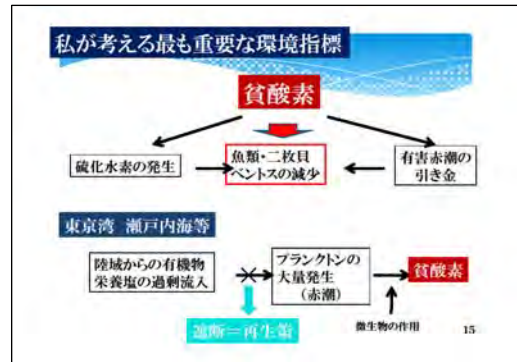


それから今度は環境のほうに移ります。先ほど言ったように、この2つを主としてターゲットにしましたが、今日は貧酸素を引き起こしたと思われる流速に絡んだ問題について少し議論を集中させてみたいと思います。

貧酸素が起こると魚類とか二枚貝とかベントス類が減っていく、これはイメージできます。と同時に、貧酸素が起こると有害赤潮、シヤトネラ赤潮の引き金になって、さらに生き物を殺

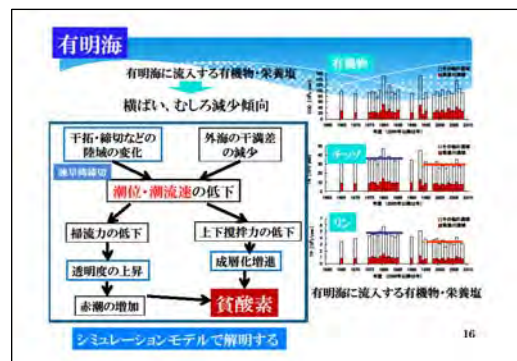
す。あるいは硫化水素を発生させて、さらに生き物を殺してしまう。

いずれにしても、貧酸素が起こるとということが非常に大きな問題だということで、例えば東京湾とか瀬戸内海では陸域からの有機物や栄養塩の過剰流入によってプランクトンが大量発生する、赤潮が起こって貧酸素が起こる。ここで微生物の作用があって、そのことによって酸素を使って貧酸素となる。だからこの出口のところ止めてあげれば、すなわち陸域からの負荷量を減らしてあげれば、それが対策になる。だからきれいな海を現在、総量規制によって取り戻しつつある。



今日話しをしていただく相馬さんによれば、それがきれいな海から豊かな海、生き物がたくさんいる海へどうやって変えていけるかという議論が始まっているということです。

有明海に目を転じてみると、窒素・リンはむしろ減っています。減っているのに貧酸素が頻発するようになったのは、東京とか瀬戸内海とは違うモデルを考えなきゃいけないのではないかと。そのときに最初に疑われたのは、当然のこ



とながら閉め切りや干拓によって陸域が変化したこと。特に諫早湾の閉め切りによって、潮位、潮流速が低下した。もちろん外海の干満差、地球のほうの側が干満差を小さくしているということも分かっていた、それも考えられるけど、主としてこれによって潮位、潮流速が低下して、潮流力の低下、透明度の上昇、赤潮が増える、上下攪拌力が低下して成層化が亢進して貧酸素が起こる。というモデルが当然考えられます。これを有明海モデルと呼んでみると、この考えが正しいかとかいうことが議論の中心になってきました。

それを観測データとシミュレーションのモデルで考えてみようというのが、先ほど言った3つのプロジェクトの主な研究テーマだったように私は理解しています。

そこでシミュレーションのモデルの構築を、私は解析屋ですから、地震工学で解析するのが私の仕事ですので、まず現状分析をやって、そして現状を矛盾なく説明できるモデルができるかどうか。それをやった上で、今度は何かを変えた場合にはどういうふうに変化するか。すなわち地震工学で言うと、鉄筋の量を増やすと壊れないか壊れるかということですから、現状がまず説明できないといけないということになります。予知をそこに使うということですが。

ですから一番大事なことは、計算結果と実現象のモニタリング結果に矛盾がないかどうか。逆に言うと、矛盾がないように説明できるモデルが作れたかということになるかもしれませんが。現状表現できないものを未来予測、過去の予測、過去の結果解析に使ってはいけないということになります。それでここで一番大事なことは、モニタリング結果をどうやって検証するかということです。

シミュレーションモデル構築の目的

- 有明海で起こっている事象(気象等の外的条件、流れ、泥の移動、プランクトン発生、貧酸素、二枚貝の挙動など)の関係を調べる **現状分析・理解**
各種調査結果を矛盾なく説明できるモデルを作る
- 地形変更、気象変化、ベントスの増減等が貧酸素、二枚貝、海苔生産などにどのような影響を及ぼすか(感度解析) **予知・予測**
有明海がなぜこうなったのかを検討する(過去)
考えている対策は有効であるかを検証する(未来)

17

モデルを検証する

■計算結果と実現象のモニタリング結果に矛盾がないか
計算結果は、各地に設置された流速、濁度、溶存酸素濃度などのモニタリング結果を精度よく説明できているか

現状を表現できていないものを未来予測に使用してはならない

モデルを利用する

現状分析・理解 **予知・予測**

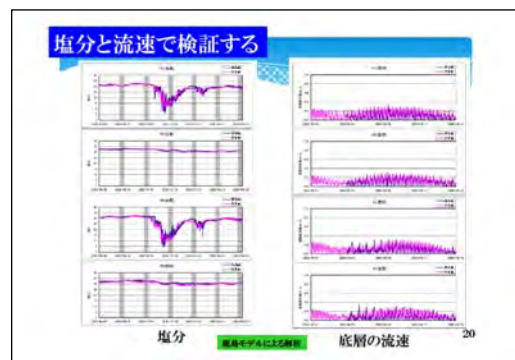
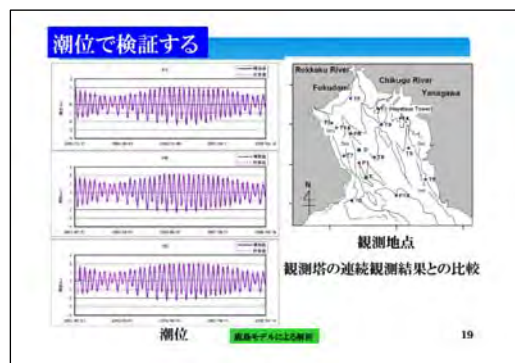
なぜこのような海になったか
物質はどう循環しているか
要因の影響の度合いは

今後どのように変化するか
どのような対策を取れば良いか

18

これはタワーがあちこちに作られて潮位が測れるようになっていきます。時刻歴で測れるようになっていきますので、モデルと潮位観測記録を載せてみました。それからこれは塩分です。あるところのモニタリングポイントの塩分を、ほぼきれいに説明できていることが分かります。すなわち塩分を含めた水の流れを解析できるようになってきたということについては、誰も今は疑っていません。

それからこの辺からがいよいよ私たちがテーマにしている貧酸素の問題です。これは私たち





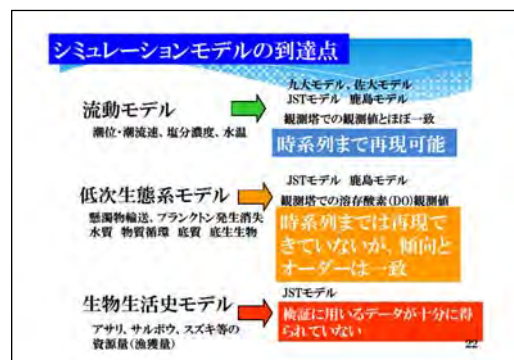
が発表していただいたことですが、いろんなデータを入れてみて、ある年で貧酸素が起こったときにちゃんと起こり、起こらないときに起こらないという解析結果が出るかということをやってもらいました。

そうすると2001年と2006年は明らかに貧酸素が大量に発生していることを説明できています。それからほかのときにないのはいいとして、問題は2003年です。2003年は2001年と2006

年と同じような条件であったにもかかわらず、それほど大きな貧酸素は起こりませんでした。なぜかという、大きな出水があったにもかかわらず、日照時間が少なくて気温が低かったので、大きな貧酸素が発生しなかった。確かにそうだということを説明できているよということを行っていることになります。

すなわち貧酸素は河川からの出水と日照時間に強く依存しますが、その依存している中身をほとんど説明できるようになっている。あと、ここまで出来ればいろんなことに使えるのではないかと自信を持ったんだと思います。すなわちシミュレーションモデルで観測再現可能になったので、過去どうであったか、未来どうなんだろうかということに使ってみたということになったと理解します。

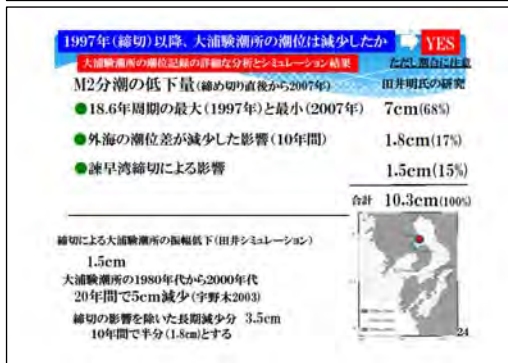
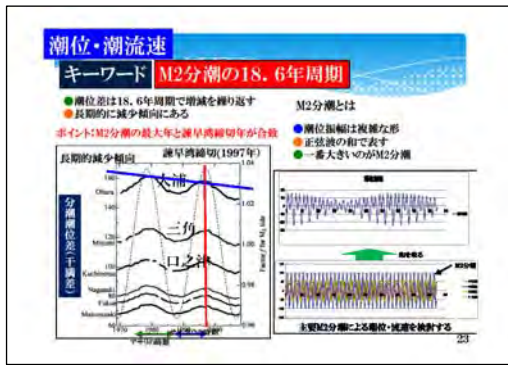
そこで私の認識ですが、この前ちょっと怒られましたのでもしかしたら違っているかもしれません。流れの問題です。すなわち潮位とか潮流速とか塩分濃度とか水温といったものは、ほぼ正確に再現できる。対象にしている低次生態系のモデル、すなわちある条件を入れたときに溶存酸素が観測値とほぼ合うかどうかについては、オーダーのレベルで、時系列、時刻歴までは再現できていないが、傾向とオーダーはほぼ合ってきているということになる。



低次生態系のモデルですから、これは二枚貝とかが捕食することを考えてますけど、これを逆に動かそうとすると、すなわちこういう貧酸素があって貝類が増えるかということ、そういうモデルにはなっていない。逆モデルには使えないことが指摘されて、ここまで出来ているというのは言い過ぎだと言われました。

じゃあこういう環境場が分かった時に、例えば貝類とかスズキのような魚類ということ生物生活史のモデルとしてやるとすると、検証に用いるデータが十分に得られていないので、このモデルにはなかなかいかないということが非常に大きな問題だと。モデルをやれば漁業が復活するかどうかまで使えないということが、現時点のレベルだと私は認識しています。

潮位のことを少し付け加えていきます。これはM2分潮と言って、有明海の潮位はこんなふうに複雑に動きますけれども、それを正弦分析と言って、こういうフーリエ級数で展開してやって、この一番大きいのだけを見ていきます。言いたいことは、潮位は長期的にどんどん減少している方向にあります。



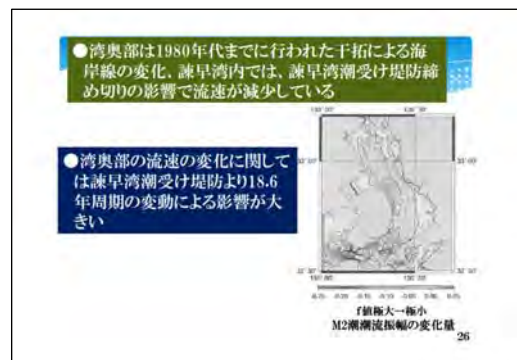
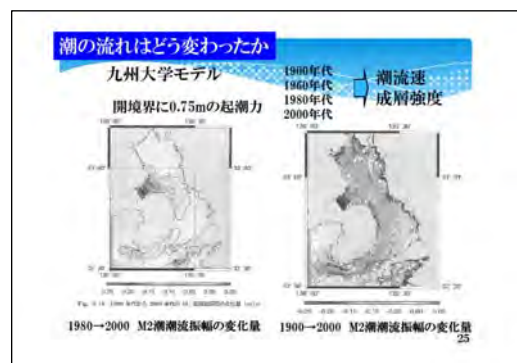
例えば大浦のところでも潮位差がどんどん減っていることがわかります。と同時に、18.6年周期で上がったたり下がったりしていることがわかりました。そして諫早湾の閉め切りは 1997年ですから、一番潮位差が大きいときに閉め切ってしまったので、一方的に潮位が減って行って、ということは流速も落ちてくる。そういう点でいうと、漁師さんたちが閉め切り以降減っていったと言われたことは、確かにあり得る表現だと認識します。

それからこれは私が一番気に入っている研究成果ですけど、大浦の潮位の記録を徹底的に分析した研究者がいます。九州大学の田井さんですけど、その人のだいたいの計算を私がまとめて、田井さんが今日おられるから間違っていたら指摘してほしいんですけど、18.6年周期の最大と最少で 7cm、外海の潮位差が減少した 10年

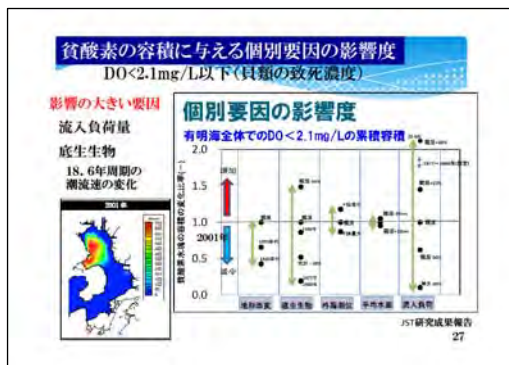
間の影響分が 1.8cm、諫早湾の閉め切りによる影響が 1.5cm 程度、だから 10.3cm 程度が 1997 年から減少してきている。ということをお願いしているから、まったく無関係だったということは言いませんけれども、多くの量は 18.6 年周期と外海の潮位差が大浦の潮位に影響を与えている。そうすると周りの流速も違いがあるということが出来る。

流れはどう変わったかという、閉め切ったことによる影響、これも田井さんの論文から引かせてもらいましたが、明らかに閉め切った前では流速が極端に落ちていました。当然のことです。閉め切ってしまったので、流れません。止まってしまいますので、差は非常に大きくなります。ただ、このところにはそれほどなくて、ちょうど島原半島の湾曲部あたりまでが流速が低下したと言えらるということをやっています。

じゃあそれ以外のところはどこで起こっているかという、1900 年代、60 年代、ずっといろんなところで干拓されていますけれども、その影響を入れると 1900 年から 2000 年にかけて幅広くいろんなところで流速が落ちていることが分かるということをお願いしていたんです。ですからここら辺が本当に流速が落ちてきて、攪拌力を落とし始めたのは閉め切りからずっと続いてきたんだというのが 1 つの到達点だと理解しています。



それで湾奥部は 1980 年代までに行われた干拓による海岸線の変化、それから諫早湾内は明らかに諫早湾潮受け堤防閉め切りの影響で流速が減少していることが言えると思います。湾奥部については 18.6 年周期の影響で明らかに流速が落ちていきますので、漁師さんたちがこの辺のところで流れが遅くなったよねと言われるのは、一定程度あり得る話だと思いますが、閉め切りの影響はというと、先ほどのようにそれほど大きくならないのではないかと。ただし、ここは明らかに締め切りの影響だということが分かります。

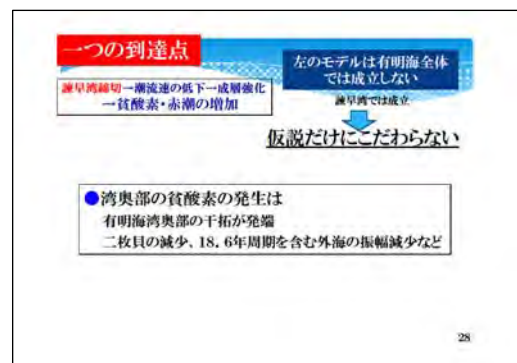


これは貧酸素のボリューム、体積です。2.1 mg/l 以下ですから、貝類がこれ以上になると死んでしまうよという致死濃度になるそうです。その程度になるときに、現状が 1 です。例えば、流入負荷量を今よりもチツソとかリンを増やしておく、すなわち今処理しているやつを全部抜いて流してしまうと、極端な貧酸素が 2 倍以上に膨れ上がります。それから 30% ぐらいに減らすと、ほとんど極端な貧酸素は起こりません。

しかし有明海では、人間が出す汚れを一切きれいに除去した状態がこの程度だというふうに理解しています。

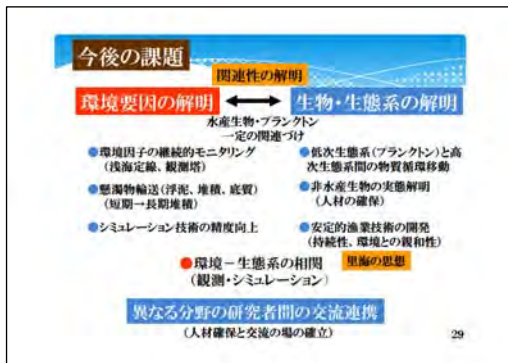
それから底生生物を昔と同じくらいまで増やしてあげることができれば、これは無理だと思っておりますけれども、貧酸素の容積は 1 割か 2 割ぐらいまで落ちてくるということが分かります。そして今よりも底生生物がもっと減ってしまうと、すなわち今の 5 割ぐらいまで減らしてしまうと、貧酸素が今の 1.5 倍まで増えていくことになるということで、いわゆる負のスパイラルに入っていくことになるんだと理解しています。

それから 1 つの到達点としては諫早湾の閉め切り、潮流速の低下、成層強度、貧酸素、赤潮増加について、流速の影響部分についてこの左のモデルについては有明海全体として成立するわけではありません。諫早湾では明らかに成立していると思います。そういう状況にあるということで、有明海モデルと呼ばれる仮説にこだわらないでいこうというのを、佐賀大学のプロジェクトは 4 年か 5 年ぐらい前にそういう 1 つの到達点を出しています。これだけにかかわっていると間違えるよねということで、この仮説にこだわらないことを佐賀大学のプロジェクトで議論した記憶があります。



湾奥部の貧酸素は、有明海湾奥部の干拓が発端になって二枚貝が減り、18.6 年周期を含む外海の振幅現象などで流れが悪くなったり良くなったり、そして長期的には減っている。そういうことを繰り返しながら、だんだんと貧酸素しやすい海になってきたと思います。ですから非常に複雑なメカニズムを持っていますので、有明海湾奥部についてはもう少しきちんとした議論を詰めていかないと、1 つだけの事象に責任を負わせることはなかなか難しいと思います。

これ以外に、たくさんものを表現しました。到達点と思えるものをいくつか書きました



けれども、今日は時間の都合で一番大きいと思われる2つについてだけ、いわゆる水産生物の動きと貧酸素の問題だけについて我々がまとめたものを発表しました。これ以外にも貴重種であるとかいろんなものがあると思いますが、これはこういう解析で載るような世界ではありませんので、本当に地道な研究者の人達の研究を待ちたいと思います。

ここで私の発表を終わらせていただきますが、こういう到達点のところまでを類推していろいろ議論をしてほしい。こういう話を再生機構でまとめとして作り上げましたので、佐賀県の特別委員会であるとか漁協の役員会であるとかいうところで説明いたしました、当然、意見が違うと言われたのはありますけれども、私はこれが現在、我々再生機構が考えている到達点です。それで思い違いがあるよということであれば、あとのパネルディスカッションのときに議論を深めていただければと思います。私達はいつでも修正をする用意がありますので直していきたいと思います。以上で私の発表を終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

○司会

どうもありがとうございました。それではこのあとの基調講演まで含めて、そのあとにディスカッションでよろしいですかね。

では続きまして、「生態系モデルをコミュニケーションツールとして有明海を考えよう」と題しまして、みずほ情報総研株式会社環境エネルギー第1部担当部長研究主幹の相馬様にご講演いただきたいと思います。準備ができましたらよろしくお願いいたします。

○相馬

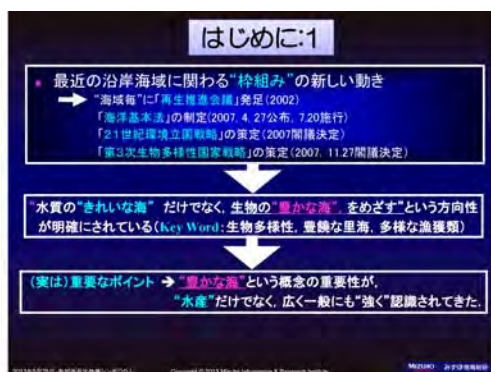


ご紹介にあずかりましたみずほ情報総研の相馬と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

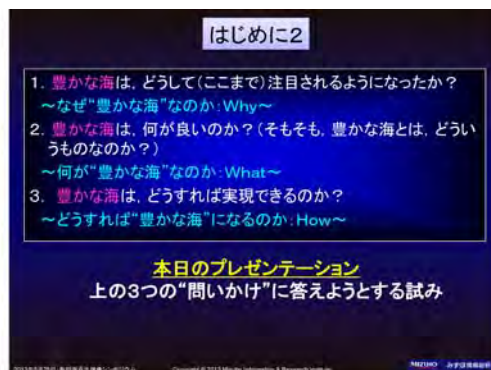
私はどのようなことをやってきたかという、実は有明海ではなくて東京湾、伊勢湾、三河湾、そして先ほどお話があった瀬戸内海のノリの様子とかについて、政策の立場と研究者の立場とでそういう方々の私見を取りまとめるという形で、生態系モデルというものを開発してきたと

いう立場にあります。生態系モデルは、こういう方々のいわゆるコミュニケーションのプラットフォームとして使われるということ意識して作っていたという立場で今日はお話をさせていただきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

題して「環境・社会システムの目指す方向はどこか」ということで、立場上、自然科学のみならず経済効果、社会効果ということまで含めたところで、有明海もしくはその内湾を含めた形でどういうシステムが一番適格なのかということもちょっと触れることができると思っております。よろしくお願いいたします。



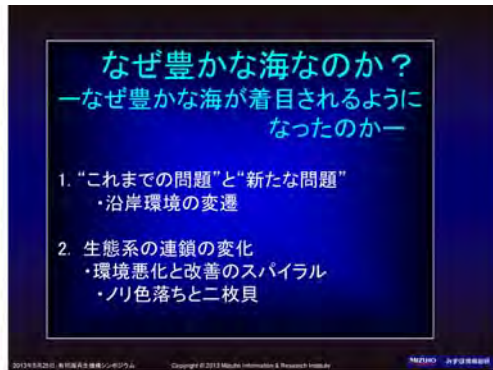
まず最近の動きとしてこういう枠組みがあります。再生推進会議が発足したのが2002年、そして2007年に海洋基本法というのが、まさにこういう形で出来てきています。21世紀の環境立国戦略ということ、そして第3次の生物多様性国家戦略。ここで非常に重要な話がありまして、それは何かということ、大事なことはきれいな海だけではなくて、生物の非常に豊かな海



ということを目指すという方向性が明記されてきていることが決定的に、どの海域でも今そうであって、その中では生物の多様性とか豊穡の海とか多様な漁獲類とか、こういう言葉が政策の中でもものすごく意識されている。重要なポイントは、豊かな海という概念の重要性というのが、水産だけだったのが広く一般にも強く認識されてきたという環境にあるということですので。

そんな中で今日は、じゃあ豊かな海というのがどうしてここまで注目されるようになったのか、なぜ豊かな海なのかという話と、豊かな海というのは何が結果として良いのか、

何が豊かな海なのか。最後に、豊かな海はどうすれば実現できるのか。今日の荒牧先生の最初のお話でもあったようなこちら辺について一般的な、他の3海域でも共通することについてちょっとお話をさせていただきたいと思っております。



まず、なぜ豊かな海なのかということですが、先ほどのお話にあったように実はほかの海域でもこれまでの問題と新たな問題ということが非常に重要だということです。先ほどのいろんな効果が絡み合っているという話が別の言い方をするとこういうことなんですけど、この2つだけどうということになっているのかという話をさせていただきます。

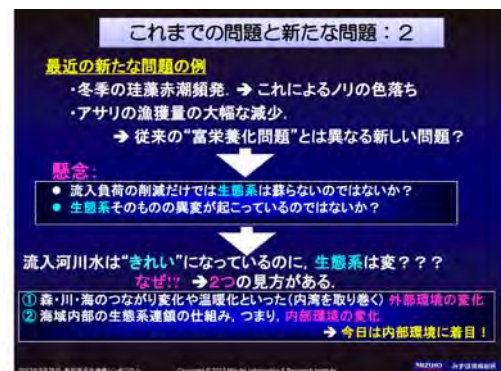
まずどの海域でもそうなんですけど、内湾とその流域、自然とか産業とか文化の営みとか、人々にとって非常に身近だというのはどの海域でも変わらないという状況で、変遷は当たり前なんですけれども、人口とか産業が集中することによって過剰な栄養塩というのが海に流入してきたというのがあります。

その中で赤潮とか貧酸素が多発して、いわゆる富栄養化問題ということが、特にメジャーな問題になっていた。結局、水質総量規制というのが昭和54年に環境省から水質汚濁防止法というのができて、これでチッソ、リンとか有機物の流入ということの制限をすることによって、実は最大時の半分程度に減少するというぐらい、赤潮が発生するようになっていた。しかし、CODとかTNPという環境指標があるんですけども、いわゆる水質を表す指標ですが、環境基準は依然として達成されていないし、赤潮とか貧酸素の発生件数というのが実はここ10年減っていないという話なんです。

ここが実は、昭和45年からこうやって流入負荷とともに赤潮がザーッと発生していくんですけど、そこで総量規制がどーんと入って、どんどん赤潮が減ります。ところがここを見ていただくと、一向にここから先は減らないという話です。流入負荷はどんどん減っているんですけど、赤潮の発生件数は減らないということが起こっている。

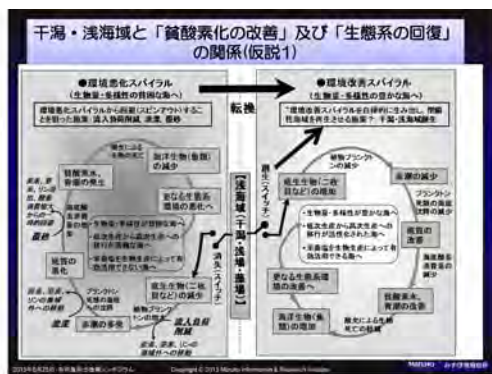
こういう事実と、さらに新しい最近の問題として、有明でも1番目だけ問題になってますけれども、瀬戸内海でも先ほど荒牧先生がおっしゃったように、ノリの色落ちが起こる。実はそれは冬に珪藻赤潮が発生することが起こっていて、これは昔は無かった話なんです。それとアサリの漁獲量が大幅に減少しているという話も、これも一体何なんだろうという話が、有明海だけではなくて他の海域でもやはり同じようなことが起こっている。これが従来のいわゆる先ほどお話をした富栄養化問題とは違う新しい問題じゃないかという話になってきました。

その中で懸念としてあるのが、流入の削減ということだけでは生態系は元に戻らないのではないかという話と、生態系そのものの異変が起こってるんじゃないかという懸念があ



の中で、流入の河川水はきれいになっているのに生態系が変であるのはなぜなのかという話で、これは大きく分けると2つの見方があるというのが一般的な認識です。

1つは森、川、海つながりとか温暖化といった外部環境の変化によるもの。2番目が海域内部の生態系連鎖の仕組み、つまり内部環境が変化したかもしれない。この2つの話がどっちなのかという話まで含めてあるんですけども、今日はこの内部環境に着目して話をしたいと思います。



こちらは干潟、浅場がなくなったからじゃないかとよく言われておりますが、それを示す一般的にいわれる作業仮説と言われてるものです、浅場とか浅海域がなくなると、そこに住んでいた底生生物の二枚貝がいなくなり、捕食圧が下がるので、植物プランクトンがどんどん増加し、それで植物プランクトンが増えるということは赤潮が多発するということになる。赤潮が多発すると、その死骸が海底に沈んで海底がヘドロ

化して、そのヘドロが無機化されるときに酸素を大量に消費するので、海底で貧酸素になる。貧酸素になった海底の水が流れによって誘昇することによって、海洋の生物がどんどん死滅していく。死滅していくと、この死骸がまたさらに海底に沈んで、もつともつ貧酸素になる。

いわゆるこれが生物類とかの多様性が非常に貧困な海とか、もしくは低次生産から高次生産、魚へいくというのが高次生産という話なんですけど、こういう移行が難しい海とか栄養塩が有効に活用できない海になってるんじゃないかという話がされています。

一方で、最近はやりの干潟の造成という話になると、干潟で簡単に言うと底生生物が増えて、そうすると赤潮が結果として減って、底質も改善されて、貧酸素が結果としてなくなって、生物がどんどん蘇っていい海になるんじゃないかと、これが干潟の造成とか何とかをされる方の思考です。じゃあ実際にこれが本当にそうなるのかというところが、1つ大きな問題があるわけです。

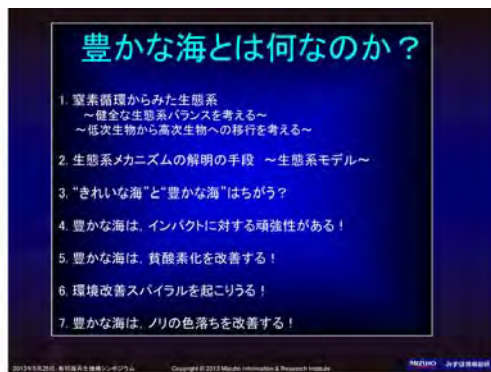
もう1つがノリの色落ちと二枚貝の連鎖という話があります。これは瀬戸内海で、播磨灘でということがまさに起こってたんですけども、冬になると北西風が吹く。北西風が吹くと、湧昇の流れができるんですけど、基本的には大型珪藻というのは、チツンなのか栄養価なのか、そういうものがそこにおいて、そいつらがこいつらに乗ってぐーっと上がってきて、どんどん増えてくる。それが沈降していくと有機物がどんどん増えて、これが無機化するとき酸素消費が起こる。それで光合成によるDINとかDIPがどんどん増えるという形で、こいつらがその植物プランクトンの餌なんですけれども、大型珪藻がばんばん増えるという仕組みは今なんじゃないか。

今、実は二枚貝が全然瀬戸内海にはいないわけです。ウチムラサキと言われて大アサリ



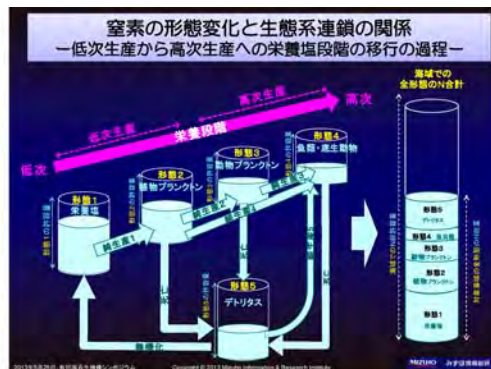
というものがいない。昔はこれがたくさんいたんです。たくさんいると何が起るかというと、大型珪藻をこいつらが食べてくれて、そいつらを排泄して DIN というのがここで大量に排泄物が無機体のチッソとかリンとかになって表層に出てくるんですけども、そうすると何がいかというと、使われているこの DIN と DIP というのは、栄養塩がこちらで不足していたのがたくさん出てくるということで、これでノリの色落ちも起こってなかったんじゃないかという話があります。先ほどの有明の例とかも同じようなメカニズムがもしかしたら働いているのかなと。

それで良いことはこれだけではなくて、二枚貝になってくれるので、海底に沈むプランクトンも減って、結果として酸素消費量も減るので貧酸素も起こらないというメカニズム



が起こってるんじゃないか。こういうふうな話が本当に起こっているのかというところが1つクエスチョンとしてあったわけです。

その次に、豊かな海というのは何なのかという話をさせていただきたいと思います。これはチッソが形態変化していく中で、生態系連鎖という話とどういう関係になっているかということをも模式的に示した図です。タンクはそれぞれの生物のタンクです。魚類とか底成層動物のタンク、動物プランクトンのタンク、植物プランクトンのタンク、そして栄養塩のタンク。中に並々と入っている水みたいなものがチッソだと思ってください。



例えば我々の細胞でも、チッソでできています。チッソがそもそも無機体という肥料、植物の肥料みたいな形で存在するのか、植物プランクトンの細胞としてチッソが存在するのか、動物プランクトンの細胞として存在するのか、そ

して魚類とか底生動物の細胞としてチッソが存在するのかというのがこの図で示したいことです。さらに、このデトリタスというのはいわゆる死骸で、非生物の有機体としてチッソが存在するのかと。チッソがどういう形態でもつかというのは、こういういわゆる食物連鎖のリンクによってできあがってきます。

つまり栄養塩を光合成によって植物プランクトンが使って、植物プランクトンを食べる動物プランクトンによってチッソが動物プランクトンになって、動物プランクトンを食べる魚類とか底生生物によってチッソが魚類、底成層生物になっていく。実際、チッソとかリンの総量規制なんて言ってるのは一体何かと言うと、例えば海域全体でチッソの量がどれだけあるかと言ったときに、本来は生物のこれだけの量をダーッと足し合わせた、これが海域での N の総量ということです。

生物の多様性という、このタンクが増えることになるし、生物の数が増えればタンクは増えるし、生物の種類が増えてもこのタンクは増える。簡単にいうと、チッソのバランスがどこかで崩れたときに生態系が崩れるという言い方をします。例えばこのチッソが

爆発的に多くなって、このタンクが溢れてしまったときには、この生態系は成り立たなくなるということが起こったりするわけです。

例えば、多種多様な生物が介在するというのはこのタンクが多いということだし、健全な生態系バランスといったときには、この形態がバランスいい形にチッソの形が成り立っているという話ですし、有効活用できる栄養塩が豊富だということは、全部のタンクの数を増やしてやることによってチッソを保有できる場所を増やしてやるということです。

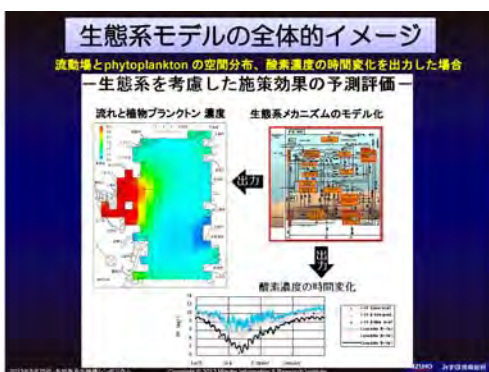
それで低次生産から高次生産へのスムーズな移行というのは、こちらの低い側のタンクから高次生産、要は魚へのパスをどんどん太くしてやるのが魚類を豊富にしてやるという概念だとします。このフローがどういうメカニズムで出来ているのかということを見ようとするのが生態系モデルの本質です。

生態系モデルはまさにフローを、生物の食るとか死ぬとか、食う食われるとか、そして流れによってどうなるかということ、それによってタンクのバランスとフローがどうなっているのかを見ようというのが生態系モデルというものだと理解していただけると思います。

ただ、ここで1つ大事なことを言わなければいけない。それはどういうことかということ、生態系モデルというのは、最も単純な生態系モデルの説明をどういうふうにすればいいかということなんです。コンピュータの中に仮想的な生態系を作ることが生態系モデルなんです。しかし、当然、世の中に存在するどんなモデルでも現実系は簡略化しています。ですので簡略化に過ぎないということに留意する必要があるあって、そうすると現実の生態系をどこまで上手に我々が近似できるのかということに、ものすごくフォーカスを絞らなきゃいけない。

例えば有明の問題だったら、有明の問題の本質はどこにあるのかということを見極めて、何を簡略化できるかということ、先ほど荒牧先生の話がありましたけれども、そこら辺が非常に大事になってくるということです。その部分を作るとするのは生態系ダイアグラムを作ると我々はいうんですけども、そのところで専門家以外にも、本当に分かるのはステークホルダーの方々にも最低限の理解をしていただくということが、科学に立脚した議論をできるプラットフォームになるための必要不可欠な条件だと思っています。

そうは言っても、基本の研究とか知見によって、解明されたフローをこういう形で複合的に考慮するというのが生態系モデルというものであります。これが東京湾なんですけど、

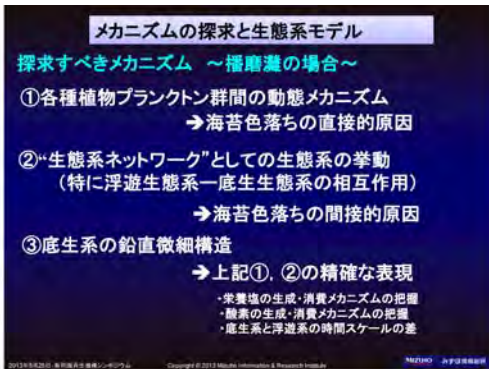


こんなぐちゃぐちゃとしたメカニズム、生物の中の食物連鎖を解いて、さらに流れの場を解いて、そうすると空間的にどうなっていくか、時間的にどうなっていくかという話が、酸素濃度とか植物プランクトンの濃度とかがこうやって出てくるというのが生態系モデルというものになります。

それで今日は特にフォーカスを絞って話をしようとするので何を話さなければいけないかということとでちょっと考えたんですけど、東京湾と少なくとも

とも全ての海域、私を取り扱った全ての海域においてテーマになっていることが①です。

どういうことかということ、生態系ネットワークとしての生態系の挙動はどんなのかとい



う話です。これは水の中の生態系と泥の中の生態系、もしくは干潟という場所の生態系と干潟ではないある程度水深が深いところの生態系、これらがお互いに相互作用した結果、生態系はどのようなのかということを見ないと、結果として今の問題が解決できないだろうと。これが生物論の増減と生態系の関係という話になる。これがまず生態系モデルで、今探求すべきメカニズムだというふうに思っています。

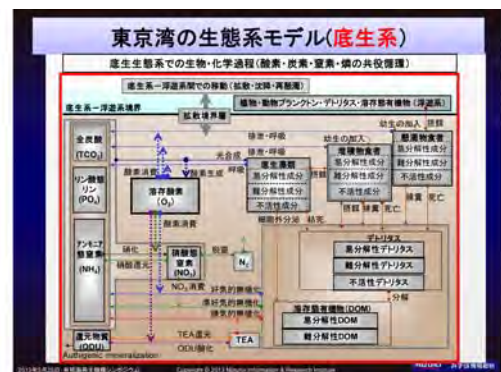
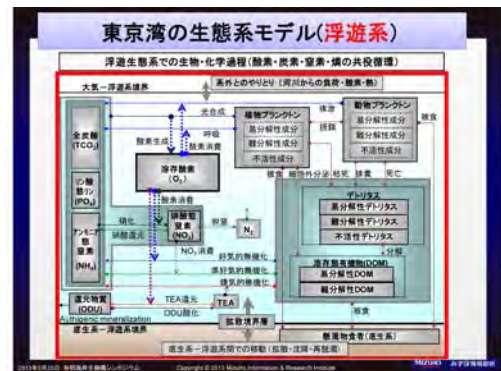
2番目は、特に播磨灘の問題ではこれがキーだったんですけど、いろんな植物プランクトンの種類があります。植物プランクトンの中でいろんな競合が起きています。こういうトータルメカニズムを把握しないと、実は播磨灘の場合はノリの色落ちの原因というのは探求できなかった。

3番目です。底生系の鉛直微細構造と書いてあるんですけど、これは貧酸素化ということが非常にキーになっているし、底生間の栄養塩が溶けて出てくるということに対してもキーになってます。こちらが分かるようにするためには、底生系というのを鉛直方向にマイクロピッチで分析していかないと分からないという話があります。どうしてかという、例えば底生系の表層1cmとか5cmとか、そこには10年という歴史が堆積されています。空間スケールに対して堆積されている時間が非常に長いので、例えば開門してから5年後どうなるかとか、そんな話をするためにもここら辺はしっかりとやっておかなければいけないという話になるわけです。

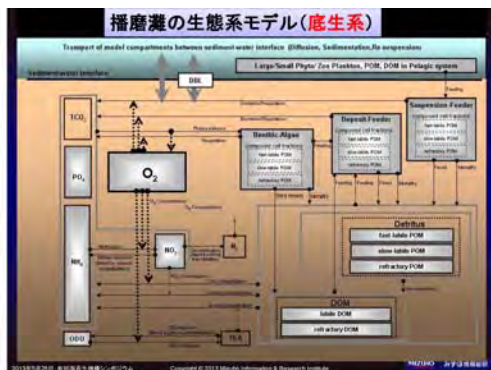
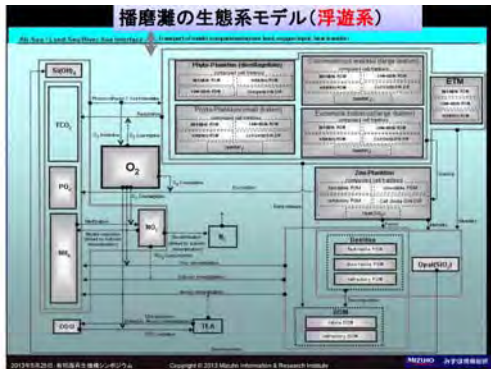
東京湾でどういう形でといったとき、例えば「食物連鎖って何？」ということモデルの中で問います。動物プランクトンとか植物プランクトンとか酸素がどうなってる、底生系はどうなっている、デトリタスという非生物の有機体がどうなってるとか。こいつらが植物プランクトンが光合成をして、光合成から動物プランクトンに食われて、こいつらが死亡してというプロセスなんですけれども、先ほど言ったイメージでいうと、これがタンクで、これがタンクの間を流れていたフローだと思っていただければいいと思うんです。そういう形で、例えば有明海全体にある窒素とかリンとか炭素とか、どの形態でどういう形でどのパスによってバランスが出来ているかということを書いていこうというのが生態系モデルです。

こちらが泥の中です。堆積物とか懸濁物食者とか底生藻類とか、こんなものが入っています。

こちらは植物プランクトンが10月から3月にかけてユーカンピアというか、大型珪藻といわれている、こいつら大型珪藻なんですけど、



休眠細胞を作って冬にブルームができて春にまたブルームができてという生活史があって、ユーカンピアにもブルームができてと。ノリの色落ちというのはちょうどここで起こるんですけれども、普通の植物なんかもこうなっているというふうな話があって、これがいったいどうして起こっているのかという生活史的な、いわゆる植物プランクトンの生活史までモデルに組み込もうということも見たいものによっては必要になってきます。



それをやっているのがこちらです。植物プランクトン全部のコンポートに分けて、いろんな形で植物プランクトンそれぞれの生活史をこのモデルの中に組み込んで、それによって全体のバランスがどうなっているかを見ることによって、播磨灘なんかはここまでやらなきゃいかんだろうということやったりします。これは播磨灘の泥の中です。

言いたいことは、先ほど有明海モデルと荒牧先生がおっしゃっていましたが、海域に応じて、もしくは目的に応じて、モデルのダイアグラムは若干変わってくる。ただその一方で、どこの海域にも共通して大切な部分もある。そこら辺を取捨選択しながら作り込んでいくということが、非常に重要になってくるというファクターになります。

モデルの検証として観測が、先ほどお話がありましたけれども、どれだけ合ってるかという

ことで、これは1年間なんですけど、底層で夏場に貧酸素になって冬場に上がってくる。表層ではこんなに上がって、植物プランクトンは光合成をすることによって酸素ができてということがモデルの中でまさに起こっている。モデルで作上げた生態系でこういうことが起こっている。さらに泥の中で酸素のプロファイルがこんなふうになってるとか、観測だけでもすごい大変なことです。

東京湾で観測したのは産総研のサヤマさんという方がいらっしゃるんですけど、彼がスペシャリストだからこういうデータが集まってるというのがあるんですけど、観測ということにもものすごく高度な技術ということを、数限りなく職人のようなすばらしい研究者がいてこういうことができているというところもあります。

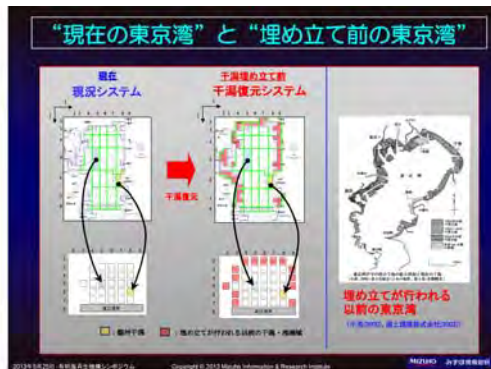
これは干潟の中で1日の中でどういふ変動が起こっているかということ、DEOが、これは観測です。これは港湾空港技術研究所というところが観測しているんですけど、これに対して経産省はこういう形でちゃんと追うというところまで検証するというところでやらなきゃいかん。

例えばこれは植物プランクトンとか酸素だけじゃなくて、他のアンモニアとか硝酸とかこういうことについての観測値とモデルの結果を比べることが重要です。というのは、先ほどタンクの話をしましたけど、タンクとタンクの間にフラックス、矢印があって、全部密接に絡みあっているの、こいつを違う方向に狂わせるとこいつらはほんとは狂っ

ていかなきゃいけないわけです。そこら辺の構造をしっかりとモデルは表現しないといけない。

すごく極端な言い方をすると、それが表現できてないモデルは、少なくとも将来予測をする上では不向きだと思います。何かの変化を与えるとすべての連鎖が表現されてモデルとして出てくるということをやっけていかないと、将来どうなるかということは見えないという話になります。

じゃあこういうモデルを使って何ができてくるのかという話を、いくつかの海域を事例



にお示ししたいと思います。シミュレーションという生態系モデルのいいところというのは、計算機上に生態系を作っているの、計算機上で例えば東京湾の干潟を作ってもできます。東京湾で干潟を作ったらどういうことが起こるかというシミュレーション上で見るができるわけです。それが一体どうなるか。

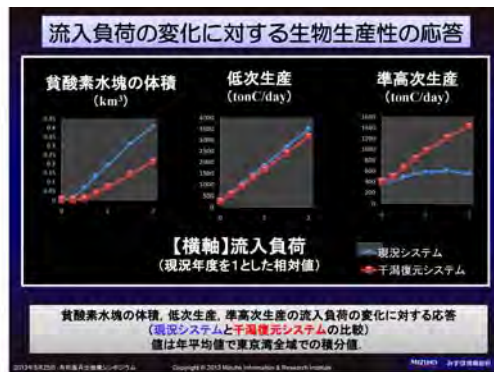
これは実は極端な例なんですけど、今の東京湾に対して昔埋め立てられてしまった干潟を全部修復したらどうなるかということシミュレーションでやってみました。赤い部分が昔の干潟です。青いのが現状で、赤いのが干潟を復元した場合のシステムです。ここからここまでは4月から3月までで1年間なんですけれども、貧酸素の体積を示しています。夏場に貧酸素というのが大量に発生するのですが、今のシステムよりも干潟が復元したときは貧酸素の体積はすごく少なくなります。懸濁体有機物とって、いわゆる海の中に

まかれている浮泥なんですけれども、こちら今システムよりも干潟が完全に復元したときのほうが少なくなります。1年を通じて少なくなります。

一方、干潟復元システムに対して現状システムを二枚貝とか底生動物を比較すると、今のシステムよりも干潟を復元した場合のほうが圧倒的に数が増えます。ここで貧酸素によって死んでいるところがあるので、東京湾全体を見たときにこういうふうなことが起こっているんです。先ほど、流入負荷削減がすべての解決策ではなくって、次の検討が始まっているという話がまさにこれですけれども、流入負荷という人が出している負荷を現状の2分の1にした場合に、今の東京湾でどうなるかとシミュレーションすると、貧酸素は流入負荷2分の1のときは減ります。この薄いブルーですね。流入負荷が減ると、懸濁体有機物も減ります。

ここでキーなのはここです。底生動物は流入負荷2分の1にただけだと、今より減るんです。つまり餌がない。簡単に言うと、きれいな水ということを作り上げても、生物の多様性ということを維持する方向にはいかないという話が、実はすごく大切なことだということをお伝えしておきたいと思います。

その次に見えたことということで、こちらは流入負荷を変化させることによって生物生産



がどうやって応答するかということを見ているグラフです。干潟を復元した東京湾と今の東京湾とで比較した場合にどうなっているかということです。1というのは流入負荷が今の状況で、2というのが流入負荷を2倍にした場合、0というのは流入負荷0、河川からの流入負荷が0という話ですけど、貧酸素水塊の体積というのは、実は流入負荷をどんどん増やしていくと干潟の復元システムだろうが今のシステムだろう

が、両方とも増えます。けども体積自体は、昔の干潟復元システムの方が貧酸素になりにくいということがあります。

2番目です。低次生産といわれている、これは植物プランクトンが光合成をして元々の餌、餌の起源は植物プランクトンなんですけど、植物プランクトンが多ければ多いほど、餌というのがたくさんあるという話です。これは干潟があるシステムとないシステムとで比べた場合、ほとんど変わらない。

一方で、準高次生産というのは、植物プランクトンから底生動物という、より高度な生物にどれだけ移行していくかという話ですけども、現況のシステムよりも干潟システムのほうがはるかに増えていく。現況のシステムでは、簡単にいうと流入負荷が2倍ぐらいになってしまうと、高次生産は2倍だと減るのだけど、今よりちょっと減らすぐらいだったら生産量は東京湾より増えているということがシミュレーション上で出ています。

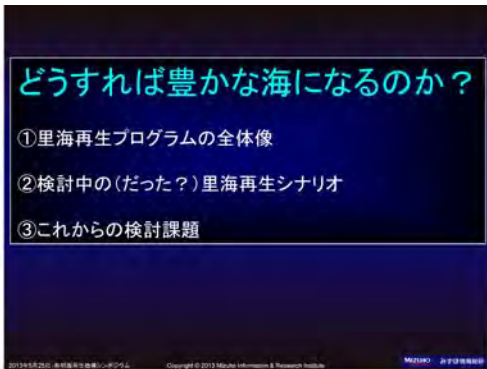
大事なことは、そこら辺の話をどういうふうに捉えて、我々は最適なバランスを作っていくかということになってくるのかなと思っています。

3番目です。豊かな生態系は耐性が強いという話をします。頑強性が強い。実は赤潮が起こった後にどういう反応をするかということ、干潟がある場合と干潟がない場合とで比較しました。8月15日にドカーンと赤潮を与えます。そうすると当然両方とも貧酸素化ということがどんどん進むのですが、その貧酸素化のなりやすさというのは、干潟がある場合のほうが全然低くて、干潟がない時のほうが大きい。そして何日かたって終息していくという話になります。低次生産については両方とも赤潮がドカーンとあると、ドカーンと増えるということが起こる。

一方、高次生産については、面白いのですが両方とも増えます、赤潮が。これは餌がたくさんあるのでバーンと増えるのですが、その後大事なのは干潟がない場合は高次生産って現状でもマイナスということで、減るんです。減っている時間が長いです。8月15日から11月1日まで起こっている。干潟があるシステムは、高次生産が減るという期間はほとんどなくて、あっという間にその影響を解消していくということが起こっているという事実があります。

さらに二枚貝が増えるとノリの色落ちが減るという話もまさにシミュレーションの結果でも出ていて、栄養塩が濾過措置の30倍現状より下という、昔もこれくらいいたということなのですが、そうすると栄養塩がドンと増えて、ノリの色落ちが減るということになっています。こういうことがどんどん今見えるようになってきています。

ただ、大事なことは複合的な問題というのが実はキーで、干潟があればいいのか、干潟



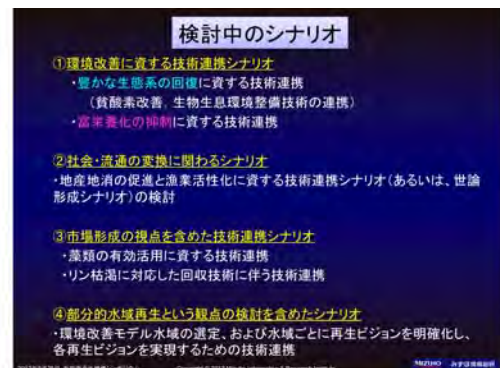
がなければいいのかという話、さらにはそれは温暖化の影響なのか、それとも流入負荷の問題なのか、それともそのほかの問題なのかという話で、いろんな要素がある中でそれらが複合的に絡み合った結果どうなっているかということはこのシミュレーションは見せようとしているのですが、これについてどこまでこのモデルを信用していただくかということについては、実は議論の最中だと思います。

そうは言いつつも、あらゆる知見を複合的に評価できるコミュニケーションツールというのは、私が知る限りですけど、おそらくこういうモデルしか今はない。あとはモデルのモニタリングとか何かの結果も統合していくシステムとしても、多分モデルというのが今あるところの1つのツールになっている。大事なことは、こういうモデルは簡略化にすぎないということを考えつつも、そこに重ねている仮説を皆さんで共有することによって最適な解を、ソリューションを導き出そうという動きが、この生態系モデルということを使おうとしている、例えば行政だったりするところではこういう考え方をしようとしているのが今の動きだと思っています。

最後に、どういう形でこのモデルを使って再生のプログラムを作っているかという1つの事例を紹介します。これは生物多様性のCOP10というのが愛知県で開かれたときに、愛知県のほうで一緒に作らせていただいたものです。再生の方向性というのは「きれいな海」と「豊かな海」と「親しめる海」という三つ巴で、これの最適なバランスを探らなければいけないだろうと。ただ、それぞれを何を持って評価できるのかという、評価の指標がそもそもできあがってなかった。さらに、どういう技術がこれをやるためにあるのかということも、施策があるのかということも分かってなかった。

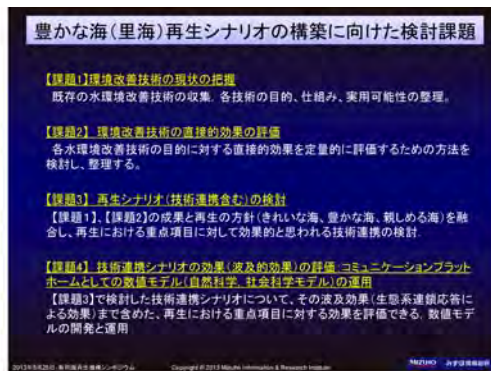
ここら辺をしっかりと整理することによって、例えば評価指標を何にするのか、施策・技術面でどういうものがあるのか。それによって、こういうのを組み合わせることによって生態系モデルとかを使ってシナリオを評価してやろうという話をいろいろしていました。これは経済性の評価まで含めた形です。そういう形で、できれば里海を再生するようなプログラムを作りたいという話があったと思います。環境保全の立場なのか、経済とか文化とかこういうことの発展の立場なのか、さらにそれを調和させるという良い道はどこにあるのかということ、こういうふうなシステムを使って表現できないだろうか。

その中でいろんなシナリオが考えられていきました。環境改善に資する技術連携シナリオ、例えば豊かな生態系を回復するためにどういう連携があるのか。富栄養化を抑制するためにどういう連携があるのか。社会共通の変換を考える、例えば漁業とか農業ということも全部含めた地産地消の促進と漁業活性化に資する技術連携のシナリオはありえないのか。さらには市場の視点ということで、再生エネルギーとかなんとかということと、



沿岸域を使えないのかということ、例えば藻類とかリンの枯渇とか、こういうことを上手に利用した技術連携シナリオはできないのか。

さらには、部分的な水門を開けるといった話にもリンクするのかもしれませんが、部分的な水域を再生するという形でトライアンドエラーをするのはどうなんだろうかと。こういうことをいろいろと検討している状況があります。



ただ、これをやるためには環境改善の技術がそもそもどういう状況にあるのかを把握しなきゃいけないし、直接的な効果を簡単でもいいからある程度評価しなきゃいけない。そして再生シナリオ、技術連携シナリオを作らないといけない。最後は技術連携シナリオの効果が一体どの程度なのかということ、自然科学とか社会科学モデルを使って評価してやろうという形になっていくかというイメージです。

そういう形で、これだけいろんな技術を使って、どこにどれが効いて、どういう形で最終的な良い海が作れるかという話を経済効果まで含めて考えようということが、今の大きなトレンドとしてあります。

最後に1つ、TPPの絡みについても話をというか、地産地消ってどれだけ重要かということも言いたいんですけども、今海外から入ってくる窒素の全量というのが2283(10³トン/年)です。これに対して日本が輸出してるのはわずか19です。リンでも同じようなことが起きています。

逆にいうと、この2264(10³トン/年)が日本に蓄積されてるんです、どんどん。これはどこに行ってるかということ、全部、閉鎖性海域に行ってます。ここら辺も全部含めて、どうやって我々はこれを考えなきゃいけないかということもあったりするという話が重要だと思います。

さらに1つだけシナリオをお見せしようかなと思ったんですけど、いわゆる地産地消ということを促進していくために、これは東京湾とか愛知県でも同じだったんですけど、広域流通という市場があって、モデル水域を中心とした地域内流通というのがあって、この2つを上手に組み合わせながら食文化と技術連携と環境改善を作っていくシナリオをどう作ればいいのかと。

そこで実は今問題なのは何かという話がこのに書いてあって、大型物流ってなぜなのかということ、4定条件というのがあって、定価格で定品質で同じような質で定量であると。「テイ」というのは定まっているという意味なんですけど、こういうものを満たすことが実は大型の物流では非常に重要です。だから海外のチリからサケを持って来たりとか、そういうことが起こってるわけです。

ところが例えば東京湾とか瀬戸内海を見てても、イワシ、ボラ、コノシロ、バカ貝、アオヤギとか、東京湾を見ててもこんなのはたくさんいるんですよ。実はこいつらを使ってないじゃないかという話があって、それに対して水産加工業とかはこういうことを上手に使って、さらに消費者の意識向上ということも全部図りながら、地場の魚の消費を拡大していくことによって、そのためには養殖技術が必要だとか水産の干潟造成技術が必要だと

いうことを持つていくことによって、最終的に地産地消ということと環境の改善ということがいいような形、これは海のサイドからだけ話をしてるんですけども、こういう流通シナリオができないかということを考えたりもしています。

最後に有明海という話で、実は私は有明海にはほとんど素人でございます、いろいろと再生機構からも教えていただいているという状況であるんですけども、再生の目的はどこにあるのかという話と、再生のシナリオということを抜本的な公的な対策というのはどこにあるのか。さらにシナリオに期待されている経済環境、そして社会効果ということ、青臭い話をしますけれども、そこら辺をよく考えた上でステークホルダー間の話し合いをしていくことが結果として必要なんだろうなと。

実はこのステークホルダー間の問題というのは、有明ほどではないんですけども、どこでも経験させていただいているところでもあります。ここら辺というのが解決できれば、すごく大きな日本のショーケースとして世界にも通用するようなものになっていくんじゃないかなというくらいにポテンシャルがあることは常々感じております。そういう素晴らしい場であるかと思っております。

すみません、長くなりました。ありがとうございます。

○司会 どうもありがとうございました。予定されていた時間が2時15分過ぎになってしまいましたので、申し訳ございませんが第1部の質疑につきましては、第2部で意見交換会と含めてさせていただきたいと思っております。