第5回 「有明海のなぜ？」シンポジウム

～有明海の環境変化はどこまで科学で解明されたのか、
また今後の進むべき方向は～

平成23年2月19日

佐賀大学 理工学部6号館都市工学科大講義室

【主催】 特定非営利活動法人有明海再生機構

【後援】 環境省、佐賀県

第５回「有明海のなぜ？」シンポジウム

～有明海の環境変化はどこまで科学で解明されたのか、また今後の進むべき方向は～

日　時：平成２３年２月１９日（土）　１３：００～１７：２０

場　所：佐賀大学理工学部６号館都市工学科大講義室

○司会

本日は御多忙な中、御来場いただき、まことにありがとうございます。

第５回「有明海のなぜ？」シンポジウムです。有明海再生機構も６年目の折り返しの年を迎えてきまして、これまでの成果とこれからの方向につきまして真摯に取り組んできていたところでございます。それでは、開催に際しまして、最初に、有明海再生機構の楠田哲也理事長からごあいさつを申し上げます。

開会　主催者挨拶

○楠田哲也・有明海再生機構理事長

ただいま御紹介をいただきました楠田でございます。本日は休日のところ、このシンポジウム「有明海のなぜ？」の第５回目に御参加をいただきまして心よりお礼を申し上げます。

私どもＮＰＯ有明海再生機構は、有明海を豊穣の海にすることを願い、皆様方から御支援をいただきながらさまざまな活動を実施してまいりました。今、司会から紹介もありましたように、はや丸５年を経過いたしまして、10カ年を期限として設置されておりますので、ちょうど中間点を越えたことになります。これまでの活動を振り返り、これからを戦略的に進めていくために、これまでの４回のシンポジウム、ノリの養殖、それから、タイラギの成長、貧酸素の発生、干潟の底質などについて議論してきましたものを基礎に、今回、これらのまとめとしてこの５回目を開催するものであります。また、時を同じくして開門調査に関します裁判の結果も出ておりまして、これからの有明海を考えるよい機会というふうにとらえております。

本日は、来賓として佐賀県知事の古川康様にもおいでをいただきましてお言葉をちょうだいできますこと、うれしい限りでありまして心よりお礼を申し上げます。

今回のシンポジウムは大きく２つに分かれております。第１部では「これまで」の経過をたどります。第２部では「これから」を考えます。第１部は、再生機構から報告を申し上げます。第２部では、有明海の将来像とそこに到達するまでの科学的な調査について基調報告をいただき、パネルディスカッションによりこの議論を深めていきたいと考えております。

最後になりましたが、会場を提供してくださいました佐賀大学の関係者の方々、それから、基調報告をしてくださいます九州大学の柳先生、経塚先生、佐賀大学の濱田先生、また、パネルディスカッションに御参加くださいます須藤先生、熊本大学の滝川先生、長崎大学の松岡先生、西海区水産研究所の小谷様、それから、佐賀大学の速水先生にお礼を申し上げまして、開会の言葉にかえさせていただきます。

○司会

それでは、ここで御来賓のごあいさつを佐賀県知事古川康様にお願いをいたします。

来賓挨拶

○古川　康・佐賀県知事

御紹介を賜りました佐賀県知事の古川康でございます。ＮＰＯ法人有明海再生機構がこの平成22年度を締めくくる第５回のシンポジウムを行われるに当たり、本当にこうしてたくさんの方々がお集まりいただいていることをまずもってうれしく思います。私は、主催者ではなく、来賓という立場ではございますけれども、このＮＰＯ法人有明海再生機構を平成17年に10年間という期限つきでやっていこうという立ち上げをした一人でもございます。この間、ちょうど中間年のこの５年目にして福岡高裁の開門判決が確定をして、もう法律の世界では既に開門というのはやらなければならない事実といいましょうか、起きなければいけない事実として確定をしたということは、この10年間の中で中間年としての大きな節目になっているのではなかろうかと思っております。

私どもは、この有明海を何としてでももとの豊かな海に取り戻すため、また一方で、そういう熱い思いを持ちながらも、冷静に科学的ないろんな事実や研究の積み重ねをしていかなければ、さまざまな現実に暮らしが成り立っている有明海のその生活に影響を与えないような形で、例えば、開門調査を行う、例えば、研究を進めていく、再生の事業を行う、そうい

ったことはなかなか難しいのではないかと考え、こうした取り組みを支援してまいりました。

おかげをもちまして、いろんなシンポジウムや研究の成果というものが、少しずつではありますけれども、一方で着実に出てきていると私は認識をしております。そして、いよいよその研究の成果を実際に使う場面が間もなくやってくることになると思っております。

私は、県政の３本柱のうちの１つに県民協働を掲げております。オープン、現場、そして、この県民協働というのが３本柱でありますけれども、まさにいろんな開かれた形で研究をし、有明海の現場で何が行われているかを考え、それを県内の人だけでなく、いろんな立場の人、県外の人、あるいはコスグローブ先生のように、このＮＰＯ法人の名誉顧問に就任していらっしゃる方もいらっしゃいます。世界の英知を集めて、何としてでもこの有明海をもとの海に戻していくんだということをこのシンポジウムを機会に改めて確認をしていただければありがたいなと思っております。

私はまた次の用務ですぐにここを出なければなりませんけれども、今回のこの第５回のシンポジウムが本当に皆様にとって、そして、有明海にとっていいものとなることを心から期待申し上げまして、私のごあいさつとさせていただきます。本日はお集まりをいただき、そしてまた、お招きをいただき、まことにありがとうございました。

○司会

それでは、続きまして、本来であれば、環境省の諸石室長様にお言葉をいただく予定でございましたが、緊急の所用で出席されなくなったということでございますので、御報告だけいたしておきます。それから、国会議員の方々からメッセージが届いております。お名前だけ紹介をさせていただきます。衆議院議員の原口一博様、同じく衆議院議員の大串博様、衆議院議員の鳩山邦夫様、衆議院議員の古賀一成様、以上４名の方々のメッセージはロビーのほうに掲示しておりますので、ごらんいただきたいと思います。

今回、有明海・八代海の調査研究に関連の深い多くの研究者の方々にお声かけをいたしましたところ、環境省に設置された有明海・八代海総合調査評価委員会の委員の先生方を初め、多くの方々に参加をいただいております。

それでは、第１部の本題に入らせていただきます。初めに、有明海再生機構の川上顧問に「有明海をめぐる動きと有明海再生機構のこれまでの活動報告」というテーマで報告をいただきます。

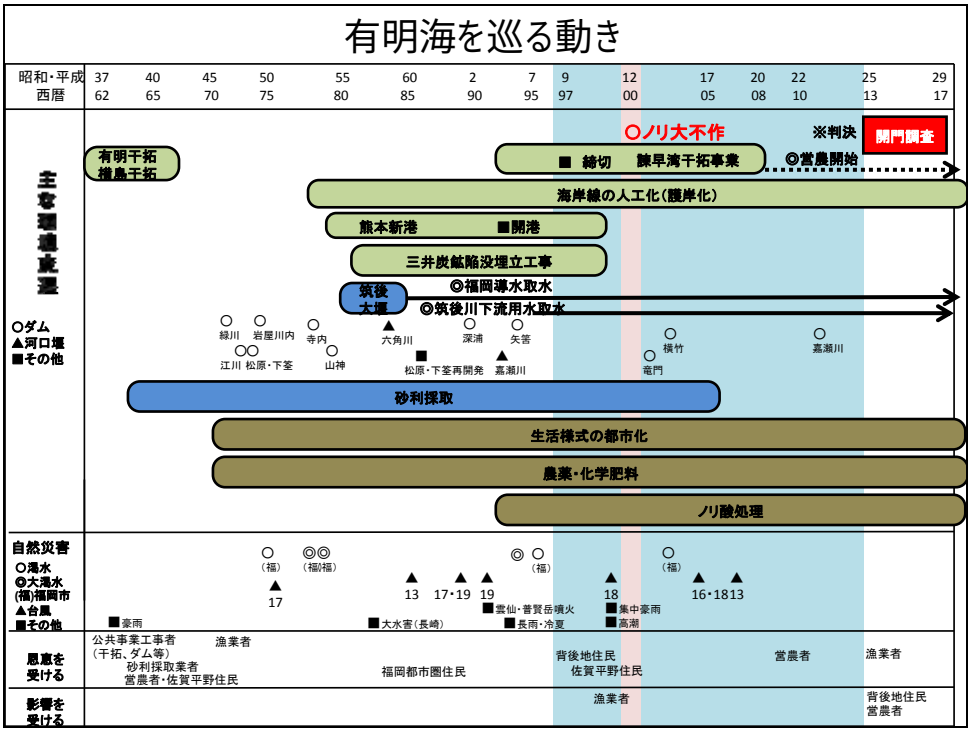
第１部　有明海調査研究の到達点

「有明海をめぐる動きと有明海再生機構のこれまでの活動報告」

ＮＰＯ法人有明海再生機構　顧問

川　上　　義　幸

御紹介いただきました顧問をしています川上でございます。私のほうから、御紹介いただきました有明海のこれからを議論するわけでありますが、その議論をする背景というか、バックグラウンドみたいなお話をさせていただきたいと思います。



まず、「有明海をめぐる動き」ということで、ご説明します。ブルーの色のところがこの十数年の期間であります。有明海の環境問題を、これから議論するわけですけれども、これまではどちらかというと、諫早干拓事業との関係で議論がなされてきています。しかし、そのほかにも専門家の先生や関係者からそのほかにもいろいろな環境への影響を与えた要因があると、こういう御指摘があります。事実関係は別としまして、指摘されているものを昭和30年代から今日まで上げてみました。

干拓につきましては、諫早干拓だけでなくて、これまで有明海に面した４県で干拓が行われております。それと、海岸線には人工の堤防が整備されて、入退潮量が減ったということでございます。それと、熊本新港との関係を指摘される方がございます。それと、三井炭

鉱陥没埋立工事のお話をされる方もおられます。そして、筑後大堰ですとか、ダムなどの水資源開発施設のことを御指摘される方もあります。それと、筑後川ですけれども、砂利採取の影響。そして、有明海に面した流域の都市化による影響、それと農薬・化学肥料の問題の指摘、そして、ノリの酸処理の話をされる方もいます。

いずれにいたしましても、それぞれの事象には、受益を受ける方、そして、その一方で影響を受けることが懸念される方、そういった利害関係が生じてまいります。個々の事例では事前に、それぞれその関係者間で調整がなされて、例えば、補償ですとかで調整がなされたものもあるでしょうし、ある事象ではそのときに利害関係を意識しませんが、例えば、都市化の影響だとか結果的にそういうふうな御指摘があって気づくこともあります。

今後、有明海の再生の議論がどんどん進んでいくと思いますが、これまでの過去の利害関係が話題となることもあるでしょうし、今後起こるであろう利害関係もあるかと思います。そういったものを調整していくためには、客観的な環境への影響だとか、科学的な知見が当然重要になってくるわけであります。それと同時に、科学だけでは解決できない部分も出てくるかと思います。そういったところは行政ですとか、政治の世界でそういった利害調整、合意形成みたいな話が今後の課題になってくるんだろうと思います。

社会的な事象だけではなくて、有明海には自然との関係が深うございます。例えば、台風が襲来いたしますと、有明海を撹拌して有明海は活性化されます。それと、大洪水が河川から出てまいりますと、真水がたくさん有明海へ入ってきますから、貧酸素水塊の発生などの影響も出てくるかと思います。

そういったものを時系列的にピックアップしてみました。このような時系列整理を、議論する上で頭の隅に置いていただきたいと思います。

次に、先ほど言いましたブルーで塗ったところをピックアップして詳しく説明させていただきたいと思います。

平成９年、潮受け堤防の締切り。

平成12年、ノリの大不作、これが大きな社会的な影響を与えたわけであります。

これを受けて、国のほうで特措法と言っておりますが、「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律」が制定されます。

このブルーの期間は、先ほど言いましたように、ここ十数年は諫早干拓事業と有明海の環境問題が中心で議論されます。まずは、短期開門調査、農水省の第三者委員会で議論され、

実施されます。中長期の開門、先ほど知事の話もありましたけれども、その話については平成16年段階では、開門はいろいろ影響があるということで、開門をせずにそれにかわる有明海再生方策をやっていくという、農水省の見解が出された時期もあります。

平成20年には、司法の世界で開門調査を議論されますが、佐賀地裁で開門の判決が出ましたが、国は上告します。そのかわりにアセスをきちっとやるという政府方針が出てまいります。

そして、平成22年に、先ほどから出ていますように、上告断念ということで司法の世界で開門が決まったわけであります。

いずれにいたしましても、ここ十数年は諫早干拓事業と有明海の環境問題が中心に議論され、特措法の制定ですとか、その都度、いろいろな調査が農水省で実施されることになります。金額的にもかなりのものが実施され、いわゆる調査バブルと言われるようになります。

そのほかにも文部科学省ですとか、いろいろなところで調査研究がおこなわれます。代表的なものとして、平成17年から22年の５年間に行われた佐賀大学のプロジェクト、それと、九州大学、熊本大学、佐賀大学の３大学で有明海生物環境俯瞰的再生と実証実験、そういった調査がかなりの予算で大々的に行われます。

そのような中で、有明海再生機構、今日のシンポジウムの主催者でありますが、それらの調査研究ができるだけ効果的に体系的に進むよう調整したり、連携したりする役割が必要になりますが、そういった役割の一翼を担えないか、それと、一言で有明海の再生といっても、非常に難しい課題でありますので、どういった方向で再生を目指すかということを考える機関として、ＮＰＯ法人有明海再生機構が設立いたしております。

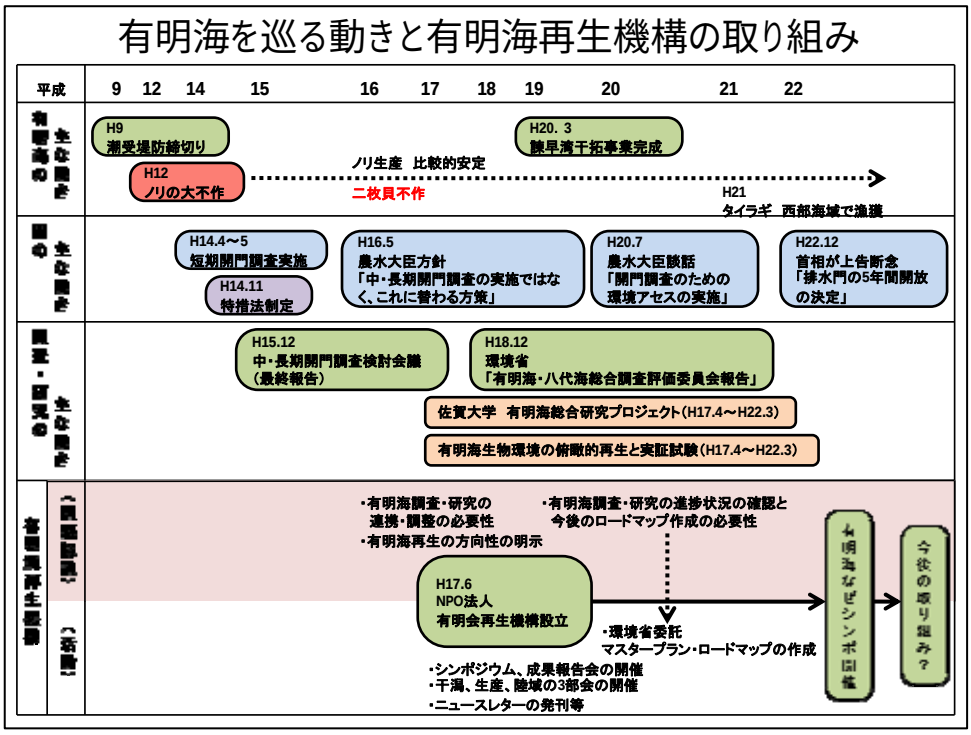
環境省のほうで有明海・八代海総合調査評価委員会というものが運営されておりまして、その場でこれまでの得られた調査研究の整理だとか、今後の課題みたいなところを整理していただいております。それを受けまして、環境省でどこまで有明海が調査・研究が進んで、今後どういう課題があるか、言ってみれば、今後のロードマップみたいなものをつくる必要があるということで検討がなされます。有明海再生機構は、その委託業務を引き受け、ロードマップの作成をお手伝いしてまいりました。

そのほかにも、先ほどからお話ありますように、シンポジウムを開催し、いろいろな機関で研究されている話題を提供していただき、それをもとに全体討議を行って、それをまとめて一般の方々に情報提供するということを行ってきました。有明海再生機構は５年目を迎え

て、これまでの成果をもとに「有明海のなぜ？」シリーズのシンポジウムをずっとやってまいりまして、今日がその総括的な話になります。

有明海再生に向けてどういう活動をすべきかということを、これから専門の先生方で御議論いただき、いただいた提言等を今後の機構の活動の参考にさせていただきたいということでございます。

今日はよろしくお願い申し上げます。以上でございます。



基調報告

「有明海調査研究で科学技術はどこまで解明したか」

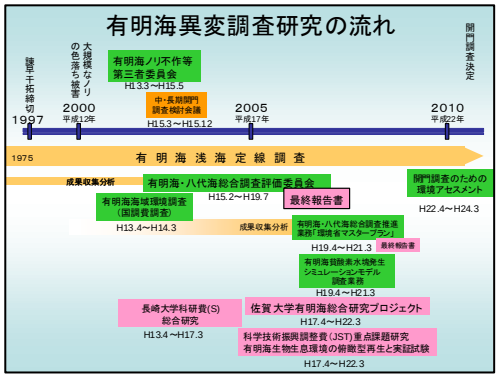
ＮＰＯ法人有明海再生機構　副理事長

荒　牧　　軍　治

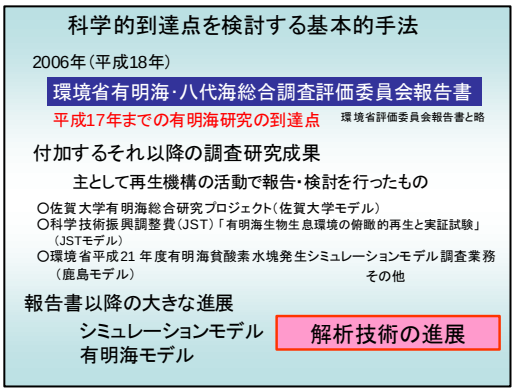
皆さんこんにちは。今、御紹介いただきましたように、このタイトルで話をさせていただきます。

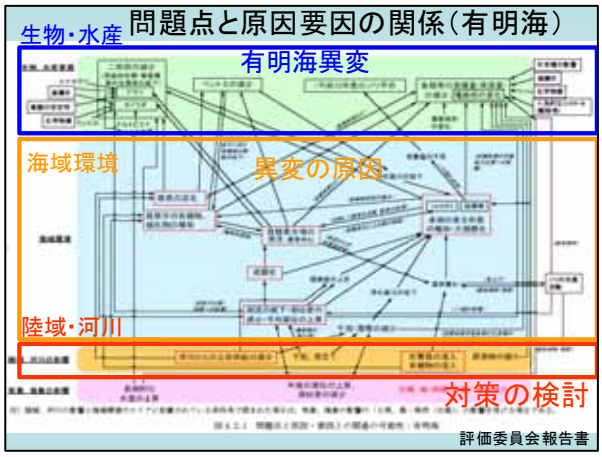
これまで５回のシンポジウムをやった成果を主に上げますので、既にお聞きになった方たくさんいらっしゃると思いますけど、取りまとめてお話をさせていただきます。

流れは、今、川上顧問のほうからこういう流れであるということは御理解いただけたと思いますが、私の今、手法ついてちょっと先に述べておきます。

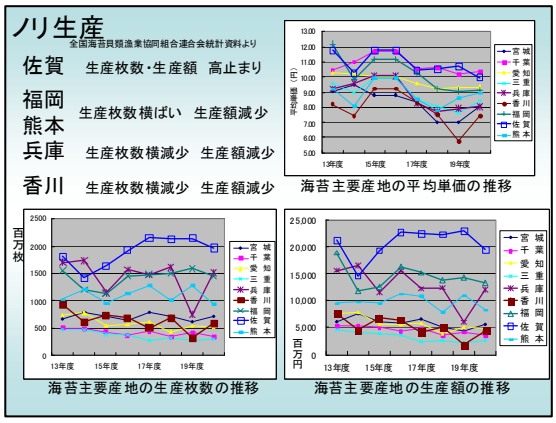


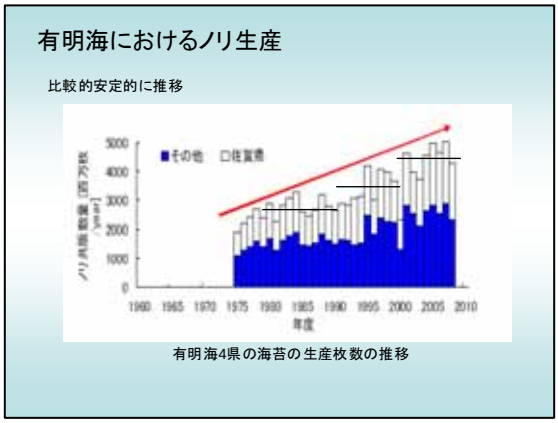
私は、この環境省の有明海・八代海総合調査評価委員会にも参加させていただきましたけれども、私の認識は平成12年までの有明海研究の到達点はここに基本的には示されているんだという認識です。ここに書かれているもの、すなわち取捨選択した上で載せられたものが、その当時のいわゆる有明海研究の到達点であったのではないかと認識した上で、じゃあ、それ以降、付加するものとして、我々再生機構で活動報告の検討を行ったもの、そのことを主として取り上げておりますので、必ずしも有明海全体をあらわしているものではないということはあらかじめお断りしておきます。再生機構のところで議論したものが中心になっているということです。その中でも特に佐賀大学の総合研究プロジェクト、これは佐賀大学、私がマネジャーをやりながらやってきたもの、５年間の分、それから、楠田理事長さんがキャプテンになって行われたＪＳＴの調査研究、それから、私たちと非常に近くつき合わさせてもらっている西海区あたりが中心になって行われた有明海の貧酸素の水塊のシミュレーションモデルの検討といったものが我々のところで紹介されましたので、その成果を上げさせていただきます。





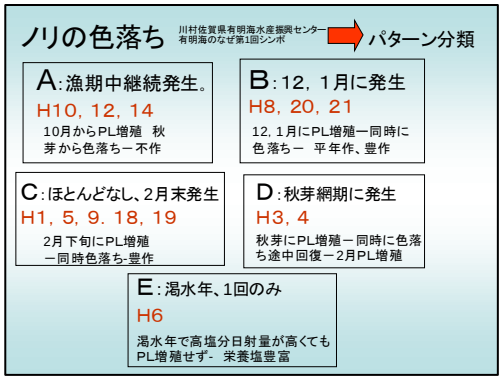
何といっても報告書以降の大きな進展というのは、このいずれの３つのプロジェクトとも、解析モデル、シミュレーションモデルによる解析というのが非常に大きく進化した時期ではなかったかというふうに理解しています。これは環境省の報告書に載せた、いわば関係図ですけど、一番上が有明海異変と言われている現象です。それから、ここが海域環境の部分、これが原因と考えられているところ。それから、さらに陸域・河川といったものが、いわば対策として議論されてきたわけですけれども、こういう流れの中で議論を始めていきたいと思います。

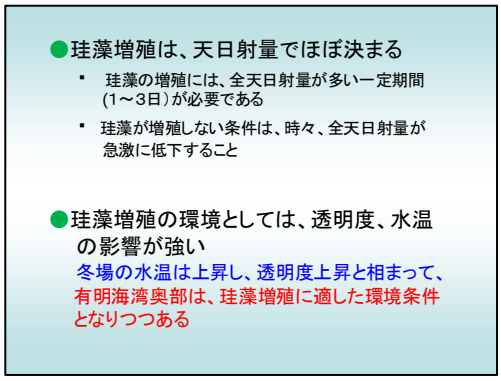


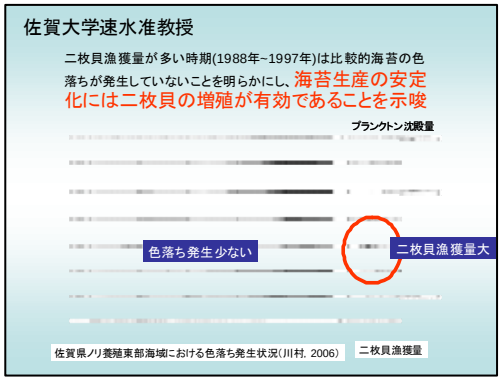


まず最初に、一番上の異変と書かれたものをどう認識したかということについて述べます。これまでの分については、随分皆さんも御存じだと思いますけど、最新のデータ20年度まで入れたところでどう動いてきたかということを見ていきます。

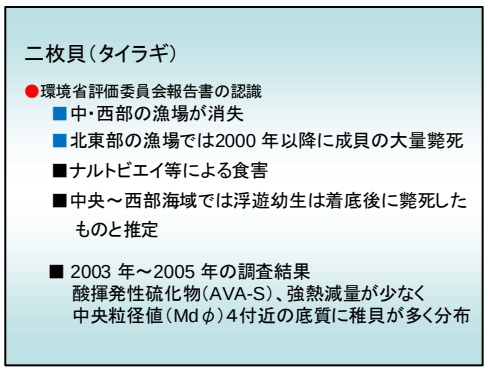
佐賀は、生産枚数、生産額ともに非常に好調に推移している。それから、福岡、熊本は、生産枚数は横ばいですけれども、単価が少し落ちてきているので、いわば生産額としては少し落ちている状況にあります。それに比較して兵庫、香川といった瀬戸内海では、生産量と、それから、単価が両方落ちてきたので、生産額としては非常に苦しんでいる状況にあります。そういう点で見ると、有明海全体としては、1975年から1990年近くまでの段階、1990年から2000年近くの段階、それから、2000年から2010年ぐらいまでの段階でいうと、ある意味でいうと、生産枚数としては有明海では上がってきている、比較的安定的に推移している、あるいはむしろ上昇してきているということが言えると思います。



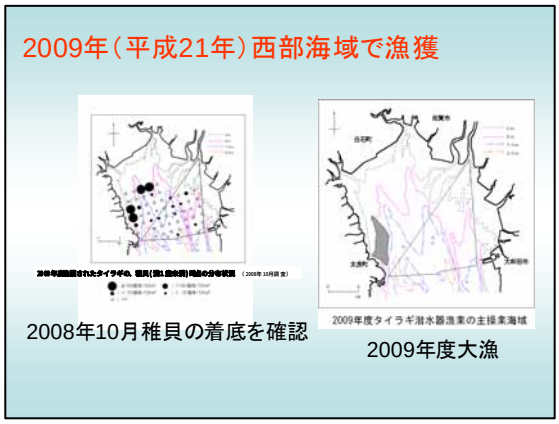


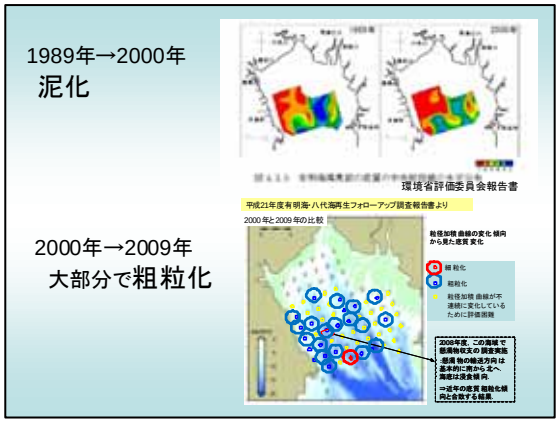


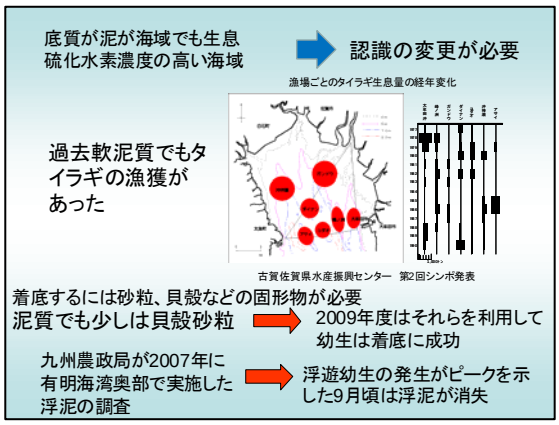
一方、ノリの色落ちというのは、ある意味で何回か繰り返し繰り返し起こってきている。これは川村さん、水産振興センターのノリの専門家の方が分類したやつで、いろんな形で分類をしてみると、ノリの色落ちというのは確かに幾つかの形で起こってくる。ただ、珪藻の増殖がほとんど天日射量で決まって、珪藻の増殖には天日射量が多い一定期間が必ず必要で、珪藻が増殖しない条件というのは、時々、全天日射量が急激に低下するという現象を起こすと、いわゆる珪藻増殖は起こらない。珪藻増殖の環境として、透明度、水温の影響が強いけれども、最近は冬場の水温が上昇し、透明度上昇と相まって、有明海湾奥部は珪藻増殖に適した環境条件になりつつあるという指摘をされているわけですが、我々が開催したシンポジウムの中で一番皆さんたちが評価されたことというのは、ノリの色落ちの頻度、黒いところでノリの色落ちが起こっているわけですけど、ノリの色落ちが起こっていない、非常に幸運なというか、1988年ぐらいから2000年近くまでの間というのは非常に少なかったわけですけど、それに対して、佐賀大学の速水先生が、その時期、二枚貝の漁獲量との相関が非常に強くて、そういう色落ちが発生していないというときには、特にサルボウ貝の漁獲量が非常に多いという時期と重なっているということから、ノリの生産の安定化には二枚貝の増殖が有効であることを示唆しているのではないかというコメントを本城先生からいただいたことを記憶しています。



それから、二枚貝のタイラギについて環境省の委員会では、中・西部の漁場は消失した、それから、2000年以降、東部海域で大量斃死が起こっている、ナルトビエイの食害が起こっている、それから、中央～西部海域ではなぜ起こらなかったかというと、

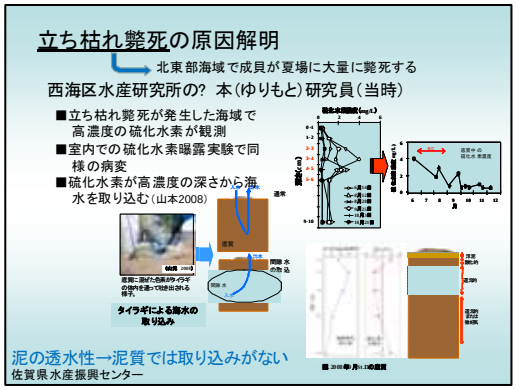




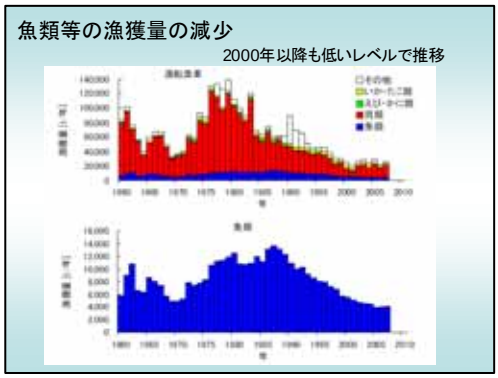


浮遊幼生が着底後に斃死したからだという分析をしていて、特に2003年から2005年の調査結果として、酸揮発性硫化物、強熱減量が少なくて、底質が砂っぽいところでもっぱら起こるよということを評価していたんですけれども、実は2009年にその一番消失したと思われていた西部海域で漁獲ができた。2008年の10月に稚貝の着底を確認し、2009年に大漁、大漁というのはどの程度をいうかわかりませんけど、大漁になったという事実がある。そうすると、その原因としては1989年から2000年にかけて評価委員会のレポートの時期までについては泥化というのがもっぱら問題になっていたけれども、実は2000年から2009年、このタイラギが復元してきたと言われた海域に対しては粗粒化が起こっているというデータが出てきた。どういうことなのかという議論になりました。

いろいろ有明海水産センターの人たちと議論したところ、どうも認識を変える必要があるのではないかということでした。過去には実は軟泥質でもタイラギの漁獲があったということを示されて、必ずしも底質の砂っぽいところが有利なんだということはあり得ないということを指摘されました。着底するには、泥質であっても、もし、貝殻等が少しでも含まれていれば、それに食指を伸ばしてちゃんと着底して斃死しないという事実であるとか、農政局が2007年から実施している浮泥の調査に大きなヒントがある。すなわちたまたまこの軟泥質のところに着底したときに、この海域には浮泥がなかった、１センチとか、５ミリとかという厚さですけれども、それがちょうど消えていた時期に合致するということで、もしかしたら浮泥というものをもっと我々は着目して調査しなければならないのではないかという指摘がありました。

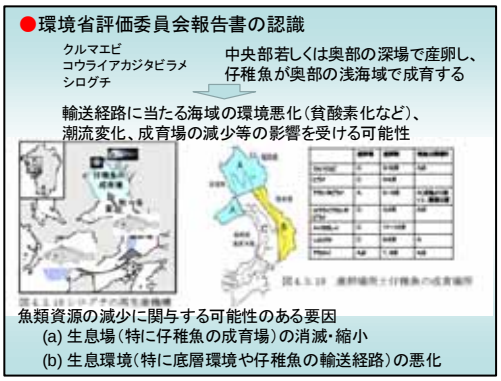


それから、もう１つ、タイラギには立ち枯れ斃死というものがある。それは北東部海域で成貝が夏場に大量に立ったまま斃死するという事象ですけれども、それについて、例えば、西海区の杁本さんという方が論文を出されていて、立ち枯れ斃死の発生した海域で高濃度の硫化水素が見つかっている。それから、室内で硫化水素の曝露実験をやると、同じような条件を起こすということです。それで、調べられたデータが下のほうに載せてありますけれども、大体タイラギは上から入水して、上から排水を排出するはずであります。なぜ横からの話が問題になるんだということになったわけですけど、実験をやられて、砂っぽいところに色素を入れて実験をしてみると、その色素が吸い込まれてきているということがわかっています。そういうことからいうと、タイラギが泥質中の硫化水素を吸い込む可能性があるという話題になったんですけど、そのときに実は泥質のところは硫化水素が多いところではないか。じゃあ、何で立ち枯れ斃死を起こさなかったのかということが疑問になったときに、水産振興センターの人たちが実験をやってみたら、泥の透水性のところでは取り込みが起こらないということがわかったので、このことについては矛盾なく説明できているよということになったわけです。



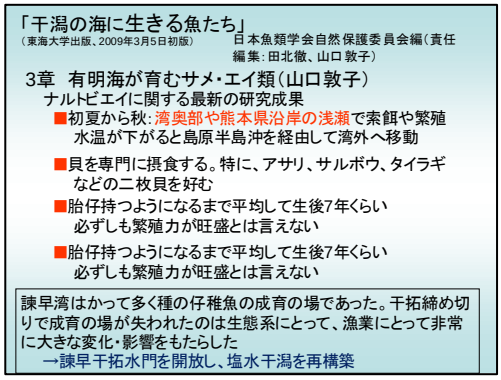
ですから、これまでちょっと考えていた考え方とは少し違った考え方で、タイラギについては取り組まなきゃいけないということがシンポジウムで話題になりました。

それから、魚類等の漁獲については、これは新しいデータを示しただけで、2000年からほぼ横ばいの状況にある。低いところでとまったままになっているというふうに認識すべきだと。

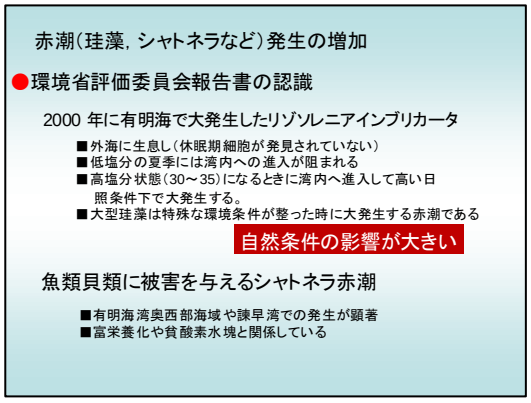


それから、魚類については評価委員会が指摘した中で最も重要だと私が考えたのは、クルマエビとか、コウライアカジタビラメとか、シログチとかいった魚種が、湾の中央部付近で産卵をして、それから、

湾の奥部、それから、諫早湾のもともと干潟域であったところで生育をすると、仔稚魚がそこに移動していって生育をするということがあるのに、それについて生息場が縮小、消滅したのではないか、あるいは生息環境、特に底層の環境や仔稚魚の輸送経路の悪化を引き起こしていないかということを指摘していました。



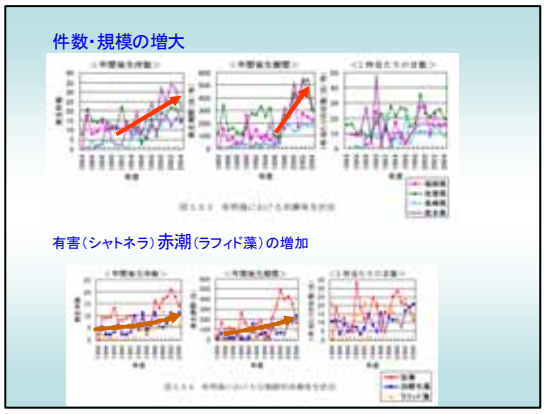
そのことについてはさらに調査研究が進んでいます。ちょっと紹介する時間がありませんけれども、詳しくは「干潟の海に生きる魚たち」という形で山口先生や田北先生たちがまとめられたものに詳しく載っていますけれども、そういうものを見てみると、これはちょっと一部だけ、サメ、エイ類で特にナルトビエイの動きについては山口先生の最新の研究成果が幾つかあります。非常にたくさんのことが理解されてきて、ナルトビエイの生態はほぼ理解されてきたんではないかと思いますが、と同時に、先ほど言った仔稚魚が泥の海域をうまく使いながら生産戦略をとっている。そのことが非常に重要なので、その泥の動きといったもの、流れの動きというものが微妙なものがすごく重要ではないかということで、本の中にも諫早湾、かつての多くの種の仔稚魚の生育の場であった。干拓締切りで生育の場が失われた。生態系にとって、漁業にとって非常に大きな影響をもたらしたのではないかと指摘されていて、諫早干拓締切りの問題と非常に強い関係をおっしゃっていることが特徴的だと思いました。

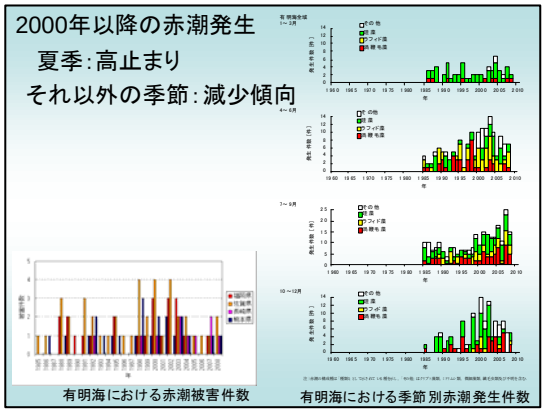


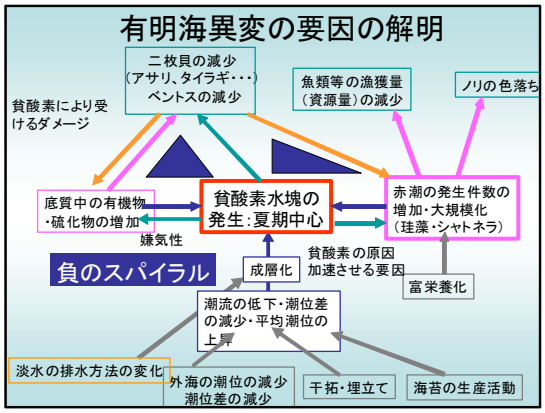
それから、赤潮の発生の増加については、これリゾソレニアインブリカータという2000年に発生したものについては、これはもう自然条件の影響が大きくて、本城先生ふうな言い方をすると、一種の天災だということを言われたものですけれども、それ以後、起こっていないところから、確かにこの種については非常に珍しい、特異的な発生であったということが言えるかもしれません。

それから、赤潮の人たちがいつも指摘しているのは、魚類、貝類に大きな被害を与えるシャトネラ赤潮というものの発生がどういう条件が起こっているかということについて、もうちょっときちっとしないと、有明海の魚類とか、貝類の生産については非常に大きな問題を

残すということで、たくさんの研究が行われました。例えば、鉄とシャトネラ赤潮の発生との関係とかということが行われましたけど、私はちょっとまだ十分理解しておりませんので、ここでは紹介するのを省きます。

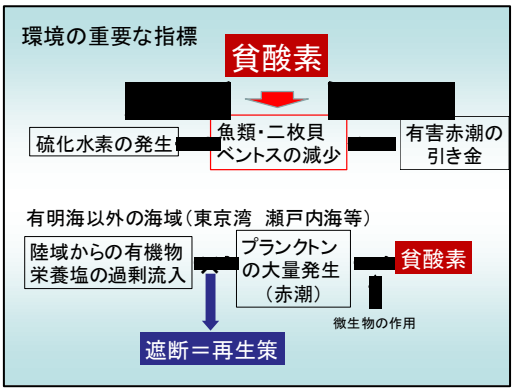


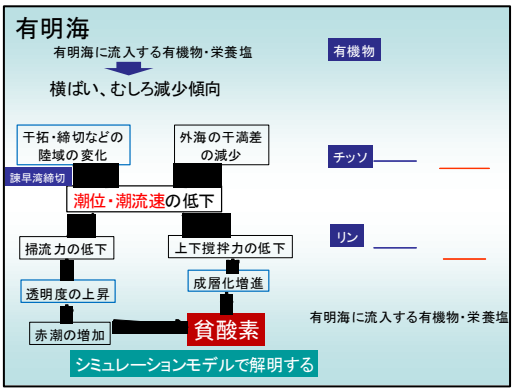




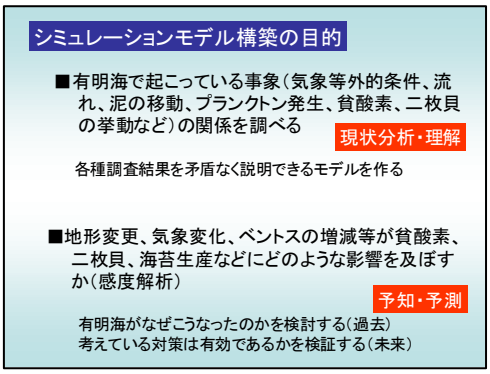
それから、件数は確かに上昇してきたよと、それから、シャトネラ赤潮も増えてきたねということが環境省の委員会の報告書には示したわけですけれども、最近はどちらかというと、夏季は確かに高止まりしている傾向にあるのに対して、それ以外の季節、特に冬場だとか、春、それから、秋から冬にかけてという時期に関しては、件数は確かに少し減っている。それから、左下に書きましたけど、有明海における赤潮の被害件数自体も一番ピークのときに比べれば少し減っているということは言えるかもしれませんが、まだ夏場に非常に大きな赤潮発生を見ているということは言えるかもしれません。

それから、ちょうど今度は真ん中の部分を議論したいと思うんですが、真ん中の部分というのは、有明海異変の原因の解明を書き直してみると、こんなふうに非常に複雑に入り組んだ図になっています。これを特に貧酸素を真ん中に据えたんですけど、貧酸素というのは、そのことが起こると、二枚貝、魚類をベントスの減少に直接影響を与えるというだけではなくて、硫化水素を発生させて、さらに魚類、二枚貝を減少させる、あるいは有害赤潮の引き金となってさらにそれが魚類、二枚貝に大きな影響を与えるという意味で、貧酸素を環境指標の中心に置くべきだという研究者の方がたくさんおられたので、そのことについて着目して議論をしてみたいと思います。

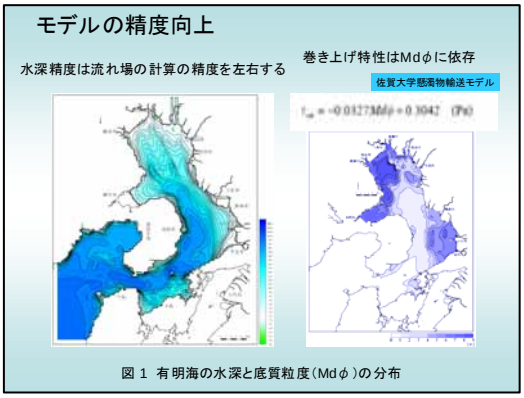




ちなみに有明海以外の海域、特に東京湾とか、瀬戸内では、陸域からの有機物、栄養塩の過剰流入でプランクトンが大量発生し、貧酸素になるということで、この入り口のところを遮断してあげるということが再生策だというふうに理解されていると私は認識していますが、有明海では必ずしもそういうふうにいかないということです。右側のところに有機物、窒素、リンと呼ばれているものを書いてみましたけれども、これはむしろ減少傾向にある。1980年代に比べて1990年以降、2000年といったところでは、むしろ減少傾向にあるのに、なぜこういうふうに赤潮が発生しやすくなり、貧酸素が多発するようになったのかというテーマになっているんだと思いますが、そのときに干拓、締切りなどの陸域の変化、それから、外海の干満の差の減少といったことで、潮位、潮流速が低下して、そのことによって掃流力が低下し、透明度が上昇し、赤潮が増加し、成層化が増進して上下撹拌力が低下する、ちょっと反対に書いてしまいましたが、そして貧酸素が起こると。こういう条件が起こっているというのが有明海だろうということで、そういうことを全体として議論しましょう。そのときにシミュレーションモデルというのが実に有効で、このことによっていろいろ議論を進めようではないかというふうに進められてきているというふうに理解をしています。

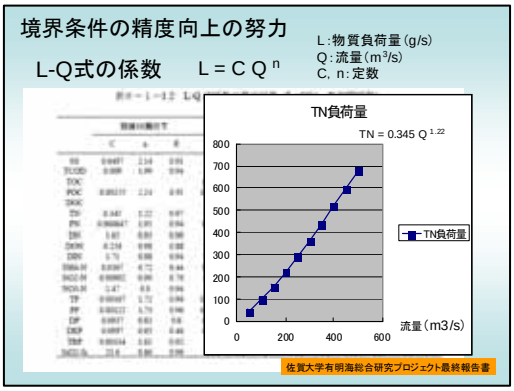


シミュレーションのモデルの構築の目的というのは、まず、現象間の関係を詳細に調べる、そして、現在得られている調査結果と矛盾なく説明できるかどうか、すなわち現状分析と理解に到達し得たかどうか、その次に、地形変更とか、気象変化とか、ベントスの減少などが貧酸素、二枚貝とかといったものにどう影響を及ぼすかという感度解析をやった上で、未来に向かって予知、予測を行うと、そういうストーリーになることを期待していると思いますけれども、そのためにはまず、モデルの精度を向上させるということが必須条件です。その中でいろいろ議論をしたときに、

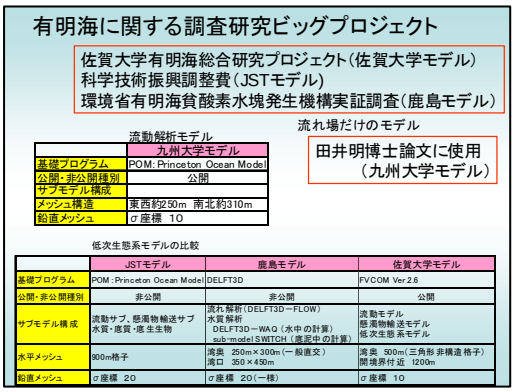


多くの方々が指摘していたのは、水の深さ、水深、いわゆる海底地形の精度をもっと向上させないと、流れ場が決まらないという指摘をされていました。それがだんだんいろいろデータが整ってきて、ほぼ使えるところまで来たというふうにお聞きしています。

それから、何といっても、有明海では泥の動きというのが非常に重要な役割を果たしますが、そのときの底質の調査、それから、力学的なファクターを伴った底質の調査がちゃんと行われたか。これが少しずつ整ってきたので、どうやらいろんな解析が可能になってきたというふうにお聞きしています。

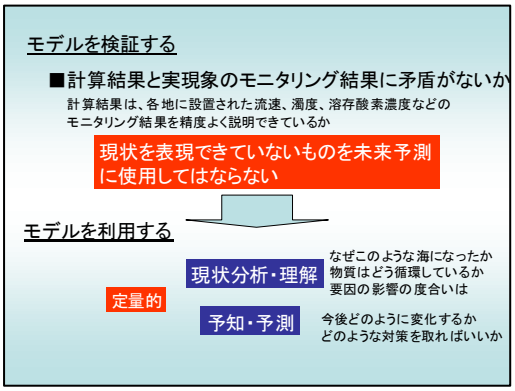


もう１つ、条件として、Ｌ－Ｑ式という、外側から入ってくる物質の量を推定する式として、その式がほぼ整ってきた。精度はいろいろあるというふうに聞いていますけれども、ほぼ大体使えるレベルまで整ってきたよということが条件としてある。それから、これは１つの例を書いたものです。こういう流量と、それから、負荷量との関係を示した図が大体準備されてきたねということだと思います。



	九州大学モデル
基礎プログラム	POM: Princeton Ocean Model
公開・非公開種別	公開
サブモデル構成	
メッシュ構造	東西約250m 南北約310m
鉛直メッシュ	σ座標 10

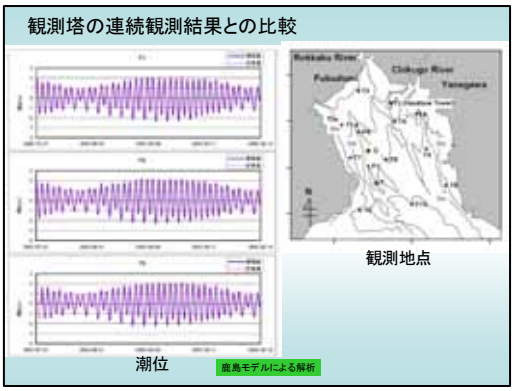
	JSTモデル	鹿島モデル	佐賀大学モデル
基礎プログラム	POM：Princeton Ocean Model	DELFT3D	FVCOM Ver2.6
公開・非公開種別	非公開	非公開	公開
サブモデル構成	流動サブ、懸濁物輸送サブ 水質・底質・底生生物	流れ解析（DELFT3D－FLOW） 水質解析 DELFT3D－WAQ（水中の計算） sub-model SWITCH（底泥中の計算）	流動モデル 懸濁物輸送モデル 低次生態系モデル
水平メッシュ	900m格子	湾奥 250m×300m（一般直交） 湾口 350×450m	湾奥 500m（三角形非構造格子） 開境界付近 1200m
鉛直メッシュ	σ座標 20	σ座標 20（一様）	σ座標 10



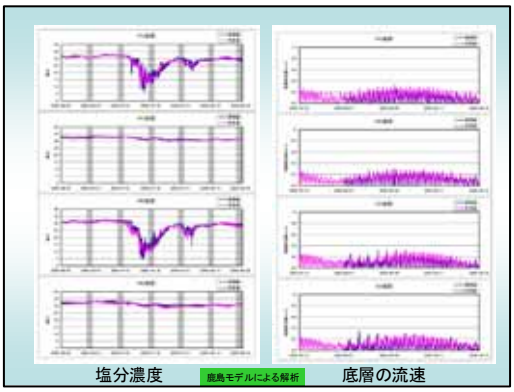
私たちがこれまでおつき合いしたモデルについては、３つの、先ほどの大きなビッグプロジェクトのモデルと田井さんが博士論文を書かれるときにつくられたものを九大モデルと呼んでおりますけど、こういう流れ場のモデルと低次生態系のモデル、それから、ＪＳＴのモデルはさらに生物系のモデルが加わっていますけれども、こういうモデルが準備されてきました。

ということで、計算結果と実現象のモニタリン

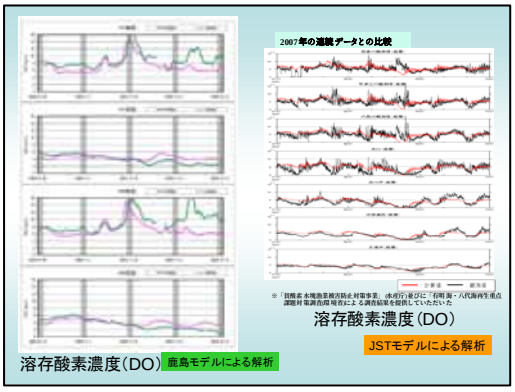
グ結果に矛盾がないかどうかということをまずチェックしなければいけませんが、そして、その上で分析、予知に使うということになると思いますけれども、そのチェックが少しずつできるようになってきた。



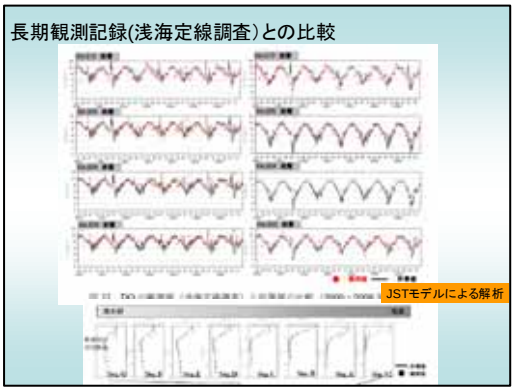
そのための条件としては、右側にモニタリング、連続観測点を述べましたけれども、連続観測点がこういうふうに幾つか準備されてくるようになった。大体データが公開されていますので、このデータを使うと、この点がこういう流れになっている、貧酸素になっている、塩分濃度になっているということがチェックが可能です。ということで、左側、これは潮位をあらわしています、ほぼ全く正しく表現できているんではありませんか。



そして、左側が塩分濃度、あるポイントの塩分濃度、底層と、それから、表層の塩分濃度をあらわしていますけど、赤と黒と２つの計算結果と観測結果はほぼ妥当だとみなせるんではないか。右側が底層の流速ですけど、これもほぼ正しそうだねというところまで行けたのではないかと。それから、左側が、これ鹿島のモデル。環境省の受託研究の分ですけど、鹿島のモデル調査では、ＤＯについてはこの程度の連続観測点と、

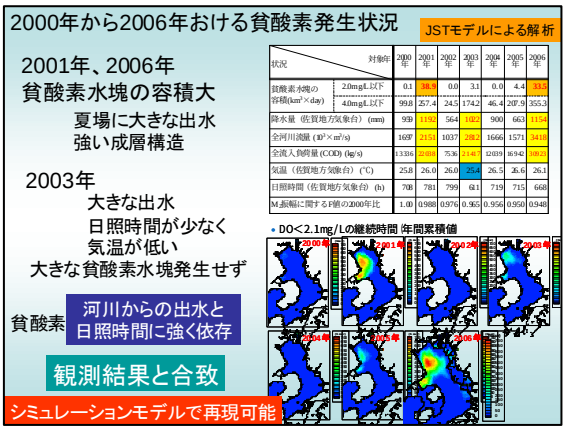


それから、連続観測結果とシミュレーション結果がこの程度です。それから、これは溶存酸素ですね、溶存酸素の連続データを示してありますが、この程度、計算結果と観測値が合致するところまで来たということだと思います。



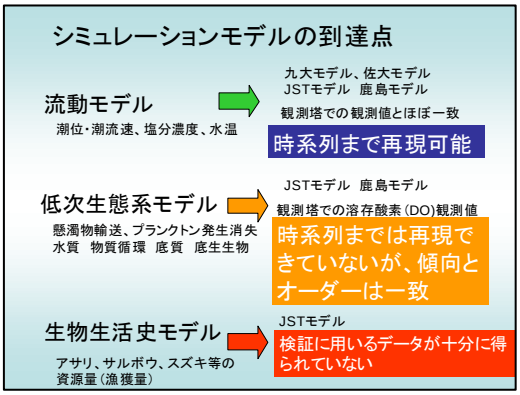
それから、浅海定線調査のような長期の変動との関係についても、このようなデータを示

して、ほぼ正しい、ほぼ表現できているところまで来た。それから、一番下のところは、今度はいわゆる鉛直分布のほうですけど、鉛直分布のところもほぼ観測結果を表現し得ているのではないかというところまで来ているのではないかと認識されているようです。



状況 ＼ 対象年		2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
貧酸素水塊の容積(km³×day)	2.0mg/L以下	0.1	38.9	0.0	3.1	0.0	4.4	33.5
	4.0mg/L以下	99.8	257.4	24.5	174.2	46.4	207.9	355.3
降水量（佐賀地方気象台）(mm)		959	1170	564	1022	900	663	1154
全河川流量（10³×m³/s）		1697	2154	1037	2982	1666	1571	3418
全流入負荷量(COD) (kg/s)		13316	22018	7536	21142	12039	16942	18021
気温（佐賀地方気象台）(℃)		25.8	26.0	26.0	25.8	26.5	26.6	26.1
日照時間（佐賀地方気象台）(h)		708	781	799	621	719	715	668
M.振幅に関する頻の2000年比		1.00	0.988	0.976	0.965	0.956	0.950	0.948

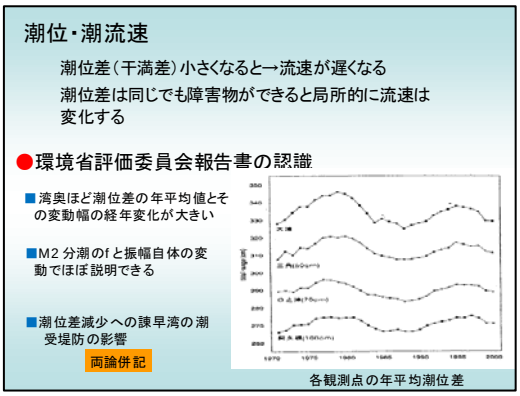
それから、2000年から2006年にかけて実データを入れて実際の気象条件を入れて計算をしてみました。そうすると、あるときには貧酸素が発生し、あるときには貧酸素が発生しない。それを表現できたかというチェックをしてみたところ、2001年と2006年には夏場に大きな出水が起こって、強い成層構造が起こって、大きな貧酸素が起こった。それに対して、同じような出水が起こったにもかかわらず、2003年にはそれほど大きな貧酸素に至らなかったということは、日照時間が少なく、気温が低いという気象条件のところでちゃんとシミュレーションとして結果ができたというふうに表現されていました。貧酸素は河川からの出水と日照時間に強く依存する現象ということはありつつも、それも大体表現できているということで、シミュレーションモデルで再現が可能になったというふうに認識されているようです。



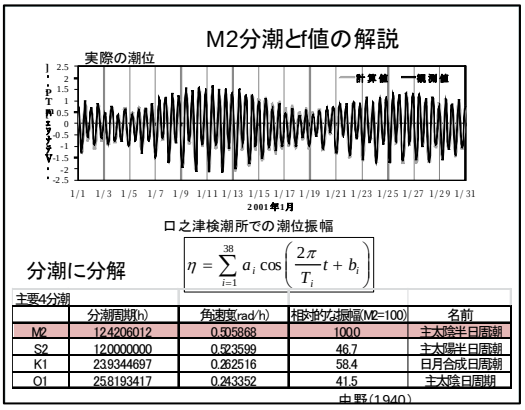
ですから、ちょっと取りまとめますと、シミュレーションモデルの到達点として、流動モデル、この４つ、私は見せていただきましたけれども、４つとも流動モデル、流れ場の潮位、潮流速、塩分濃度、水温といったものについては、ほぼ時系列まで含めて再現が可能になってきたというふうに理解されていると思いますが、低次生態系のモデル、ＪＳＴのモデルとか、鹿島のモデルでは、ＤＯ、溶存酸素の観測値というところまでいくと、時系列では制限ができていないところが確かにあるけれども、オーダーとか、傾向についてはほぼ一致しているので、いろんな量的なもの、オーダー的なものを議論するのには使える状態に来ているというふうに認識されていると思います。

それから、生物生活史モデルについては、ほぼいろんなことで定性的にはそうかなと思えるようなことがあるんだけれども、これを定量的にこうだというところまではちょっとまだ

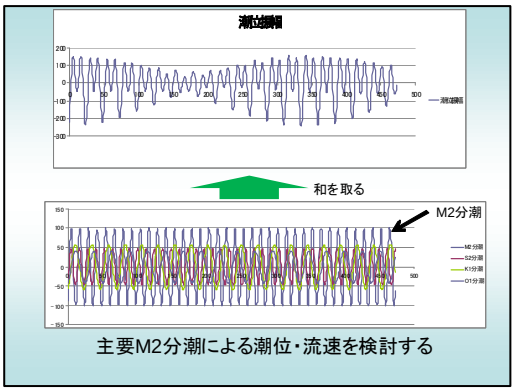
至っていないかもしれないです。それにはどうしてもデータがちょっと足りないというふうに思われていると理解しています。



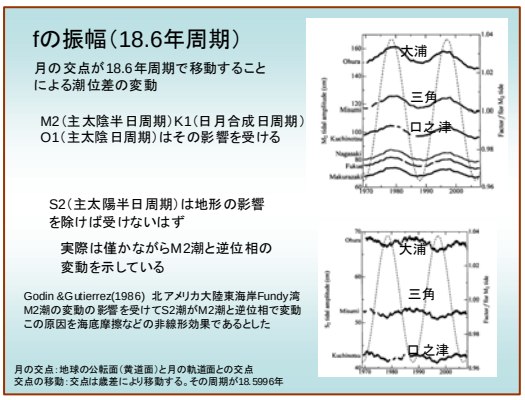
それから、原因のほうに行きますけど、潮位、潮流速については、実は有明海ではこれが一番最大の問題になってきたわけですね。潮位、潮流速はどうなってきたのか。例えば、評価委員会では、潮位差が経年的に波打っているということは当然理解をしていました。そのときに議論になるのが、Ｍ２分潮という言葉であったり、ｆ値という言葉です。



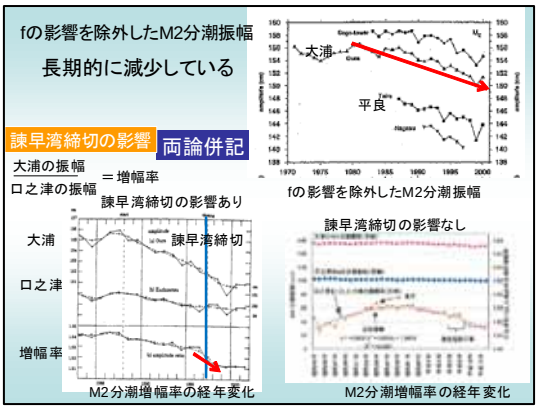
Ｍ２分潮というのは、実際の潮位はああいうふうに非常に複雑な動きをしていますけど、それをここでコサインで表現していますけど、コサインに表現して、いわゆる分解してみる。そうすると、下のように分解したやつを足し算して、すると、上のようになるので、その１つずつを一番大きいのをＭ２分潮と呼んで、これについての底質を調べることによって、有明海のいろんな流れ、潮位の変化を見ようという計算だと思います。

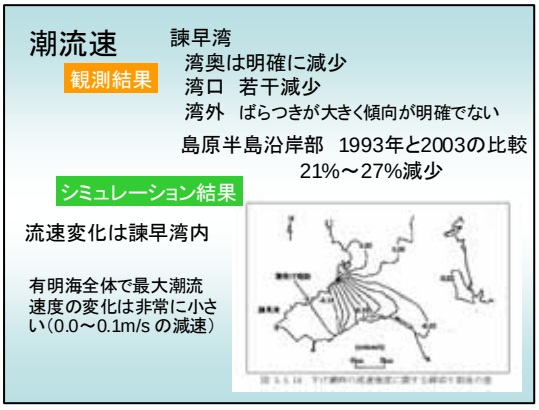


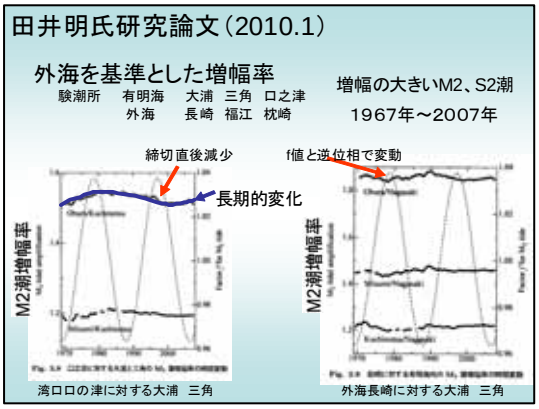
それから、もう１つ、ｆの振幅というのは、上に行ってもらったらわかるように、大浦、三角、口之津、長崎、福江といったところのデータを見ると、潮位差がああいうふうに18.6年周期で大きくなったり、小さくなったりしている。これは月の交点面と軌道面との交点が偏差を起こしているということを、このように起こっているわけですけど、そのことによって起こっているので、その影響を考えておかなければなりませんということです。

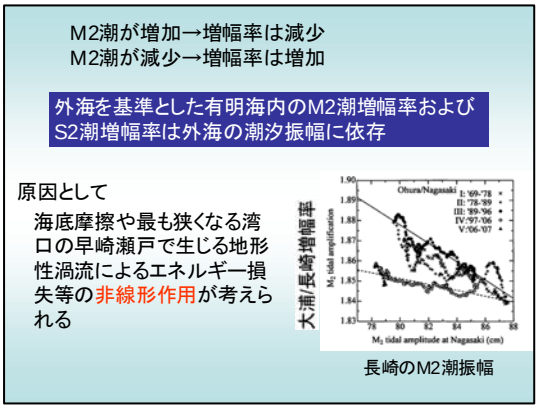


それから、それ以外のことについてもありますけど、ちょっと省略します。









そのＭ２分潮、ｆの影響を除去してやってみると、いろんなところで潮位差が次第に減少しているということは、環境省の評価委員会の報告書にも載っています。

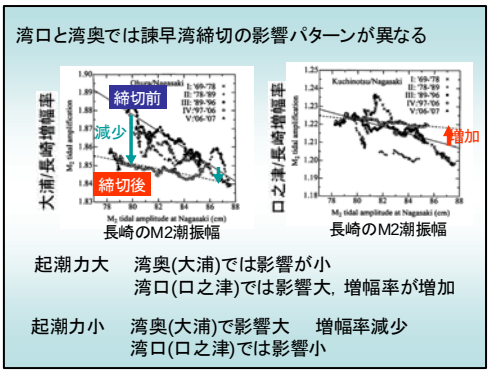
諫早湾の締切りの影響は、さらに増幅率が急激に締切りで低下したので影響が大きいという説と、それは長期的な変遷の中のぶれの一部という説があって、両論併記になっています。

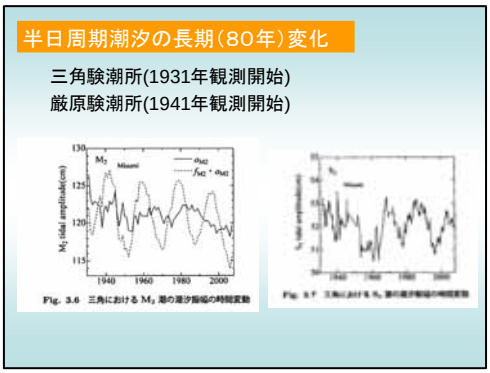
潮流速については、諫早湾については明確に減少しているけれども、湾内に至ると、ちょっと計測結果はばらつきが多くてよくわからない。ただし、島原半島の沖合では非常に大きな潮流速の変化が起こっているということが評価委員会の報告書には書いてあります。

それから、田井さんが論文を書いて、それ以降に出したものでいうと、確かに１つは評価委員会の見解を支持している部分というのがあります。長期的変化と締切りの変更が起こっている。それから、ｆ値とＭ２分潮については増幅率が変化するので、その注意が必要だということを述べています。ちょっと時間がなくなりましたので、少し飛ばしていきます。

結論だけ言いますと、諫早湾潮受け堤防締切りによる湾内の潮汐応答特性の変化を検討する際に、湾口の口之津を基準にすると、大浦での潮汐増幅率の減少を過大に見積もる可能性があるということを指摘しているわけです。このことについてはまだ今、ちょうどそれが議論になってくると思いますが、長期的な変遷を見な

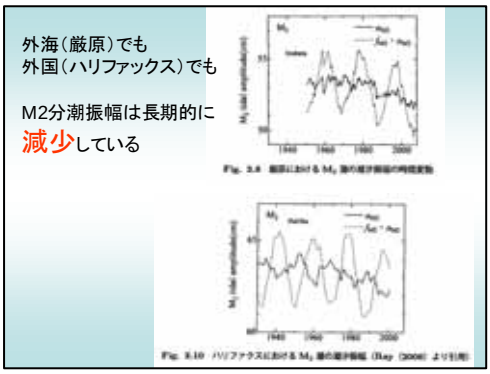
きゃいけない、非線形を見なきゃいけないという指摘があります。このことについてはまたいろいろ議論が起こるということを期待しています。

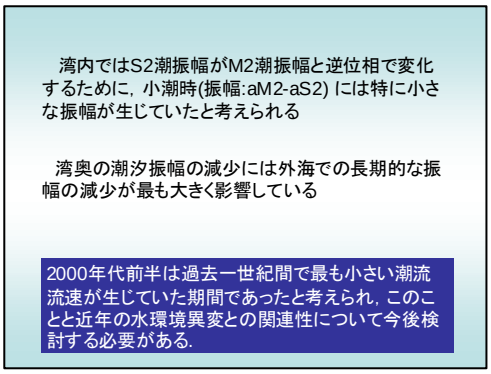




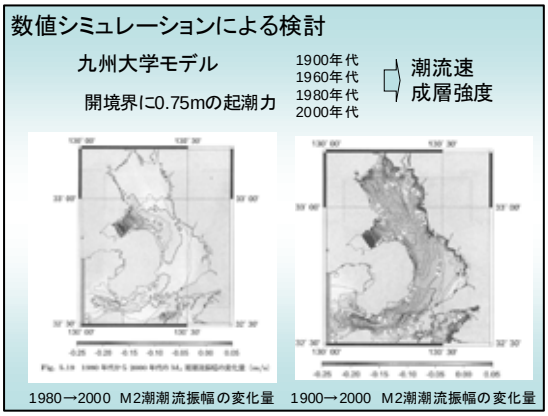
何よりも田井さんが示したものの中に、長期的な変遷、80年くらいの変遷を三角であるとか、厳原であるとかといったところ、そのデータが整っているところを見てみます。見てもらうとわかるように、M２のところで増減を繰り返しながら次第に振幅が小さくなっているのが見てとれます。それは必ず三角だけじゃなくて、それから、厳原でも、それから、外国のハリファクスというところでも同じようにM２分潮が長期的に減少しているということを述べています。

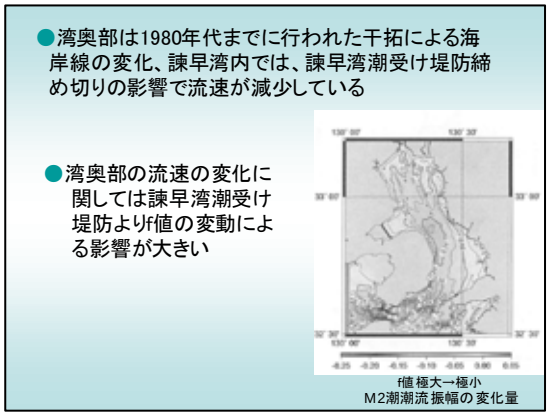
それで、結論はブルーで書きましたけれども、2000年前半は過去一世紀間で最も小さい潮流速が生じていた期間であったという





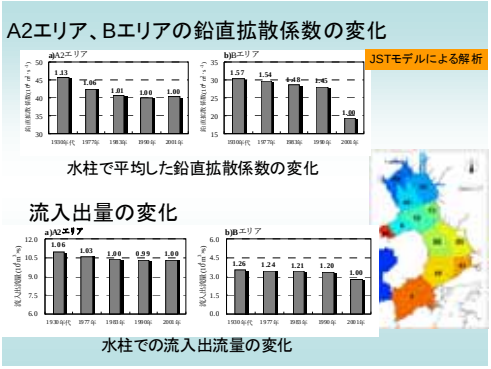
ふうに指摘していて、長期的変遷の重要性というか、そのことを考慮した環境の考察を行わなければならないということを述べているというのが記憶に残っています。



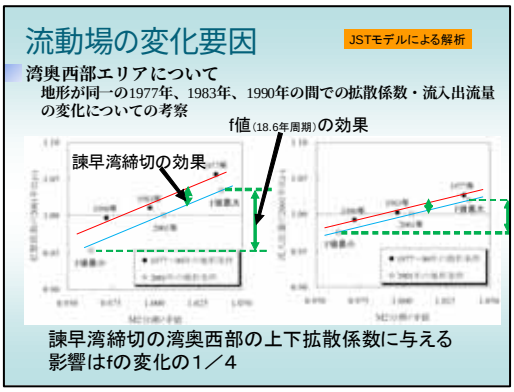


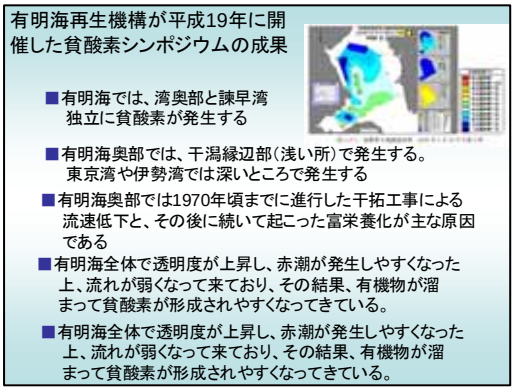
シミュレーションについて、それから、潮流速についても幾つか述べておられますけれども、これは皆さんにもお配りしておりますので、見ていただければ結構かと思います。

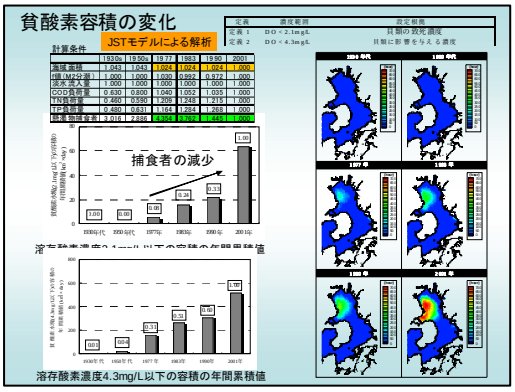
計算条件	1930s	1950s	1977	1983	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2001年対比											
海域面積	1.043	1.043	1.024	1.024	1.024	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F値（M2分潮）	1.000	1.000	1.030	0.992	0.972	1.012	1.000	0.988	0.976	0.967	0.961
淡水流入量	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.883	1.000	0.817	1.184	1.070	0.849
COD負荷量	0.630	0.800	1.040	1.052	1.035	0.785	1.000	0.703	0.947	0.879	0.851
TN負荷量	0.460	0.590	1.209	1.248	1.215	0.904	1.000	0.894	1.093	1.025	0.952
TP負荷量	0.490	0.630	1.164	1.284	1.268	0.857	1.000	0.723	0.883	0.824	0.812
IN負荷量	0.480	0.630	1.206	1.247	1.215	1.011	1.000	1.011	1.189	1.113	0.968
SS負荷量	2.000	1.500	1.021	1.130	1.198	0.364	1.000	0.340	0.762	0.640	0.659
ノリ生産量（N）	0.011	0.108	0.521	0.664	0.568	0.503	1.000	0.858	0.812	0.987	1.071
酸処理剤使用量（P）	0.000	0.000	0.000	0.000	0.268	0.787	1.000	0.780	1.093	0.973	0.932
施肥量（N）	0.000	0.000	6.123	2.809	0.096	2.909	1.000	3.893	3.334	2.854	1.764
懸濁物食者（C）	3.016	2.886	4.354	3.762	1.445	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
アサリ	2.010	1.846	1.635	1.151	1.441	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
その他	6.834	6.834	14.678	13.674	1.461	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2001年との差											
平均水面 [cm]	-9.1	-9.1	-8.1	-8.9	-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



それから、以前、ＪＳＴのモデルによって考えられたのは、例えば、Ａ２と呼ばれている、佐賀県にとって一番関心の深い太良沖と呼ばれているところの部分と、それから、Ｂというところは諫早湾内ですけれども、そこについて鉛直拡散係数を計算してみると、1983年から2000年についての大きな変化はそれほどないということ。それから、諫早湾については非常に大きな変化を起こしていて、確かに鉛直拡散の能力を落としてしまっているということを示しておられます。

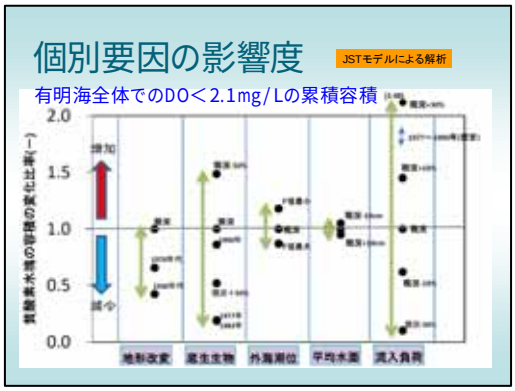




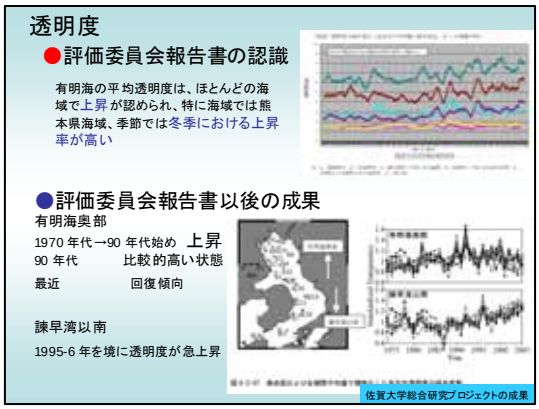


それをちょっとわかりやすく書いたものとして、横軸にＭ２分潮のｆ値をとる、ｆ値というのは上がったり下がったりしていますから、そこの最大と最小は自然界が起こすピークと一番下。それに対してラインが２本になっているということは、諫早湾締切りの影響ということを見ることができますけど、Ａ２という太良沖のところあたりのところについて考えると、これは大体ｆ２の変化の大体４分の１ぐらい、諫早締切りが起こしていると見ていいのではないかという報告を受けております。それから、貧酸素についてもたくさんの解

析が行われていますが、最後にもう時間がなくなりましたので、個別要因の影響度だけを述べます。

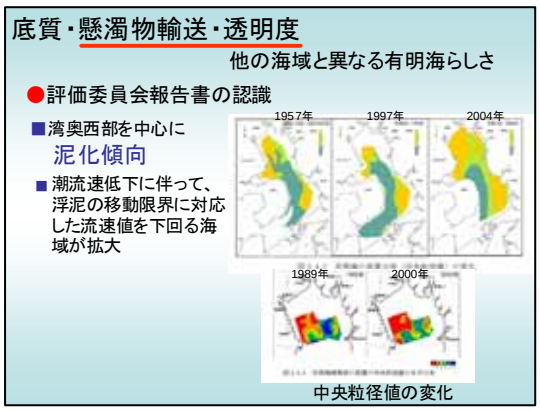


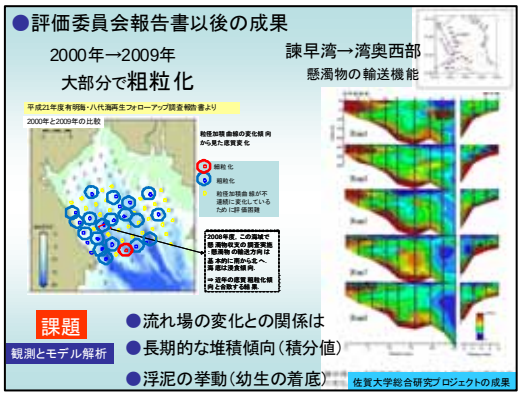
これがＤＯが2.1ミリグラム以下ですから、二枚貝とかが非常に大きな激変する、大きな影響を受けるという、非常に強い貧酸素というふうに理解してください。それくらいの容積をいろいろ調べてみたら、例えば、地形の変更を現況から1930年代まで戻したとすると、例えば、非常に激烈な貧酸素は半分以下に減るということが言える。それから、底生生物を今より50%減らしてしまうと、また上に1.5倍ぐらいまで上がってくる。それから、もうちょっと、例えば、もっと50%ぐらいまでに増やすと、今の半分ぐらいまで落とし込むことができるというようなことであるとか、外海の潮位、すなわちｆ値と呼ばれているものが最大と最小では約20%以上貧酸素が起こる割合が変わってくるということ。それから、流入負荷量を確かに30%ぐらいに減らすと、こういう激烈な非常に激しい貧酸素は起こらなくなるけれども、栄養塩との関係ですから、それが正しいかどうかという選択の問題等になるという計算結果を出されています。これがきっかけというか、スタートになると思いますので、ここで上げさせてもらいました。これ感度解析と呼ばれているやつですけど、



これがどういう意味を持つのかというのがこれから議論になってくるのではないかというふうに思います。

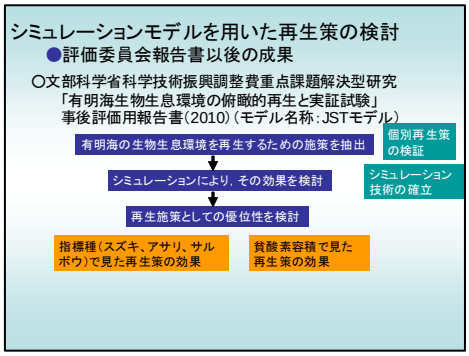
それから、透明度について、それから、特に泥の移動とか、懸濁物の輸送というのが、実は有明海にとっては最も重要で個性的なテーマだと思います。このテーマについてどの程度今理解されてきたかということが非常に重要なんですけど、ちょっとさっきのモデルの中に組み込まれていたり、それから、認識としてきちっとそこがまだ計算で表現、私のところにはありませんでしたので、ちょっとうまく言えません。





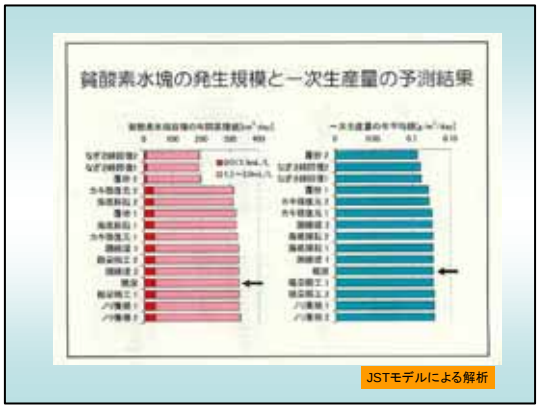
ただ、泥化傾向と言われていたものがどうも泥化だけではなくて粗粒化を引き起こしている、それはなぜだろうといったことであるとか。

それから、これも速水先生がいつも出されていて、私一番興味深いのは、例えば、諫早湾のところで巻き上がった泥が湾奥部に輸送されてくるということはあるんだけれども、それが長期的にはどういう結果をもたらしているか。すなわち積分値としてどうかということが議論になっていくだろうということで、課題としては、観測とモデル解析、両方から流れ場の変化と泥との関係、泥の移動との関係、それから、長期的にそれがどう堆積していくか、底質がどう変化していくかということ。それから、先ほどタイラギのときに述べましたけど、浮泥といったものとして、どういうふうに移動していくのか。それはどういうデータとしてとらえられるかということが課題としてあって、最も有明海らしいテーマというものが今残っているというふうに理解をしています。



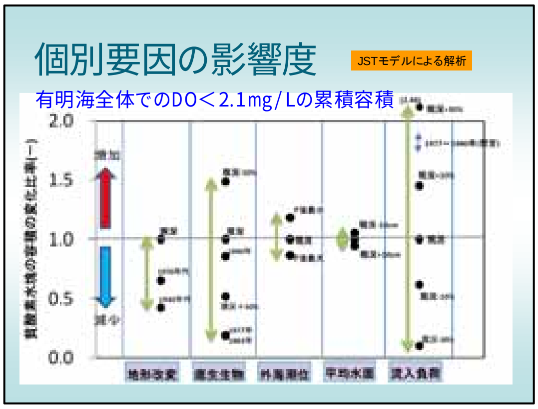
いよいよ再生策の検討がたくさん行われていまして、例えば、ＪＳＴはこれがテーマでしたから、どういう施策をとればＤＯが減ってくれるか、１次生産量が増えてくれるか、減っていくか、そういうことを議論されています。先ほどのものが一つの成果ということになると思いますので、これを利用して再生策を検討していくことになるのではないかと思います。

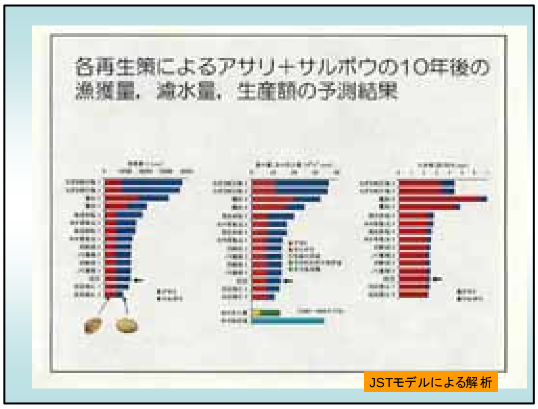
それから、生産物、生物、タイラギとか、そういうものに対してどういうふうに変化するかということもモデル解析を行われていて、プロの人たちが見ると、ほぼこうなるだろうと

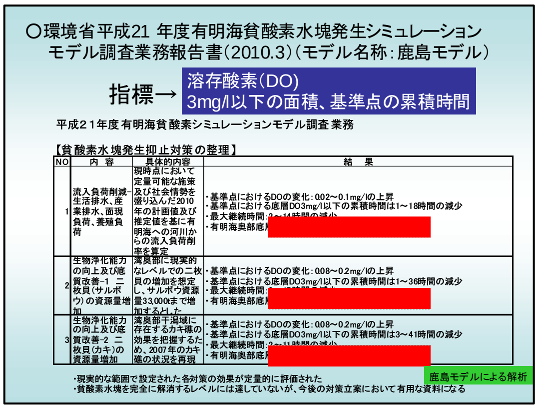


いうことは正しそうだというところまでは到達していると聞きましたけれども、本当にこれが定量的な予測になるには、もう少し生物と環境との関係がデータが整ってこないと、そこまで定量的なものとして言えないのではないかと聞いています。方向としては多分間違っていない

というふうに聞きます。







平成２１年度有明海貧酸素シミュレーションモデル調査業務

【貧酸素水塊発生抑止対策の整理】

NO	内容	具体的内容	結果
1	流入負荷削減-生活排水、産業排水、面現負荷、養殖負荷	現時点において定量可能な施策及び社会情勢を盛り込んだ2010年の計画値及び推定値を基に有明海への河川からの流入負荷削率を算定	・基準点におけるDOの変化：0.02～0.1mg/lの上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間は1～18時間の減少 ・最大継続時間：[redacted] ・有明海奥部底[redacted]
2	生物浄化能力の向上及び底質改善-1 二枚貝(サルボウ)の資源量増加	湾奥部に現実的なレベルでの二枚貝の増加を想定し、サルボウ資源量33,000tまで増加するとした	・基準点におけるDOの変化：0.08～0.2mg/lの上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間は1～36時間の減少 ・最大継続時間：[redacted] ・有明海奥部底[redacted]
3	生物浄化能力の向上及び底質改善-2 二枚貝(カキ)の資源量増加	湾奥部干潟域に存在するカキ礁の効果を把握するため、2007年のカキ礁の状況を再現	・基準点におけるDOの変化：0.08～0.2mg/lの上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間は3～41時間の減少 ・最大継続時間：[redacted] ・有明海奥部底[redacted]

・現実的な範囲で設定された各対策の効果が定量的に評価された
・貧酸素水塊を完全に解消するレベルには達していないが、今後の対策立案において有用な資料になる

それから、環境省のＤＯの３㎎／Ｌ以下のことについて、たくさんの計算結果が出されました。大体基本的にはＪＳＴのモデルで示されたのと変わりはないと思います。感度についてもいろんなことを議論されても、こういうところまで来ているんではないかと思いますが、一番下のところに仮想的な考えですけど、月の昇降点の運動に伴う潮汐の変化が一番結構大きいということを示されていて、ほかのいわゆる対策、再生策と言われているものに比べて、非常に大きいことを示されています。すなわち実は我々は自然界の中の変動の真っただ中にいることを理解させるようなデータであるということが言えるかもしれません。

いよいよもうちょっと時間がなくなりましたので、どたばたしてまことに申しわけありませんが、最後に、今後の課題として私が関心を持っていることだけを述べます。

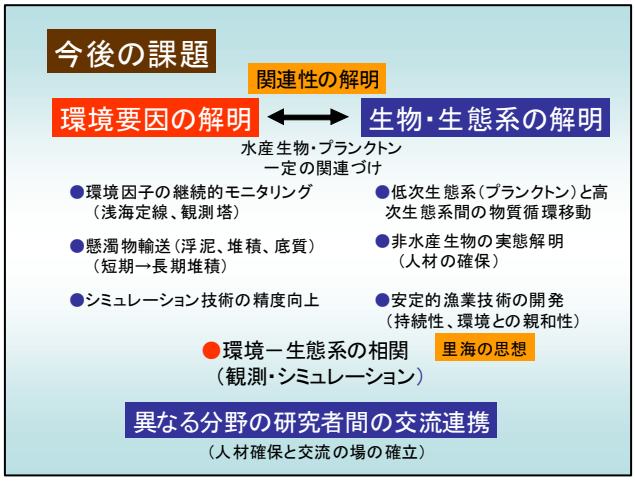
環境要因の解明といったようなＤＯを測るであるとか、成層土を測るであるとかということは、いろんなことで議論が進んできたと私は思います。それから、生物・生態系も山口先生たちの動きであるとか、いろんな水産の人たちの働きであるとかということで、だんだんいろいろなことがわかってきていると思いますが、この両方を結び合わ

【仮想的な計算条件による貧酸素水塊への影響】

NO	内容	具体的内容	結果
1-(a)	河川からの流入負荷量15%減少		・基準点におけるDOの変化：0.1～0.7mg/lの上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間：6～101時間の減少 ・最大継続時間：[redacted] ・有明海奥部底[redacted]
1-(b)	河川からの流入負荷量30%減少		・基準点におけるDOの変化：0.2～1.0mg/lの上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間：9～246時間の減少 ・最大継続時間：[redacted] ・有明海奥部底[redacted]
2-(a)	1972年当時のアサリ・タイラギ・サルボウの状況再現	サルボウが多い年(湾奥)	・基準点におけるDOの変化：水深10mより沖側0.2～0.6mg/lの上昇 干潟縁辺部では減少、ただし貧酸素が著しい期間はDOは上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間：水深約10mより沖側　9～99時間の減少 干潟縁辺部　14[redacted] ・有明海奥部底[redacted]
2-(b)	1976年当時のアサリ・タイラギ・サルボウの状況再現	アサリ(熊本沿岸・湾奥東部)・タイラギが多い年	・基準点におけるDOの変化：水深10mより沖側±0.1mg/l程度 干潟縁辺部では0.1mg/l程度減少 ・基準点における[redacted]の増加 ・有明海奥部底[redacted]
2-(c)	1977年当時のカキの状況再現		・基準点における[redacted]の上昇 干潟縁辺部では減少する期間もあるが、貧酸素が著しい期間DOは0.2～0.6g/l上昇 ・基準点における[redacted]間の減少 ・有明海奥部底[redacted]
3	月の昇降点運動に伴う最大潮汐振幅値の変化		・基準点における[redacted] 干潟縁辺部2～3mg/lの上昇 ・基準点における底層DO3mg/l以下の累積時間：11～210時間の減少 ・最大継続時間：[redacted] ・有明海奥部底[redacted]

・河川からの流入負荷と貧酸素水塊の面積については線形的な関係がある
・二枚貝の湾奥貧酸素水塊に及ぼす影響は、湾奥に生息するサルボウ及びカキの資源量が[redacted]
・潮汐と貧酸素水塊には相関関係がある
・ここでの設定は現実的にはありえない条件であり、その解釈には十分注意する必要がある
・その注意を十分ふまえた上で、本業務で得られた知見は、今後の貧酸素水塊発生の対策に活用できる

せるような調査・研究というのが非常に大きな課題ではないかというふうに思います。



そのことをやるために何が必要なのかということを考えたいと思って述べてみます。例えば、環境因子、浅海定線調査であるとか、観測塔によるモニタリングの観測であるということが、これから先もきちっとした精度で継続できるかどうかということ。それから、懸濁物輸送（浮泥、堆積、底質）、長期から短期に向かってといったことがちゃんと調査研究としてきちっと出てくるかどうか。農政局のデータが３年で終わるということですけど、そういう観測が継続できないかどうか。それから、シミュレーション技術の精度が向上し続けるかどうか。それから、生物のほうでいうと、低次生態系と高次生態系間の物質の循環というのがどういうふうな形で起こるのか。それから、非水産物質、特に水産物質は非常に水産センター等にたくさんの研究者がおられますけれども、非水産の部分についていくと、やっぱり大学だとか、研究機関だとかということが必要ですけれども、問題はその人材確保をどうするのかということをほとんどまだ議論されていないということを聞いています。それから、これから後の議論になると思いますけど、安定的漁業というのは、いわゆる漁業を持続させていくための基本的なテーマというのが、環境と生物の間の関係だと思いますけれども、それがどういう議論が行われるか。すなわち環境と生態系の相関を観測とシミュレーションの両方で行わなければならないというふうに理解しますけれども、そのことをこれから先どう保障していくかということだと思います。そのときに議論になるのは、異なる分野の研究者間の交流連携というのが当然必要になります。生物の先生たちと環境の因子について議論できるような場、人、そういうことが議論になると思いますので、人材確保と交流の場をとにかく確立していかなければならない。持続的に構築しておかないと、その場ができないのではないかということを最後に私の今後の課題にしたいと思います。

これでちょっと私の報告は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

それでは、ここでただいまの報告を含めまして、会場の先生方にコメントをいただきたいと思います。まず最初に、九州大学柳教授にいただけませんでしょうか。

○柳　哲雄・九州大学教授

九州大学の柳です。今、荒牧先生のお話聞いて、正直、非常に感銘受けました。実は１年半か、２年前ぐらいまで、二、三カ月に１回、有明海研究会議というのがあってお会いして、そのころいろいろお話ししたんですけど、そのときにはこういうやつは全然なかったですよね。今、先生も言われましたけど、2006年の環境省のアセスメントもこれは非常に、また、須藤先生に怒られそうですけど、不満は残ったんですけど、何もあれではわからなかった。今言われたように、やっぱりこの４、５年、モデル等の解析が進んだということで、いろんな研究資金も集中的に投資されたんでしょうけれども、はるかに理解は進んだと思います。

それに一番大きかったのは、ここやっぱり１、２年、「なぜ？」シリーズというのをやられたと言われましたけど、各テーマに絞って今までのわかっていること、わかっていないこと、貧酸素、あるいは浮泥とか、そういうことが非常に有効だった思います。私の希望としては、ぜひこれを報告書でまとめてほしい。今のしゃべりっぱなしではもったいないという気がします。それはもっと理由がありまして、IPCCというのは地球温暖化に関して世界の学者が集まって単なる研究じゃなしに、論文集めてアセスメントするんですけれども、それもテーマ別に現況、原因、適用、それから、対策、などいろんな観点から、これは五、六年ごと改定されるわけですね。そういう繰り返しが環境アセスメントとしても避けられないというか、それをやっていかない限りは前には進まない。

ぜひ、今回、今日話されたやつをそれぞれ主要著者を決めてもらって、文章化してもらって、多分５、６年したら古くなりますから、さっき聞いたら、このＮＰＯはあと５年後に終わりになるんだそうで、終わりになるときにもう一回最後に出されると、環境省のやつ、それから、このＮＰＯが出される２つの、計３つがあれば、少なくともこの16年、有明海をめぐって研究したこと、あるいは研究者・ＮＰＯが何をしたんだというのは、私は歴史にきちんと残る資料になるのではないかと思います。ぜひやってください。お願いします。

ひとつ、訂正しておきますけど、これは明らかに誤解ですけれども、東京湾、瀬戸内海では、陸域から有機物、栄養塩の過剰流入を遮断することによって、赤潮を防止すると言われ

ましたけど、東京湾は確かにそれが正しいんですけれども、理由は、東京湾は７割ぐらいのＮＰが陸域起源だから総量規制は有効です。瀬戸内海の場合は、大阪湾を除けば、陸起源は２割ぐらいしかないので、総量規制はほとんど有効でないということです。後で私の講演で、今、瀬戸内海は何を考えているかは詳しく紹介します。ちなみに実は今論文書いているんですけれども、有明海も湾内のTP、TNの６割ぐらいは外洋起源なんですね。陸域起源はTNが４割弱、TPが２割程度です。TPの場合は溶出が３割くらい効いています。さっきの潮汐の話でありましたけど、外洋のＴＮ、ＴＰのデコボコというか、変化が湾内にも大きな影響を与えている。さっきのＪＳＴモデルの貧酸素に対する感度解析結果には私は疑問があるので、一遍ちゃんと見せてほしいんですけれども、あんなことにはならないと思います。だから、言いたいのは、瀬戸内海では少なくとも陸域からの窒素、リンを制御して、赤潮をとめようなんてことは今考えていないんで、多分有明海も瀬戸内海と東京湾の中間になっていると思いますけれども、陸域のＮＰ制御の効果はないと思っていますので、もし必要なら、「なぜ？」シリーズで一遍議論してもらったらいいですけれども、荒牧先生の話は非常におもしろかったです。ありがとうございました。

○司会

それでは、また引き続きまして、環境省有明海・八代海総合調査評価委員会の委員長をなさっておられた須藤先生にお願いいたします。

○須藤隆一・元環境省有明海・八代海総合調査評価委員長

ただいま御紹介いただきました須藤と申します。今、評価委員長というふうに言われて、これは大変戸惑っているわけでございますが、御承知のとおり、有明海・八代海再生法というのは、現在も動いてはいるわけでございますが、調査委員会の設置は停止したまんまでございまして、それは今のねじれ国会の影響でございまして、余分なことを言うようですが、あれを継続しようとしましたら、現在の民主党が野党のときに、委員は国会同意しろということになって、結局、一度は廃案になり、一度は継続審議になって、現在も評価委員会というのは成立をしておりません。ほかの部分は成立をしているんですが、評価委員会の部分は時限の５年でございましたので、そのまんまになったと、こういうことでございまして、これはいろんなところで、今日のようなことをやる上で、影響しているんではないかと私は日

ごろから考えているわけです。現在、そういう任にはないわけでございますが、しかし、前の立場の委員長として、じくじたる思いがあるということだけは申し上げておきたいと思います。

今日の荒牧先生は評価委員会の委員でもいらっしゃったし、そのときに私が何を考えたかといいましたら、評価委員会のメンバーというのは、半分は地元のことではなく、有明海も初めて見たというような人もいるわけでございまして、そういう人たちが一つの生態系、これだけ大きな日本では一、二を争う内海の特異なこの生態系の解析に携われるはずはないと、こう思いまして、現場の問題は現場の方にしっかり見ていただこうということで、大変失礼ではあったんですが、小委員会というのをつくりました。小委員会の委員長に荒牧先生にお願いをいたしまして、荒牧先生が、各県の水産の所長さんを初めとして、それだけではございませんが、10名ほどのメンバーを構成していただいて小委員会でそこで各県で集められているデータや学会で集められたデータを持ち寄って、前半の部分の総合報告書の部分のかなりの部分のデータを集めていただいたわけでございます。

そういう中で、荒牧先生はしっかりとそういうリーダーとしての役割をやっていただいて、数百編の論文を読みこなしていただいた上で整理をしていただいたということで、今日のお話の前半の部分は、荒牧先生だけではございませんが、荒牧先生のお力に依存することが非常に大きかったということでございまして、最初に出していただいた作図は委員会でつくったわけでございますが、それに大きな尽力をなし遂げていただいたと思います。

そういう意味で、これから再生に向けて何をどうしようかというところで、先ほどのようなことで委員会が停止をしてしまいましたので、ロードマップをつくろうとか、あるいは再生に何を優先しようかとかというようなことについては、全く機能をしていなかったわけでございます。私は言いわけをするつもりはないんですが、その状況のまんまでその後半をこの再生機構が率先して引き受けていただいて、この最後のほうにあるような、環境要因の解明と再生、生態系の現象を結びつけて、これからどういうふうに再生をしていくかということの道筋をお示しいただいたことについて、高く私は評価をさせていただきたいと思いますが、何せこの有明海は特殊な海であると同時に、東京湾や伊勢湾や瀬戸内海や大きな内湾、内海の諸現象と類似の部分ももちろんあるんですが、個性のある部分もたくさんあります。そういう中で、一般的な、例えば、総量規制をやろうとか、陸域の負荷減をどうしようかとか、底泥をどうしようかとか、一般的にいう内海、内湾の再生方策がそのまんま使える部分

と、そうでない部分とが多分あるんだろうなと、こんなふうに感じてお伺いして、今日の荒牧先生の整理について高く評価をさせていただくということで、私自身が今日は勉強させていただいたということを皆さんにお礼申し上げて、今までのいきさつについてお話をさせていただいたんですが、私自身もこういう役にあったわけでございますので、じゃあ、どうしたら、例えば、これは一つのこの場の環境ではありますけれども、国としての法律がある中で、やはりきちっとした国としての方針を、今、予算のこともございますので、やっていく必要があるという意味では、総合調査評価委員会という、その名前はどうでもいいんですが、そういうものを生かして、一部の先生、あるいは一部の政治家の活動ではなくて、日本全体が有明海を目指した再生に目を向けられるようなことが今後私は必要なんではないかということを申し上げて、大したコメントではございませんが、コメントにさせていただきたいと思います。荒牧先生どうも貴重なお話を伺いましてありがとうございました。

○司会

　ありがたく、また、心強いお言葉をいただきまして、本当にありがとうございました。後のパネルディスカッションのほうで皆さん方の御意見もいただくことになっておりますので、ここで10分ほど休憩をとらせていただきます。

第２部　パネルディスカッション

〈有明海の豊かさを次世代に～里海の思想を取り入れて～〉

★コーディネーター　楠　田　哲　也（有明海再生機構理事長）
★パネリスト　須　藤　隆　一（環境生態工学研究所理事長）
滝　川　　清（熊本大学教授）
経　塚　雄　策（九州大学教授）
柳　哲　　雄（九州大学教授）
松　岡　數　充（長崎大学教授）
小　谷　祐　一（西海区水産研究所部長）
速　水　祐　一（佐賀大学准教授）

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

第２部のパネルディスカッションの進行役を仰せつかっておりますので、早速、進めさせていただきます。まずは、パネルディスカッションの進め方について概略を説明申し上げます。

このパネルディスカッションでは、きょうの第１部で御議論を御紹介いただきました調査研究の到達点という知識をもとにしまして、有明海を豊かな海にする、そして、それを次の世代に引き継いでいくという観点から、今後の方向性について探ってみたいと考えております。

設定しましたテーマは２つございまして、１つ目は、有明海の再生に向けて何をなすべきか。つまり、長期的な視点。それから、２番目は、開門調査が行われるということになっておりますけれども、その姿が余り明確でないということから、この点につきまして少し御議論をいただきたいということです。

初めのテーマは九州大学の柳先生から、「里海を目指した瀬戸内海の取組」と題しまして基調報告をいただきます。その後、パネリストに登壇をいただきまして御議論をお願いしたい。その後、休憩を少し挟みまして、開門調査のところを御議論いただきますために、そのイメージを皆様方と共有するという観点から、開門をすると、どのような流れの場が発生するかということを九州大学の経塚先生と佐賀大学の濱田先生からお話をちょうだいしようと思います。その後、パネリストの方に再登壇をいただきまして、このディスカッションをさせていただきたいと考えております。

それでは、早速、テーマの１に移らせていただきます。

テーマ１　有明海再生に向けて何をすべきか

基調報告

「里海を目指した瀬戸内海の取組」

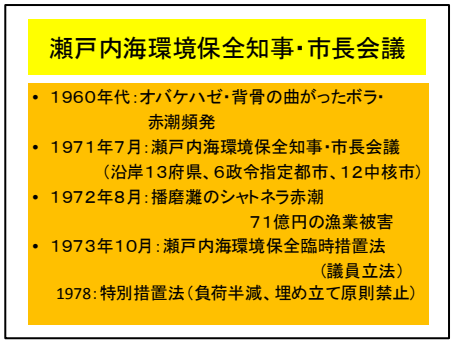
九州大学　応用力学研究所　教授

柳　　哲　雄

「里海を目指した瀬戸内海の取り組み」ということでお話しさせていただきます。

瀬戸内海は、これは人工的につくった図面ですが、有明海というのは大体これぐらいですよね。だから、有明海の10倍ぐらいの大きさの閉鎖性海域である瀬戸内海を、今から申し上げますように、里海化しようということでいろんな動きがあるわけです。

まず、有明海と瀬戸内海の一番違うところは、瀬戸内海には既に行政レベルの「瀬戸内海環境保全知事・市長会議」という連合会ができているということです。有明海に関しては、私が言うのも変ですけれども、佐賀県と長崎県は大げんかしていますし、とても４県まとまる状況ではないので、少なくともまずこれをつくるというのは、ＮＰＯは何ができるかわかりませんけど、ひとつの課題としてあると思います。



これができた理由は、瀬戸内海は1960年代にオバケハゼとか、背骨の曲がったボラなんか、私も現地に行っていろんな観測をしたんですけれども、赤潮が頻発するし、死の海になるということで大問題になったんですね。1971年７月にこの会議ができました。中身は沿岸13府県、これは流域も入れていますから、京都府、奈良県も入っているわけですね。６政令指定都市、されに12の中核都市という、結構大きな母体で知事、市長が集まってこの会議をつくりました。これができた後で、翌年に有名な播磨灘のシャトラネ赤潮が起こって、主に養殖ハマチを中心に71億円の被害が出たわけですね。それで、議員立法として1973年に瀬戸内海環境保全臨時措置法、これは５年後に特別措置法で恒久法になりますけど、この中身は、ＣＯＤ負荷の削減、その後、総量規制でＴ－Ｎ、Ｔ－Ｐも入りますけれども、あと埋立ての原則禁止ですけれども、こちらはほとんどザル法で今盛んに批判が出ています。

瀬戸内海環境保全協会

- 1977年1月：（社）瀬戸内海環境保全協会発足
- 普及啓発・情報収集・発信・調査研究
- 沿岸自治体職員研修（毎年20－30名）
- 瀬戸内海研究会議事務局

もうひとつ違うのは、瀬戸内海には有明海のＮＰＯのような大きな組織はなくて、瀬戸内海環境保全協会があります。やっていることは普及啓発、情報収集などです。一番、効果が大きいのは、沿岸自治体、先ほどの13府県と（６＋12）の環境担当の若手の職員を集めて、20名から30名、瀬戸内海研究会議の会員が講師をしますが、瀬戸内海のいろいろな問題、自然科学のみならず、人文、政治も含めて、２泊３日の研修会やっています。私はこれはネットワークをつくる意味が大きいと思っています。海の場合には境がありませんから、隣り合った県とか、市でいろいろ連携しなければいけない。そのための連携ネットワークをつくるには非常に効果があると思っております。それもこの協会が世話してやっています。金は環境省から出ています。あと我々の瀬戸内海研究会議の事務局をここにお願いしています。

瀬戸内海研究会議

- 1990年：1st EMECS at Kobe（世界閉鎖性海域環境保全会議）
- 1992年3月：瀬戸内海研究会議設立 瀬戸内海環境問題のシンクタンク
- 瀬戸内海を研究フィールドとする約200名の自然・社会・人文科学者（大学・公立研究機関・民間）
- 瀬戸内海研究フォーラム・Workshop・若手研究助成

瀬戸内海研究会議は、1990年に第１回のＥＭＥＣＳ、日本発の国際会議ですけれども、これを知事・市長会議の肝入りで神戸でやったんですね。この時の宣言をもとに瀬戸内海の環境を考えるシンクタンクが必要だということで、瀬戸内海研究会議をつくろうというのが決まりました。その中身は、瀬戸内海を研究する大体200名ぐらいの自然、社会、人文科学者が集まっています。実際やっていることは毎年瀬戸内海研究フォーラムというのを各府県持ち回りで、今まで13回、一回りして、現在、第２週目が５回目ぐらいになっているので、20回ぐらい続いています。これとは別に特定の問題に関するワークショップを開いていまして、来年度は島の振興方法、島をどうやって生き返らせるかというテーマで、自然、人文、社会科学、いろんな方に集まってもらってワークショップやる予定です。さらに若手研究者への研究費助成もやっています。一番大きいのは、この研究会議を通じて、私のような自然科学者が人文・社会科学者に何か困った時は電話できるというか、何でもいろいろ話せるというのが一番大きいですね。

瀬戸内法の賞味期限

- 2002年の有明新法公布を期に 瀬戸内法改正の声
- 2004年4月：瀬戸内海環境保全知事・市長会議→新瀬戸内法の基本枠組みを瀬戸内海研究会議に委託
- 2005年3月答申

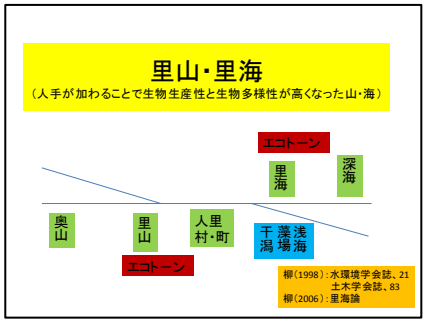
最近瀬戸内海で問題になったのは、2002年、有明・八代特措法というのができまして、これが瀬戸内海をえらく刺激したんですね。というのは、御承知のように、特

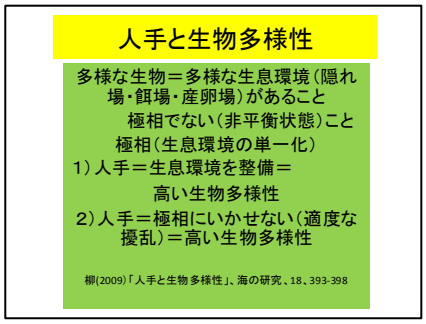
措法には水産振興というのが入っていて、それぞれの名目でいろんな金が今もおりているんですけれども、瀬戸内法には水産振興というのは全く含まれていませんから、瀬戸内海の漁連等いろんなところから、これじゃ困る、瀬戸内法を直せという声が上がってきたわけですね。同時に、住民団体のほうからは、ザル法なのでいまだに埋立てが続いていますけれども、この瀬戸内法を直さにゃいかんという声が上がって、2004年４月に知事・市長会議の担当課長会議のほうから要望があって、新しい瀬戸内法をつくろうとしたら、一体どういう中身にするかということを瀬戸内海研究会議に考えて欲しいという委託が来たわけです。研究会議では、私、今、企画委員会の委員長をやっているんですけれども、企画委員会で五、六名の委員を決めて、１年間かかって新しい瀬戸内法の中身をつくりました。それは１年で答申したんですけれども、御承知のように、政府がひっくり返って、議員が議員立法運動するどころではなくなって、今、活動休止状態になっています。この瀬戸内法を変えるという運動そのものがです。議員がそれどころじゃないんです。このままではもったいないというので、一応本にしました。

答申の内容が章別に分かれまして、第１章は、里海とは何かという話を私が書いて、第２章は、水質、生物の変遷を、広大の上さんが書いて、第３章は、京大の山下さんが稚魚が水産資源にどのように大事か、その復活のためには何をしたらいいか。第４章は松田さん、今研究会議の会長なんですけれども、松田さんが水産業の多面的機能について書いています。第５章は住民参加と環境教育による里海づくり、これは最初、別な人に頼もうと思ったんですけれども、全部逃げられまして、しようがないんで私が書きました。第６章は、多分これ今、日本でも一番進んでいると思いますけど、森・川・海、流域圏の全体を通じた統合管理というのを試みて、割とうまくいっている、完全じゃありませんけど、椹野川という山口県の例を浮田さんに書いてもらいました。ここからが研究会の特徴なんですけれども、第７章は、沿岸域の統合的管理に向けてどういう法律が可能で、それをまとめたものとして瀬戸内法はどうあるべきかというのを関西学院の荏原さん、彼は法律学者なんですけれども、彼に書いてもらいました。第８章は、広大の戸田さん、経済学者ですけれども、彼が、瀬戸内海をどういう経済圏にするかという話を書いています。一応これで知事・市長会議に答申したわけですね。

里海とは何かといいますと、最初に言い出したというか、活字にしたのは私だと思うんですけど、1998年に水環境学会土木学会に頼まれて、沿岸海域の里海化というのを言いました。そ

のころは中身が余りなかったので、あちこちから文句言われて、2006年に里海論という本で一応定義とか、ここに書いてあるような定義を加えて、どうしたらいいかという話を展開しています。これに対して、一部、ここで名前を言ってもいいんですけれども、偉い生態学者からぼろくそに言われまして、「里山では人手が加えることで生物多様性が高くなるけれども、沿岸海域では、おまえらは何もしないほうがいいんだ、下手にいじくると、生物はいなくなる」と言われて、このままでは里海の話がなくなりますから、2009年、「人手と生物多様性」という論文を書きました。



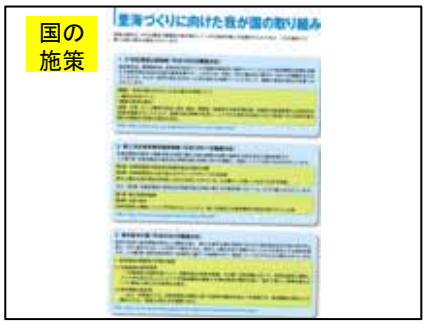


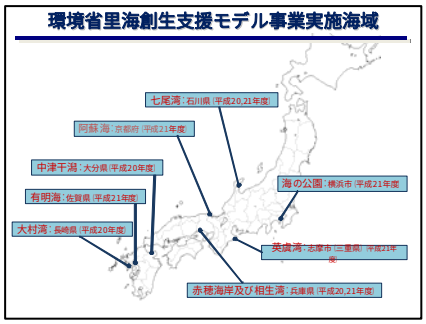
そこで考えたことは、生物が多様であるというのは、要するに多様な生息環境があるということです。つまり１つの生息環境に対しては、それに適した生物が優先するわけで、いろんな環境があるから生物種が増えるわけですね。もうひとつは、ある植生が極相になる、そういう状態になると、環境が単一化するので、極相でない状態をつくってやる。この２つだと思っているわけです。そうすると、里山にかけられた人手というのは、極相に行かない、西日本なら、落葉広葉樹の森を守るためには相当人手入れていないと、常緑広葉樹の生態系すぐに変わってしまいますよね。それが主な人手のかけ方であります。

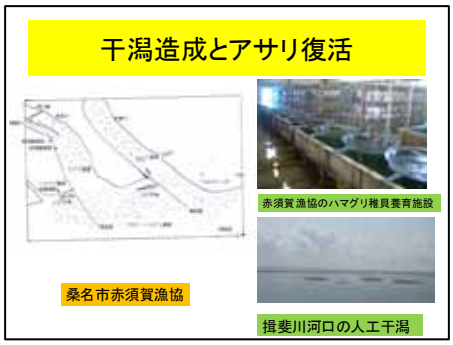
それに対して海の場合には、多様な生息環境を人工的につくってやることと藻場にギャップをつくるというのが、人手をかけるということのふたつの意味です。生息環境をつくるという意味と、極相にいかせない意味で、人手を加えるというのは生物多様性を大きくすることに有効だという証拠を一応集め回ったんで、その結果をまとめて、今、論文投稿しています。

人手をかけて生産性と生物多様性が高くなったという例が石干見です。これを沖縄で最初に見つけてすごくうれしかったんです。要するに、干満差の大きい干潟とか、サンゴ礁に、石垣をつくりますと、満潮に入った魚が逃げられないわけですね。そこで、人間にとっての生産性が高くなる。石干見で生物多様性が増えるという理由は石垣に多くの付着生物が着くからです。

今日、今から話が出る諫早湾口防潮堤のすぐ沖にも、非常にきれいな石干見、これ今でも整





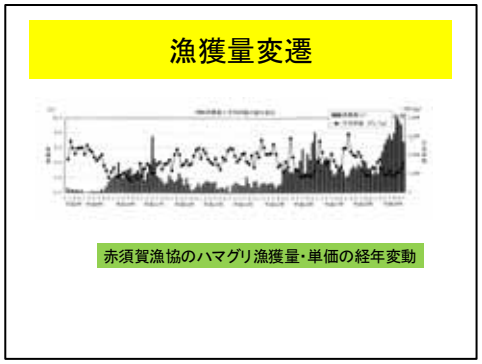


備されて、ちゃんと維持されています。しかし、漁師さんに聞いたら、入るべき魚はいなくなって、今とれないと言っていましたけど、こんなのが一応あるわけです。地元ではスクイと呼んでいます。

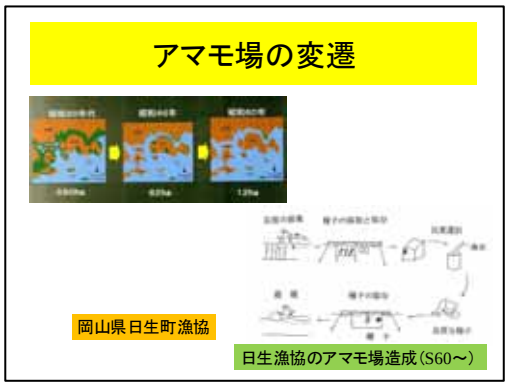
もうひとつ、里山で極相にいかせないというのはわかりやすいんですけど、実は海でも、これは今共同研究をやっている谷本さんの図ですけど、アマモ場なんかを観察してみると、アマモがびっしり生えているところにはほとんど魚はいないんですね。魚はどこにいるかといったら、ギャップとか、アマモのないところとあるところの境目ですね。だから、昔は農民はモクトリというのをやっていまして、こういうギャップを意識的につくっていたわけですね。採ったモクを肥料につかっていたから、一石二鳥なんですけれども、こういう極相にいかせない人手というのは海でも非常に有効なんですね。

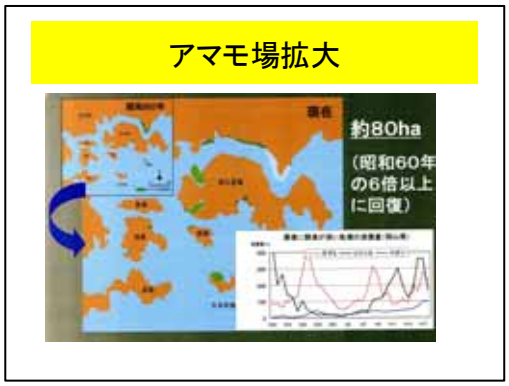
里海という言葉は、官僚には結構受けて、一部受けない人もいますけど、21世紀環境立国戦略とか、第三次生物多様性国家戦略とか、海洋基本計画の中に、人手をかけて生産性と多様性の高い沿岸海域をつくろうということで、私の定義が、ほぼそのまま引用されているわけです。

実際に環境省は、須藤先生が委員会の委員長で、里海創生支援プロジェクトというのをつくりまして、平成20年、21年、22年、今年が最終年度で、来週会議で最後のレポートを委員会でまとめるわけですけれども、こういう場所を指定して里海をつくるにはどうしたらいいかというようなことを今実際やっているわけです。



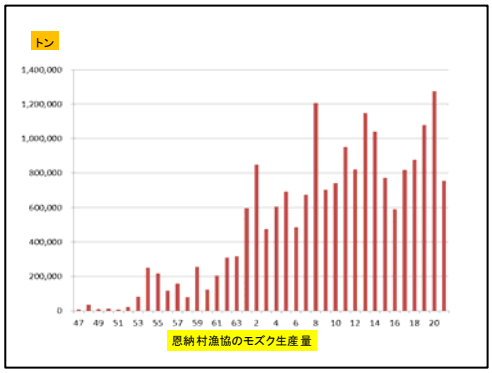
それ以外に実際に漁民のほうはもっと進んでいまして、今からお見せするのは、漁民による里海づくりの例ですけど、まず桑名、焼きハマグリの桑名です。赤須賀漁協というのがここにあるんですけど、ここでは、組合長がめちゃめちゃ偉い人で、組合で高校卒業生を雇って、鍛えて、こういうハマグリの人工産卵をやり、稚貝を人工育成しているんですね。陸にある漁協の施設の中で。全部これ自前です。ここで育った稚貝を沖に人工干潟、この干潟がまたうまくできていて、ここに長良川の河口堰があるんですけれども、ここで航路浚渫をやっているんですね。この委員会に赤須賀漁協の組合長は委員で入っていて、浚渫した砂をもらってきて、ここにまいているんです。こういう人工干潟をつくって、漁協の稚貝をここにまくわけですね。そうすると、何が起こるかというと、一時桑名のハマグリというのは全滅したんですけど、今では、稚貝の育成から人工干潟までつくって、このぐらい増えたんです。２番目の人工干潟造成後はさらに増えて、これだけ生産量が増えているんですね。単価はほとんど一緒です。獲れたハマグリは西日本には出てきません、ほとんど東京にばっかり行っていますけど、これで要するに若い漁師が食える財源というか、お金ができた。名古屋と東京に働きに行っていた行った漁業者の子供も帰ってきて、今、この漁協自体は非常に活気があるわけです。





さらに、もうひとつ、藻場の例です。岡山県の日生漁協、ここの組合長もめちゃめちゃ偉い人です。実は日生のアマモ場というのは昭和20年代、この緑のところですけど、これだけ広かったのが昭和60年代にほとんど消滅したんですね。そこで、組合長が県の水産試験場とも相談して、夏にアマモの花から種をとるんですね、種を秋まで貯蔵しておいて、秋に良い種子だけ選別して海に播くんですね。どこに播くかといったら、こういうところに播いたんですけれども、このほとんど全滅した藻場が、今はもっと増えています。去年出した私の本に詳しいこと書いていますけど、これだけ増えています。その結果、ここは定置網が非常に盛んなんですけれども、定置

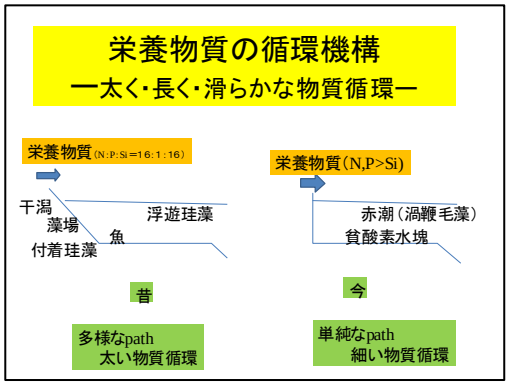
網にかかるガザミとか、コウイカ、マダイも一時これだけ減っていたんですけど、漁獲量がまた、この藻場の復活もあって増えているわけですね。さらに、この漁協は直販もやっていて儲けています。ここでもやっぱり漁業者が帰ってきていて、ちゃんと漁村が漁村であり続けているわけです。



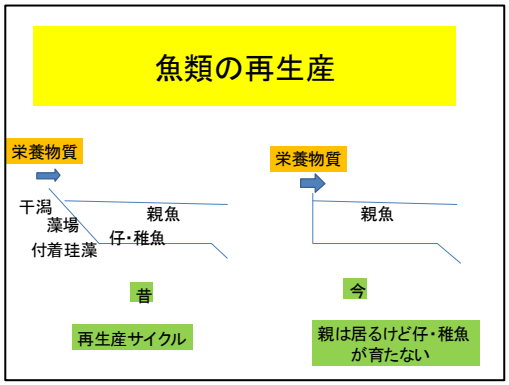
さらに、南のほうに行きますと、沖縄県の恩納村漁協です。ここでは、サンゴ礁のリーフと陸の間のイノーでアーサの養殖、モズクの苗の養殖と本モズクの養殖というのを、それぞれ場所を分けてやっています。つまり、それまでは干上がっていたところに囲いをつくって、水を張って、こういう養殖をやっているんです。その結果、養殖やっていないところにもコアマモが生えて、新たな生態系が誕生して生物多様性が増えるし、生産性も増えました。かつこれをやるために、陸からの赤土の流れ込みを防止するためいろんな協定をつくったり、サンゴ礁もちゃんと保持しないとこの水質が維持できないということで、サンゴ礁の保全、復活、サンゴの養殖までやっているんですね。モズク４個買うと１円、このサンゴ礁復活基金に金が入る仕組みになっているんです。そういう仕組みをつくって、現在、日本の７割か８割のモズクはこの恩納村の漁協でつくられているんですけど、これだけ生産量が増えているわけですね。

今言ったような人手をどのようにかければいいのかという話とか、里海に関する経済・政治の話の基本的な検討をこの前半でやって、後半で、今言った桑名のハマグリとか、日生のアマモとか、青森まで行って見つけたいろんないい例を紹介しています。それらが具体的に書いてありますから、ぜひ読んでください。実は有明海の例は全く入っていませんが、参照してもらたいと思います。あと外国でも現在、インドネシア里海創生運動というのが始まっていまして、その例とか、あと国際シンポジウムの例がいろいろここに書いてあります。昨

年の11月に出版しましたので、ちょっと高いんですけれども、お金のある方は買ってください。



それから、物質循環の話をします。私自身は今の人手をかけて、多様性・生産性を増やそうと思えば、物質循環、これが私の専門ですけど、の立場からいくと、太く、長く、なめらかな物質循環を実現しなければいけないと思っています。それが有明海も含めた現在の沿岸海域ではつくれなくなっているというのがひとつ、先ほどの本の前半で指摘してあるんですけど、理由は、現在の海岸線はほとんど直立護岸ですよね。そうすると、入った栄養物質、そのＮＰSi比というのは昔から比べたらがらっと変わっていますけど、が直接に浮遊植物プランクトンに取り込まれる。そうすると、そいつはあっという間に使い尽くされ、植物プランクトンが枯れると、底層で貧酸素水塊を起こしてしまって、ここでぐるぐる回ってしまうわけです。じゃあ、昔はどうだったかといいますと、昔はもちろん入る栄養物質量も少なかったけど、あるバランスが保たれたわけですね。そのときは入ってきた栄養物質は、まず干潟・藻場の付着珪藻に取り込まれます。残った栄養物質がアマモとか、ガラモなどの海草・海藻に吸収される。それから残った栄養物質が沖合の浮遊珪藻に行って、魚に食べられ、さらに海鳥に食べられる。つまり、これ栄養塩のpathが太かった、多様だったんですね。先ほどの生物多様性と係わりますが、多様なpathの結果として、太い物質循環が沿岸から外洋に向かって実現していて、また、栄養物質が陸に帰っていました。今は物質循環のパイプ自体は太いんだけれども、単純なpathしかないので、結果的に物質循環は非常に細くなっているというか、滑らかじゃなくなっているわけですね。かつ短い物質循環になっていると思います。



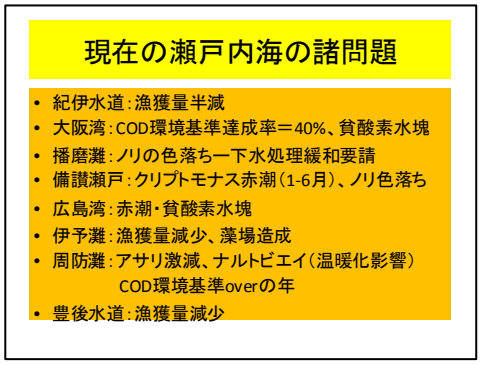
以上は赤潮の面から見たやつですけど、実は稚魚の面から見ても、これまだ研究中でなんですけれども、瀬戸内海でも親魚は結構多い。ところが、稚魚がほとんどいない。ほとんどというか、昔に比べたら非常に少ない。昔はもちろん親魚もいたけど、仔稚魚はちゃんといた。理由はここですよね。さっき荒牧先生も言われましたが、有明海は生物再生サイクルがなくなってしまっている。だから、結論からいくと、

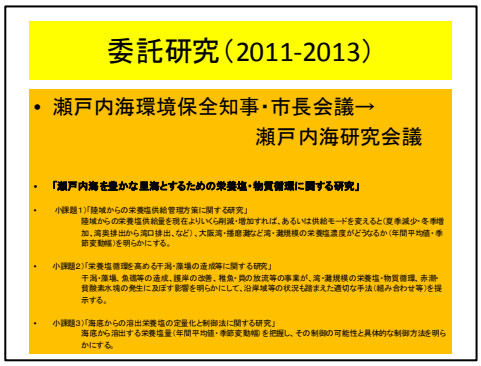
干潟・藻場を再生・創生する意義

- 多様な生息環境：生物多様性の増大
- 多様な栄養塩path：赤潮・貧酸素水塊防止
- 仔稚魚生育場：生物生産性の増大

有明海、瀬戸内海の場合、沖縄ではこれにサンゴ礁入りますけど、里海創生のために、干潟、藻場を再生するというのは非常にやりやすくて、かつ重要だと思うんですけど、理由は３つある。

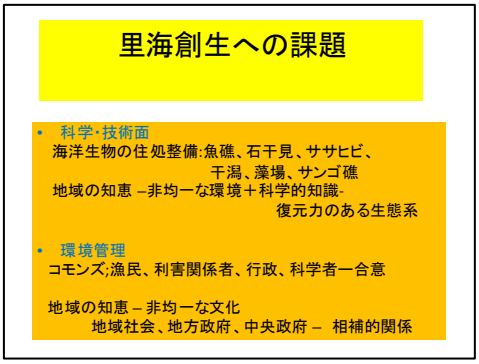
１つは、最初に言った多様な生息環境をつくることによって、生物多様性を増やす。もうひとつ、栄養塩pathを多様にすることによって、赤潮・貧酸素水塊が防止できる。最後に仔稚魚の育成場をつくることによって、生物の再生産が盛んになる。





ところが、現在の瀬戸内海は何が問題かといいますと、これも先ほどの知事・市長会議の担当課長会議、この前から何回か面談していますが、でアンケートとって聞いてみると、各県での今の悩みの種というのは、こんなもんですね。結構、有明と似ていると思いますけど、違うところもあります。要は生産性が非常に落ちているというのが現場の悩みとしては一番大きいわけですね。で、何をするかといいますと、この４月からスタートすることで、今話をつけていますけど、知事・市長会議のほうから研究会議に委託を出してもらう。どういう委託かといったら、「瀬戸内海を豊かな里海とするための栄養塩、物質循環に関する研究」という題で委託を出してもらって、我々としては、それを３つの小課題に分ける、その１は、「陸域からの栄養塩供給管理方策」、これさっき言いましたように、既に大阪湾を除いて瀬戸内海は総量規制を外されて、Ｔ－Ｎ、Ｔ－Ｐ濃度に関しては自分らの好きなようにしろと、これちょっと言い過ぎですけれども、言われています。どういうＴ-Ｎ、Ｔ-Ｐの供給量、あるいは供給の仕方が一番いいのかというのをちゃんと決めようということです。その２は、「栄養塩循環を高める干潟、藻場の造成等」、これ実際には造成というのはそんなたやすくはなくて、先ほどの日生は結構簡単なふうに言いましたけど、同じようにやって失敗しているところはいっぱいあるわけなんですね。どういう方法がいいのかというのは、私自身は沿岸海域は多様だから、各場所場所で一番適したやり方というのは異なっていると思っているので、それをちゃんと明らかにしよう。干潟に関しても、藻場に関してもですね。その３は、「海底からの溶出栄養塩の定量化と制御法」、瀬戸内海では溶出量がめちゃめちゃ大きいという人が多いんですよね。実際にやってみなきゃわからないんですけれど

も。これらに関して、要するに、アセスメントをやるわけです。つまり、これらについて新たに研究するわけじゃない。そんな金はとてもでませんから。わずか200万円か、300万円の金なんで。これもやっぱり１名、それぞれの課題に関して筆頭著者を決めて、二、三名のサブの著者と一緒になって、３年間かけてしらみつぶしに文献を全部当たってもらって、書いてもらって、さっき言った企画委員会で総合化、ピアレビュー、チェックして、答申を出そうと思っています。



最後のスライドの里海は有明海創生と言いかえてもらってもいいんですけれども、これは12月にＣＯＰ１０の最終式典が金沢であったんですけど、そこで里海の第４回国際シンポジウムというのを開かせてもらいました。これも環境省がスポンサーになってくれて、もう４回目なんですけど、世界各国で今、さっきも言いましたように、里海を創生しようという運動が始まっていて、そのレビューというか、最後のまとめで、私がつくった英語のものを日本語に直してみました。私自身は今２つの面が里海創生で大事だと思っています。

１つは、サイエンスの面で、さっき見せた海洋生物のすみかの整備に関することです。魚礁、石干見、ヒヒサビ、干潟、藻場、サンゴ礁ですね、そこに手入れを、極相にいかさない工夫も含めて科学的知見に基づいてちゃんとやる。そのときに、やっぱり地域の知恵、漁師さんとか、古い人の知恵は必要だと思っています。理由は、要するに環境の多様性です。有明海と瀬戸内海の海洋環境特性は全く違う。だから、違う場所では違う知恵があるだろうから、それらと我々の科学的知識とちゃんと合わせて、今はやりですが、復元力のある生態系というのをぜひつくり出したい。

もうひとつは、こんなふうにつくった環境も、さっき言いましたけど、ちゃんと管理しないといけない。今、実は漁民というのは日本全体では0.2%しかいないんですよね。99.8%の人々は海とは直接関係ない暮らしをしているわけですから、ちゃんと海を管理しないと、陸の人の論理で踏み荒らされてしまう。だから、ある意味では、沿岸海域はコモンズでなければいけないと思うんですけれども、それは漁民、利害関係者、行政、科学者がちゃんと合意しなきゃいけない。合意は簡単なことじゃなくて、例えば、東京の三番瀬の委員会というのは、一応委員会はできたんだけれどもパンクしたんですよね。参加していた組織のあれが抜け、これが抜け、が続きました。最初に抜けたのは漁協です。怒って、こんな席にいられるかと言って出ていっ

たんですけど、それやり方がまずいんですね。堂本知事が全く間違っていた。ああいうやり方したらだめで、やり方をちゃんとしなければいけない。これもある意味では非均一な文化ですから、地域社会、地方政府、中央政府が相補的関係というか、うまい関係をつくって、多分有明海はこれが一番大変だと思いますけど、そういうものを工夫して、こういう母体をつくらないと、我々が幾ら知恵を絞って、いい復興策を出しても、現場では全く使えないわけですから、それが私のメッセージです。

以上です。

ディスカッション

テーマ１　有明海再生に向けて何をすべきか

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

それでは、ただいまは柳先生から基調報告を頂戴いたしました。瀬戸内海での試み、あるいは瀬戸内海での体制を中心に、ほかの地域での成功事例も御紹介をいただきました。各県が非常に連携をとっているということ、それから、研究者としては文理融合型になっているということ、それから、研究者間の連携も非常に高いし、空間の連携も森から海というお話がありましたが、非常に連携性が高くなっているというお話でありました。そこに有明海・八代海の特措法が登場して生物の話が入ったので、それが刺激となって、次のステップが明確になったというふうなお話であったと思います。

それで、今からパネルディスカッションに入らせていただきますが、きょう御登壇をいただいておりますパネリストの先生方をまずは紹介させていただきます。私のほうから順番にお願いをしたいと思いますが、一番初めに須藤先生でございます。それから滝川先生、松岡先生、速水先生、柳先生、それから、最後になりましたが、経塚先生でございます。どうかよろしくお願いいたします。

それでは、まずは「有明海の再生に向けて何をなすべきか」という観点で議論を進めてまいりますが、まずは滝川先生に、先生御自身が持たれております問題の基本的な認識、あるいは課題に対しますお考えをお伺いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

○パネラー（滝川　清・熊本大学教授）

最初に口火を切れということで非常に大役を仰せつかっているわけですが、基本的に「有明海の再生に向けて何をなすべきか」という、その基本的な考え方の整理と言ったらおこがましいんですが、基本的には今柳先生が非常にいい事例を示していただきまして、まさにああいうといいますか、そういう組織、あるいは研究者のあり方、再生に向けた方向性というのは、基本的には私が取り組んでいるものと全く同じかなというふうに思います。そういった意味で、私が取り組んでいるスタンスを簡単に御紹介させていただきたいと思います。

基本的にその海域の環境ですね、特に有明海・八代海というのは非常に閉鎖性が高いといいますか、その閉鎖性海域というのは何が問題かというと、やはり海域そのものの現象が、

陸海空の現象が基本的にある。それに生態系、あるいは閉鎖性海域ですと人為的な影響も加わるという非常に複雑怪奇になっている。その複雑なものをどういうふうにメカニズム的に解明していくのかというのがまず最初にあるわけですね。それで、評価委員会を含めて、今日荒牧先生から御紹介ありましたけれども、いろんな科学的サイドからの調査研究が進められている。

ところが、その調査が非常に複雑なもんですから、その結果が、じゃあ再生にどうつながるのかという、その方向性がなかなかまだ糸口が見出せていない現状に有明海はきっとあるだろうというふうに思います。そういった意味で、僕らが取り組まなきゃいけないそのスタンスというのは非常に複雑なものに対してどう取り組むかということなんですが、再生を考えていくときには、基本的に陸海空、あるいは生き物という場がある。そこをまずとらえる必要がある。再生に向けていくときには、陸と海と空といったら、空に対してはなかなか我々対策がとりにくいというふうなことで、土、水、あるいは人為的な負荷といいますか、そこが大きなキーワードだろうと思います。それに対して何ができるのかというのをまず交通整理する必要があるというふうに僕自身は思っています。そういった区分けの中で、具体的な技術を考えていく上での方向性がそこにあるだろうと思います。

ところが、その個々の技術というのが飛んでしまって、例えば、目の前に泥化が進んでいる、アサリ貝がいない。じゃあアサリ貝を増やすために砂をまきましょう。その個々の目的のほうが先にいっていて、じゃあ全体的にそれが効果があって持続性があるかというふうなことを考えたら、海域全体をどうしたいという、その海域全体の方向性ですね、それがまだ共通認識になっていないというふうに強く思います。そういった意味で、柳先生が瀬戸内海の場合には大きな協議会みたいなものがあって大きなゴールがあるよ。その大きなゴールというのは、きっと瀬戸内海も有明海・八代海も一緒で生物多様性のある、そういう場をどうつくっていくのか、あるいはどう再生していくのか、そこが大きなゴールであろうと。そこについての議論がまずない。だから、そこをみんなで共通認識を持つような方向性がまず大事である。マスタープランをつくる必要がある。それは調査のマスタープランではなくて、再生のマスタープランをつくる必要があるというふうに強く思っています。

そのマスタープランということと同時に、先ほど話がありましたが、環境問題というのは非常にローカル性が高い。同じような水でも定性もあるんですけれども、運動方式を立てていこうとすると、同じような水の場合は流体運動ですから答えが出てくるんだけれども、物

の形、地形の形状、物理的な条件でもってそれの答えが変わってくる。つまり非常にローカル性が高いということですね。それに生き物が反応してくるというふうなことがあるので、地域の個性、地域地域に応じた対策をどうすべきかということをやはりきめ細かく議論していく必要がある。それがなかなかそういう方向に今のところないというふうなことで、私から基本的なスタンスとして申し上げたいのは、全体としての有明海・八代海をどうしたいかという共通認識を持つということと同時に、地域地域の個性を理解して、そこにジャストフィットするような方向性、対策のあり方というのを議論したらどうかというふうなことで、ちょっと抽象的なんですが、明日ちょっと私がしゃべらせていただける時間があるので、そこの中では少し具体的なお話をさせていただきたいと思います。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうも貴重な御指摘をありがとうございます。

柳先生のお話にもございましたけれども、生物の多様性が大事であるという観点からは、それぞれ個々の生物が存在するという個々の存立を認める必要が出てきますし、多様であっても、今、滝川先生に御指摘いただいたように、俯瞰的に全体を見ながら、そして全体の方向性を決めていかないといけない。その中で、柳先生のお話にありましたけれども、それぞれの個々の生物のところが極相にならないように動かしていく。つまり全体がダイナミックな中で変化していくという、トータルとしては同じでも、内部で激しい変化が起こっているというふうなところが大事だというのは、今、滝川先生も御指摘いただいたとおりでありまして、そういう観点で再生をしていくときのマスタープランが非常に大事だという御指摘をいただきました。

今、このような指摘を頂戴いたしまして、次に、速水先生の御意見を伺おうと思います。

それでは、速水先生よろしくお願いいたします。

○バネラー（速水祐一・佐賀大学准教授）

マスタープランの話ということで私に振られたわけですけれども、私も滝川先生のお考えに賛同するもので、調査研究のマスタープランではなくて、やはり海域の再生のマスタープランが必要であるというふうに考えています。そのときにどんな海を取り戻すのか、そのイメージをはっきりさせる必要がある。どういう海が望ましいのか。これは東京湾、伊勢湾、

瀬戸内海、有明海、瀬戸内海も大阪湾と海域なんかと違ったりしますけれども、そういうところと有明海とはまた違う。自然環境としての違いもあれば、また、そこに暮らす人、それから歴史、そういう風土を通してしかやはり我々はこの海というものを見てこれないから。だから、どうしてもそういう海に暮らしてきた人、歴史を踏まえて、関係者がどういうふうな目標を持つのかという合意をした上でマスタープランをつくっていく必要があると思います。

そのマスタープランを、有明海全体についてのシステムを理解して海域全体としてのマスタープランをつくると同時に、有明海の中でも湾奥部とか諫早湾みたいなところと、それから、白砂青松の砂浜と磯が続いて透明度が大阪湾の沖と同じぐらいあるような島原半島沖、熊本沖なんかと全然違いますから、そういう各地域についてのやはりあるべき海の姿、地先の海の姿みたいなものをやっぱり持っていく必要があると思います。

それで、そういう目標を持ち、そして目標に向かって環境改善をしていく。その結果について責任を持つための組織がやはり必要なこと。そこにはさまざまなセクター、柳先生からもお話があったように、漁業者、一般市民、研究者、行政、さまざまなセクターが入り、それから、異なった利害関係を持った地域がありますから、そういった異なった地域が入り、そういった多くのステークホルダーが互いに話し合って議論していく場がまず必要だろうと思います。そして研究者としては、そういう議論を行っていくための材料をわかりやすく出していく。それから、柳先生からＩＰＣＣの話が出ましたけれども、わかりやすくするためには、やはり幾つかのシナリオというものも出していく必要があるだろうと。そういったことをしながら、自分たちも海を見ていき、必要に応じて順応的管理というものの中に自分たちの位置を見つけていく。そういったことが必要かなというふうに思っています。

以上です。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

どうもありがとうございます。関係者の視点が、つまり、マスタープランをつくって、それを実施するということになりますと、その関係者の、今、ステークホルダーという言葉を使われましたけれども、関係者の合意を得ていくことが必要だというのは全くそのとおりだと思います。

関係者の合意だけがすべてというわけでもありませんで、それをベースに科学的な知見に

基づいて、専門家がそれをある程度動かしていくというふうなことも必要だと私個人的には思いますけれども、先進事例としての瀬戸内海で、この関係者の合意を含めたところの取り組みというのをもう少し、先ほどのお話に加えて御紹介を柳先生からいただけないかなと思っております。

○パネラー（柳　哲雄・九州大学教授）

まず、その質問から答えますと、関係者の合意を得ようと思うと、やっぱり一番大事なのは行政なんですよね。行政はそのためのサービス産業としてあるわけです。これも実は去年論文にして、海の研究に発表しましたが、なぜ有明の三番瀬会議は崩壊したのかということについて書きました。さっきちょっと言いましたけど、堂本知事が自分のお友達の大学教授に頼んで、彼が漁協とかＮＰＯとか、スティクホルダーに全部集まってもらったわけですね。堂本さんは、彼に任せれば、みんなに言いたいこと言わせて、適当にまとめてくれて、三番瀬の再生方策が出てくるものだと思ったわけです。実際は１年目からＮＰＯが、絶対ここはいじってはいけない、魚も獲ってはいかんとか言い出したもんだから、漁協が何でこんな席にいなきゃいけないんだというのでまず抜けたわけですね。抜けたのは当然だと思いますけど。その次は、今度はＮＰＯ同士で、柔らかなＮＰＯと硬いＮＰＯがあって、硬いＮＰＯが大きな声で言うもんだから、柔らかなＮＰＯが、こんなのとはつき合っておれんと抜けたわけですね。２年目にはさすがにこれは大変だというので、議長の教授があせって、とにかく一応の答申を得るために分科会をつくって、三番瀬の干潟のことを考える、あるいは護岸をを考える、３つぐらいあったと思います。水産も入っていましたけど。それで、一応案をつくってもらって報告書をまとめたんですね。結果的に何をやっているかと言ったら、今、三番瀬でやられているのは石積みの護岸をつくるだけの話で、この前、担当の副知事とも会ってきたんですけど、今後どうするかのアイデアもないわけですね。私から見れば、極端に言えば、サービス産業たる行政がサボっているからですね。私の論文に書いてありますが、研究者に関しては、そんなところにしゃしゃり出て両方の利害を調整したりとか、そんなことできるわけないわけで、まして、やると必ず火の粉かぶって、自分はつぶれるわけですね。研究者はあくまで裁判官になってはいけないし、調停者になってもいけない。希望された事柄に関して科学的な根拠を持って、答えを示すのが我々の責任です。基本的に利害の調整というのは、そのために行政があるわけだし、政府があるわけですから、今日もどこかにおら

れると思いますけど、そういう人たちの責任というか、とにかく行政にぜひ頑張ってもらわないといけない。

だから、さっきの有明海に関して協議会をつくるんなら、行政主導の協議会をつくらないと、ＮＰＯ主導の協議会なんて、多分あっという間に崩壊するし、今のＮＰＯの実力でそんなことできるとは到底思えない。

それともうひとつ、速水さんの質問に関しては、有明海の特性というのは何ていったって干潟なんですから、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海と違う有明海の将来像というのは干潟の生産性をいかに高めるかですよね。私、昔、このことに関しても論文にしてありますけど、瀬戸内海に比べたら単位面積当たり、単位時間当たりの魚介類の生産量というのは、有明海は瀬戸内海の２倍ぐらいある。その理由は、有明海の主な漁獲であるアサリは、プランクトンフィーダー、一次生産者そのものを取り込みますから、そしてそれを人間が食べるわけですから、効率がめちゃめちゃ良いわけですね。瀬戸内海の主な漁獲は魚ですから、一次生産の植物プランクトンから動物プランクトンにいって、小魚にいってと、４段階ぐらい経るわけですね。そうすると、生産量は大体１割ぐらいずつに減ってくるから、ものすごく生産力が小さくなる。だから、有明海は簡単に言えばアサリがちゃんととれるような干潟に戻すことが一番ですけど、簡単に戻せないですよね。私もいろいろ友達とかと話して考えてますけど、それが考えつけないから、有明海の将来像が描けない。

実はアサリに関しては、御承知の方もおられると思いますけど、有明海の南限種なんですよね。つまり、有明海というのはアサリが生存できるほとんど南限の水温になっている。現在の温暖化が続くとアサリは今以上にとれなくなる。今は別に温暖化でとれなくなっていると言っている人はいますけど、ちゃんとした証拠はありませんけど、私は結構その可能性は否定できなくて、今のまま続けば、かつて荒尾沖でとれたようなアサリの大豊漁というか、あんな量のアサリがとれるということは多分有明海では無理だろうと思っています。

そうすると、さっき荒牧先生がタイラギの話をされましたけど、今、またナルトビエイも来ていますけど、この干潟の生産性を生かすような干潟の付着珪藻を食べる魚介類、人間が利用できる魚介類の種類を技術開発する必要がある。これは小谷さん来ておられますけど、水研の役割が非常に大きいと思います。どこかでやっぱり考え出さないと、みんなが、うん、なるほどと思うような将来像というか、再生のマスタープランはできないんじゃないかと思います。それがあるので私、この間、ずっと有明海から遠ざかっているというか、余り来た

くなかったんですけど、すみません。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

余り遠ざからないで、今日のように来ていただければと思いますが。

今、柳先生から２つお話を頂戴しました。後半のほうは、栄養塩の流れというものを多段階で、しかもちゃんと１周回るようにというお話であったかと思うですけれども、ＪＳＴで行いましたプロジェクトの結果でも、有明海の環境を劇的に変えていくときには、実際にはかなり困難なんですが、その手法としては、仮に徹底的に覆砂して、そこでアサリを大量に増やして、プランクトンフィーダーとしての機能を発揮してもらって、全体でのプランクトン量を抑えてきて、有機物として沈積する分を減らしていくというものです。アサリは必ず取り上げてもらうという操作で一度有機物に関する状況を変えてしまうと、その後生態系としての全体の動きが変わるという検討結果も出ております。徐々に少しずつ手を打っていてもだめなので、限界のところで、あるトリガーを引けばいいという結果も得られておりますが、このような方策としての知識の提供を研究者が積極的にやっていくべきだというように、今、お話を伺っていて感じました。

それで、前半のほうの御回答をいただきました分では、全体の関係者の合意のときには、行政の強力な参画と取りまとめるというリーダーシップが必要だという御指摘をいただいております。有明海の中でも知事会議はあることはあるけど、ただ、機能をしていないというふうに伺っております。この点につきまして、滝川先生、何かコメントを頂戴できますでしょうか。

○パネラー（滝川　清・熊本大学教授）

コメントと言うほどでもないんですが、実はマスタープランということに関しまして、熊本県ではちょっと名前が違うんですけど、干潟等沿岸海域再生検討委員会とかいうふうに、僕自身は熊本県の海域環境再生のためのマスタープランというふうに呼んでいるんですが、そういったものを何年前でしたか、もう五、六年ぐらい前になりますが、既につくっております。そのマスタープランの考え方といいますか、そのものがやはり合意形成を図るという大前提がある。さっき里山、里海のお話もありましたが、総合的に陸から海までを一緒に考えましょうという、そういう考え方をやっていて、そしてそれが今度はあるマスタープラン

をつくるにしても、あるケーススタディー、全体で議論してもなかなか進まないということで、あるケーススタディー地区というのを決めまして、そしてそこでいろんな課題を見出すという、それが有明海側では玉名、もう一つは八代海側では八代ということで、そういう地区を限定したようなプロジェクトといいますか、理想像というのをつくり、その理想像をつくるというのは、有識者といいますか、科学者、技術者というものが中心になって、まず最初はそこの海域環境がどうある、特性がどうある、生態特性がどうあるというふうなことをまず押さえる。歴史的な変遷も押さえるということをやりました。

それと同時に、その結果をもって地元の方にそれを説明に行く。説明に行った段階で、今度は地元の方の御意見を反映する。つまり、マスタープランをつくるプロセスの中で合意形成をやるというんですけど、住民の方、あるいは一つのサイドだけで何かプラン立てるとやっぱり収拾がつかない、利害関係が出てくるということで、それをやっぱり何度も繰り返しながら一つの理想像をつくっていく。昔はこうだったんだけど、今はこうだ。その両方を認識する。それは技術者レベルの物差しで考えるという、まずその理想像といいますか、そういう案をつくる。それに地元の方の意見を反映させるというふうなやり方をやると、お互いのずれもわかりますし、現状とその理想像との差がわかる。つまり課題がわかる。一つはそれが、柳先生がおっしゃるように、こういう方法がいいんじゃないのと、技術的なサイドからのアドバイスといいますかね、そういうものが見えてくるというふうなことで、そういう望ましい姿、あるいはその現状を見きわめたところの課題というのを各地域ごとに明確化させる。そういう作業をやりました。まさにそれが基本的なことだろうと思います。それに向かって、地域の人、技術屋、あるいは行政がその差をどう埋めていくのか、それがいわゆる一つの方向性、ベクトルを示す。よい方向に向かって、個々の対策なんだけど、全体としてある方向を向かうというものにつながるという考え方で進めています。それがどこまで到達するかというのは、やはりフィードバックを何回もしていかなきゃいけないということで、よく最近はやりの言葉がありますが、順応的管理といいますか、あるゴールを持ってきて、そこまで行く。じゃ、ちょっとやり方がまずければ、それを試行錯誤しながらやっていくという、そういう考え方が基本的には再生に向かって大きな方向性かなというふうに、私はそういうふうに思っていろんな取り組みをやろうと、やってきているつもりでございます。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。マスタープランの実施方策として、それぞれの課題の明確化と全体の統合性、及び、全体の方向性を出していくということでのお話を頂戴したと思います。それで、その中で、研究者としては知識を常に提供していかないといけないということになりますが、一番頑張っておられます先生方のお一人である速水先生、その点はいかがでしょうか。

研究者として、いわゆるステークホルダーが集まったときにマスタープランができて、それを達成していくために、研究の科学的な知を提供していく必要があると思うんです。それには研究成果をどういう形で解りやすく提供するのか、あるいはそれをどう創っていくのか、使っていくのかというふうなことも考えられるかと思うんですけれど。

○パネラー（速水祐一・佐賀大学准教授）

基本的に柳先生もおっしゃったように、私も研究者というものはこういう環境問題に対して情報提供する、あるいは幾つかのシナリオを提供する、そうはあっても、裁判官になってはいけない、絶対当事者になってはいけないと考えています。ですから、はっきりとしたステークホルダーによる協議の場があるところに対して、いかにわかりやすく調査研究した結果を出していくかというのが一番研究者の役割だと思っています。

有明海に関して言いますと、再生の目標は、一応公には環境省の有明海・八代海総合調査検討委員会によって大きい２つの目標が設けられていて、１つが二枚貝の持続的な生物環境の保全回復とバランスのとれた水産資源回復。それから、もう１つが希有な生態系、生物多様性及び生物浄化機能の保全回復という、この２つの大目標があって、今もこの目標に向けて全体に動いてはいるとは思うんですけれども、この後者のほうですね、希有な生態系、生物多様性のほうが非常に遅れているという印象があります。

それと、水産に関して言うと、特に有明海奥部の部分では、これはある意味残念ながら、例えば佐賀県の場合だと有明海海域の水産関係の水揚げ、売り上げの９割以上はノリなんですね。そしたら、ノリがとれたらいいのかと言ったら、そうではない。そこがこの海の難しさで、この海をよくしていくためには、ノリの水揚げがたくさんあったがいいとか言うんじゃなくて、この有明海らしい独特の生物相がずっと保全されていくということが大事なんだろうと思うんですけれども、ただ、ワラスボが幾らとれても、ムツゴロウが幾らとれても、東京の築地に出せるわけではないし、値段もつかない。だから、そういった点で、単に水産

という面からだけでは、この海をどうよくしていくかというのは見れないし、そうなった場合に、どうしても生物多様性のこの食料資源以外の面での貴重さという、その重要性を意識して、この間、名古屋でＣＯＰ10もありましたけれども、環境省あたりがこの日本の国内でも重要な水域として重視して、何といいますか、ここにしかない生物資源の場として認識していく必要があると思います。

何かまとまりのない話で済みません。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。水産としての重要性と、それから、いわゆる自然保護の観点からお話を頂戴いたしました。

その前のほうの水産資源の観点から、小谷さん何か、今後の必要な研究等につきまして、コメントを頂戴できませんでしょうか。

○パネラー（小谷祐一・西海区水産研究所部長）

柳先生、関係者、行政、漁民、市民、研究者も含めてですけれども、広くそういった関係者の合意形成をする場というのは私も重要だと思います。

しかしながら、それぞれ単位があると思っています。漁業者もやはり有明海という一つの場を共有して漁業を実施するということで、有明４県の漁業者が何かやはり総意を持って有明海を利用していく、管理していくということを決めていただくような場がやはり必要ではないかと思います。それをもって我々なんかは有明海の水産資源の振興、漁業管理というものを考えざるを得ない立場にございます。

また、研究者としてもやはり中の研究者間の合意を得るような場も必要だと考えていまして、この間、私ども西海区水産研究所としては、水産庁や環境省の委託事業という形で、冒頭、荒牧先生からも御紹介ありましたけれども、貧酸素水塊の解明であるとか、タイラギの大量斃死の解明であるとか、そういった課題に取り組んできたわけですけれども、これは単に私も西海区水産研究所だけで行った課題ではありません。各県の試験場の方々、それから、場合によっては民間の方々にも入っていただいて、連携協力して課題に取り組んできたというところです。その連携協力というところは、これまでも、今後もやはり大事にしていかなきゃならないというようなことがございます。その中で、やはりいろんなデータの共有であ

るとか、それから、調査研究、設計をやはりきちんとみんなで協議して決めていくとか、また、そのデータの取り扱いについてのルールを決めていくとか、そういう場も必要ではないかと考えています。私どもの取り組みとしては、そういったところで一定仕組みをつくって、例えば昨年ですと、私どもの調査研究にあわせて、国交省で実施している調査、「海輝」という船がありますけれども、そういった船でやる調査を一緒の時期に同じような手法をもってやりましょう。それは大学とかほかの民間の機関にも入っていただきましたけれども、一斉調査というのも私どもにとって初めて実施したところであります。

また、データの共有化についても一定の調査機材のスペックであるとか、それから、解析手法とか、そういうものをマニュアル化して、こういう手法でデータをとってまとめていって、共同で利用していくというような仕組みづくりも考えています。今後、その取り組みをますます連携協力していかないと、有明海の問題には調査研究という立場ではきちんとした対応ができていかないかなということで、一定そういった役割を担わせていただきたいというところで、今、進めているところです。

それぞれの行政、漁民、市民、研究者、いろんな枠組みでの合意形成の場を持っていくということが私は重要ではないかなと考えています。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。合意形成の場というのがどうしても必要だというお話を頂戴いたしました。

松岡先生、今までのお話を聞かれて、今後の調査研究の進め方についてコメントを頂戴できればと思います。

○パネラー（松岡數充・長崎大学教授）

今、幾つか違ったテーマで議論が進んでいるかと思うのですが、一番最初に有明海再生のためのマスタープランをつくるというお話がありました。このときの視点というのは、やはりグローバルといいますか、広域的というか、そういう視点を抜きにしてはならないだろうと思います。例えば、現在、有明海で漁業資源、ノリ以外の漁業資源が非常に逼迫した状態になっていることを皆さんと共通認識として持つことができると思います。その漁業資源を見たときに、例えば、カキとか、タイラギとか、アサリとか、サルボウのような二枚貝、い

わゆるプランクトンフィーダー、あるいはデトリタスフィーダーと、それから、ノリのような藻類資源とか、スズキやエツとかコノシロとかのような漁業の資源はそれぞれ違った場所に生息する。そういった資源を回復するためには、その資源の回復のために適切な手法というのがあると思うのですが、その手法を考えるときに、ただ一つの資源だけが豊かになればいいということではなくて、その資源が持続的に獲得できるというか、取得できるというか、あるいは海から提供してもらえるために、どのような資源回復の方法、具体的な方法があるのかを考える必要がある。その考えのもとは、やはり有明海での生物多様性がどのようであるのか、その生物多様性が損なわれないような見方というか、考え方が必要だろうと思います。その際に、やはり一つの生物がどれだけ有明海の中で占めることができるのかという、ある言葉をかりれば環境収容力と言ったらいいのでしょうか、そういうような視点がやっぱり必要なのかなと思います。そうすると、先ほど提案されたように、資源回復のために調査研究を行っていくのですが、そういう調査研究をやるための合意形成に向けての一番のベースは、やはり有明海全体の生物多様性がどうであって、環境収容力がどれぐらいあるのかという具体的なデータをきちっと出していく必要があるということが１点です。それからもう１つは、そういうマスタープランをつくったときに、当然マスタープランに基づいてアクションを起こすのですが、そのような活動を集約し，評価して、次のプランにつなげていくというサイクル、そのようなものをきちっとつくり上げていく必要があると思います。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。今のお話の中で環境収容力、キャリング・キャパシティーですが、それを一つの生物が全部使わないように抑えるという、そのための合意形成のお話も頂戴いたしました。

それでは、最後になりましたが、須藤先生、これまでの御議論をいただいたことにつきまして、コメント、あるいは感想をお聞かせいただけたらと存じます。

○パネラー（須藤隆一・環境生態工学研究所理事長）

一番難しいテーマを与えられて、何をお答えしていいか困りましたが、少し範囲を広げまして、有明海・八代海を含めまして、瀬戸内海、あるいは東京湾、伊勢湾、あるいはほかの小さな湾、あるいは湖沼、河川、いわゆる日本の水域ですね、公共用水域を守らなければな

らないということは、皆さんも御承知のとおり、我が国が公害を引き起こしたときにまずは戻って考えなければいけないんではないかなと、こういうふうに思います。公害は、工場等から有機排水、無機排水、さまざまな排水が出て、有明海はそれほどでもなかったわけですが、日本中の水域がどぶ化したり、あるいはヘドロ化したりというのが1960年代から始まったわけで、それを防止するために公害対策基本法ができ、それから、最近はそれが変貌して環境基本法という法律ができて、その環境基本法の第16条に、理想とすべき環境の基準をつくるということが義務づけられているわけでございます。まずはそのような状況の中で、有機汚濁が最も大きな問題であったから、皆さん御承知のように、ＣＯＤ、ＢＯＤというようなものがそれぞれの水域に当てはめられたわけでございまして、日本中の水域に、ここの水域は海域のＡ類型だとか、Ｂ類型だとかということになっているわけで、有明海も環境基準、大ざっぱに言えば、海域のＡ類型に指定をされているということは、要するに、有機汚濁の立場から見てそういう基準であったということでありまして、私自身が有明にかかわったのは、この海域の環境基準を当てはめるときでございまして、実はここのデータを集めてみましたら、ほとんどデータがないんですね。要するに、環境基準は水の利活用からの立場から見ての適切な基準と、こういうことで、海ですから、水産であったり、あるいは水浴であったりするわけでありますが、あるいは陸水であれば飲料水というのが最も重要かと思いますが、そういう形で見ていくわけで、海域ではＣＯＤということになったわけですね。

次に問題になりましたのは、大ざっぱに言えば、水質汚濁防止法というのは、悪い水を流せば犯罪であるということでございますから、かなり世界中でも最も厳しい法律です。それが実行されたために、有機汚濁は大ざっぱに言うと、解消はされたとは言い切れませんが、かなりよくなってきたのは皆さん御承知のとおりでございます。

次に問題になったのは何かというと、海でいえば富栄養化の問題ですよね。赤潮がたくさん出る。青潮が出る。これは原因は窒素だ、リンだと。それは大変だということで、窒素とリンということで、窒素とリンの基準ができて、有明海にも当然窒素とリンの基準ができたわけでございまして、それはＣＯＤのときよりも学問的な成果があったので、適切な数値になっていると思いますが、それでもまだ問題があるというわけでありますが、今、申し上げたように、何を申し上げたかったかというと、すべてが海の問題は外部負荷との問題で基準がつけられているということになりますね。要するに、有機汚濁を防ぐために、富栄養化を防ぐためにと。こういうことで、中の生き物の問題は、原則としてその当時からは無視をさ

れてきたわけで、全く考えなかったわけですね。この先ほどの柳先生のお話にあったように、物質循環をなめらかに長く、そして豊かにというようなことになったときに、本当は何が大切かと言ったら、海の問題でいえば生き物の問題ですよね。それについての物差しがないんですね。ですから、いろんなことが言えるんだけれども、国として理想的には、例えば生物多様性というのはこうあるべきだ、なかなか難しいんだけれども、それができない。じゃどうしたらいいかということで、いよいよこの数年前から検討が始められたのがＤＯと、ＤＯというのは溶存酸素ですが、底層のＤＯと透明度なんですね。これは生き物との関係です。御存じのとおり、酸素が欠乏すれば死んだり逃げたりしてしまう。ＤＯは２とか、あるいは先ほど３という数字も出ていたんですが、環境省では一番低い数字を２として、２、３、４、５というぐらいのところをミニマムのＤＯとして、それも底層は底から１ｍのＤＯと。透明度は主として藻場、干潟、先ほど付着藻類の話もあったんですが、やはりやっとここで初めて環境基準の中に、環境基準というのは環境をはかる物差しですから、一応いい悪いは別として、絶対的なものですよね。それが初めてここに出てきたということで、これまだ当てはめて実はないんです。当てはめてないんですが、多分環境省の告示としてできるのが今年いっぱいか、来年早々だと思いますので、やっと生物を目標にした、生物の豊かさを目標にした物差しを何とかつくることができるということになって、初めて生物の多様性の問題やら、個体群の問題やらをやっとできるようになるのかなというふうに期待をしているわけです。その前にもう１つは、水生生物の保全のための環境基準というのが数年前からあります。それは化学物質を規制するわけであります。この生物は、スズキならスズキでいいですが、あるいはノリというのはないんですけれども、ある生物について、このぐらいの濃度になったらまずいので、その化学物質は、人間とは別に、今の環境基準というのはすべて人間のためにつくっています。特に有害物質は生き物のためには全く考えておりません。それなんで、生き物のための化学物質の環境基準をつくろうということで、今、亜鉛というのをやっておりまして、亜鉛があと二、三年たつと有明に来るのかなと思っていますが、今んところ、ずうっと川をあてはめ全部終わりました。地方自治体があてはめる小さい川は別ですよ。国のやるのは47水域あるんですが、そのうちの、今ちょうどやっている最中が伊勢湾なんですが、これから瀬戸内海に入って、最後が有明なんです。私がそのときまでこの仕事が担当できるのか、もうこの世にいないのかはわからないんですが、瀬戸内海と有明では大分時間がかかるのかなと思っております。というのは、生き物の調査をしなくちゃいけないんですね。生

き物がこれだけいて、こんだけの化学物質だから問題ないんだというふうに言わなくちゃいけないんで、ただ、いい加減にこの数値だということを決めるわけにいきませんので、すべて生態系の豊かさを調査した上でないとその基準が当てはめられない。こういうことがあって、今、皆さんもやっていただいている生態系の問題は、最終的には物差しにやっぱりならないといけないのかなと思って、それぞれ個別にいろいろ研究をやられていて、大変ここの昔、全くデータがなかったと思われた有明海が最も豊富なデータが蓄積をされ、しかも、ただちょっと八代海が不十分なので、滝川先生に八代海をやってくれるんですねということで進んできているわけですが、そういうわけで、ちょっといろいろべらべらしゃべっちゃいましたけれども、何が大切かと言ったら、やはりこれから評価をしていく上で、行政のマスタープランであれ、研究のマスタープランでもいいんですが、そのときの物差しの一つの基準がないと一緒に議論ができないんではないかと。その基準はやっぱり皆さん自身でもつくっていただきたいし、国が基準をつくると言ったときに、ぜひ意見を言っていただきたい、こういうふうに思います。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。今までいろんな基準をつくってこられた御経験をもとに、次のステップに踏み出していくときには必ず評価の基準が要るということの御指摘を頂戴いたしました。

司会の不手際で、パネルディスカッションの前半の第１のテーマのほうがかなり押してしまっておりまして、この後、細かい議論もしたかったんですが、時間がとれそうにございません。

今日は、このマスタープランの重要性ですとか生物多様性、それから、合意形成等重要なキーワードを頂戴いたしまして、この問題につきましては、あすの有識者意見交換会という名前がつけられているミーティングで改めて御議論をいただきたいと思いますので、ぜひ御参加をいただければというふうに思います。

それでは、第２のテーマに移ります。

テーマ２　開門調査が科学的に成果のあるものとするために

基調報告

「開門による流れ場の予測」

九州大学　総合理工学研究院　教授

経　塚　　雄　策

今から開門したらどうなるという話なんですけれども、この件に関しては、今、農水省のほうでアセスメントを検討しているみたいですけれども、今のところ情報が全然ありませんので、我々がこういうのがいいだろうということで考えている開門シミュレーションということでお話しさせてもらいます。

それで、第１部では物質循環とか、有明海の干潟の重要性、そういう指摘がされましたけれども、私も全く同様です。そういうことで、開けて、ただ調整池の水を外に流すということだけだとやっぱり不十分じゃないかということですね。

それで、きょうの講演の内容ですけれども、こういう順番で話したいと思います。

やっぱり調整池の水質というのが非常に今悪化しておりまして、ここのところが実は現在の有明海、諫早湾の環境に非常に大きな影響を及ぼしていると私は思います。

それで、その水質の現状についてまずお話しさせていただきまして、その後に開門方法と開門に伴う流れのシミュレーションを常時全開と潜り開門についてお見せしたいと思います。シミュレーションというと一般の方は余りよく理解しておられないんじゃないかと思いまして、模型実験で数値モデルを検証しておりますので、そういうのも見せたいと思います。最後に、調整池水位を我々のほうは０ｍ、調整池は今－１ｍに管理されておりますけれども、そこを０ｍまでに上げるというような、そういうシミュレーションを提案しております。

まず最初に、調整池の水質のことなんですけれども、今、調整池側の水位というのは－１ｍに管理されております。そうすると、諫早湾内のほうが水位が高いわけですよね。そうすると、堤防で締め切られていると言っても、浸透流ということで堤防の下から塩分が入ってまいります。それで、これは九州農政局のホームページに載っているＢ１ですね。北門に近いあたりのＢ１の塩化物イオンというやつを毎月のデータ、過去３年分ぐらいのデータをとってきたものなんですけれども、ここの横棒ですね、200㎎／Ｌというのは実は畑作の上限値です。これを見ると、７月は梅雨どきで雨がたくさん降って塩化物が下がりますけれども、それ以外のところは畑作の上限値を満たしていないわけですよね。ですから、排水門を開け

て、調整池から水がとれなくなるということで長崎県は反対していますけれども、現時点でも塩化物イオンは高いという事実ですね。このあたりが情報として農民にちゃんと伝わっていないのではないかというふうに思います。

それからもう１つは、同じ地点でのＣＯＤですけれども、ＣＯＤの農業用水基準は６㎎／Ｌです。ところが、調整池のＣＯＤは、締切られてもう14年ですが、このＣＯＤ基準を一度も満たしたことないわけです。水質的にも調整池の水は農業用水としては使えないという現状です。そのほかに有害なアオコの問題とか、そういうこともありますので、ここが非常に大きな問題ではないかと私は思います。

それで、これが北部排水門の写真ですけれども、北部排水門の近くはコンクリートで補強されていて、有明海側58m、調整池側47mにわたって護床工というのがなされております。ですから、このあたりだとかなり速い流れが出ても土砂の巻き上げ等は心配ないということで、これより外のほうが流速が1.6mよりも大きくなると土砂の巻き上げが発生するという観測値が建設時に出しているわけですけれども、そのあたりを留意すべきではないかというふうに思います。

幾つもシミュレーションをやっているんですけれども、非常にわかりやすいケースとしては常時全開ですね。これは開けっ放し、それから、潜り開放という排水門の下だけを開ける開放のやり方ですけれども、これで調整池の水位を－１m以下、それから、門の下のあたりで1.6m毎秒以下にするという、こういうシミュレーションを２つお見せしたいと思います。

潜り開門の場合の流速ですけれども、これは非常に単純な計算で予測できます。ここの門の下の流速というのは、門の外と内外の水位差ですね、水位差がわかりますと、こういう単純な式で求められます。一般には１mの水位差があると4.5m毎秒ぐらいの流速が出ます。だけど、潜り開門の場合は上にとどまっている水がありますのでこの水を連行します。そうしますと、しばらくすると連行作用によって減速するわけですね。例えば２割だけ開けるということにすれば５分の１に流速は下がるということなので、これを使えば非常に心配されているような速い流れというのはコントロールできるというふうに思います。

最初に計算範囲としては狭いんですけれども、北部だけを対象にして数値シミュレーションを行いました。ちょっとこの数値シミュレーション、古いので恐縮なんですけれども、この後、濱田さんが最新のものを発表されるんじゃないかと思いますが、これは我々のところで10年ぐらい前にやったものです。ここで今ぱっと開きましたけれども、潮汐は12時間周期

のＭ２を対象にしております。ですから、１周期12時間と見てください。これは常時全開で、ある時点で開けっ放しということになります。そうすると、この排水門あたりでは４ｍ近い流れが出て、急に速いダイナミックな流れが生じます。特徴としては、南部から出る水は真っすぐ島原半島に沿って流れていきますけれども、北部から出たやつは少し右側にそれます。多分これはコリオリ力の影響だと思うんですけれども、こういう形ですね。島原半島を南下して、上げ潮で北部のほうまで行くと、こういうシミュレーションになっています。

ちょっと時間の関係で短くしますけれども、これは外海の潮位を緑の線で、赤が調整池の内部の水位です。－１ｍで管理されていたのが、ある時点で開放されると。開けっ放しになるわけです。そうすると、堤防は７キロあって、排水門は南部と北部で250ｍしかありませんから非常に狭いんですけれども、この１周期が12時間、時間的に12時間ゆっくりしているわけで、そういう細い狭い排水門であっても、こういうふうに外海と同じようなところまで水位が変動するということになります。それから、こちらは流速ですけれども、上げ潮で入って、噴流状に入るので、４ｍ近いような速い流れが生じるということですね。

次に、これは水位を－１ｍから－1.2、ちょうど短期開門調査というのがこういう形で行われたわけですけれども、調整池の中の水位を20センチだけ変化させる、あるいはここの流速が1.6ｍを超えないように排水門をコントロールすると、こういうような開け方になります。だから、結構小規模なんですけれども、このシミュレーションは実は現在、排水門から排水された水の動きに何か似たような動きになっているかと思います。先ほどと違って、このあたりに結構長時間たまるという感じなんでしょうね。右側に向きを変えて流れていく。島原半島のこのあたりまで来ると結構速い流れにはなりますけれども、ここでは停滞ぎみになっているということです。

今のがシミュレーションだったんですけれども、シミュレーションだけだと説得力がないということで、実は我々のところに実験室がありまして、ここに近似模型なんですけれども、水深が一定で、水平方向には2500分の１、鉛直方向には100分の１というひずみ模型というのを作りました。これが堤防の模型です。ここに北門と南門をつけて、あと開門方向としては、調整池の水位を－１ｍにするというのはちょっと実験上難しかったので、０ｍ以上にしないと、こういうやり方で、開けるタイミングを４種類ぐらい変えて模型実験をやりました。北門の調整池側に流速計を置いて、あといくつかの点で水位を測っているということですね。これがその流れの実験の映像ですけれども、これは流れの様子を見るために、直径が２セン

チぐらいのスマートボールというやつをどんと落として、その後の動きを見ています。今、下げ潮で調整池から水が出ていっているということです。これは12時間周期を対象としていて、模型レベルでは１周期が３分というような、そういう流れになります。南門からもうちょっと出ていっていますけれども、多くは北門から出ていくということですね。

ちょっと時間の関係でこれを端折りまして、今の実験に対応した数値計算です。我々のプログラムで、実験と同じように153個の仮想粒子を配置して、実験に合わせた数値シミュレーションをやっております。これがその粒子追跡法（OK）の結果ですけれども、こっちのほうは周期コントロールできますので、１周期を早めてお見せしているわけですけれども、このような流れになっているということですね。

これの精度ですけれども、上段では水位ですね、調整池の外側と内側の水位を計算値と実験値で比較しています。ちょっと違いがありますけれども、かなり一致がいいということがおわかりになるかと思います。

それから、流速ですけれども、流速は、設置したところが調整池の中側ですので、出ていくときはプラス流速で、入ってくるときはマイナス、こういう非対称な流速になります。これも数値計算の実験の一致が非常にいいということが御理解いただけるかと思うんですが、何で非対称になるかというのは、こういうことですね。排水時は周りから水を集めて出ます。導入時はここが噴流になって流速は速いわけですね。こういうようなことで、上げ潮時のトレーサーを実験と、それから、数値計算で比較して、同じようなこういう逆のパターンを得ました。これはもちろん実験の比較ですので、諫早湾、実際のものではもちろんないわけですけれども、数値計算プログラムは同じものを使っていますので、我々としては同じ精度があるだろうと見ております。

平成14年の４月24日から約一月間、短期開門調査というのがやられました。これに合わせて、このときはすべてのデータがそろっていますので、導入量とか排水量とか、全部データがそろっています。ですから、こういうデータがわかったもので数値シミュレーションを行って、それでまず塩分濃度を比較しました。観測値というやつは実は表層と底層で２つに本当は分かれているんですけれども、我々のプログラムは１層しか計算できないので、平均値をとって比較しております。短期開門調査のときのＤ19ですね、北門近くの塩分濃度の変化というのがわかっていて、これと我々の数値計算を比較したところもこの程度あっているということですね。

そういうことから、ある程度精度的な保証が得られたということで、開門方法に関する提案ということで２つの開け方を提案しております。

１つは、水門付近の流速を1.6m以下に抑えるということですね。こういうふうにすると底泥の巻き上げは問題ないということになります。

それで、調整池側の管理水位ですね、これは短期開門調査のときの－１m以下にするということではなくて、０mまで上げてくださいということです。このあたりは背後地の水吐けの問題等もありますが、ここが少ないと干潟再生には不十分だろうということです。それで、こういう提案をしているわけです。水門操作のタイミングとしては非常に単純です。これが調整池側で、今、調整池側は０mだったとしたときに、外海が下げ潮で下がったらここを開けて排水する。－1.2mまでいったら門を閉める。次に、外海の水位が上がってきたときに水を入れて、０mまで入れたらまた閉めると、こういう単純なやり方なんですけれども、２つの方法というのは、ケース１では、開けるときは全開放にするということですね。それから、ケース２は潜り開門で、排水門底部から0.9mだけ上げる。こういうやり方で、時期としては、データが全部そろっている短期開門調査のときにこういうケース１、ケース２の開け方をしたらどうなったかということでシミュレーションをしております。そうすると、調整池の水位ですけれども、ケース１みたいな開け方をすると、間違いなく０から－1.2にコントロールできますけれども、ケース２の流速制限も入れると、そこまで大きくはできないということですね。ただし、流速で見ると、開けるときは全部開けるというと速い流れが出ますが、潜り開門にすると１m毎秒以下にコントロールできますよということですね。

あと塩分濃度ですけれども、これを３地点のD19、中央部と南門に近いところで見ておりますけれども、海水を入れた直後は、水門の開け閉めでしばらく塩分濃度は大きく変わるわけですけれども、１週間ぐらいするともうほとんど変わらなくなってしまいます。特に中央部なんかはほとんど変わらないですね。北部のこの辺は本明川に近いので、この辺で本明川からの河川水が流れてくると一時的にちょっと下がる。だけど、大幅に下がるというわけじゃありません。

このシミュレーションでは、１周期は12時間ですが、時間を早くしてやっていますけれども、これが外側で、青い色は塩分が濃いところですね。それから、本明川のこの黄色い色は河川水が含まれていると、こういうふうに見ていただきたいんですけれども、開けてしばらくすると、このあたりの塩分濃度というのはほぼ一定になってしまいますから、例えば、魚

であれば自分のすみやすい塩分のところへ行って生息が可能じゃないかと思われます。今の結果をコンターで書くとこういう格好になります。上げ潮、下げ潮によっても、中央部の塩分濃度はそれほど変わらないということですね。

結果としては、潜り開門でも調整池に最大で１ｍぐらいの水位変動を起こすことができるということですね。潜り開門ならば流速を1.6m以内に抑えることが可能です。それから、調整池中央では水門操作に伴う水温、塩分の変動は小さいということです。水門付近では少し変動しますけれども、変動幅は水温で３℃、それから、塩分でいうと２PSUぐらいだということです。

それで、これがまとめですけれども、「開門調査と有明海再生シナリオ」と、ちょっとそういうふうに勝手につけておりますけれども、開門すればということですが、潜り開門によれば流速は任意に制御可能です。それから、時間をかけてゆっくり開門すれば急激な変化は避けられる。調整池内の潮間帯を1.2mとすれば、約388ヘクタールの干潟を再生できる可能性があります。それで、その干潟生物の高い水質浄化能力、これを期待できるだろうと思います。干潟の復元を短時間で行うために、一応５年間という時間を与えられていますけれども、放ったままだと多分遅いんじゃないかと思いますので、短時間で干潟再生を行うために、例えば鹿島あたりからの干潟生態系の移植を行うということですね。ここのところは非常に物質循環等でかなりよくなる可能性があります。そうなれば、諫早湾、有明海の環境にも好影響になるものと予想されます。

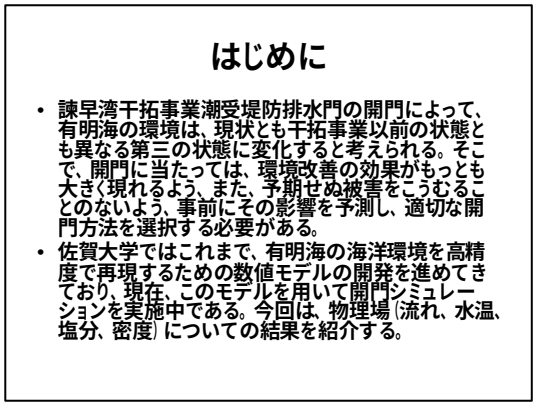
基調報告

「開門による流れ場の予測」

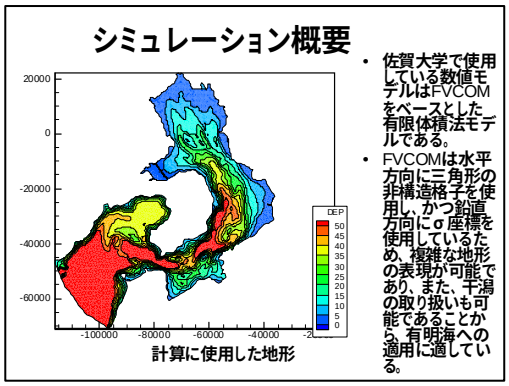
佐賀大学　低平地沿岸海域研究センター　准教授

濱　田　　孝　治

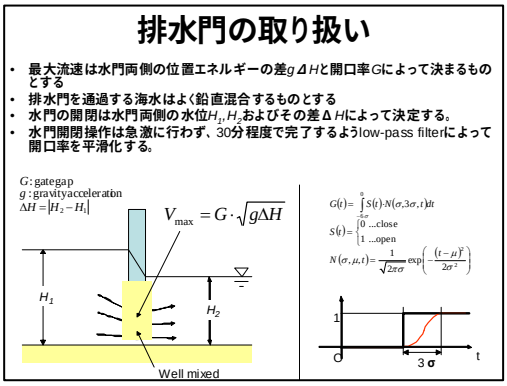
御紹介いただきました濱田です。ちょっと似たような話が続いてしまって恐縮なんですけれども、佐賀大学での取り組みについて紹介させていただきます。



諫早湾干拓事業の潮受堤防排水門開門については、このたび裁判で結果が確定したということで、開門調査の可能性というのが非常に現実性を帯びてきているわけですけれども、開門調査の目的ということは、一つは有明海異変の原因解明ということが以前から言われてきましたし、また、有明海の再生への具体的な取り組みというとらえ方をすべきという考え方もあるかと思います。いずれにしましても、開門に当たっては環境改善の効果が最も大きくて、しかも、特に諫早湾の沿岸のほうで予期せぬ被害が起こらないような上手な開門の仕方をするということが必須の条件になるかと思いますので、そういったところを検討するための数値シミュレーションを行っております。



ちょっと紹介というか、宣伝させていただきますけれども、佐賀大学で使用しているモデルは、マサチューセッツ大学のプロフェッサーチーム開発室で公開されている数値モデルＦＶＣＯＭをベースとした有限体積法のモデルで、ＦＶＣＯＭは水平方向に三角形の非構造格子を使用して、かつ鉛直方向にはσ座標を使用しておりますので、２つの知見の表現が可能であるという利点があります。また、干潟についての取り扱いも可能ですので、有明海のような海域を表現するのには適したモデルであると考えています。

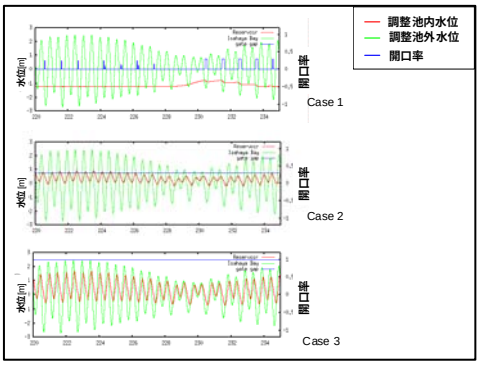


そして、調整池や排水門の取り扱いについてはもとのプログラムにはないので、これは自分らでその機能をつけ加えたわけですけれども、開門時の流速は重力流の速度と、それから、開口幅によって決まるというふうに考えまして、重力流の速度掛ける開口幅という式で最大流速を提示しまして、それを超えないように流速を調節するという式にしております。

また、開門を急激に行いますと、そのショックで数値的に不安定が起こりますので、それを避けるために、開門、あるいは閉門の指令を出してから、徐々に30分程度で開け閉めが完了するようにしています。なので、ちょっと現実の運用とは少しタイムラグが生じるというようなところはあるかと思います。

計算ケース

Case	海水導入･排水概要	開口率	調整池内水位制限
1	調整池への海水導入なし(海域への排水のみ)	0〜0.3	-1.2m〜1m
2	最大流量の30%に制限	0〜0.3	制限なし
3	最大流量制限せず	0〜1	制限なし

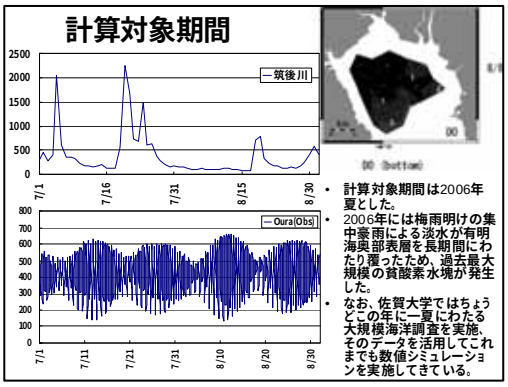


計算ケースとしましては次の３つを考えました。まず、調整池への海水導入なし、これは今の状態をほぼ再現したものということになりますけれども、海域への排水のみで海水導入なしとして、調整池内の水位の制限を大体1.2mから－１mにしたものです。

その次に、ケース２としては最大流量の30%に制限したもの。こちらは調整池内の水位については制限しておりません。これを30%開門というふうに後で言いますけれども、それがケース２です。

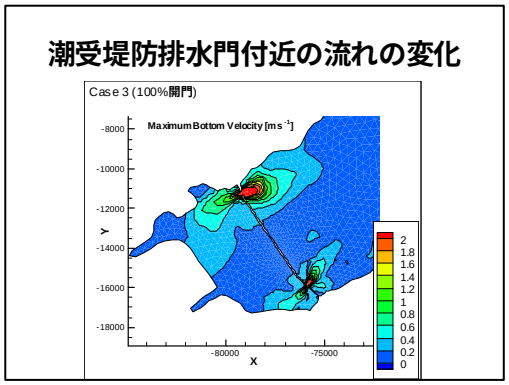
それから、３つ目のケースとして最大流量も制限しないし、水位も制限しないと。全開門をケース３としております。

それぞれの水位の調整の、実際の図としてはこんな感じになります。緑色が外側の潮位で、赤が内側の潮位で、青がゲートのコントロールのオン、オフをあらわしています。実をいうと、先ほどの経塚先生のシミュレーションの結果に比べて、調整地内の水位が大分小さく再現されてしまっていまして、モデルのちょっと特性によるものなのかなと思うんですけれども、この点についてはさらに検討をしていかなければならないと思っております。

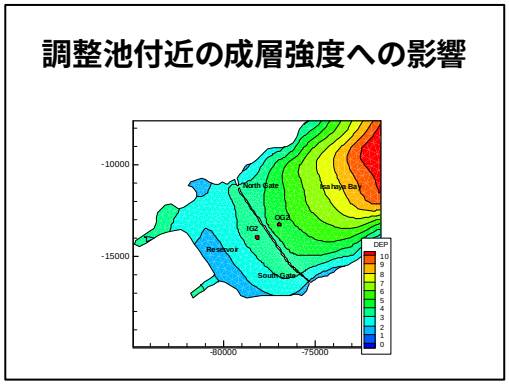


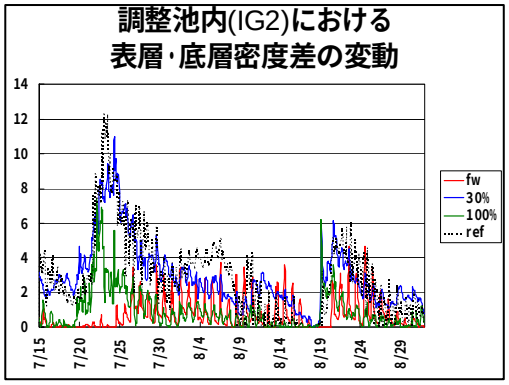
計算の対象期間としては2006年の夏を選びました。これはなぜかというと、１つは、開門によって想定される予期せぬ被害と考えられるものの一つに、調整池付近で海水を部分的に導入したことによって貧

酸素水塊が起こってしまうのではないかという懸案がありますので、2006年は近年で最も貧酸素水塊が大きかった年ですので、これを選んだというのがあります。また、それに合わせて、佐賀大学ではちょうどこの年にひと夏大規模な調査をやっておりまして、それに合わせてさらに１年間係留の観測も実施しておりますので、比較すべきデータが豊富にあるということもありまして、この年を選んでおります。



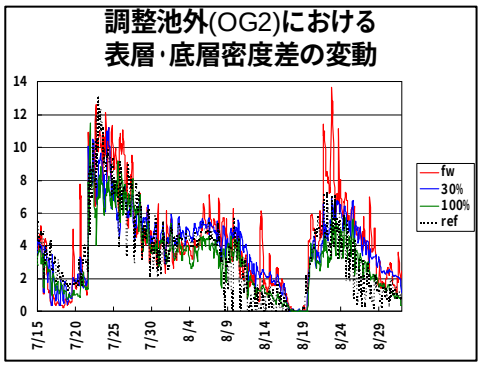
それで、これは先ほど経塚先生の結果のほうでも出てきたものではあるんですけれども、潮受堤防排水門付近での流れの速さはどうなっているかということを最大流速のコンターで見てみたものです。排水のみの条件で計算したときがこれなんですけれども、見てのとおり、潮受堤防の付近というのは非常に流れが弱いということがわかります。これちなみに、15昼夜の中での最大流速です。30%開門にしますと流れの大きい領域というのがかなり広がってきます。100%にするとこのようになるということで、当たり前と言えば当たり前のことですけれども、開門幅を大きくすればするほど底泥の洗掘が起こる領域が増えるということがわかります。



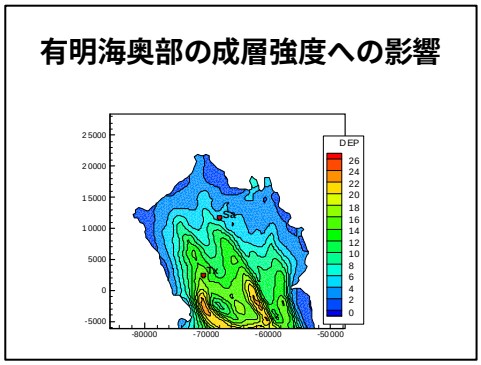


一方、先ほどちょっと言いましたけれども、貧酸素水塊のほうについてはまた違った挙動をするだろうということが考えられます。貧酸素水塊は有明海では主に成層強度の変化によってその発生と消失が左右されるわけですけれども、成層強度が、例えば2006年の場合ですと梅雨明けの集中豪雨の後に非常に強い成層ができて、１カ月ほどにわたって大潮のときにも解消しないまま貧酸素が続いたということだったわけですけれども、そういった状況を考えて、それぞれの開門ケースで調整池の外と内とでそれぞれ成層強度の変化がどのようになったかというのを鉛直方向の表層と表層の密度差で評価してみました。こちらに２つ、ポイントが書いてありますけれども、この２つの点の鉛直方向の密度差を見ております。

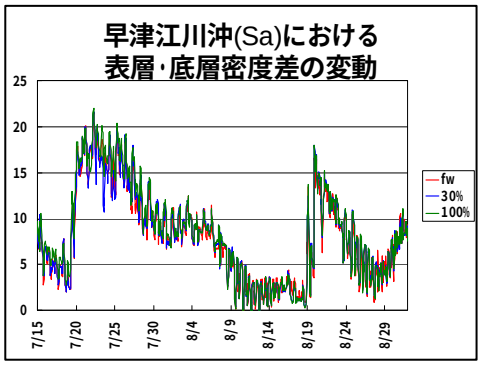
こちらが調整池内の表層、底層の密度差の変動をグラフにあらわしたものです。赤で示してあるのが、海水導入を行わなかった場合、現況の場合ですね。ここに２つ、ピークがありますけれども、これはこの時期に河川から流入があって、こちらが梅雨明けの集中豪雨で、こちらは台風です。海水導入を行わない場合には、淡水流入はもちろん、本明川水系からだけですし、もともとその下に入ってくる★　　性がないので、成層強度はほぼ１日の周期での変動を繰り返して、つまり、１日の中で昼に海面が温められれば上がるし、夜になれば下がるといった変動を繰り返すのみで、その大きさもそれほど大きくはありません。それに対して、30%の開門にしますと、このように、かなり出水後にかなり大きく、成層が大きくなります。ここ点線で書いてあるのが、これ別の、ちょっと計算の地形が荒い地形でやっているので、ぴったり同じ条件というわけではないんですけれども、参考のために潮受堤防が存在しないと仮定した場合での計算結果を重ねております。これで見てみますと、潮受堤防がないときとほぼ同じぐらいが上限になりますけれども、かなり成層が強まっているということがわかります。一方で100%、常時全開門にしてしまいますと逆に、成層強度は下がります。これは流速が増大することによって、鉛直混合が促進されるためであろうと考えられます。

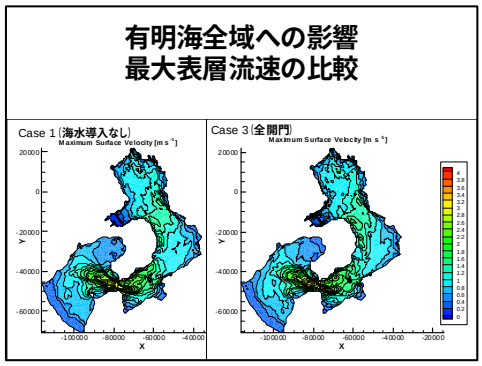


一方、調整池外のほうですね、潮受堤防のすぐ外側なんですけれども、こちらのほうについては、ケースによってかなり違いはあるわけなんですけれども、内側に比べるとそれほど大きなものではないです。ただ、ここで注目していただきたいのは出水、特に出水直後とかに海水のみ、海水導入を行わなかった場合、排水のみのケースについてだけスパイク状に非常に高い密度差というのがあらわれているということです。これは恐らく貧酸素水塊の形成とは余り関係ないだろうとは思うんですけれども、これは調整池内にためこまれた淡水が排水のタイミングのときだけ海域のほうに放出されて、一次的に非常に強い成層が出てくるということをあらわしていると思われます。



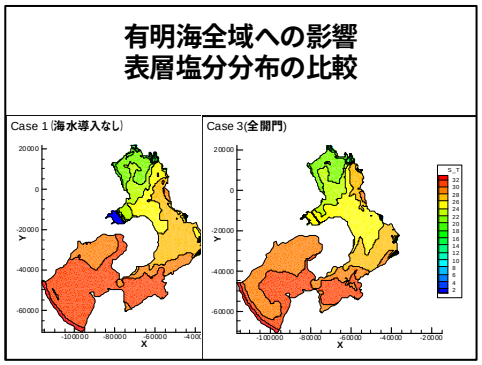
そして、ちょっと図がどんどん続くんですけれども、次に、同様に有明海奥部についても成層強度への影響を見てみます。こちらのほうは、潮受堤防から離れているということもありまして、直接、ケース間での違いというのは、それほど大きくありません。場所の説





明ですけれども、１つは太良沖ですね、海底水道に沿ったところと、もう１つは佐大タワーがある、これは早津江川の河口の沖の干潟の先端部分ですけれども、太良沖についてはこんな感じで、出水後の密度差の増大と、それから、それが一度解消して、台風の後の河川流入によって、またちょっと上昇しているといったようなものが出ていますけれども、差は余り大きなものではありません。早津江川沖についても同様で、ただ、ちょっと理由はよくわからないんですが、30%開門のときだけ出水のちょうど、河川水がちょうど来たそのタイミングのときだけ、若干、色がはっきりと見えるというような状況になっています。

そして、今まで見てきたのは底層の流速と、それから、鉛直方向の成層だけだったんですけれども、それで見ると、余り例えば有明奥部とかでは変化がないように見えたわけなんですけれども、見方をちょっと変えてみると、また別の結果が出てきます。こちらは、有明海全域を対象にして、表層の最大流速がどのように変化したかというのをあらわしたものです。左が海水導入なしのケースのときの最大流速の分布、右側が30%開門のときの流速の分布ですけれども、太良沖に若干差が出ているのと、あと島原沖に流速の増大している箇所が見られます。それほど大きいものではないですけれども、開門の幅のことを考えればこんなものかなという感じです。一方、全開門にしたときも、それが若干強調されるような形で変化が生じているということがわかります。



そして、次に、こちらは有明海全域の表層の塩分分布の比較を行ったものです。これは、最も貧酸素水塊が強かった、広域に広がっていたことが観測された８月８日の満潮時のスナップショットなので、この状態がいつも続いているという図ではないんですけれども、ちょっと代表的な図ということで出させていただいて

います。左が同じく海水導入なしのケースの場合、右側が海水導入ありのケースですけれども、こちらで見ますと、特に黄色のコンターであらわされている部分の領域の広がりが大分違っているということがわかります。これで見る限りでは、30%開門程度の状況でも熊本の長洲あたりまでその影響が及んでいるという様子が見てとれます。全開門のケースについても同様でして、やはり同じように違いがあらわれてきているといったことがわかります。

といったところで、まだかなりいろいろ突っ込みどころもあるかと思うんですけれども、佐賀大学における開門シミュレーションの物理場についての計算結果の紹介をさせていただきました。

おわりに

- 佐賀大学における、開門シミュレーション（物理場）の紹介を行った。
- 開門によって調整池内および諫早湾内の物理環境は大きく変化する。排水門付近の流速は開口率に従って増大する。調整池内の成層強度は海水導入によって淡水のみのときより増大するが、開口率に従って単純に増大・減少するわけではない。また、海水導入を行っているケースでは、排水にともなう諫早湾側の著しい成層強度の増大は抑制される。
- 開門による諫早湾から離れた海域への影響は、諫早湾・調整池内と比較すると明瞭では無いが、表層の最大流速の増大や塩分水平分布の変化などが見られた。
- 有明海についてより正確な考察を可能とするため、懸濁物質モデル、生態系モデルによるシミュレーションについても準備を進めている。引き続き、上記で述べた物理環境の変化が赤潮や貧酸素水塊などに与える影響を検討し、得られた情報を公表・提供していきたい。

開門によって、特に調整池内と諫早湾内の物理環境というのは大きく変化するわけですけれども、あとそれから開門によって、その諫早湾から離れた海域での変化というのも潮受堤防のすぐ沖に比べれば小さいものの、湾の外側の結構広い領域にも影響が及ぶ可能性があるということがわかりました。

今回のシミュレーションの結果では、流速とそれから水温、塩分の構造しか見ていませんので、この後、最も影響が大きいと考えられている懸濁物質輸送への影響、それから、赤潮貧酸素への影響をより正確に見積もるためには懸濁物質モデルと生態系モデルのシミュレーションの結果をあわせて検討する必要があるわけですけれども、それについても迅速に成果を出して公開していきたいと考えております。

以上です。

ディスカッション

テーマ２　開門調査が科学的に成果のあるものとするために

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

それでは、今、経塚先生と濱田先生からシミュレーションによりまして開門するとどういう状況が起こるかというお話を頂戴いたしまして、実際の開門調査のイメージを御理解いただけたかと思います。

今日はこのシミュレーションについての議論は時間の都合上、割愛をさせていただきまして、開門調査につきましてパネリストの方々の御意見を頂戴しようと思っております。

開門調査は既に、皆様方御存じのように、司法としての開門調査をすることが決まりまして、５年間開門するということになっております。それを受けて、農水省が主になって、そのアセスの準備を進めてくださっています。聞いておりますところでは、５月にはアセスの準備書の骨子案、準備書ではなくて、準備書の骨子案が出てくるのではないかと言われています。ただ、開門調査はその開け方、どう開けるかというふうなことの詳細は、いわゆる開門方法は詳細が決まって、まだ明らかにされていませんので、恐らくそれは準備されているのではないかというふうに思います。

それで、開門調査に係りますアセスそのものは、開門して状況が変わりますから、そのときの影響がどの程度出るかということの評価書として最後は出てくるのではないかと思います。ただ、その問題と有明海の再生ということに対します点も直接つながっておりますので、そこにどういうふうに使っていくかというところに対しまして、幾つかの切り口があるのではないか、つまり、再生に対するその視点、焦点の当て方が幾つかあるのではないか。その点を少なくとも今日のパネリストの先生方からお伺いをして、その開門調査の成果をより再生に生かしていけるようにするにはどうすればいいかという観点でのコメントを頂戴できればと思っております。ということで、まず、いつもしょっぱなで申しわけないんですが、すみません、滝川先生、よろしくお願いいたします。

○パネラー（滝川　清・熊本大学教授）

非常に重要な課題について口火を切らしていただくことも、本当に責任といいますか、痛感しているところでございますが、先ほどマスタープランみたいなことをちょっと私自身申

し上げて、しかも私、熊本におります。有明海というものと同様に八代海という、その問題が目の前にあります。何も悪いのは有明海だけではなくて、八代海もある。しかも諫早湾内の環境悪化もある。同様に我々のところには熊本の港のところは非常にヘドロ化が進んで、底質が非常に激しくてどうしようもないという実情がございます。

そういった中で、この開門調査をどう再生というか、意義あるものにするのかというのは、ちょっとそういう有明・八代含めたところの視点というものが、本当は要るんだろうというふうに非常に痛感しています。マスタープランというふうに申し上げたのは、有明海あるいは八代海を含めて海域全体をどういうふうにしたいというゴールがきっとある。それにさまざまな場所、場所で悪い状態があって、それをどうするのかという本当は先ほどから申し上げている、大きなプランが要るはずだと。その中で、じゃあ諫早湾の環境悪化というものをどうとらえるか、そういうスポットの当て方が基本的に必要なのではないかなと、私は八代海も目の前にしているもんですから、そういうふうに思います。

そういった中で、やはり諫早湾の問題というのが開門調査のことも含めて重要な課題とは思いますが、熊本もあるよ、八代もあるよというふうに、まず皆さんには考えを聞いていただく。そういった中で開門調査をやるというふうな視点になったときに、やはりどうすればよくなるか、開門する、しないかがゴールではなくて、どうすればよくなるのか、諫早湾の環境の悪化がですね。そういう視点をまず考えてみると、これしかられるかもしれませんが、開門しない、ずっと将来的にですね、常時開門しない、あるいは常時開門しますと、その両方の視点がまずセッティングとしてある。そうしたら、もし常時開門しなければどういうふうな対策、再生策が考えられるか。常時開門すればじゃあどういうふうな再生策が考えられるかというローカルなその再生の課題といいますか、そこを明確にする必要があると僕自身は非常に、それを強く思います。

ですから、そういった意味で調査をやるんだったら、再生に向けてどういう調査をしたらいいのかというのをしっかり見極める必要がある。そのためには、先ほどシミュレーションというのもございましたが、シミュレーションで物理環境がこう変わるよと、じゃあその物理環境が変わったら、どういうふうに生態系が変わるか先ほど須藤先生が物差しというふうにおっしゃいましたが、その物差しをつくる必要がある。その物差しをつくるための調査でないと再生につながらないというふうに、僕自身はそういうふうに思っています。そのために、その視点というのはやっぱり大きなところに置いて、その物差しをつくるというのがま

ず最初の視点、物差しをつくれるような調査にすべきである、あるいは調査の時期、調査ポイント、調査項目が自然と決まるでしょう。それと同時に、どうしたらよくなるということも考えて、例えば僕自身はなぎさ線をつくったほうがいいよとか、海岸線をこういうふうに変えたほうがいいよとかいうふうなアイデアを持っていますが、そういういろんな再生のアイデアをまずイメージしながら、そのためにはこういう調査を、こういうことを検討しようと、シミュレーションでもそんなことできるはずですよね、流量を変えたみたらどう変わるよと、それが単なる調査ではなくて、どうしたらよくなるということが出るような調査をぜひやっていただきたいというふうに強く思っています。そういった意味のツールとしてのシミュレーションもあるし、現地調査もあるし、物差しつくりがある。そういった調査でぜひやっていただきたいというふうに思います。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

どうもありがとうございます。要するに、どうすればよくなるかなという観点でのいわゆる場が必要だという御指摘でありました。ありがとうございました。

それでは、速水先生お願いいたします。

○パネラー（速水祐一・佐賀大学准教授）

今回の開門調査について考えたときに、スタート地点がどこにあったかと言うと、佐賀地裁における判決にあったわけです。そのときに、何で開門調査が必要かというと、これは諫早の締切り前のデータが十分になかったと。したがって、できるだけ締切り前の近い状態をつくって、その状態のデータをとると、それが大きい目的で、だからこそ開門「調査」だったわけです。だけど、私としては単なる開門調査ではなくて、やっぱり環境を再生するための、そういう施策を兼ねたものでないといけないと考えています。ですから、開門調査を設計するに当たっては、いかにして環境をよくすることができるか、それと同時に、いかに副作用、悪影響を低減できるか、そういう開門方法、それを上手にデザインする必要がある。場合によっては、開門だけじゃなくて、合わせて導流堤なり何なりつくるなりして、特に、諫早湾の環境を改善する点としては湾内の赤潮と貧酸素水塊の軽減、副作用の軽減という意味では底泥の巻き上げと巻き上げられた泥の輸送・堆積への対策をして開門調査を設計していく必要があるだろうと考えています。

それから、開門した後の調査については、まず、開門前と後の比較ができるように開門前の調査をしとかなきゃいけない。それからあと、事業者、当事者だけではなくて、やはり第三者が調査をして、一般市民、漁業者から見て信頼がおけるような調査をしていく必要があります。そういう意味で限られた時間の中、できるだけ早いうちに関係機関が連携して開門前、開門後と続くような調査設計をしていく必要があるというふうに考えます。以上です。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

どうもありがとうございます。ただいま再生のための調査というところが重要であるというお話だったと思います。それでは経塚先生よろしくお願いいたします。

○パネラー（経塚雄策・九州大学教授）

講演の中でも言いましたが、開けて急激な変化を長崎県等は非常に危惧しておりますけれども、技術的な問題としては何ら心配は要らないというふうに思います。というのは、流速というのは、内外の潮位差と、それから排水門の開け幅ですね、それをコントロールすれば、好きなように変えれるわけですから。シミュレーションがどうも信用おけないというんだったら例えば、現場で流速計を調整池側、諫早湾側に何個かずつ置いて実際に実測して、いろんなデータを実験的に蓄積するということで、信頼性が高い管理方法ができると思います。

そういうことなんですけれども、何のために開門するのかといったときに、ほかの先生が言われたようにどうすれば諫早湾、有明海の環境がよくなるのかという、そういう視点に立ちますと、やはり私、講演の中で申しましたように、昔と今の違いですね、それをよく考えてみると、明らかにだれでも分かると思うんですけれども、昔は1,550ヘクタールという広大な干潟があそこにあったわけですよね。今は、それがなくて閉められて、ただ排水されているだけだということですから、生物作用が全然生かされていないわけですよ。そこが非常に大きいということを思います。ですから、今度はどういう形で開門するか、調整池側にどういうふうに海水を入れるかというようなことはいろいろ議論して、調整池の水位をどこまで上げるかというようなことを十分検討すべきだと思います。上げれば再生可能な干潟面積がどんどん増えていきますからいいと思うんですけれども、一方では水吐けの問題等がありますので、やはりそこは少し配慮しなきゃいけないということですね。そこを決めていただければ、いかようにも開け方自体をコントロールできるものだと私は思っております。以上で

す。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。目標が決まれば、技術的には工夫が可能ということの話でございました。　それでは、続きまして、小谷さんお願いいたします。

○パネラー（小谷祐一・西海区水産研究所部長）

開門というイベントが行われるとしたら、環境ですね、貧酸素とか、それから流れとか、そういったもののその影響の評価しやすい項目であるというのは確かですけれども、やはりさらに環境にとどまらず、それが漁業、水産資源の回復といったところまでどう影響していくのかというのをシミュレーションなり、アセスで出していただきたいというところがございます。

今、有明海の漁業の実態、これに関する情報とかデータというのがノリ養殖やアサリといった一部の漁種においては割と充実しているんですけれども、その他のより漁船漁業になるとか、それから、甲殻類、クルマエビ、ガザミといった漁業に対する実態をあらわすような数値データ、それがほとんどない状況ですね。ですから、開門を行う前に、やはりそういった漁業の情報をきちんと収集する仕組みで、それを開門の後できちんと比較して、漁業への影響を最小限にとどめるような方法、それから、水産業の振興につながるような方法というものを検討すべきではないかというふうに考えています。

それから、あわせて環境のほうですけれども、私ども水産庁にどんどん事業費いただいて、貧酸素水塊のモニタリング調査、それから、赤潮の調査等を各県と連携しながらやっていますけれども、そういったデータの重要性がますます高まってくるのでないかと思います。

今、しっかりモニタリング調査をやらせていただいていますけれども、これは予算的にも、体制的にも５年とか10年とかということで保障された調査ではございません。年々契約して進めていますし、また昨今の予算事情厳しい中、モニタリング調査に対する評価が低いと、なかなかモニタリングを拡充していくとか、予算を継続しつづけていくというのが難しい状況がございますが、これは非常に重要なデータになるのではないかと思っていますので、引き続き努力して、そういった調査を続けていきたいというふうに思っております。

以上でございます。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。それでは、柳先生お願いいたします。

○パネラー（柳　哲雄・九州大学教授）

ちょっと一言文句言いたいことがあるんで、言わせてもらいますけれども、さっき荒牧先生のお話に非常に感動したというか、よくできているなと思ったんだけど、このテーマ２に関しては基調報告のテーマ設定が全く間違っている。演者の方、経塚先生ごめんなさいね。だってこういう基調報告を元に、「開門調査を科学的に成果あるものとするために」というテーマで総合討論会ができるわけがない。

理由を言います。開門調査をやるというのは、基本的には裁判所が５年やりなさいと言った理由は、原告が水産資源の再生を望んでいるわけですし、当然、生物影響というのが一番にあるわけですね。生物影響やろうと思ったら、少なくとも主な漁業資源の何世代か、例えば、アサリなら３年ぐらい生き延びますから、３年をダブル、ダブルでやっていくと、少なくとも、本当はもっと長い方がいいんですけれども、５年とかという話も多分出てきたと思うんですが、そういう調査をやりなさいと言っているわけです。人々は開門調査に向けて、生物と開門がどういう関係にあるかということを聞きたいのだから、当然、基調報告としてはそういう話をしなければ、パネラーディスカッションできるわけがないですね。経塚先生の話は、門の操作方法とか、シミュレーションをうまく組み合わせて作動方法を提案するという意味では意義があるわけで、それ自体を否定しているわけではないんですけれども、これと今回の開門がどういう有明海に影響を与えるかというのは、今言った観点からしたら全く関係ない。濱田さんの話も、最後に塩分の話をされましたけれども、表層の塩分がどうなろうと海洋生物にはほとんど関係がない、多分。間違っていたら後で言ってくださいね。だから、この２つを基調報告にして、このテーマでパネルディスカッションするというのは、荒牧先生の戦略は間違っています。私としては、小谷さんに注文したいんですけど、やっぱりどこかに生物特区、ＭＰＡと言いますけど、人が全く触らない領域を、国が直接やらないとほったらかしとったら漁民も勝手に立ち入りますからろくなことないわけで、何らかの形でMPAをうまく設定して、５年間全くだれも触らない海域の生物相、もちろん海域環境も含めて、調べ続ける。そういう領域を何カ所か設けて、５年間フルに開門、もちろん部分開門で

いいですけど、開門がどういう影響を与えるかを調べないと、有明海再生のために何をすればいいか、そのために、この開門調査はどう役に立つかという話には結びつかないと思うんですね。だから、言いたいのは、このテーマに関しては全くやり方が間違っている。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

すみません、有明海再生機構を代表しておわび申し上げたいと思います。

実際はどういうことになるのかなというシミュレーションの経過をちょっと知りたかったもんですから、皆さん方と情報共有ができたらという思いでして、余りにも問題が、本当はそれから生物に対する影響はどうなのかというシミュレーションまで行って、最後に議論すべきだと、ちょっとそれを次回以降の楽しみに置いといていただけたらと思います。

既に、予定の時間をもう超えてしまっておりますが、松岡先生、須藤先生から、この後またお言葉をちょうだいすることにいたしまして、会場の有明海・八代海の総合評価調査委員会のメンバーでいらっしゃる先生方がお二方おいでになられておりますので、ちょっとこの開門調査の件と初めのほうと、全般を通してでも結構ですので、お言葉をいただければと存じます　それでは、まずはWAVEの細川さんからお願いできますでしょうか。

○細川・(財)港湾空間高度化環境研究センター(WAVE) 専務理事

細川でございます。今日は荒牧先生のプレゼンを聞かせていただいて、その前に、川上顧問から全体の年表というのを見せていただきました。

全体の年表と荒牧先生のお話聞いて、シミュレーションが随分発達していろんなことがわかってきたというふうな御説明がありました。何故シミュレーションが発達したのかなと思ってシミュレーションのところを見ますと、「シミュレーションは現実の現象を再現して初めて使えるツールだ」というようなまとめがあって、理由が確認できた。有明海は、全然データがないんですよねというところから議論が始まった。有明海異変という、2000年ごろからいろんな観測のモニタリングポストとか、調査船「海輝」というお話も出ましたけど、観測のツールを国の機関なりが一生懸命お金をかけてつくってきた。その成果がここに来てようやく実ってきたのかなと思います。

行政がいろんなことやってきた中で、今の時点でとても役に立ったなというのが、モニタリングといったところだったと思います。というわけで、小谷先生からはモニタリングに対

して評価が低いんで財政的に苦労していますというお話がありましたが、ぜひ頑張ってデータをとっていただくというのが、次のステップへの大事な情報だと思いました。それが１点です。

もう１点です。「再生にとって何が必要か」というような議論と「有明海でどんな原因、それからメカニズム、結果というのが整理できるのか」という議論とは、私はちょっと違うんじゃないかと思っています。柳先生が里海のお話をされたときに、高名な生態学者が「海には人の手を入れないほうがいいんだ」というようなことを最初おっしゃったとのことでした。多分、その当時の日本の生態学の知識や学問の到達点はそういうところにあったんだと思います。

その研究を現実の漁協の人に教えたら、先進的な漁協の取り組みは起きなかったかもしれない。つまり、漁協の人たちは、生態学の最先端の知識なんか知らないけれども、だけど、自分たちの漁場で生産力を高める、多様性を高めるためにどうしたらいいか日々苦労されていた。その結果、「地域の知」というものが獲得できた。だから、楠田先生が、このディスカッションの第１部で研究者が得られた知を地域に還元して再生に生かすんだというようなことをおっしゃいましたが、私はそれと同時に「地域の知」を研究者が学んで自分たちの研究の体系とか、教育の体系とか、学問体系とか、これを再構築するべきと思います。そのための交流をお互いしていくんだというようなことを言われたほうがいいのではないかなというふうに思いました。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

どうもありがとうございます。それでは、鹿児島大学の水産の山本先生お願いいたします。

○山本智子・鹿児島大学准教授

評価委員会の末席に座っていた身がこんなところですみません。

本日のシンポジウムを聞かせていただいて研究者としてと、それから生態学をやっている人間としてと、それから海でフィールドをやっている人間として思ったことを１つずつ、感想を述べさせていただきます。

研究者としては、私たち鹿児島でもそうなんですけれども、いろんな問題に対して意見を求められることはあるんですが、結構それが言いっぱなしで終わってしまうことが多くって、

こんなふうに時間をかけてどんどん新しい知見が蓄積していったという状況とか、あるいはそのことによって何が言えるかということをフィードバックがかけれるような仕組みがここで整いつつあるというのが私にとっては非常に新鮮で、研究者として何が貢献できるかということを考える上で、非常に参考になりました。こういう試みはできるだけ鹿児島でもできればいいなと思っています。

生態学、私は底生生物の生態学をやっているんですが、やはり干潟を中心とした沿岸の生物を考えたときに、一番面倒くさいのは彼らが子供のときにプランクトンでその挙動が見えない部分なんです。例えば、コンセンサスをとって、ある干潟を大事にしていこうというようなことを考えたときに、その干潟だけ見ていてはだめで、そこに住んでいるものたちの供給源ということを頭に置かないと、沿岸の生態系全体が維持できなくなることがありまして、例えば、生息場所としては余りいい環境に見えなくても、そこからいろんな供給をされている場合があって、その挙動はなかなか追っかけられなくて、ただ、今日のお話聞かせていただいて、物理的な流れの研究というのは物すごく進んでいるということを考えると、行政も基本的にその流れに沿いますので、これはもしかしたら、これからもっと人と資源を増やせる可能性があるのかなと。東京湾のアサリに関してはかなりわかってきているということを考えると、次、もし何か集中して、研究に集中できる機会があれば、そこはぜひ、私も知りたいですし、次の施策につながるような気がしました。

最後に、里海のお話を聞いていて思ったんですが、里海が成り立つためには、海の目の前に住んでいる方たちのマジョリティーが海に対してどういうふうに思っているかというのはすごく大事だと思うんですね。里山というのは、その農業やっていようが、林業をやっていようが、その地域の人たちがみんな手を入れて維持していきましたよね。海の前に住んでいるけど漁業者じゃない、でも、海にはある程度近しい気持ちを持っているという人たちの意思というのをすごく固める必要があると思いました。鹿児島の例で恐縮なんですが、鹿児島だと海岸に調査に行くと、必ずタコをとっているおじいちゃんと貝をとっているおばあちゃんがいるんですね、目の前に住んでいらっしゃるんですね、漁業者ではないんです。都会に住んでいて、海には年に１回しか行かないという人たちはとりあえず置いといて、そういう方たちの意識というのはすごく大事だなと思いました。感想だけですが、ありがとうございました。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

どうもありがとうございました。

有明海・八代海総合評価委員会の委員の方で、今日他に会場においでになっておられる先生がたくさんおられるというのは存じ上げているんですが、今日全部、そのスターに登場していただくと、明日の懇談会の参加者が減るんではないかと心配なので、温存をさせていただきたいと思います。ぜひ、明日もおいでいただいて、御意見を伺っていただければと思います。それでは、松岡先生お願いいたします。

○パネラー（松岡數充・長崎大学教授）

今までパネラーの方の発言で集約されていると思いますが、私１つだけつけ加えさせていただきます。

生態系というのは常に時間とともに変化していて、二度と同じものが戻るものではない、これはやっぱり生命の歴史の一番の原点で，生物を考えるときの原点だろうと思います。

そういう見方に立って、この諫早湾の潮受堤防を形成されたことによって、我々は何を失ったのかということ、それから、それを再度開門して、その再生を目指すといったときに、一体何をリカバーすることができるのかというようなことがある程度、すべてわかるとはとても思いませんけれども、そういうことを意識したような調査、検討のデザインを、いろんな方の合意の形成のもとでつくり上げていくことが重要なのではないかと思いました。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

ありがとうございます。それでは、最後になりましたが、締めていただければと思います。

○パネラー（須藤隆一・環境生態工学研究所理事長）

締めるほどの知見を持っているわけではございませんが、今の質問は開門についてどうとらえるべきかということでいいですね。

私は、裁判の記録といろいろ、それから農水省からいただいた方法書等も読ませていただいております。この開門は、私はこの環境影響評価方法にのっとってやるということで、環境影響評価方法というのは、国がやる場合は13の事業についてやるということで、それに準ずるということは、例えば埋立てなんていうのが一つ入ると思いますけれども、広大埋立て

なんか入ると思いますが、それと同じような一つの事業としてやると、こう理解をすれば、結局は方法書というのをやって、方法書をやるということは、どういう項目で何をどう調査するか、これは既に済んでいるわけですね。それにのっとって次に準備書を準備するということで、先ほど楠田先生がおっしゃっているように、これは私も聞いておりますが、５月か６月か、その準備書の骨格が出てくる、こういうことになって、それで最終的には、評価書に基づいて実行すると、こういう一つの制度でございます。ですから、そうなったときには、もうこの事業がいいとか、悪いとかではなくて、この準備書に基づいて環境影響があるならば、この環境影響をいかに軽微にするか、もし、なかなかそれができないんであれば、環境保全措置をどうとるかというのがその法律の根幹になるわけでございますので、いっぱいいろいろ先生方おっしゃっているように、いろんな調査をやるんですけれども、もしも、影響があるならば、実際に開門を、開門が事業ですから、事業をやる前に、その影響を最小限に食いとめて実行しなくちゃいけないだろうと、こういうふうに私は理解をしております。なので、法的に言うと、そういうことだろうと思いますが、ただ、この開門のような操作の事業というのは、我が国多分、今まで経験がないわけですね。なので、先生方がいろいろおっしゃって、特に地元の先生方は、いろいろ深い知見を持っていますし、この再生機構なんかが中心になって、恐らく影響の判断というのをしていただきたいと思っているわけでございます。

環境ですから、今、皆さんには海の話をしていますが、私は今の調整池、調整池は先ほどの水質が悪いというのは、私も十分理解をしていますが、あるいは淡水として完成をしたときには、本来はあれは湖なんですね、湖に潮が入りゃあ影響があるわけですよ。ですから、ここで大きな環境影響があるわけですから、そういうような問題を一つ一つ取り上げていくと、非常に難しい問題があるだろうと思いますが、本来は今、水面の管理は長崎県がおやりになっているはず、間違っていたら訂正しますが、なぜ私は、あれを指定湖沼にしなかったのかと思っています。あれを湖沼管理として適切に、あれから何年たちましたかね、数年以上たっていますね。指定湖沼として、湖としての管理をきちんとやることによって、あそこから出る水はもっときれいな、先ほどのＣＯＤが10とか11とか、窒素が２とか３とか、湖沼の水としては信じられないような高い、中国の湖のような状況になっているわけですが、そういうこともあって、これは過去のことで問題ないんですが、それにしても、環境保全措置をどうとるかということをきちっと、環境アセスから出てくることが必要かなと、法的にも

私はそういうふうに思います。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

はい、どうもありがとうございます。

開門調査、今、須藤先生御指摘になりましたのは、その法アセスとして、それに基づいて実施されるということで、農水省が担当されているわけですけれども、この法の定めから逸脱することはやっぱり役所としてはしがたい。

○パネラー（須藤隆一・環境生態工学研究所理事長）

多分、そうだろうと思いますし、環境省としては、これは環境大臣意見を述べなければいけないわけですよね、これが間違っているというか、不適当であれば。そういう場面もあるということだけは申し上げておきたいと思います。

○コーディネーター（楠田哲也・有明海再生機構理事長）

そういう法的な制約のもとで動いているということでございますが、私どもとしましては、有明海の再生をどうやってその開門調査の成果を生かしていけるかというのは、その次にお引き受けるものとしての責任ではないかということで、その会場に御参加の皆様方の御支援を得つつ研究者、それとその行政サイドでもやはり真剣に考えていかないといけないのではないかと感じております。

予定の時間を大幅に、司会の不手際で過ぎてしまっておりますが、今日のこの結論の細かい細部に突っ込んだ議論は明日させていただくということで、是非明日またお出でいただきますことをお願い申し上げまして、このパネルディスカッションをここで一応お開きにさせていただきます。どうもありがとうございました。

講演者等参加者一覧

【第１部　基調報告】

荒牧軍治（あらまきぐんじ）氏

佐賀大学　名誉教授

環境省有明海・八代海総合調査評価委員会　委員長代理

有明海再生機構副理事長、NPO 法人有明海ぐるりんネットの代表理事

【パネルディスカッション座長】

楠田哲也（くすだてつや）氏

北九州市立大学大学院　教授　九州大学　名誉教授

有明海再生機構理事長、有明海・八代海研究者会議代表

環境省有明海・八代海総合調査評価委員会　委員

湖や海の富栄養化の防止、地球温暖化の防止、生態系への影響の防止について研究

【パネルディスカッション　テーマ１　基調報告】

柳　哲雄（やなぎてつお）氏

九州大学応用力学研究所（所長）教授

専門分野　沿岸海洋学

主な研究　瀬戸内海、東京湾、伊勢湾、東シナ海、南シナ海など沿岸海域における物質輸送に関与する物理・化学・生物過程の研究

【パネルディスカッション　テーマ２　基調報告】

経塚雄策（きょうづかゆうさく）氏

九州大学　総合理工学研究院　教授

専門分野　海洋環境工学

主な研究　橋脚を利用した潮流発電の研究

洋上風力用六角形浮体の波浪中の安全性に関する研究

海底地下水を利用する博多湾の水質改善に関するフィージビリティの研究

有明海の潮流と水質に関する研究

濱田孝治（はまだたかはる）氏

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター准教授

専門分野　船舶海洋工学　海洋工学

主な研究　有明海異変の原因解明のための高精度懸濁物モデルの構築

有明海の富栄養化に関する研究

【コメンテーター】

須藤隆一（すどうりゅういち）氏

埼玉県環境科学国際センター　総長
生態工学研究所　代表
特定非営利活動法人環境生態工学研究所　理事長
東北文化学園大学大学院　客員教授、東北大学大学院工学研究科　客員教授
環境省有明海・八代海総合調査評価委員会　委員長
専門分野　環境生態工学、環境影響評価、環境微生物学、水環境学

滝川清（たきかわきよし）氏

熊本大学　沿岸域環境科学教育研究センター　教授
環境省有明海・八代海総合調査評価委員会　委員
専門分野　環境技術・環境材料　自然災害科学　水工水理学
主な研究　有明・八代海の環境変化の要因分析と再生・維持方策に関する研究
複合型災害対策，環境と調和した地域社会づくりに関する研究
干潟環境の評価と再生・創造に関する研究
海域・干潟域環境の評価と環境変動予測手法の開発　等

小谷祐一（こたにゆういち）氏

独）水産総合研究センター西海区水産研究所　部長
専門分野　水産学
主な研究　閉鎖性海域における赤潮発生の発生機構の解明

松岡數充（まつおかかずみ）氏

長崎大学　環東シナ海海洋環境資源研究センター 教授
専門分野　海洋微古生物学，浮遊生物学（植物プランクトンや赤潮）
堆積物中に残された環境変遷の解明
主な研究　閉鎖系海域に出現する貧酸素水塊が低次生態系に与える影響

速水祐一（はやみ ゆういち）氏

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター准教授
専門分野　沿岸海洋学・陸水学
主な研究　湖沼・沿岸海洋における物質輸送の研究

【その他来場いただいている環境省有明海・八代海総合調査評価委員会委員の先生方】

細川恭史（ほそかわやすし）氏

（財）港湾空間高度化環境研究センター（WAVE)、専務理事　兼　港湾・海域環境研究所長

専門分野　沿岸環境工学

主な研究　沿岸域の総合的管理、沿岸干潟の修復再生、実験生態学、東京湾、海辺の自然の浄化機能

大和田紘一（おおわだこういち）氏

熊本県立大学　教授　東京大学名誉教授

専門分野　海洋微生物学、生物海洋学、水産生物学、沿岸環境学

主な研究　海洋の微小生物の生態解析

有明海・八代海環境の保全・再生

藻場・干潟の生態・再生

小松利光（こまつとしみつ）氏

九州大学　教授

専門分野　環境水理学

主な研究　穴あきダムの効率化の研究

有明海再生のための研究

画期的擁壁空積工法の開発

波浪エネルギーを利用した物質輸送管システムの開発

山田真知子（やまだまちこ）氏

福岡女子大学　教授

専門分野　海洋生態学

主な研究　沿岸海域の富栄養化・貧栄養化と環境修復に関わる研究

海産珪藻 Skeletonema 属の種多様性に関わる研究

山本智子（やまもとともこ）氏

鹿児島大学　准教授

専門分野　群集生態学・海洋生物学

主な研究　肉食性腹足類の繁殖および摂食生態

岩礁性潮間帯の生物群集における種間関係

海藻藻場の動物群集

化学合成生物群集の生態学的研究

人工構造物の生物群集