

NPO 法人有明海再生機構

【第 1 回】

有明海なぜ？シンポジウム
なぜ、ノリの色落ちが起きたのか

平成 22 年 3 月 31 日(水)

アバンセホール

【第1回】有明海のなぜ？シンポジウム 「なぜ、ノリの色落が起きたのか」

主催者挨拶

有明海再生機構 副理事長 荒牧軍治

皆さんこんにちは、今紹介して頂きましたこの再生機構の副理事長を務めています荒牧と言います。今日は年度末の一番、本当に最後のギリギリの日にこういう忙しい時にお集まり頂きまして本当に有難うございました。今ご紹介にありましたように、出来るだけ市民の方々に広く有明海の色んな事をご紹介したいというシリーズを考えたのですが、何と言っても一番最初に苦労したのが会場探しでして、こういう使い易い会場を確保するのにこの日しかなかったというのが正直なところですのでお許し下さい。

今お話がありましたように有明海異変が起こって11年、我々が再生機構という科学技術を担当している研究者達と、それから行政、それから漁師さん達、色んな方々の、地元の方々と連携する為の仕組みとして有明海再生機構というのを立ち上げました。これまでに分科会、部会活動で漁業の事を考える生産分科会であるとか、干潟の事を考える干潟分科会であるとか、陸域の影響を考える陸域の部会であるとか色んな活動をしてきた訳ですけど、そういう所での活動と同時に各大学、私は佐賀大学の総合研究プロジェクト長を務めていましたけれども、そういう所で科学的な知見が少しずつたまってきました。スタートした時には有明海の事は未だ殆ど分からない、環境的な事はですね。水産に関する事は水産振興センターを中心にして随分蓄積されていたのですけれども、それを取り巻く環境の事が分からないという事で、研究と同時にこの再生機構を立ち上げました。そういう部会活動・分科会活動で、結構蓄積してきたものをどうにかして皆さん達にどう伝えれば良いかということを一生涯懸命考えました。丁度5年経ちますので、これまで蓄積したものを何とか分かり易い形で皆さんにお伝えする方策として、5回シリーズの『何故シリーズ』と名付けたシンポジウムを考える事にしました。たまたまと言いますか、昨年度、今年の秋冬から今年の春に掛けて、西部地区を中心にしてノリの色落ちが起きました。それから、今年はタイラギが西部海域で立ちました。色々今迄にない事柄、或いは楽しい事と嫌な事が同時に起こって来たと言う事がありましたので、それをきっかけにして、科学と科学技術とそれから現場で起こっている事を結びつける考える場を作ろうという事でこういうシリーズを立ち上げる事にしました。

何と云っても、この間佐賀大学でシンポジウムをやった時に皆さんからお叱りを受けたのは、大学の先生が喋る事というのはどうも難し過ぎると、何を言っているのかがあまり良く分からないという事を言われたので、今回のシリーズでは出来るだけ分かり易く作っていくつもりですけれども、それでも科学者と言いますか、科学技術者というのはどうしてもデータに基づいて議論をしなければなりませんので、時として難しくなる事が十分考

えられます。その時は会場の方に質問をして、質問の時間を設けますので、その時に「ここが分からない」とか「こういう考え方はないのか」という形で御質問頂けるようお願いをしたいというふうに思っております。これから長丁場と言いますか5回シリーズの第1回目ですので、今回は先程言いました様にノリの色落ちと赤潮の関係について皆さんと一緒に議論をしていきたいと思っておりますので最後までお付き合いを頂きたいと思っております。宜しくお願いを致します。

基調報告

「平成21年度漁期における赤潮の動態とノリの色落ちの発生状況」

佐賀県有明水産振興センター 係長 横尾一成

只今紹介頂きました有明水産振興センターの横尾と申します。

ノリの話になりますので、まず、本年度のノリ養殖の状況ですが、現在一部でノリ養殖が続けられておりますけれども、最終的な生産金額としては190億円を超えるというような状況にありまして、平年並みに近づいている状況です。

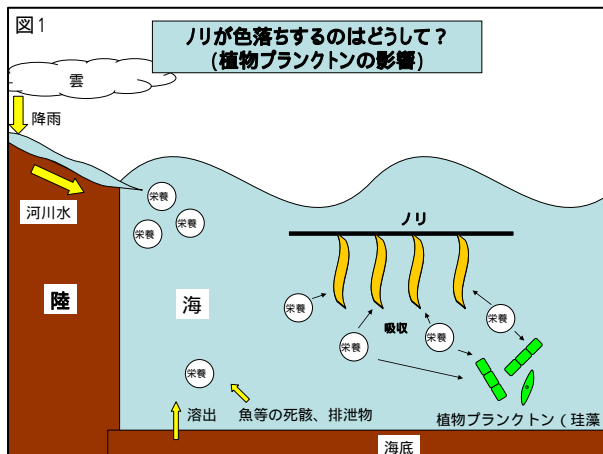
今年に関しては、12月末から赤潮が発生して色落ちがあったと報道等でも色々言われていますように、非常に大きな被害が心配された中での生産でした。最終的にはたまたま全国的な生産不調の中で単価が高かったという事がありましたので、全体的には何とか平年作に近づけたという状況ではありますけれども、地区的には非常に色落ちが酷くて平年作とはとても言えないような、平年の半分位しか取れていないような地区もあります。

そういったようにノリ養殖にとって、ノリ養殖の安定生産にとって色落ちというのは非常に大きな課題となっております、その辺のところを今年度の赤潮の動態とノリの色落ちの発生状況というような話をさせて頂いて、データが少ないながら少しですが若干その対策等の検討をしておりますので、その報告をさせて頂きたいと思えます。

まず基本的なところになるのですが、赤潮とはどういった物かといった所から話をしたいと思えます。皆さんご存知の通りだと思えるのですが、赤潮というのはプランクトンの異常増殖によって海や湖が変色する現象で、この写真のように赤色になったり青色になったりというような着色をします。これは、発生したプランクトンの種類によって色が異なっておりまして、ノリ養殖に問題がある種類というのは、ノリと同じ植物のプランクトンで珪藻プランクトンと呼ばれます。これが着色するという事で赤潮が起きるというのが問題となっております。大体植物プランクトンの着色に関しては、有明海では主に茶褐色になります。

この赤潮の発生状況ですが、今年度21年度のノリ養殖漁期10月から3月迄の赤潮の発生状況ですが、5回発生しています。そのうちの後半の2回、これがノリ養殖の問題となる珪藻赤潮の発生で、12月25日から発生したものと1月21日から発生したものの、この2つが問題となる赤潮になっています。この時期に色落ちが発生しています。

この問題となる珪藻赤潮、植物プランクトンなのですが、これがなぜ問題かといった所を次に説明させて頂きます。植物プランクトンの影響という事で、ノリが色落ちするのはどうしてかという所を図でご説明させて頂きたいと思えます。

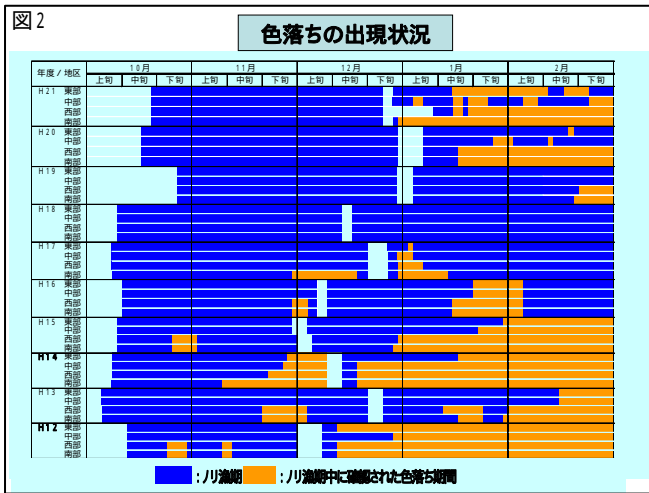


まず、そもそもノリというものは海の中の栄養を吸って黒々と成長します。有明海では栄養というと窒素分が多いのですけれども、これを吸って黒々と成長する。この栄養はどこから供給されるのかと言いますと、一番大きいのが雨が降って陸域から河川水と一緒に流れ込んで来る、それが一番大きい供給源となります。その他には、海底の泥の中から溶出したりまたは、魚とかの屍骸または排泄物から出てきたりというもので供給されます。その栄養を吸ってノリは黒々と育つ、なので色落ちの要因の1つはその雨です。雨のほうが少なかったり無かったりすると、河川からの流れ込みが少なくなりますので栄養があまり供給されません。そうするとノリが吸う栄養も少なくなりますので色落ちが起きるといような事がある。

それともう1つ、やはり一番大きいのは先程から話しております植物プランクトンの存在。これが沢山発生しますと、こちらがノリよりも栄養を吸って、取ってしまう。そうすると、ノリが吸う栄養がなくなりますので色が褪めて色落ちが起きてしまう。正常なノリは左のように真っ黒していますが、色落ちが起きると黄色みがかかる。色が落ちてしまっ、製品価値が落ちて単価も落ちてしまうという様な状況に至る。ですので、やはり色落ちの要因は、この珪藻プランクトン・植物プランクトンの存在というのが一番大きいという様な事になります。

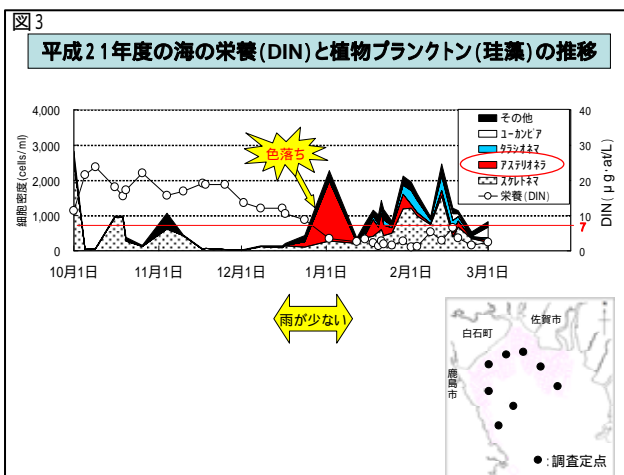
次にノリ養殖の方を細かく話していきたいと思いますが、ノリ養殖の漁場の状況と致しましては、佐賀県はこの様に佐賀市から太良町まで広い範囲でノリ養殖が行われております。この太い黒い線がノリ養殖の区画となっております、広い範囲で養殖生産がされています。これは、大きく4つの地区に分けられておりまして、右から東部地区・中部地区・西部地区・南部地区とありまして、地区によって色落ちの状況、色落ちし易い所、被害が大きい所とそういうのがあります。そういった被害の状況といった所をお話ししていきたいと思っております。

色落ちの出現状況という事で1つ図を作成しております。これは10年間の色落ちの出現状況となっております。この青色とオレンジ色の所がノリの生産が行われている期間です。あいだが抜けていますけれども、佐賀県のノリ養殖は二期作で行われていますので、最初の方『秋芽網期』、後の方『冷凍網期』で色の付いていない間の部分は撤去して二期作で行われているという状況です。オレンジ色の部分というのが色落ちの発生した期間です。これで見るとお分かりになると思うのですが、ほぼ毎年色落ちというのが発生し



せているというような状況にあります。このように、本年度も色落ちが発生しています。

今年度の「栄養の推移」と「色落ち」がいつ発生してどういったプランクトンが発生したのかといったところを次にお話したいと思います。



ています。更に地区的な所で分けていますけれども西南部地区の方が、色落ちが発生する確率が高く、色落ちがよく発生しているというのが分かると思います。今年度に関しても、やはり12月の下旬から色落ちが発生しています。ここで西部地区に色の少ない部分が多いというのが分かると思うのですが、西部地区の栄養が下がって色落ちが発生する危険性が高かったため、スタートを遅ら

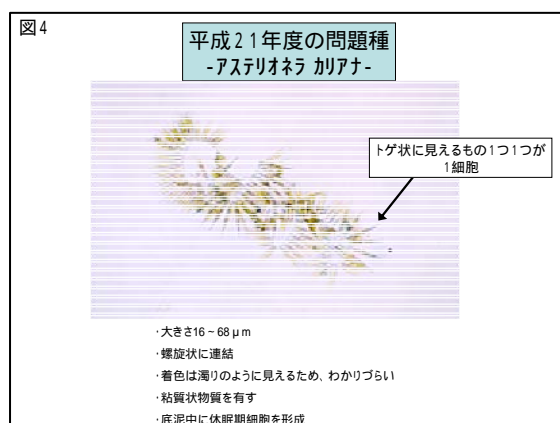
これはグラフでまずは栄養、海の栄養の推移というものを折れ線グラフで示しています。右側が単位になります。この数値は右下の漁場図ですけれども、黒い点があると思いますけれども、漁場図全域に8点調査定点を設けてその表面の水を取ってきて分析した数値の平均値をここに示しています。栄養の方はこの様に推移しているという所で、目安として海の栄養が7を切ると色落ちが発生するというような状況です。

ですので、今年も、12月下旬頃急激に栄養が下がったこの時に色落ちが発生しています。この原因として考えられるのが、大きく2つありまして1つがやはり雨が少ない、供給が少なかったという事があります。この12月中旬から1月上旬迄の間ほぼ雨が降っていません。こういった事が1つ考えられます。

そしてもう1つ、今日の話の主題になりますけれども珪藻プランクトンの発生状況というものをこのグラフに示しています。やはりこの色落ちが起きた、栄養源が急激に低下した時に、急に珪藻が増えているというような状況があります。左の方に珪藻の細胞密度というものを示していますが、この色落ちが起きた、栄養が急激に下がった時に大きく増えているというのが分かると思います。今年の特徴的な所としては、この赤色の部分

が多いと思いますけれども、赤色というのはアステリオネラという珪藻です。今年の1つの特徴として、この種が最初にドンと増えて色落ちが始まったという所があります。

そこで、今日のお話としましてはこのアステリオネラの事を中心に、こういった発生をしてどういうふうに広がっていったかとそういった所を次からお話したいと思います。



この珪藻はアステリオネラ・カリアナという名前なのですが、こういった形をしているのかと言いますとここに顕微鏡の写真を示しています。棘々でこれが螺旋状に繋がっているのが分かると思いますが、この棘状に見える1つ1つが1つの珪藻の細胞です。大きさは16から68μ、16/1000から68/1000mm、非常に小さいものです。これが連結して螺旋状になっています。最初に珪藻赤潮、植物プラン

クTONの赤潮は茶褐色に見えると言いましたけれども、この種類に関しては特徴として非常に分かり辛い、濁りのように見えて分かり辛いというのが1つあります。もう1つが粘質状物質を有するという事です。このプランクTONが非常に多い海水を瓶に入れて振ってみますと、ネトツとしたような感じで粘質状なものを持っています。そういったものが特徴としてあります。それからもう1つが、泥の中に休眠期細胞を形成します。種みみたいなものを作って泥の中で眠るというのが特徴としてあります。これがどのように発生して推移していったのかという所を次にお話したいと思います。

アステリオネラの水平分布、広がりや色落ち状況の推移という事で次からお話したいと思います。実際に今年起きた事、こういった時にどういうふうになっていったかというものをお話したいと思います。左上の方に調査日を入れています。漁場図がありまして、その中のアステリオネラの細胞数がどう変わっていったのか。ここで、細かい数字が入っていますけれども、分かり易くする為に細胞数が1ml当たり1,000細胞以上になった所に色を付けています。これを見て頂くと、たくさん発生している所がどの位広がったのかというのが分かるかと思えます。今年はこの12月25日にアステリオネラによる赤潮が発生しました。この時の気象海況の状況と致しましては、発生する前の数日間晴れが続いています。それから小潮でした。晴れが続くという事は光が沢山入る、これは植物プランクTONなので光が大変重要です。もう1つは小潮であったという事、潮汐は大潮・小潮ありますけれども、小潮だと潮の満ち引きが小さいので流れが遅くて透明度が高くなる、水中まで光が届くという事で光の条件が非常に良かったという中で発生しています。その後、また晴れがあった後12月29日ですけれども今年度の最高細胞数である26,400と非常に沢山の

細胞数が確認されるという様な状況にまでなっている。

次に、この発生に関する非常に特徴的な所があります。それが **12月24日** はあまり見られなかったのに **25日** は急激に増えています。この **1日** で急増したといったところに、**1つ** 今漁期の赤潮発生の重要なポイントがあるのではないかなというふうに考えております。水温が低い時期ですので、通常珪藻プランクトンですと **1日** で **1.5倍** から **2倍** ほどしか増えません、今回 **500位** から **5,000位** まで増えています。**10倍** 以上の増殖が見られたというところが非常にポイントとしてあるのではないかなというふうに考えております。そういった中で、肝心のノリ養殖はどうだったのかと言いますと、冷凍網期で色落ちが発生していますけれども、冷凍網期が **12月26日** にスタートしています。4地区ありますけれども最初の方にお話しましたように西部地区はスタートを遅らせているという中で、3地区で網を出されてノリ養殖がスタートしています。スタート時点はもちろん真っ黒なノリでした。ここに色落ちの状況をレベル1から4までで示しています。下に行くほど色落ちの状況が酷くなるというところで、やはりスタートして3日後既に色落ちが確認されました。西部地区はスタートを遅らせていますけれども、試験的に網を出しています。その試験網でも、また南部地区でも色落ち軽度、この緑色の部分が確認されるなど3日後に既に色落ちが発生してしまったという状況でありました。

その様な中で、珪藻プランクトン・アステリオネラの発生状況ですけれども、塩田川・六角川の河口域を中心にその後も分布していきまして、その後1月8日には確認されなくなり非常に細胞数は減ったという様な状況ではありますけれども、やはり雨等の供給がないという事で栄養分が食べられてしまった、栄養がないという状況ですので、色落ちの方も地域を拡大していきまして、南部地区ではその症状も酷くなっていったというような状況でノリ養殖のほうも推移していきまして。その後、アステリオネラ珪藻の赤潮の方は確認されませんでした。ここで河口域に少数ではありますけれども細胞が維持されていたという所があります。

その様な中で、1月**21日**には再度このアステリオネラが一時期減って見えなくなっていたのですけれども、また増えてしまった。その時には、別の珪藻も一緒に増加しております。スケルトネマ・タラシオネマという種類ですけれども、これも一緒に混合赤潮として発生してしまいました。これが2回目の赤潮の発生になります。この時の気象海況の条件としては、やはりこの時も発生する前**16日**から**19日**に晴れが続いています。光が良く入っています。それから久しぶりに雨が降っています。この時に栄養が供給されましたけれども、それによってまた増加してしまったという所もある。それからここもやはり小潮に近かったという事で透明度が高くて光が入ってきたという状況でした。この様な状況なので、やはり雨が降る前に関しては栄養も元々少ないですので、色落ちの方はどんどん拡大していった。状況としては東部地区の方まで色落ちが進みまして、東部地区でも軽度の色落ちが確認されるという様な状況になっておりました。

その後も、そのアステリオネラの細胞に関しては塩田川河口域を主体とした分布となって長く居座ったという所があり、定期的に雨が降ったり、また筑後川の緊急放流等も行いましたので河口域、川から栄養が流れ込んで来ますので河口域に関しては色がある程度戻ったりしましたので色落ちとしては一進一退の状況で進みましたけれども、やはり地区によってはその河川の恩恵を受けにくい所、大きい河川が近くにない所に関してはやはり重度の色落ちのまま推移していたという厳しい状況のまま進んでいきました。

その後、また2月の中旬になって雨も降ってプランクトンの方も減ってきましたので、やっとその色落ちの方が全域で回復してきて、2月の後半にはさらに雨が降ってそれから色落ちが全域である程度回復していったという事になっております。こういうふうにしてノリ養殖の色落ちが推移しましたがけれども、やはり地区によっては河川の恩恵を受けにくく、最初から最後までずっと軽度の色落ち、重度の色落ちがずっと見られていたというような地区がありました。

こういった中でやはり重要なポイントとしてはこの今までご説明しましたアステリオネラ、これが塩田川河口域に長い間居座って栄養を吸収して色落ちの要因の1つとなった。この地区この部分に長い事居座って、やはり色落ちの被害が大きかった地区に関しては、あまり回復が見られなかった、非常に大きな影響を与えたという所があります。そこで、この色落ち対策そういった事を考える上で、やはりこのアステリオネラの状況を、どうやって発生したのか、それからなぜ長期間維持されていたのか、そういった所を検討する事がその対策にとって一番重要な事というところがありますので、少しではありますけれども若干そういった所を検討した例をお話したいと思います。

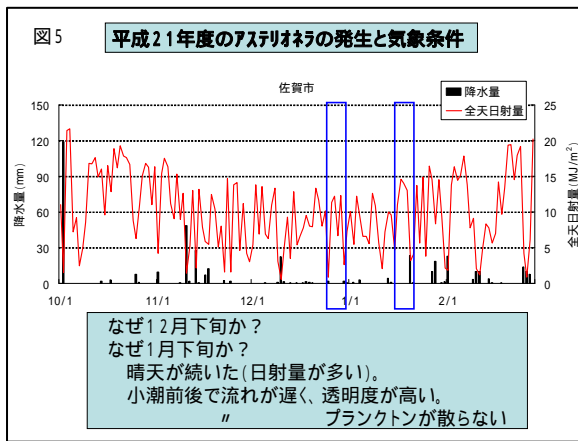
ポイントとしましては、先程もお話しました通り **2** つ、なぜ、赤潮が発生したのかということ、時期的なこと、なぜ、**12** 月下旬に発生したのか、なぜ、1月下旬なのか、それから前半の **12** 月下旬に関しては、なぜ、たった1日で著しく増加したのか、そういった所が疑問としてたくさんある。それからもう1つ、河口域にずっと居座ったというものがあります。だからなぜ、河口域に細胞が長期間維持されていたのかというところ、この2つのポイントについて若干データ数は少ないですけども検討してみました。

次からはそういった所の検討のお話をしたいと思います。まずなぜ発生したのかというものをお話する前に、一般論として通常珪藻赤潮が発生するという条件というのはどんなものかというところを紹介したいと思います。大きいのはやはり何度もお話しておりますように光です、光が大きいです。種、休眠胞子の発芽とか増殖というのは、光合成をしますので光が非常に大きいという事で日射量が多いとか、流れが弱いと透明度が高い水が明るいという事で、光が入ると発生しやすいというのがある。

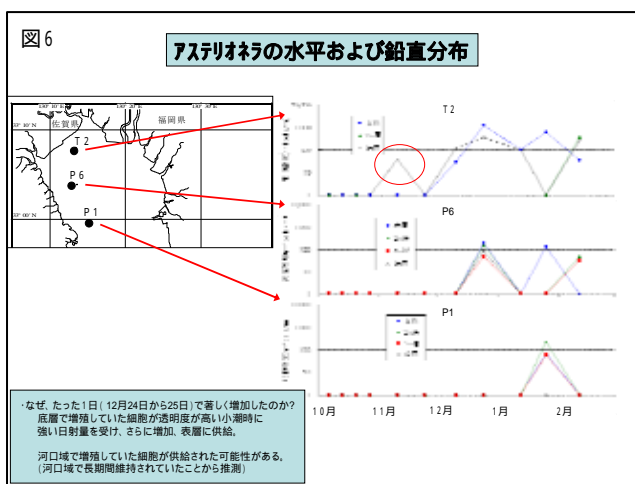
それから流れが弱いとプランクトンが散らない。集まって増えますのでそういった事で赤潮が発生する。

もう1つは水中の栄養が豊富ということです。栄養を吸って増えますので、そういった

ところが一般論として条件としてあります。これを若干頭に置いて頂いて、じゃあ今年の発生というのはどうだったのかというものを検討したいと思います。



なぜ、12月下旬か、なぜ、1月下旬なのかといった、発生した時の気象条件というものをグラフで示しております。左側の数字が降水量で、黒棒で示しています。右側が全天日射量で光の強さで示しています。アステリオネラ赤潮が発生した時期というのは、前半・後半ありますけれどもこういった時期にあります。光の条件としましては、この様になだらかな山になっているという所が分かると思います。これは1日だけ日が入りますと尖った様になりますけれど、それが続くとなだらかなになる。なので、晴れの日が続いているというのが分かると思います。それから雨も降っていますのでこちら後半に関しては栄養の供給もある。それから、両方とも小潮の時期に発生しています。こういった所が特徴としてあります。という事で、なぜ12月下旬かなぜ1月下旬かといった所の答えを考えますと、一般論と同じようにやはり晴天が続いて日射量が多かった、光が良く入った、更には小潮前後で流れが遅くて透明度が高かった、水中に光が良く届いた、更に流れが遅くてプランクトンが散らなかったと、一般論と同じ様な事が言えますので、やはりこの時期に関してはやはりこの時期発生するべくして発生したのかなといった所が分かるかと思えます。



次にもう1つの疑問として、なぜ、たった1日で著しく増加したのかというところですが、これに関してはこれまでお話していただきました内容は海の表面、表層の水の調査をした結果をお話しています。今回はその他の色んな調査のデータを持ち寄って検討してみようという事で、底層、下の方の水を調査したという調査がありますので、その結果で検討した結果をお見せします。

T-2という所が、今年赤潮が酷く発生したような所になりますけれども、ここでちょっと面白い事が分かりました。表層では12月位に赤潮化したというのが確認されましたけ

れども、その1ヶ月前位にここで底層で若干増えていたというものが確認されました。表層で赤潮化する1ヶ月前に、底層で増えていったというのが見えました。これは非常に数が少なく、これで確たる事が言えるわけではなくも、推測程度の事しか言えないのですけれど、なぜ、たった1日で著しくドンと増えたのかという事を考えると、もしかしたら底層で増殖していた細胞、ある程度増えていたものが、透明度が高い小潮時に強い日射量を受けて更に増加して、それが表層に供給される事でいきなり増えたように見えたという事が推測として考えられるのかなと、底層で早い段階で見えたといった所からそういった事を若干推測しました。この点についてはデータ数が少ないので、更に今後検討などが必要だと思います。

もう1つが、河口域で長期間維持されていた。河口域にずっといたという事から推測した事なのですが、河口域で増殖していた細胞が急に海域の方に出てきてそれで急に増えたように見えたのではないかと、この2つの事が考えられました。後半の河口域で長期間維持されていた事、これに関してはもう少し検討が必要だという事で、なぜ、河口域に細胞が長期間維持されていたのかというものを次に検討してみました。

これは、アステリオネアが 1,000 細胞以上となった時の水温と塩分の状況を示しています。最初は河口域の方に沢山維持されていたので塩分の低い水が好きなのかなといった所で検討してみましたが、結果としては一番多い所が塩分 29 前後という事で、海域の方で有明海の方だったらある程度見られるような塩分で、河口域、川の方だとやはり塩分が 20 ほどになり低くなりますので、そういった所を好むということは見受けられませんでした。そういった事からなぜ、河口域に細胞が長期間維持されていたのかという事に関しては明確な理由というのはちょっと分かりませんでした。その辺に関しては他の要因、種の分布とか種の発芽条件そういった所を再度今後検討する必要があるのではないかなと、更にこの種の特長として粘性があったということがちょっと引っかかっていまして、粘性がある事で、河口の方は川の水の流れが入ってきますので、流れが速くて普通だと押し流されや

すい。そういった所が、粘性があるので底層の方にへばりついていたのでないかといった推測なのですけれどもそういった事があるのではないかなというふうに考えております。まだ、明確な理由というのは分かりませんでした。

その他、色々このアステリオネアに関して検討するに当たって色々な情報を集めて検討する事

図7 アステリオネア赤潮の発生例

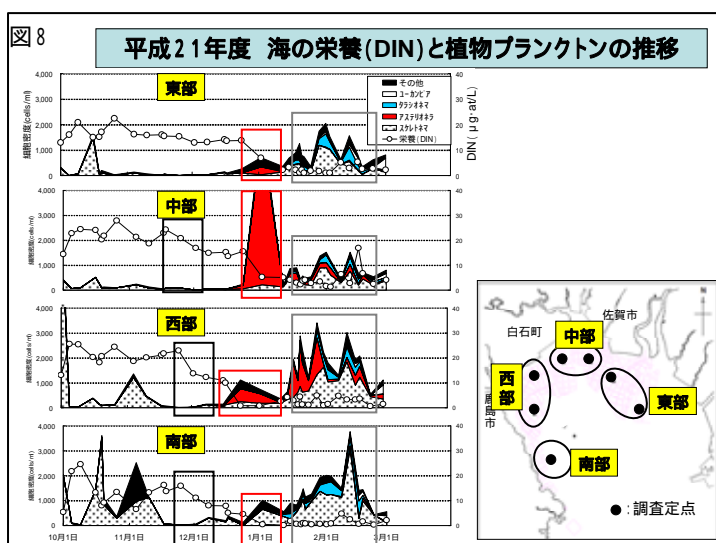
発生時期	終息日	発生海域	赤潮構成種名	最高細胞数 (cells/L)	被害の有無
S61.1.21	S61.4.7	有明海全域	<i>Skeletonema costatum</i>	2,860	ワリの色落ち
			<i>Asterionella karana</i>	4,240	
			<i>Eucampia zodiacus</i>	2,100	
S63.2.2	S63.3.1	有明海全域	<i>Eucampia zodiacus</i>	6,600	ワリの色落ち
			<i>Skeletonema costatum</i>	3,300	
			<i>Thalassiosira</i> spp.	2,000	
S63.12.21	H1.1.13	西部海域	<i>Asterionella karana</i>	2,800	ワリの色落ち
			<i>Skeletonema costatum</i>		
			<i>Thalassiosira</i> spp.		
				計 35,000	
H8.2.5	H8.3.13	有明海全域	<i>Skeletonema costatum</i>	6,210	ワリの色落ち
			<i>Asterionella glacialis</i>	230	
			<i>Asterionella karana</i>	660	
H11.12.28	H12.3.20	有明海全域	<i>Skeletonema costatum</i>	23,000	ワリの色落ち
			<i>Asterionella karana</i>	3,500	
			<i>Eucampia zodiacus</i>	7,540	
H12.12.8	H13.4.8	有明海全域	<i>Skeletonema costatum</i>	20,300	ワリの色落ち、生育不良
			<i>Asterionella karana</i>	2,125	
			<i>Rhodomonas imbricate</i>	665	
			<i>Thalassiosira</i> spp.	5,700	
			<i>Ceratoceros</i> spp.	4,430	
			その他		
H14.1.11	H14.4.5	六角川河口域を除く(ほぼ全域)	<i>Skeletonema costatum</i>	36,020	ワリの色落ち、生育不良
			<i>Asterionella glacialis</i>	5,050	
			<i>Asterionella karana</i>	2,970	
			<i>Ceratoceros</i> spp.	4,110	
			<i>Eucampia zodiacus</i>	7,780	
			<i>Asterionella karana</i>	22,000	
H20.2.15	H20.3.18	有明海在費南中部～南部海域	<i>Skeletonema costatum</i>	19,700	ワリの色落ち
			<i>Asterionella karana</i>	2,000	
H21.1.9	H21.4.7	筑後川および六角川河口域を除く(海域)	<i>Thalassiosira</i> spp.	4,510	ワリの色落ち
			<i>Skeletonema costatum</i>	11,700	
			<i>Eucampia</i> spp.	1,288	
			<i>Asterionella karana</i>	5,340	

が重要という事で、次は過去の発生事例というものを整理して検討してみました。ここで注目した点というのが、発生時期それから赤潮の構成種名と最高細胞数この3点について検討してみました。発生時期に関しては、いずれの時期もこれまで冬を中心に発生しています。今年も冬場に発生していますので、間違いなくこのアステリオネラ赤潮というのは冬場に発生するのかなという事が1つ分かった。もう1つが赤潮の構成種名のところですけども、昨年までは他の種類の珪藻と混合で発生していたのです。今年も後半は他の珪藻と一緒に発生していますけれども、前半の方は単独で発生しています。単独で発生するという事はこれまでなかった事ですので、こういった所は疑問としてまた残りました。

もう1つ最後に最高細胞数ですけども、平成19年に22,000細胞と高密度化、たくさん発生しています。今年度に関しても、26,000細胞と非常にたくさん発生しています。これまでの事例を見ると平成19年は多く発生していますが、それまでは2,000細胞や4,000細胞とそんなに多い細胞数じゃなかったのです。

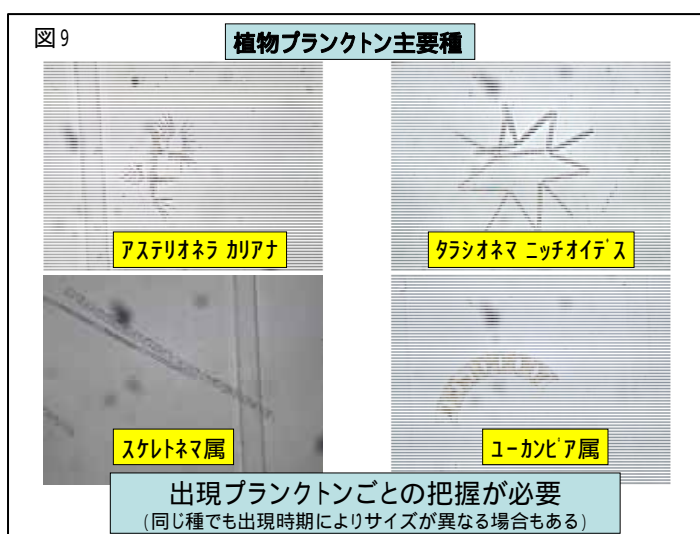
近頃多く増えるようになった、そういったところも過去と違うところという事でこれも大きな課題として残りました。ここに3つ挙げていますけれども、赤字で示している所がこれまでとちょっと違っていたという事で、これも頭に置いて検討というものが必要じゃないかなというふうに思いました。そういった所で、このアステリオネラ・カリアナの増殖要因、増殖した事に関しては非常に分からない事がたくさんあって、分かった事といえばここに挙げていますように一般論に当てはまって、光の条件に関してはやはり普通の珪藻と同じく光が多いと発生しやすい。それは分かりましたけれども、他の生理生態など河口域にたくさんいたとか急激に増えたとかそういったことに関しては非常に分からない所が多くて、ある意味その辺に関してはもっと研究、データの蓄積等が必要ではないかなという様な事に至っております。

これまでがアステリオネアの今年の発生状況のお話ですけども、今年度の赤潮の発生



と色落ちに関してはアステリオネアという種類が特殊であったためにそれをピックアップしてお話をしましたけれども、他の種類もやはり発生していて色落ちに影響を与えています。といった事から、次から他の種類の事に関してもお話したいと思います。この発生状況というのは、地区によっても違ってまいります。種の構成ですとかそういったところを次お話したいと思います。

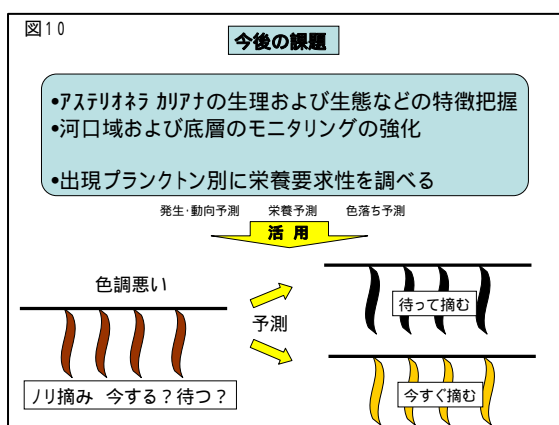
右下の方に調査の定点を入れています。有明海・佐賀県海域の7点を調査したものを平均したもので、それぞれ東部・中部・西部・南部と2つから1つの定点の平均値を左の方に示しています。これは左側がプランクトンの細胞数で、右側が栄養の濃度を示しています。折れ線グラフが栄養です。それぞれの地区の状況がありますけれども、まずこれまでお話しておりましたアステリオネアに関しては、やはり西部、中部で急激に増えてきています。これで栄養が下がっているという状況が見られると思います。これは東部の方でも赤い色がありますようにアステリオネアが発生している、しかしながら南部に関しては赤い色は出ておらず、点々このスケルトネマというのが出て栄養を下げているという状況があります。その後の2回目の赤潮の発生に関しては、中部、西部地区に関しては赤色のアステリオネアが見られますけれども、全域的な発生の状況を見るとすべての点でスケルトネマとタラシオネマという青色のものが見られています。これは全部珪藻プランクトン、植物プランクトンになっていますけれども、そういったものが見られて長期間栄養が低いという状況が続き色落ちを継続させたというのがあると思います。更にもう1つ、これは秋芽網期で色落ち等を引き起こしていませんし赤潮も発生していませんが、こういった所でも急激な栄養塩低下というのが見られています。この原因に関してはこのスケルトネマというのが南部の方ではちょっと増えたというのが見えていますけれども、他のところでは見られておりません。この辺に関しては非常に要因というのを探するのは難しいですけれども、1つ要因としては急激に増えて急激にプランクトンが減ったという事も考えられ、これを調査で見つけきれなかったというのがあるのではないかと。そういったふうに、色んな所で珪藻等が発生して色落ち、栄養を下げるというのを引き起こしているという事が分かると思います。そういった事から、こういった色んなプランクトンこれについても色々考える必要があるのではないかと思います。



先程、図に示しておりました主要な植物プランクトンについて、ここでは写真でお示ししております。これは顕微鏡写真のものなのですが、同じ倍率で撮っていますので細胞の大きさというのはこのような違いになります。大きいやつもあれば小さいものもあります。やはり大きいのが沢山栄養を食べるわけです。そうすると数が少なくても非常に危険だというような事になる。そうい

った事からも、その出現プランクトン毎の例えば栄養要求とかそういった所の把握がその

色落ち対策、色落ちの予測としては重要になってくる。更に同じ種類でも出現時期によってサイズが異なる場合というのがあります。例えば偶然ここに写っておりますけれども、スケルトネマというここに写しているものと同じ種類のものがここにあります。このように大きさが全く違います。こういうふうには時期によってはサイズが異なるという事もありますので、そういった時期による検討というのにも必要になってくるのではないかなというように重要なポイントとしてあります。



という事で最後になりますけれども、今後の課題としては今年の色落ちの特徴的であったアステリオネア・カリアナについては生理生体等の特徴把握とか、更にはその特徴としては河口域にいた、更に底層で最初の方に出たのではないかなという様な事がありますので、その辺のモニタリングを強化していく、データを更にとってきっちりと検討する事が必要なのではないかなと、更に先程申しました出現プランクトン別に栄養要求性を調べると、そういった所が重要になってくるのではないかなというふうに考えています。

こういった事が出来ると、プランクトンの発生・動向予測は非常に難しいですけれども、そういった事が出来れば栄養が今後どうなるのかと、そうすると色落ちがどうなるのかというのが分かってくると。そうすると活用としては、勿論今年度のように冷凍網の出庫スタートを遅らせるとかありますけれども、細かい所でいうとこれはノリになりますけれども、現在、ノリの色調が悪い中でノリ摘みをするのかどうかという事を考えた時に、予測として今後黒々と戻るよというのが分かれば勿論待って黒くなってからノリ摘みを行なう。しかし今後もっと悪くなるというのが予測としてあれば、このノリの色調が悪い中でも今すぐ摘むというような事が出来るのではないかなと。そういった事で、色落ちの被害の軽減というのが少しでも出来たらなというふうに考えています。

以上で私の方からのお話を終わらせて頂きます、有難うございました。

総合討論

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

それでは、総合討論を進めて参りたいと思います。

会場の方でどなたか質問したい方がおられたらお願い致します。

【 質問者 】

栄養塩が非常に重要な事は分かっているのですが、トータル窒素をもう少しアンモニア態窒素とか硝酸とか分からなかったのですか？せっかく底の方とか表面を分けて分析をしておられましたので、その辺のデータもあるのではないかなと思います。

【 佐賀県有明水産振興センター 係長 横尾一成 】

データの方はあります。詳細な解析等は未だ行っていない段階で、そういった所も今後は必要かとも思います。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

本城先生、横尾さんから報告を受けて感想なりお聞かせ頂いて良いですか？

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

先程横尾さんの話を聞かせて頂きました。秋から冬の間のデータをこの3月までによく纏められたと思います。徹夜をしながら纏められたのではないのでしょうか。そして現場に出るといのは体力を使います。週2回ですか、それは御苦労様でした。やはりこのような努力をした中から今日のような発表をされ、努力が実っているなと思います。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

有難うございました。私も本城先生と同じで、ここ佐賀県有明海水産振興センターをちょっと尊敬しているのです。私も弾みで、先程紹介があった環境省の委員会の委員をさせてもらったのだけれども、非常に貴重なデータが水産振興センターから出てくるというのがあって、やはり本城先生も仰いました様に横尾さん達の様な現場の人達が生真面目に着実にやっておられるのが本当に尊敬できるなというふうに思いながら見ていました。

先日、生産分科会をやった時より更に詳細になっていたから、本城先生が言われるように、相当徹夜されたのではないかなという感じがしました。そのノリのキャプテンをされている川村さんの方からこれまでの赤潮とノリとの関係というような事をもうちょっと専門的にお聞きしたいなと思ってお願いをしてあります。それでは川村さんの方からちょっとご説明をお願いして宜しいでしょうか。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

先程ご紹介頂きました川村ですけれども、私の方からは私共が調査海域としております有明海湾奥部佐賀県海域におけるという事を前提としまして 2 つの事について述べさせて頂きたいと思います。

1 つ目は、珪藻増殖と全天日射量。これは先程説明にあっていましたけれども、全天日射量というのは、日の光の強さというふうに理解して頂いたら良いと思います。その関係、そして珪藻増殖の環境要因として、透明度或いは水温この 2 つに絞って話をしていきたいと思います。これは一般的な赤潮の発生メカニズムと言われているものですが、先程横尾さんの方からも少し話がありましたがおおよそをもう一度整理したいと思います。

珪藻赤潮についてですが、基本的には増殖促進物質、例えばビタミンとかリンとか窒素、特に窒素だと思えますけれどもそういうもの、それから鉄、そういった増殖促進物質、栄養です、そういうのが必要である。それは有明海の場合は河川水から流入される。それから泥の中にたくさんそういうのが蓄積されていますので風が吹いたり潮が巻き上がったたりすればそこから溶出してくる。そして他の海域からの流入もあるでしょう。そういった所で栄養塩があります。そこに珪藻というのがある訳ですが、珪藻は浮いている珪藻、海水中に生存する珪藻があって、それがそういう条件の下で光が必要だということです。光合成をする植物ですので、光合成のためには光が必要である、それで珪藻が増殖する。そして休眠期細胞と言われます珪藻の種、そういうのが全天日射量を示す光の強さによって強ければ強いほど発芽してそれが増殖していく。その場合も休眠期細胞は泥の中に眠っているだけではなくて海水中にも休眠期として休んでいるというか、そういう細胞が活力を復活させて増殖する。そして赤潮に繋がるという事になるかと思えます。

色落ちの進行につきましては先程横尾さんが話されたので省きます。珪藻が増えて栄養塩が減ってくれば色落ちが進行していくという事は先ほど述べられました。そういう中で、過去に色々なパターンで色落ちが発生しております。

これは平成元年から平成 20 年までの色落ちの発生パターンを示したものです。それはパッと見て分かりますように、1 つのパターンだけではない訳です。色々なパターンがありますので、例えば漁期中にずっと継続して発生するパターン、それから 12 月、1 月に発生するパターン。10 月、11 月、12 月、1 月、2 月というふうに示していますけれど、こういった所で発生するパターン。それからほとんど色落ちが発生しない年もあります。例えば 19 年度、18 年度、それから平成 9 年度、そういった年ではほとんど色落ちが発生しなかったという事があります。

いわゆるノリは秋芽網期と冷凍網期に分けて養殖される訳ですが、秋芽網期の 10 月とか 11 月に発生してその後はあまり発生しないパターン。それから特別というか非常に珍しい事ではあるのですが平成 6 年のように湯水の年、こういう年は秋芽網期にほとんど色落ちが発生しておりません。しかし 1 月に入って急激にプランクトンが発生して

栄養塩が減って色落ちが発生すると、こういったパターンとなります。それぞれ色落ちの発生としてここに示しておりますけれども、これはほぼ珪藻発生のパターンと同じになります。ただしこの中でも例えば先程平成6年と申しましたがここでもやはり実際は珪藻が発生している訳です。そこを少し頭の隅っこに置いて頂いて、説明を更に加えていきたいと思えます。

“珪藻増殖は全天日射量でほぼ決まる”これがまず1つ目のコメントですが、これを少しデータを用いながら説明をしていきたいと思えます。今回用いました資料は有明海水産振興センターの先程横尾さんが説明しておられましたけれども、あの調査の中の岸寄りのデータ、それから沖合のデータを使って解析をしております。まず1つ目、これを少し詳しく説明をしたいのですが、左側に栄養塩量それから右側にMJ、これは全天日射量の単位でm²辺りの日射量を示します。この凸凹の線の小さいものが上にありますがこれが全天日射量です。それからこの折れ線グラフが、ピンクが沖合、それから黒いのが岸寄りというふうに見て頂ければと思えます。DINをどうしてこういうふうに表示しているかと言いますと、栄養塩がこういうふうにたくさんある時、これは栄養塩の量を表しますが栄養塩が沢山ある時はまだ珪藻が発生していないというふうに理解して頂いて、ここでバタッとこう栄養塩が下がってきます。そうするとそこは、珪藻が増殖しているという事になります。これは珪藻が栄養として使うシリカ、ケイ酸塩ですけれどもこれでも同じような傾向が見られます。ですから、この所で赤潮あるいは珪藻の増殖が起きております。私は敢えてプランクトンの増殖という表現を使っておりますが赤潮でなくてもプランクトンは増殖して栄養塩を食べていくわけです。ですからこういう所では、こういうレベルの高い所では色落ちは起きませんけれども栄養塩は減っている。そして7 $\mu\text{g} \cdot \text{at}/\ell$ 、いわゆるノリの色落ちが始まる値になると色落ちで大変だという話になる訳です。

同じような整理をしておりますけれども、ここで気付く事はこういうふうには栄養塩が減って珪藻が増えている所を見ますと、丁度空間みたいになります。これは全天日射量が変動している訳ですけれども、この下の方は雨が降ったり曇ったりした時の値になります。それから上の方が晴れている訳です。これは10月から2月までの全天日射量の平均を示している訳ですけれども、こういうふうには大体平均的に動く訳です。10月位からずっと下がって1月位に最低になってまた上がって来る、このパターンですのでそれを示しています。DINの減少はこういうふうには珪藻増殖を示しているわけです。同じようなパターンでこういうふうにはずっと見られます。

先程言いました栄養塩がたくさんあっても色落ちはしません。それから、栄養塩がたくさんあって一時的にこういうふうには全天日射量が安定している時には、こういうふうには栄養塩は下がって来ていますのでここでは珪藻が増殖している訳です。ところがノリの色落ちとしては出ない。しかし例えば11月の中旬位になりますと、ここでこのレベル20 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ くらいのレベルが7とか8 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ に下がりますので、その時点で色落ちが出てくる。しかしここもやはり珪藻が増殖している。それを今5つのパターンで言いましたけれども、

全部それは共通してしまっていて、珪藻の増殖についてはやはり全天日射量が多い期間、一定期間1日から3日、そういうのが必要であるという事が分かります。それから珪藻が増殖しない条件としてはやはり全天日射量が時々急激に低下する。雨が降る所でパッと下がっていますが、こういう時があれば中々珪藻の増殖はしないという事が分かります。

これは今5つのグラフで20年間のグラフを示した訳ですけども、それを今度は各年度毎に月毎に、これは10月、1月、12月、1月、2月なのでですけども整理しました。これはどういうグラフかと言いますと、左側に全天日射量を示しております。全天日射量の値が5、10、15、20、そして縦の赤い折れ線、これは平均です。一番上の方がその珪藻が増殖した時の最大を示した時の値です。それから下のブルー、これが最低の全天日射量を示した時の値となります。そうすると全天日射量の高い方の値が、例えば10月ですと15から20MJ/m²位の全天日射量がないといけない、というかある時に増殖が起きているという事で過去17回起きております。それから同じように全部見てみますと、それぞれ全天日射量が全体的に下がって来ますので11月であれば12~17MJ/m²とそれから1月になりますと10~13MJ/m²位の全天日射量になる訳ですけども、いずれでも過去20年間多くの年で発生しているという事になります。ただ、これは日射量の値が月によって違いますので、恐らくこれは検討すれば珪藻の種類への影響として出てくるのだと思います。

先程質問されました諫干前後というお話がありましたけれども、一番初めの色落ちの図を見て頂いても分かりますように色落ちは起きていますし、この様にこれは全部珪藻が発生したという事ですので、珪藻は発生している訳です。過去でも同じようにこういうふうには発生をしております。これが1つの回答かと思えます。

珪藻の増殖が何に一番影響されるかというお話です。これも先程と同じ所の地点の値を、特に透明度について説明をしていきたいと思えます。透明度を今回は11月と12月と1月のものを示しております。その3ヶ月について話をしてみたいと思えます。

1つはまず大潮で1972年以降の沖合、岸寄りのデータです。これは浅海定線データと言いまして、過去40年間のデータがあります。透明度は何を示すかと言いますと上から海を覗いて下まで届いている深さです。光がどこまで届いているかという事を示すものです。ですから海に行くと有明海だったら泥だから透明度が低い、それから玄海の方に行けば海水浴場などではご存知の様に光が下まで届いて見える、透けて見える訳です。その値を示している訳です。大潮では、こうやって見ますと1970年よりも少しずつ高くなっているという事が分かります。これは岸寄りでも沖でも同じです。ところが今度は小潮なのでですけども、残念ながら小潮につきましては1988年以降位でしか我々も調査をしておりません。ですからその値を使うと沖、岸それぞれ透明度を見ますと、11月については上がって来ている。それから岸寄りでも上がって来ている。ところが12月については大潮の分については上がって来ている訳ですけども、12月についてはこれは統計的な処理で線が入っておりますが下がっている。これもギリギリ下がっているか同じ位という事で、そういうふうなデータが得られます。これは小潮の時には水深が浅くなりますので、風力、風速

それから方向によってはこのデータが少し変わってくる、つまり小潮の時には意外とそういう風力とかに左右される。これが右下がりになっていきますけれど、風力3以上のデータを見ておきますと右肩上がりになったりします。同じように1月のものです。ここでコメント出来る事は透明度に関しては小潮の岸寄りには低下しているという事です。それから大潮は沖も岸も上昇、つまり透明度が高くなれば潮流が遅くなっているという事を指しているというふうに理解しています。では過去とどのように違うかという話ですけれども、この赤の部分は以前というかデータのある範囲で、1988年当時というふうに理解して頂いて良いのですが、小潮の沖も高くそれから大潮の沖と大差ないという事が言えます。ところが最近小潮が高くなっている。大潮の岸と大潮の沖と小潮の岸、それが変わらない位で、しかし小潮の沖は大潮の沖よりも高くなっている。それは当然小潮が動きませんので高くなるのですが、それが以前と今とでは違っているという事になります。

それから、よく透明度については今みたいに全般的な話が出来るとは思いますが、もう一つ我々が見過ぎしがちなのが潮位差の話です。つまり大潮と小潮の話が出てきますけれども、有明海の大潮というのは大潮と小潮の干満差というのは4年周期で動きます。これは代表的に平成13年、17年、21年度のそれぞれの潮位差を示している訳です。ここの高い所が大潮を示します。それから下の方が小潮を示します。これは10月から2月までのそれぞれの潮位差を示している訳ですけれども同じではない訳です。多くの方がこれが同じだと理解されるとちょっと困りますが、大潮小潮でもこれだけの3ヶ月、4ヶ月で違うという事になります。ですから、これをもっと解析しますと大潮小潮の潮位差は特に12月ですけれどもこういうふうに、これは大潮です、これは小潮です。これは大潮なのですがここは小潮でこれだけの潮が大潮でも遅くなる。つまりこの期間は大潮は透明度が上昇して小潮は降下する、潮位差が小さくなりますので、これは小さい事を示します。10月ですと100cm位の潮位差があったのが12月になると200cm位になると、つまりよく動いているという事になります。そうすると12月とこの10月あるいは1月、もっと1月は小潮が小さくなりますのでいわゆる透明度がかなり違ってくる訳です。小潮でも大潮でも。それは先程から話が出ている珪藻の増殖に与える危険度、つまり透明度が影響して全天日射量に関係しているとすれば、非常に危険度が上がってきている、季節によって上がる。しかも最近はずっと潮位差が、段々全体的な流れとして遅くなっているから、潮位差も小さくなっているのではないかと言われていますので、そういうところが心配される訳です。

透明度の話は終わりました次に水温のお話です。水温は珪藻やノリもそうですが、水温によって成長差が出てきます。これは佐賀地方気象台における120年間の10月から12月の日平均値気温の変動です。1890年からあります。佐賀の場合は都市化があまり進んでいませんので、恐らく東京とかで言われているような都市化とかによる温暖化とか言うのはネグられていると思います。示しますと過去は11台が、今は高い時は14台まで上がる、非常に気温が上がっているという事です。有明海の水温はご存知のように湾奥部、特に水深が浅いものですから、陸上の気温とよく相関します。これが早津江川観測塔におけ

る水温の変動ですけれども、これは 1972 年からありましてこういうふうに同じように 10 月から 12 月の水温変動ですけれども、上がってきています。ですからこういう事があって いるという事で、かなり水温が有明海の珪藻の増殖にも影響してきているという事が分 かります。2つの事を纏めると珪藻増殖の条件としては休眠期細胞の活力の上昇で細胞数 が増加する事ですけれども、それに与える影響としては全天日射量それが小潮とか透明度 が高いとかそういった事と重なって起きているという事です。その背景にありますのは、 透明度では大潮は年々上昇中でありまして、小潮でも地点差は小さいのですけれども大潮 より大きい。それから潮汐でも小潮大潮は年度周期で変わりますので、その時のその年度 の潮、場合によって危険度が変わったり時期が変わったり非常に複雑なところがある、そ れが全てこの全天日射量に関わっている、そういった事に対して更に水温上昇もあるので この珪藻増殖に関しては、全天日射量とかそういう水温とかの関係が大きいという事が分 かるかと思えます。それから冬場の水温は上昇し透明度とあいまって有明海湾奥部におい ては珪藻増殖に適した環境条件になりつつあるのではないかというふうに私は考えており ます。これについてはこれからこの議論の中で話があると思いますが、こういう事が言え るのではないかというふうに考えております。以上です。

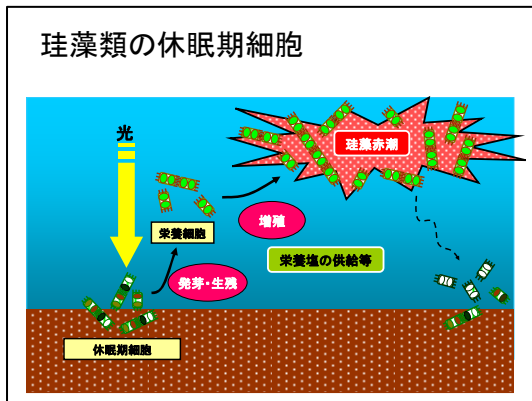
【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

どうも有難うございました。

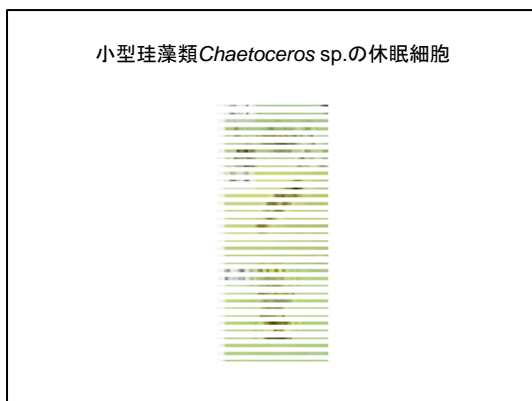
【香川大学特任教授 本城凡夫】

私もスライドを使って、川村さんの示されたものと照合しながらこれから説明したいと思います。

一昨年まで九州大学におりまして、有明海の研究もしておりました。その時の学生、院生のデータを盛り込みながら説明をしていきたいと思っています。



この珪藻類は休眠期細胞（タネ）を持っておりまして、泥の中にタネが存在しています。そして光が当たるとタネから発芽してその後も光が当たり続けると増殖して珪藻赤潮になっていく。増え過ぎると栄養が消費されますから、今度はパラパラとまたタネが沈降して泥の中で次の発芽チャンスを待つという、その繰り返しで珪藻は生活をしているのであります。



まず今日のお二人の話の中で光が強い必要があるという事でした。また、珪藻の生理特性を知っておかないといけないという話が横尾さんからありました。私はそのほんの一部ですが、珪藻類の生理的な特性も含めて説明することにしましょう。



これは小型珪藻類のキートセロスという種類の休眠期細胞で、これがタネです。そして海の中に浮き漂っているものはこういう形をしています。そして栄養塩が無くなってきますと、これがこのような形態に変化しながら泥の中に沈んでいきます。浮かんでいる時とは違った形態をとっております。

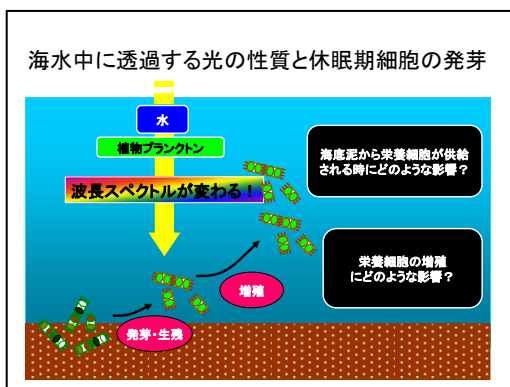
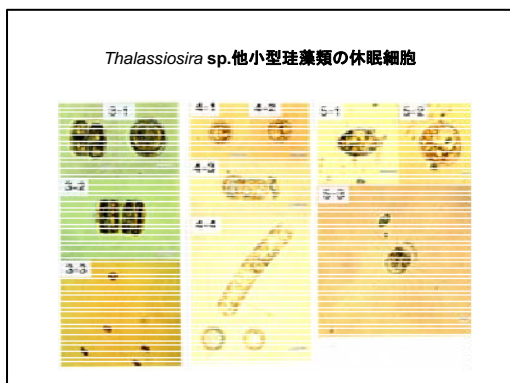
有明海でも頻繁に赤潮を形成しますスケルトネマのタネとその後の増殖なのですが、これがタネでこれが海の中で赤潮を形成する時の

細胞です。ほとんど形態は変わりませんが、細胞の中の色が濃くなっているのが特徴であります。やはり泥の中に眠っています。

その他、タラシオシラの細胞達も黒くなって棘々を持つタネとして泥に生息しています。

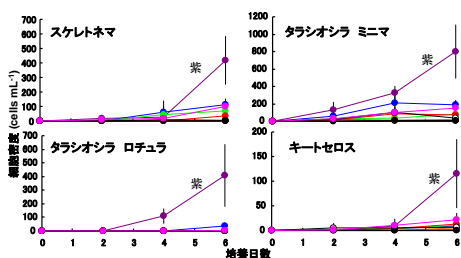
またこれはバクテリアストラムですが、赤潮になる時とは全く異なる細胞形態でもって泥の中に眠っています。これらのタネは、光が入ってくると発芽すると言えば非常に簡単なのですが、実は中身は複雑です。光の波長スペクトルには赤から青まで途中には紫という

色もあります。発芽の為にもっとも必要な波長とは何だろうと調べてみました。さらに、発芽から増殖するまでにはどんな波長が必要なのか。即ち全天日射量、光の強さにプラスして、どの波長が関係しているのかという結果を次に説明しましょう。



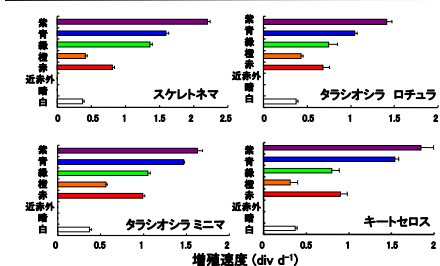
スケルトネマ、タラシオシラ・ミニマとロチュラ、それからキートセロスというこの4種類の休眠細胞では、どんな光の時に最も良く発芽してくるかという全部共通して、紫色でした。青も幾分発芽に加勢を致しますけれども紫色が圧倒的によろしいという事が分かりました。この紫色の波長は、水の中へ入ってくると意外と早く消えていきます。水に吸収されて泥の深い所へとあまり入って行かない波長であります。最も深く到達するのはこの青です。青が一番深い所までいきます。ですから紫が休眠期細胞に届いてくれば直ぐに発芽が出来るのですが、青だとその効率はかなり悪くなります。しかし、紫は深くは達しませんから、現場では青が働いている可能性があるという事です。何故ならばタネは泥に住んでいますから。次に休眠期細胞(タネ)から発芽して出てきた後に増殖する時、どんな光が適しているのでしょうか。4種類で調べてみると、紫と青と緑、赤まで含めて概ね増殖を促すようです。紫や青が一番良いのですけれども他の光でも良いという事です。ですから休眠期細胞から発芽する時の光があまりにも制限された波長であると思います。ただし、近赤外というような波長だと全く増殖はありません。全天日射量が高くなればどの波長も増殖に使えるという事です。

休眠期細胞の発芽試験: 結果



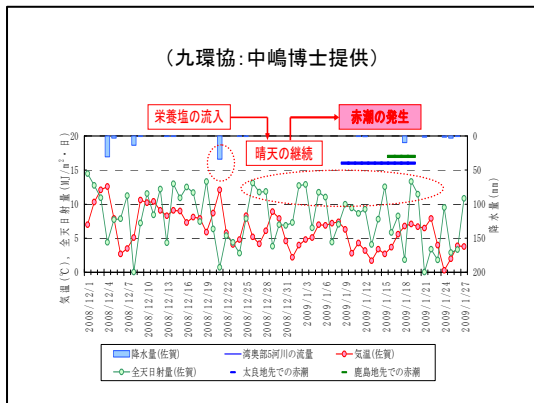
4種の珪藻は紫色の光で圧倒的に休眠期細胞の発芽および発芽直後の生熟が良好! 他の波長の光ではあまりうまくいかない...

栄養細胞の増殖試験: 結果 増殖曲線と増殖速度



4種の珪藻は紫色の光で最もすばやく増殖する! が、近赤外光以外の波長の可視光も増殖のために利用できる。青は紫と僅差である。

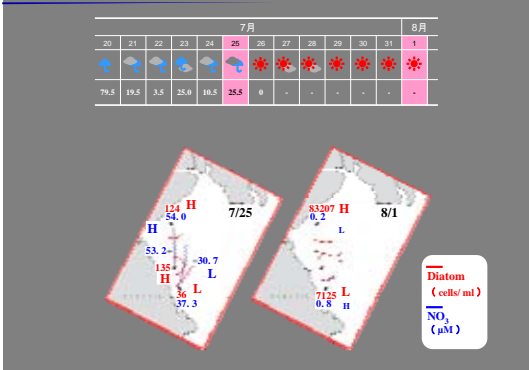
赤潮が発生するという事で、これはお2人の話と共通しておりますから、ここでは詳しく



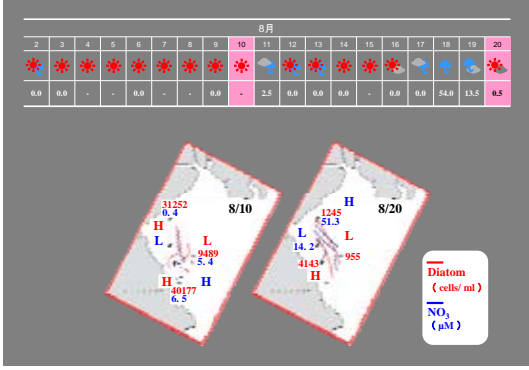
触れることは致しません。塩田川河口で行った成果です。この間は曇りか雨です。この時のプランクトンの数は100のオーダーですが、ここから晴天日が1週間続いたら8万とか7千とかそういう細胞数に増加しているという結果であります。延々と晴天が長く続いたもので、非常に濃い珪藻の赤潮が塩田川河口域に発生しましたけれども、雨が数日間続くと1,000のオーダーまで下がっている。ですから全日射量

は皆様が話された内容と同じようにやはり太陽が照らないといけないという事です。珪藻類は不思議な事で、雨が降って塩分の低い水が川から入ってくるとパパッとすぐに減少してしまいます。しかしその塩分が回復し始めると同時に一気に回復するという非常に面白い生態的特徴を持っております。珪藻類は急な塩分低下には弱く、塩分の回復に敏感であるという事です。雨が降った後の河川水は海水の上面を薄く流れていきますから、淡水と接した珪藻類は死にますけれども、そのすぐ直下では好みの塩分層が準備されています。その層では晴天下で珪藻の増殖がすぐに始まって、次の赤潮の予備軍となり、塩分の低い水が混合されると一気に赤潮形成に繋がります。

表層 NO₃ 濃度と珪藻類細胞密度の水平分布の動向と天候との関係 (7/25, 8/1)



表層 NO₃ 濃度と珪藻類細胞密度の水平分布の動向と天候との関係 (8/10, 8/20)



これらは夏の珪藻類の観察結果であって冬の場合とは少し異なるかもしれません。冬の赤潮にこれを当てはめることができるかどうか分かりません。もうひとつ、珪藻が赤潮を形成するには13MJ以上の全日射量が3、4日間必要であるという計算されています。我々3名共に、全日射量がいかに大事かという事を述べています。降雨があり、その後に十分な全日射量を与える晴天がまず必要で、適切な塩分の海水で河川水中からの栄養塩を利用して珪藻類は一気に増殖する。これは漁師さん達の古い言い伝えにあり、「雨が降って晴天が続くと赤潮が発生する」というのはこの小型の珪藻の赤潮のことです。ではなぜ、冬の珪藻赤潮の発生が頻発するようになっているのでしょうか。川村さんの話では透明度が高くなっているということでした。これは光が深い所まで入りやす

小型珪藻類増殖の特徴

- 1) 珪藻が急な塩分低下に弱く、回復に敏感である。
- 2) 河川水が流入した後晴天が続けば、河川水(真水)の直下で好みの塩分層においてすでに珪藻の増殖が始まっており、河川水が海水と混合するとそれが予備軍となって一気に赤潮形成につながる。
小型珪藻の増殖には3-4日間の全点日射量13MJ/m²以上の晴天の連続が必要である。

結論: 降雨があり、その後高い全天日射量を与える晴天がまず必要で、適切な塩分の海水で河川水中からの栄養塩類を利用して一気に増殖する。漁師さん達の古い伝え「雨が降って晴天が続くと赤潮が発生する」は小型珪藻の赤潮発生を言い当てている。

冬の珪藻赤潮発生頻発

- 透明度が高くなっているため、深いところまで光が侵入する。底泥に生息している小型珪藻類の多くの休眠細胞は発芽に光を必要とするので、発芽の機会が多くなり、広い層での増殖が可能となる。
- 高い透明度は潮汐流速が低くなったこと、潮汐流速の低下は鉛直護岸(1979年代後半の福富干拓と1990年代後半の諫早干拓)の形成と筑後川の流量減少(河口域のシルトの堆積)が原因と思われる。
- 流速の低下は珪藻赤潮の発生に有利に働く。諫早湾の防潮堤の建設による潮流の減少が全てではないが、無関係ではない。

なりますから珪藻赤潮の形成に有利に働きます。ですから鉛直護岸建設の他に流量の減少も珪藻赤潮の頻発に関わっているのではないかと思います。

施肥との関係は？

- 日射量が低くなり、栄養塩類が消費されると多くの赤潮は終息するはずである。しかし、なぜ、長期間赤潮が続くのか。
- 窒素だけの施肥であればリービッヒの法則が働くが、酸性処理剤の中にリンも加わっているため赤潮を助長しているのではないか。
- 窒素の施肥量は145トンで、リン施肥量は酸性処理剤で佐賀と福岡を合計して70トン程度である。
- 効率の良い施肥策を開発する必要がある。

となって珪藻は増えきれないのですけれども、もし酸性処理剤の中にリンが入っていれば窒素とリンが十分に海水中にあることとなりますから、赤潮を助長している可能性があるのではないかと。それから窒素が 145 t、リンが 70 t 程度で冬場に施肥されていたとしたら、これはやはり無視できない量ではないでしょうか。施肥をすれば珪藻の方にも利用されるので長引くのではないかと、これは私の心配事です。あとでまた論議して頂ければ良いと思います。ですからノリの方へ窒素とリンが効率良く吸収されるような施肥策を開発する必要があるのではないかと思います。未だ不十分ですけれども、今後のこの珪藻赤潮

い、その結果、泥に生息している小型珪藻類の休眠細胞(タネ)にとっては発芽に好都合であるという事です。発芽の機会が多くなって増殖につながるという事です。やはり透明度は非常に大事であることを意味しています。これは私の解釈なのでから多くの違った意見の方もおられると思いますが、潮汐速度の低下は鉛直護岸の影響を受けています。1979 年代の福富干拓や 1990 年代後半の諫早干拓の鉛直護岸の建設が、潮汐流の低下に繋がって、珪藻類の発生に関係しているのではないかと考えます。

筑後川本流の流量は減少しているのではないのでしょうか。なぜならば、この河口域にシルトが堆積するようになったという事を聞いています。それは流量が減少していることを示唆しています。河川からの懸濁物が減少し、流速の低下によって攪拌が弱くなり、透明度が良

もうひとつ私が懸念しているのは施肥であります。小型の珪藻赤潮というのは、夏場は3、4日或いは長くて10日位で終わります。冬場の赤潮が平均してどの位かというのは不明ですが、長々と続いているようです。1か月位続いているというお話でした。なぜこう長期間赤潮が続くのかという事です。窒素だけの施肥であれば、リービッヒの法則が働いてリンが制限

を抑制していく際の話と、それから珪藻の生理特性等の話を加えることで私のコメントに代えさせて頂きたいと思います。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

有難うございました。最後に本城先生から問題提起がありましたけれども、川村さんは長い事ノリの事を言われて、施肥の事について「ちょっと誤解を解いておきたい事もあるのだが」というふうに仰っていましたけれども、その事についてちょっとご説明して頂いて宜しいですか？

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉広 】

施肥の事なのですけれども、施肥という技術なのですけれども明治時代の有名な海草学者に岡村金太郎さんという方がいらっしゃるのですが、その方の本に『浅草海苔』という本があります。その中で、その先生が仰っているのは「ノリの研究を始めたのは施肥の解決の為だ」というような事が書いてあります。ですから、かなり昔からされているという事が1つです。

それから佐賀県の場合は昭和 40 年代、有明海では熊本県が先進地で施肥を色々やってきたのですが、今までやってきた施肥というのが効果が出たり出なかったり色んな方法でやってきた訳です。ところが佐賀県の場合は1度止めておりましたけれど、平成 10 年にもう秋口から色落ちしましてプランクトンが物凄く沢山出まして、そして 12 月に入って今年みたいな事が実際起きたわけです。12 月の下旬頃になりまして、「じゃあ施肥をもう仕方ない、どうもしょうがないからしましょ」という事で施肥が始まった訳です。それまでにも水産センターは昔水産試験場と呼ばれていた訳ですけれども、かなりの研究をして塩安とか硫安とか硝安とか色んな肥料を実験をして、生物に与える影響とかそういう事についてはかなりの研究をして施肥の方法まである程度の研究はされております。平成 10 年に改めてどうしようもないという事で始まった訳ですけれどもその施肥の方法というのが今までと違っていた訳です。それはどういう方法であったかと言いますと、普通であれば皆さんの頭の隅っこに恐らく農業の事をイメージされていると思ひまして、肥料があつてそれを振るといふような何かイメージがあるかと思ひますけれども、そこが一番大きな違いでありまして私達が今まで指導している方法と言ひますのは、いわゆるノリの舟の所に持つていって、船の生簀があるわけですが、あとは囲いを作ってそういう囲いの中にきちんと肥料を入れて、そして十分に時間を掛けて溶かす。ここがミソです。イメージとしてバラバラと撒いているイメージではなくて、それはそのまま粒が沈んでいくというイメージですけれども。そうではなくて液にして、きちんと溶かしてやりましょという事で今やっている訳です。

それから我々が施肥する、今言ひました様にノリが採れない、色落ちをしてしまうから施肥をする訳ですけれども、施肥をする時のタイミングとしては「必ずどうしても色落ち

がしてこれはもう施肥しかない」、それから「もう栄養塩も減っている」と、先程説明がありましたけれども7 μ g 昔は100 γ 、ガンマという単位で話しておりましたけれども、100 γ を切った時点、そうすると色落ちが始まりますのでそれは必ず切っておかなければならない。そして施肥の量はどうやって決めるかといった時に「100 γ 迄しか投入できませんよ」と、むやみやたらと100 γ 200 γ までよいという事ではなくて、あくまで漁場の中の面積、容積当たりで計算しまして、入れた時に100 γ を上がらないように、ですから例えば海の中に40 γ とすれば「あと60 γ 分しか添加できませんよ」と、実際は40 γ ということではなくて10とか5とかいう事になってしまうので「70 γ 分を入れなさい」とそういった方法でやってきました。そしてそこには色々なルールがあります。例えば委員会を設けて漁業者さんが「もうどうしようもないからさせて下さいよ」と、そしてそれから総量規制、これはノリが大体今年も15~6億枚採れているのですが、過去も大体20億枚ですからその20億枚が陸上に揚げられている訳です。ですから20億枚分を陸上にあげるから、その代わりとっては何ですけれども、栄養塩として補給、施肥という添加ではなくて補給、添加、栄養塩の添加、補給、そういった形で施肥をしていきたいと思いますというふうになっています。ですから今はあまり施肥という言葉ではなくて栄養塩の補給、或いは添加という言葉を使っております。

一番問題になっているのは、ではこれが次の珪藻の長期化というか、それに影響しているのではないかというお話ですけれども—それは全くないとは言えない訳です。例えば全天日射量がバツと増えてしまえば、そこでどうしてもプランクトンは増える傾向がありますので、それは否めない事実ですけれども、私達が言っているのはそういうふうは無茶苦茶な事をやっている訳ではなくて、しかも、それは先程私が説明した時に栄養塩のグラフがありましたけれども、栄養塩を添加したからといってそれがピークとして現れるとかそういう事はない訳です。それからもう1つ、その時点でほとんどが海水中のケイ酸塩は減ってしまっています。普通ですと60とか80 μ g \cdot atm/Lとかあるのですが、それが5とか非常に減っている訳です。普通ではあまりないような値にまで下がっていますので、そういう所では施肥をする訳ですので施肥の中にはシリカいわゆるケイ酸塩は入っていませんので、本当に施肥がそこで引き金になっているかどうかというのは中々明確な話ではないのではないかと。そういう規制の中で、最低限の中でやっているというのが現状かと思えます。ちょっとそこが違うところです。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

本城先生何かあればどうぞ。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

ケイ酸塩が目一杯であるとしたら今の説明である程度私も安心する所があるのですけれども。例えば皆さんがお分かりになる様に話をするとすれば、畑に自分が採りたい白菜が

ある。その白菜の周りに雑草が生えている。人は白菜を採る為に肥やしを撒く。でも栄養をその白菜も摂るけれども雑草も摂るのでそこに雑草が生えてくる。畑をする人はその雑草を摘む訳です。ところが海ではその雑草を摘む事が出来ない。ですから白菜がノリとするならば、白菜だけに栄養がいくような何か技術を今後開発していく必要があります。その技術を漁師さん達と一体になってノリにだけ摂取されるような栄養塩の添加法を開発する必要がありますのではないかと思います。

ノリの方にどの程度の栄養が摂取され、プランクトン側にどの程度摂取されるのかという研究も行う必要があるでしょう。栄養添加に絡んだ事業としてしっかり研究していく必要があるというふうに思いました。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

有難うございました。川村さん今の事で何かコメントはありますか。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉広 】

いいえ、先生のおっしゃる通りだと思いますので、先程から非常に環境が悪くなっているという話をした中でノリ養殖をして行かなくては行けませんので、これだけ単価が下がってノリの現場の話で申し訳ないのですがノリは単価が安くなっていますので、乾海苔を沢山採らなければいけない。そうすると今の現状は病害対策としては大体克服している。しかし問題は病害ではなくて、所謂色落ちという珪藻との戦いの中で色落ちが起きる訳ですから、そこをどうやっていくかといった時に、施肥技術というのは必要不可欠なものになっていますので。その辺は先生がおっしゃった様なきちんとしたというか、効率の良い環境負荷のない、今はゼロとは言えませんがそれはゼロに近くなるように是非やっていきたいというふうに思います。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

川村さん達のセンターにお願いしたいのです。私は香川に居るのですが、香川のノリは死活問題なのです。ほとんど採れないのです。佐賀は採れていて、平年作。香川は不作中の不作です。県知事もその辺りは何とかして欲しいという事です。佐賀県は今や日本一のノリの産地ですから苦労している県とコラボ研究をやって頂いて収量が良くなる様な方向へと指導して頂ければ有難いと思います。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

ちょっと先生、せっかく仰って頂いたので教えてもらいたいのですけど、香川には呼ばれて行かれたのだと思うのだけれども、瀬戸内海がそれ程不良という色落ちで、色々ノリが採れなくなった原因を先生は今どういうふうにお考えになっておられますか？参考の為に聞かせ願いたいです。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

香川大学農学部の方で相当にこの研究を続けておりますし、兵庫、岡山、香川の各県も研究をしております。今分かっておりますことは、栄養を出来るだけ海に流さないという富栄養化防止策である瀬戸内法という法律が効いている事と、もうひとつはこれが大きいと僕は思っているのですが、休耕田が多くなったという事です。稲を育てる時に与える栄養分が、川を伝って出てこなくなったところに、大きな問題があるのではなかろうかと踏んでいます。これらのふたつが重なって富栄養化の改善され、ノリが採れなくなってきていると解釈しています。これをどう打開していったら良いのか。瀬戸内新法を作る時のために我々の提言を模索しているところです。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

先生達は今、瀬戸内におけるいわゆる海域管理というものについては、総量規制ではこれは克服できないと思っておられる訳でしょう？

この前実は私は神戸であった里海シンポジウムというのに出たのですけれども、その時語られていたものも結局綺麗な海、綺麗な海というのは白写清爽というのか、もう生き物があまりいなくても綺麗な風景を持っているものを自分達は作りたかったのではないか。そうやって作ってみたものはどうも何か生き物達には必ずしも良い世界ではなくて、プランクトンが湧き難くて魚が育ちにくくてという空間を作ってしまったのではないかというふうに言われて、人間がそういう事に暮らしを立てる事、或いはそこである種の生活をしている事が、むしろ逆に豊かな生態系を作る可能性がないかという事を、里海と呼んで探しておられましたけれども、有明とはちょっと違う問題の意識かなというふうに思いました。只、実は非常に面白い話があつて環境省のお役人さんに聞いたのですけれども、「瀬戸内の兵庫県の知事さんだと思いますけれども「有明海特措法」みたいな法律を作ってもらえませんか」というふうに言いに来たそうです。何の事かと思ったら「有明海特措法でコントロールされている有明海はノリがちゃんと採れているのに、瀬戸内法ではノリが採れなくなったから、もうちょっと何かちゃんと考え方を」と言われたのだそうです。私達が一番最初に勉強をした時には、「瀬戸内みたいにきちんとした総量規制は出来ないよね」というふうに考えていたら、むしろ逆だったというような事も今議論が始まっているようですので、今本城先生が多分苦勞されているものはその丁度新しい事態に対してどう取り組むかですよ。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

有明海の場合は大きな川がございますので、それがノリを支えています。加えて菊池川もあるし、球磨川もございますよね。こんな水量の川が瀬戸内海にはないのです。一級河川といえども水量が全然違いますので。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

ああそうか、山が浅くてそんなに多くないのですね。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

そうですね。しかも山は肥えていません。新幹線で見られると分かると思いますけれども多くの山で砂地が見えています。だから栄養が溜まっていないというか、そういう山地がずっと続いていることも大きな問題のように感じます。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

有明海というのは、筑後川と阿蘇山が育てたと地質の先生達がおっしゃっていましたけれどもやはりそういうふう感じられますか？

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

ええ、潮汐が大きいから泥をかき回して栄養を回帰させてもくれます。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

今年の有明海の西部地区におけるノリの色落ちはどう起こったかという事を最初のテーマにして話しましたので、決着を付けておきたい事が1つあって、川村さん言いにくいかも知れないけれど、実はこの話が起きた時にマスコミ報道とか色んな所で諫早湾のいわゆる「淡水の排出」だとか、それから「諫早湾の赤潮が北の方に上がってきた」だとか言う話がありましたよね。その事について水産センターの方はどういうふうに議論をされていたのか、今日データがないのに話を聞くのはちょっと辛いような気がしますけれどもどうですか。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

色々漁業者さんの方が今日来ていらっしゃいますけれども、色々言われます。例えば、「黒い水が南から上がって来た」とか、それから今年の場合は西部地区のある地区で酷い色落ちが出ましたのでそういう事を言われている訳です。しかし今日話にあった様に所謂アステリオネラとしては、やはり諫早湾の中にはアステリオネラは居ませんので、今年の場合のアステリオネラによる湾奥の赤潮は、こちらで発生したような気がします。只、その中でもお話があったように透明度が上がったりとか流れが遅くなったりとか、副次的な影響としてそういうプランクトンが発生しやすい海域になっているという事は、可能性はあるのではないかというふうに思います。それが関係しているとすればですね。ですから私は漁業者の皆さんにはそういう意味ではあまりよく分からないと、これは平成12年の大不作の時も、私は良く分からないという事で言ったのですが、それはや

はりそういう研究をしていない訳です。佐賀県それから長崎県、連携した、繋がっていませんのでどこから来たか、隣の家から来たという話をよくするのと同じで、中々その辺は言えないとは思いますが、そういう調査をやはりきっちりとやっていかないと中々はっきりした事は言えないのではないかというふうに思います。

【 有明海再生機構 副理事長 荒牧軍治 】

科学技術者としては、やっぱりちょっと今県同士が対立しているのはやばいなという感じですか。本当は一緒に何かやっていきたいと。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉広 】

やばいと思います。とにかく有明再生は、一緒に連携した調査もしながらしないと、ここは上手くいかないのではないかというふうに思っています。

【 有明海再生機構 副理事長 荒牧軍治 】

少なくとも、今年については塩田川或いは六角川の河口域で起こったという事では、ほぼ間違いないという事で良いけれども、長期的ではもうちょっときっちりと検討しなければいけないのではないかという事で宜しいですか。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉広 】

分からないから関係が無いとか有るとか言う話には出来ないので、我々一人の研究者としては、分からない事を解決する手段をやはり次に考えないといけないというふうに前向きに考えていきたいというふうに思います。

【 佐賀県有明水産振興センター 係長 横尾一成 】

先程もお話にあっているように、連携した調査というのが非常に重要だと思うのです。私の話の中にも、アステリオネラだけの話をまずしたのですけれども、後半の方で「他の珪藻も発生していますよ」とそういった状況の地区的な話をしたと思うのですけれども、勿論、中部、西部に関してはアステリオネラが増えて栄養塩が減ったというのがありましたけれども、その時の南部ではアステリオネラは発生していないのです。スケルトの方が増えていたという事がある。そういった所もあって、アステリオネラは最初の発生は佐賀県海域の方で見られているという事がありますが、他の事種の発生に関しては分からないのです。それとかあとは秋芽網期に一時期栄養塩がドンと下がった時があるのです。その時はうちの調査では珪藻の方が増えているのは確認出来なかったのです。そういった所は佐賀県海域だけではなくて、海は繋がっていますし、沖合の海水は非常に重要なのです。沖合の水の栄養が低かったら、それが大潮とかで入って来る時に全域に栄養が下がる。沖合の水はどこで栄養塩が下がっているのかという所は、佐賀県だけでは分からない事も多い

訳です。そういった時に、やはり連携して全域で非常に長いスパンで細かく見ていくという事が出来れば、もっと分かっていくのではないかと思いますし、そこが重要になってくるのではないかと考えています。

【 有明海再生機構 副理事長 荒牧軍治 】

今回は、たまたま横尾さんの図で言うと赤く塗った所、即ち 12 月から 1 月に掛けての所が着目されてしまいましたから。だけど 1 月 2 月位の所になってくると違う種がちゃんと出てきて、南の方は特に違う種であったという事であると、本当はもっと広い海域で調査をしてデータを取って共同してやるというのが、一番正しいものを見つけていく為の方法だというふうにお考えですね。どうも有難うございました。

本城先生、今の何かコメントはありますか。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

その通りだと思います。海は繋がっているという事で昔は皆、連携調査を行っていたのです。浅海定線と同じ日に出てやっていたのですが、こういう問題が起こってからはなかなかそれが出来ない。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

今言われたみたいに、緊急事態、色々な事が起こった時に皆で、「いっせいのせ」で「行こう」とか言って調べるというのは非常に重要になってくるという事ですね。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

大事だと思います、私共が塩田川河口を研究しましたところ、河口域はひとつの植物プランクトンの生態系があるように思います。それから、南側から移ってくる事もあります。やはり南部域の研究をして、そして疑いがあるとなれば同時に諫早の調査もしておかなければならないでしょう。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

これまでの議論の中で、会場の方で何か御質問ある方どうぞ。

【 質問者 】

私の知り合いがノリをやっておりまして、昔から比べると水が濁って来たという言い方をする訳です。私も 30 年、毎年潮干狩りに行って、昔は綺麗な砂地があったのですけれども、最近汚れてヘドロが溜まっているという事の中で、その川村さんの話の透明度それから横尾さんの栄養塩、窒素分これが下から上がってこない、それから本城先生が言われる所の珪藻プランクトン、海底のねぐら、そこ等辺の海底の問題が出てこなかったのだ

すけれどもその辺はどういうものでしょうか。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

底質という事で良いですか。底の方の泥の影響みたいな変化です。それはどう議論しましょうか。今ちょっとここで今直ぐ議論する所までいけるかな。川村さんは前から、少なくとも太良沖の所に泥が溜まり始めたという事は議論されていましたね。その事は直接的に今回の赤潮とかという事とは関係がないですか。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

直接的な関係は、私は無いと思います。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

もうちょっと間接的な。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

そうですね、ノリの場合は。タイラギとかアサリとかというものには、そういうのは非常に関係していると思いますけれども。ノリで敢えて言えば、泥の中から栄養塩が出てきますので、その泥が出てくるか出てこないか、そういった所には関係する訳ですけれども、我々の研究の中では泥からの溶出という事に関しては水温との関係だけでしか物事を見ていませんので、それが細粒化したとか粒子が小さくなったという話はまた別だと私は思います。

その点については、ここで私が言うよりもどなたか詳しい方に。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

これからシンポジウムを5回やりたいと私達が言っているのは、今日はノリの色落ちのところを最後の所でやっていますけれども、そこに至るまでの色々な影響の繋がり方というのはそこについては5回の中でちゃんとやっていきたいと。つまりどういう事が言いたいのかと言うと、3回目で貧酸素をやろうと思っている訳ですけれども、その貧酸素というのは多分二枚貝とかそこに住んでいるベントスと呼ばれている底性の生物とかを痛めつけて、その事がいわば先程言ったプランクトンが発生した時に、それを食べてくれるメカニズムを壊してしまっていないかという議論をしたい訳です。

それを7月にやろうと思っています、ちょっと遠い道のりですけれども、そういうのを1つずつ今から潰していきたいと思っていますのでその時に議論させてもらおうと、今日は大体赤潮、ノリそれから専門家の方がおられますけれども、例えば泥の動きを見つめている人、それから流れを解析している人そういう人達に参加してもらって議論が出来ればなと思っていますのでその時にちょっと喋らせてもらいます。

その入り口として、今日佐賀大学の速水先生という方に、実はちょっとお願いをしてみたのですが、学会の事であるとか色々あって今日参加してもらえませんでした。

佐賀大学の総合研究プロジェクトは5年間の成果を発表しまして、こんな分厚いものを発表されているのですが、その中で速水先生や濱田先生、色々な先生達が出された成果の中に、長期的にその赤潮がどうなってきたのか、何でそういう事が起こっていると自分達は考えるかという事を発表されています。

それを再生機構で色々な人達と勉強して、彼らが言いたいのは大体こんな所じゃないのかなとまとめてみました、佐賀大学の業績をちょっと説明させてもらって議論に進みたいと思います。宜しくお願いします。

【 有明海再生機構事務局 企画研究課長 江頭泰弘 】

資料

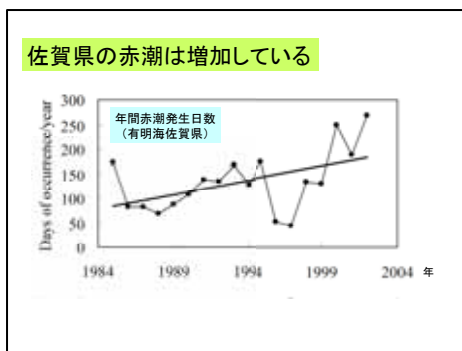
佐賀県・有明海赤潮データ
赤潮発生日、終息日、卓越種
(有明海等環境情報ネットワーク提供)

佐賀県・有明海浅海定線調査データ
プランクトン沈殿量・水温・塩分・透明度・栄養塩濃度
プランクトン計数結果
(佐賀県有明水産振興センター提供)

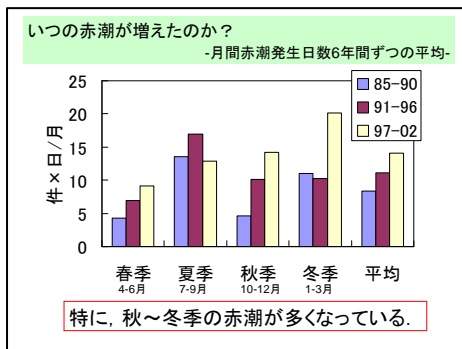
二枚貝類漁獲データ
(佐賀県農林統計)

有明海奥部における赤潮増加の特徴と原因という事について、有明海総合研究プロジェクトの速水祐一准教授の成果を中心にお話をしたいと思います。

「有明海奥部では赤潮が増加したか」、「何時どの様に赤潮が増加したのだろう」、「またその赤潮の増加した原因は何か」について研究されています。その元資料として佐賀県が持っている有明海潮汐赤潮データ・浅海定線調査データ等を使われて研究をされています。その辺についてちょっとお話をしたいと思います。



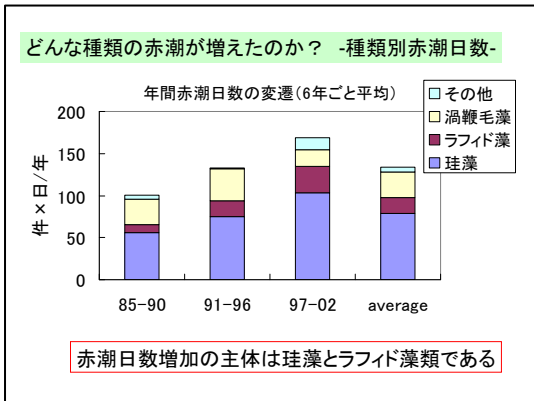
実際赤潮は増加しているという結果のグラフですが、これは1984年から2004年までの年間の赤潮発生日数の推移をグラフにしたものです。斜め線、右上がりの線を書いておりますけれどもグラフの傾向はこういうふうな形で右上がりの傾向になっている。つまり赤潮の発生日数が徐々に増えてきているという傾向があるという事を示しております。



では何時の時期に赤潮が増えたのかというのを見ていきます。1985年から2002年までを6年ずつ、上から紫色が85年から90年、オレンジ色が91

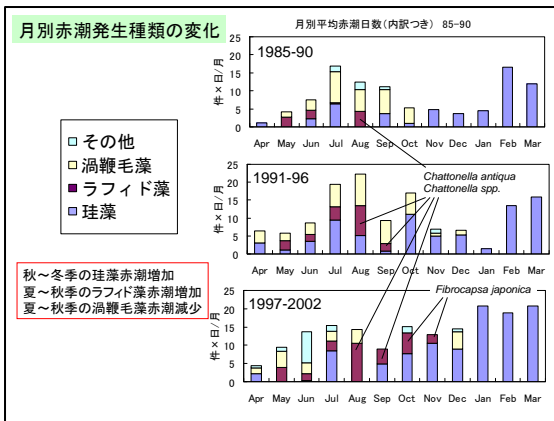
年から96年、クリーム色が97年から02年までなのですが、これを春から春夏秋冬

という事で表しております。これを見て頂くと分かると思いますが、特にクリーム色のグラフを見て頂ければ特徴的だと思いますけれども、特に 97 年から 02 年クリーム色のグラフで秋から冬について非常に多く発生するようになってきているというのが分かるかと思いますが、それ以前では冬季とかは前の 12 年というのはほぼあまり変わらない感じなのですが、クリーム色のグラフだけ飛び抜けている状況に今変わってきている、特に秋から冬に赤潮が多く発生するようになってきているという事です。

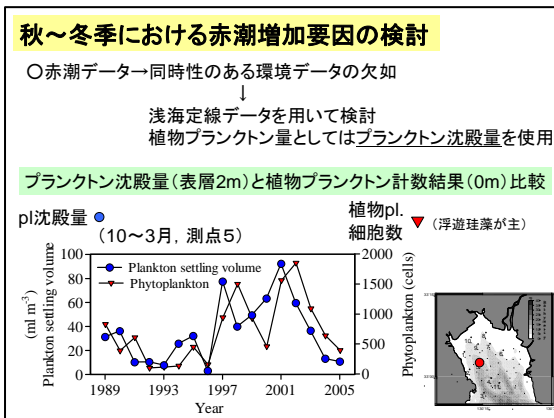


赤潮の種類は、ではどんなものが増えたのかというものを表したのがこのグラフです。85 年から横に平成 2 年までのグラフでございます。この中で増えているのが珪藻、紫色で示している珪藻が右上がりが増えているのが分かると思います。その上にあるエンジ色のラフィド藻、この 2 つが主に増えている。あと渦鞭毛藻その他というのが上の方に乗っかっていますけれども、それについてはあまり変化という

のが見えないという事です。

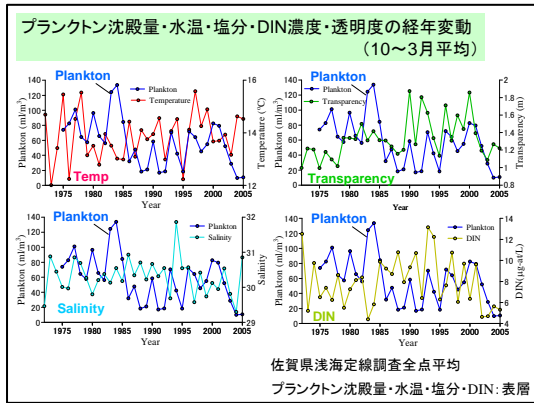


このグラフは、同じように 1985 年から 2002 年までの赤潮の発生の種類を月毎に現したグラフです。これは上から 3 つ並んでおりますけれども、特に一番下の 1997 年から 2002 年のグラフを見て頂くと分かりますが、こういうふうはこの時期に非常に上の方はそんなに多くないのですが、この辺りで珪藻が増えているというのが分かるかと思えます。それが秋から冬にかけて特徴的に増えてきている、1997 年から 2002 年の結果は珪藻が秋から冬の時期に非常に多くなってきているというのを表しております。



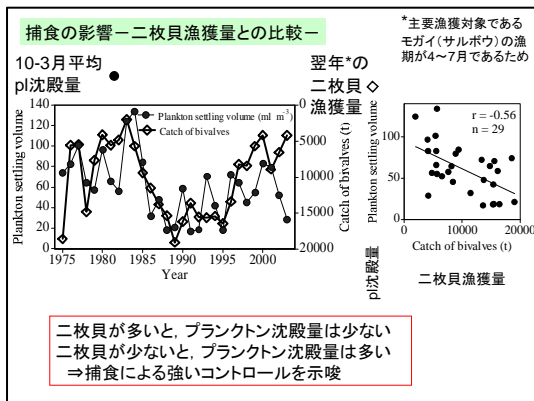
色々なデータを基に、秋から冬の赤潮増加の要因を検討されておりました、その中でプランクトン量という事の基準として、プランクトン沈殿量を使われております。これは、赤潮と同じ時期にプランクトン量というの

を示すデータがないという事でその代用としてプランクトン沈殿量を使われております。プランクトン量とプランクトン沈殿量はこのグラフのようにほぼ同じような傾向を示しているのをそれを指数として使われております。



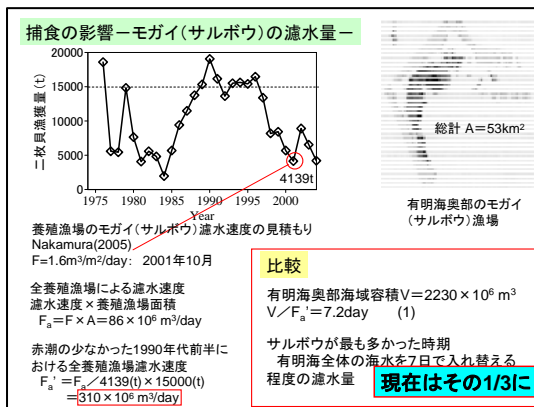
これはプランクトンとプランクトン沈殿量と水温です。こちらが水温でこれがプランクトンと塩分量、それとプランクトンと透明度、これがプランクトンと窒素の溶存窒素、栄養塩の関係を表したグラフです。こういうふうなデータを基に研究されておりますが、この中で透明度の分と栄養塩というのが、プランクトンの沈殿量に非常に傾向が似ていると関係が深いと、一般的に関係が深いというふうに言えると思

います。それでも完全に一致しているというグラフでもないの、そういう要因がその他にもあるというふうな事で調査をされまして、次の二枚貝の捕食の影響というのを調べられております。



これは二枚貝の漁獲量を、こちらが少ないのですがこちらが多いです。こちらがプランクトンの沈殿量を上の方が多という事ですが、この丸の円がプランクトンの沈殿量で四角いこのグラフが二枚貝の漁獲量を表しております。そうするとプランクトンの沈殿量が多い時期というのは二枚貝の漁獲が少ない。プランクトンの沈殿量が少ない時は漁獲が多いというのを、おおよそ傾向としては示しています。但し

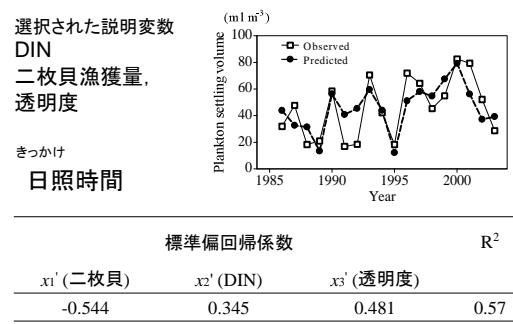
ここ最近のところでは逆の関係になっているので完全ではないのですが、それ以外の要因



があつてこういうふうな結果が出ているという事だと思いますけれども、二枚貝が多いとプランクトンの沈殿量が少ない、二枚貝が少ないとプランクトンの沈殿量が多い。結局これは捕食による強い影響、二枚貝が多ければプランクトンがかなり食べられてしまっているという事を表しているというふうに考えて良いと思

二枚貝というのは、ではどの位有明海に対して働きをしているかというのを、これは濾水量、濾過をするというか水を貝が吐き出しているというか、その吸い込んで吐き出している量について調べられております。これは二枚貝の漁獲量を年毎に表したものですけれども、この辺り二枚貝がこれはサルボウですけれども、サルボウが多く獲れた時期、少なく獲れた時期ですが、この多く獲れた時期というのは、これはちょっと計算が複雑なのでここに詳しくは説明しませんが、おおよそ1週間で有明海全体の海水を濾過した計算が、計算の上では濾過したという結果が出ております。現在ではこれが、量が少なくなっていて、ほぼ1/3の濾水量になってしまっているという事でございます。

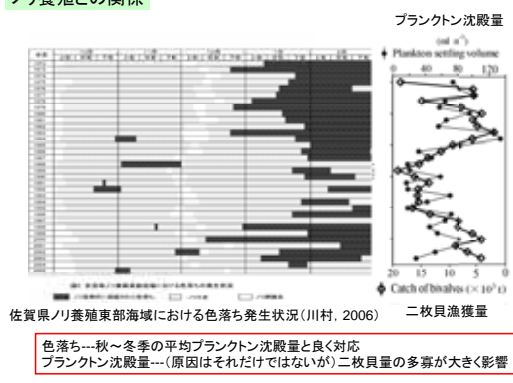
プランクトン沈殿量を目的変数、DIN, PO₄-P, Si, 透明度, 成層強度, 翌年の二枚貝漁獲量を説明変数候補としたステップワイズ重回帰の結果



プランクトンの沈殿量はプランクトンの量に比例しますけれども、色々な要因があって増減するのですが、その中で特に影響が多いものというのに、先程もずっとお話が出ていますが、栄養塩である窒素の量、海水中の窒素の濃度ですが、それと二枚貝の漁獲量、あと透明度、そういうようなものが、プランクトンの沈殿量に大きな影響を与えるという結果が出ております。これは数字にマイナス

の分はちょっと無視して見られると分かり易いのかもかもしれませんけれども、影響の大きさを示しているというふうに簡単に言えば考えて良いかと思えます。それに先程から何度も出ておりますが、赤潮発生とかいうプランクトンの増殖に関しては「日照時間というのがきっかけになって増殖する」そういうふうな研究結果が出ております。

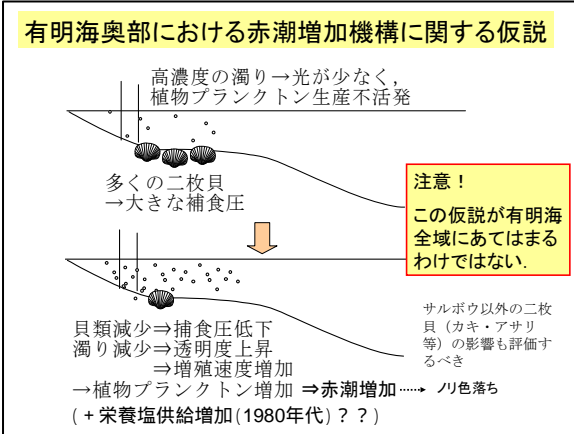
ノリ養殖との関係



このノリとの関係。これも先程随分出てきたグラフと同じものなのですが、プランクトンの沈殿量、こちらがプランクトンの沈殿量が多い、こちらが二枚貝の漁獲量が多い方ですけれども、先程のグラフを横にしたものとノリの色落ちの年毎の状態を表しております。黒い所がノリの色落ちが確認された部分です。これは、プランクトンの沈殿量が多い時少ない時のこのグラフの形とこの

発生の部分を見て頂くと分かるのですけれども、プランクトンの沈殿量が少ない即ちプランクトンの発生が少ないと考えられる時というのは、色落ちの発生があまり起きていないというのが分かるかと思えます。色落ち、秋冬の平均プランクトンの沈殿量とよく関係が大体一致して、相関関係が有るとい事が分かると思えます。プランクトンの沈殿量は、

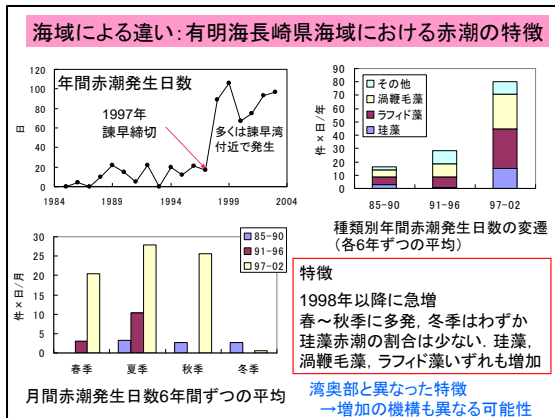
原因はそれだけではないけれども二枚貝の量について量で非常に多く影響を受けるというふうに言われております。



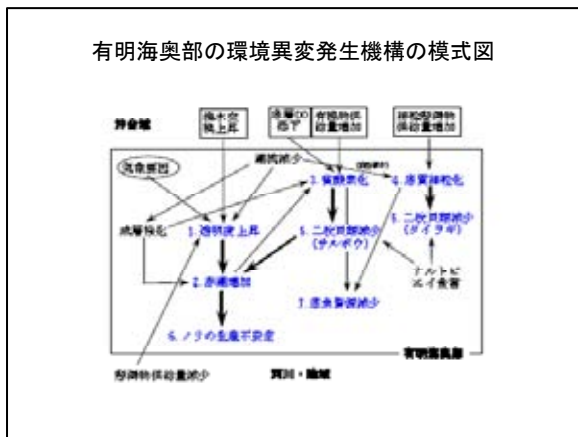
これらの事で有明海湾奥部における赤潮増加機構というのに仮説を立てられております。濁りが少ない高濃度の濁り、これは以前、過去一番良い時というふうな感じで見て頂いて、高濃度の濁りがあれば届く光が少ない。結果、植物プランクトンの生産には不活発という事で赤潮の発生とかが起き難い。また多く二枚貝があればやはり食べられるので赤潮の発生というの

も抑えられると、そういうのが近年では貝類は少なくなって、当然の如く食べられるプランクトンが減っている。また透明度が上昇したりする事が多くなっているという事は、光が通り易いのでまたプランクトンの増殖に繋がる。結果、赤潮が増えていると、それがノリの色落ちとかに影響を及ぼしているという事でございます。これが有明海全域に全て当てはまるという事ではないのですけれども、

湾奥部ではこういうふうな事が考えられると先生は仰っております。



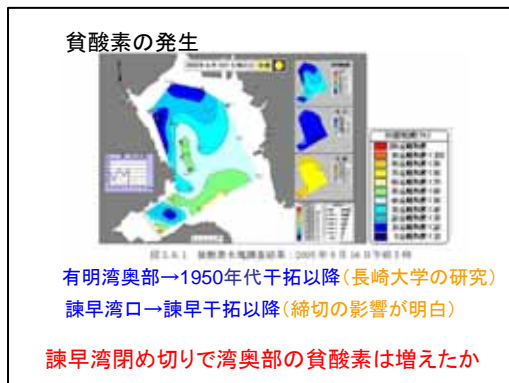
これはでは参考までに諫早湾の方での特徴の部分を書かれていますが、年間赤潮発生日数というものの年毎のグラフですけれども、ここが諫早湾の閉切りの1997年です。これ以降、諫早湾では赤潮の発生日数と



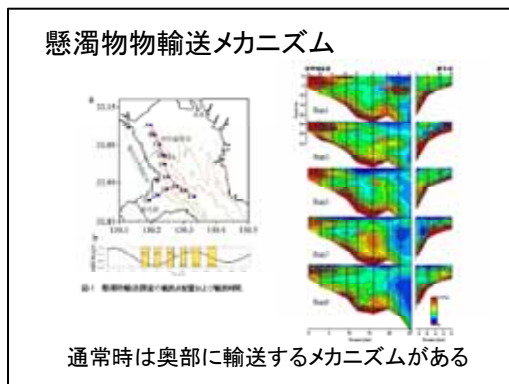
の方とは異なる可能性があるという事です。

いうのは劇的に増えている。その種類はどういうのが多いかというのを書かれたものですが、85年から2002年までで、こちらの諫早湾のほうではラフィド藻、渦鞭毛藻等が多い。これは湾奥部での結果の方とはちょっと違っている。時期ですけれども、時期は近年では春から秋までずっと多く発生していると、非常に湾奥部とは異なった特徴を持っている。ですから赤潮の増加のメカニズムというか機構も湾奥部

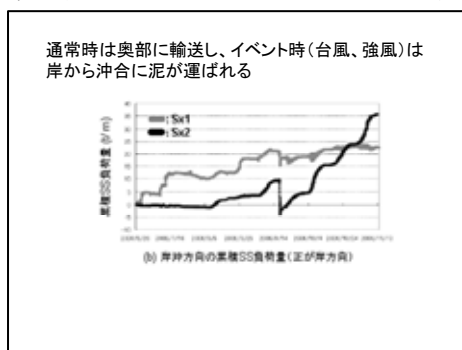
これは湾奥部での環境異変、発生機構の模式図を書かれています、貧酸素化すると二枚貝が減少する。二枚貝が減少すると赤潮が発生し易くなる、増加し易くなる。それと透明度が上昇すると赤潮が増加し易くなると、こういうふうな関係を書かれたもので、黒い太い線の方が影響が大きい事を表されています。底質の細粒化が二枚貝の減少に影響があるとそういうふうな事を表した表でございます。



それと、では諫早の閉切りで湾奥部の貧酸素が増えたかという事で調査をされていまして、これは貧酸素の発生を表したグラフです。少し分かり辛いですけれどもこの辺り色の濃い所が貧酸素の発生した調査の結果です。これは2005年なのですけれども、8月ですけれどもこういう所で多く発生しているという事です。貧酸素は湾奥部では1950年の干拓以降が非常に多く発生するようになったというふうに、これは長崎大学の研究で分かっております。あと諫早湾口の方では、諫早湾の干拓以降やはりもう増えているという結果が出ております。



有明海湾奥部、有明海には懸濁物質、有機物とかを含む海底の泥があるので、そういう懸濁物質をどういうふうな方向に動くか、運ぶメカニズムがあるというふうに速水先生の調査の結果大体分かってきている分があります。それをちょっと簡単に説明しますと、これはAからLまでの断面を時間的な推移で取ったものと、この部分がこちらなのですが、例えば諫早湾の海底から巻き上げられた懸濁物質というのがあれば、こういうのが此方の方に湾外に出て行くのですけれども、この辺りの懸濁物質がこれは濃度が高い分なのですが、これがこういうふうな形で此方の方にこんな感じで徐々に移動してきているのです。この辺りからこの辺りに。この線でいうとこの辺りからこっちの方の動きをしているという調査結果が出ています。そういうところから、通常有明海では湾奥部の方に向かった動きとか働きがあるのではないかとこのように考えられております。これは懸濁物質の移動についての調査の結果でございます。



但し、通常は湾奥部先程有明海の中では湾奥に向かった動きがあるのですが、これは上に行く程湾奥に運ぶというのを示しているのですけれども、ここは台風の時一旦こっちに来ています。これよりも上は湾奥への動きです。一旦ここで下がっているというのは、湾奥から逆に岸のほうに運ばれたというのを示しております。それでまた湾奥のほうに働いているというグラフなのですけれども、通常は湾奥に動くメカニズムがあるのだけれども台風であったり、風の強い時は逆に湾奥から沖合の方に泥が動くという事を示しております。

まとめ 1

1. 有明海奥部佐賀県海域では、1985～2003年の間、赤潮は増加した。赤潮の増加は主に赤潮が継続する日数の増加に起因していた。
2. 赤潮の増加は二枚貝の減少、透明度の増加、栄養塩の流入、日照条件で説明ができる。
3. 諫早湾では締切により赤潮の発生が急激に増加底質が悪化した。
4. 諫早湾から湾奥部への懸濁物質輸送のメカニズムが存在する。ただし台風などのイベント時には逆。
5. 諫早湾締切により有機物を多く含む泥が湾奥部に輸送され貧酸素を起しやすくなった可能性がある。
6. 有明海再生機構は平成22年度事業として佐賀大学に対し諫早湾締切後の影響についての研究を依頼することにしております。

まとめですが有明海湾奥部では佐賀県海域では 1985 年から 2003 年の間赤潮はやはり増えたと、増加したと、赤潮の増加は主に赤潮が継続する日数の増加に均していた。2 番目に、赤潮の増加は二枚貝の減少、透明度の増加、栄養塩の流入、日照条件で説明が出来る。日照条件が引き金になるというかきっかけになって赤潮が発生するという事が説明できるという事であります。諫早

湾の閉切りにより赤潮の発生が急激に増加し底質が悪化した。4 番目に諫早湾から湾奥部への懸濁物質輸送のメカニズムは存在すると。但し、台風等の時は逆の向きで動くという事でございます。諫早湾閉め切りにより、有機物を含む多くの泥が湾奥部に輸送され貧酸素を起し易くした可能性がある。あくまでも可能性があるという事です。有明海再生機構では平成 22 年度事業として佐賀大学に対し諫早湾閉め切り後の影響について研究を依頼しております。私の方からは以上です。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

どうも有難うございました。勉強して作ってこんな厚いのを必死になって読んで作ったのですけれども、浜田先生何か間違っている所があったら教えて頂いて宜しいでしょうか。大丈夫ですか。大体良さそうですか。

佐賀大学が出した業績の中で一番大きな成果の 1 つだと私は理解しているのが、いわゆる先程言った様に諫早湾の所で赤潮が増えたのは間違いない、堆積したのも多分正しいだろうと、しかしそれからもう 1 つ、諫早湾の湾口部から湾奥部に向けて谷部に沿ってずっと上がって来た。そしてそれが長い期間にわたっていわゆる泥化したというか、どんどんどんどん溜まって来たというのは間違いないのだけれども、ただちょっと困ったデータも

幾つかあって、最近はちょっとそれがまた沖合に行ったというか、泥化が止まっている或いは泥化が反対の方向に動いたというデータもあるらしいので、必ずしも彼は明確にその所は言っていないのだけれども、只、何らかの形で影響を与えた可能性はあるのでというふうに私達は理解しています。

そこで、再生機構としては何ととってもやはり皆さん達の関心の1つが、諫早湾が長期的にどういうふうには有明海の環境に影響を与えたかという事が重要だと理解していますので、実はその今日ここに来てくれている浜田さん達を中心にして、諫早湾の有明海に与えた影響を長期的に或いは短期的に議論して欲しいという事をお願いをしています。同時に佐賀大学はこれから3年間、諫早湾を中心にした研究に集中してやるという事も宣言されておられますので、もうちょっと時間が掛かるかも知れませんが、その成果は上がってくるものだと理解しております。ですから今佐賀大学の有明海総合研究プロジェクトが到達したのは、やっとその為の計算をするなり調査をしていく為のデータが揃った、或いは道具が揃ったという状況にあるというふうに私は理解しておりますが、浜田さんそれで良いですか。何かちょっと今の状況を教えて頂けると有難いです。

【 佐賀大学准教授 濱田孝治 】

おっしゃる通りで、先日最終成果シンポジウムでは速水先生方がまとめられたような状況で今日ご説明して頂いたような結果ですけれども、一定のシナリオを示す事は出来たというふうに考えておりますけれども、検討をしなければいけない課題というのは沢山有りまして、あまりズルズルと時間を掛けない事は必要とされる時に必要とされる結論を出していきたいというふうには考えておりますけれども、現状では未だ色々検討したい事があるという事でもう暫くお時間を頂ければと思います。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

特に、今言った貧酸素がどの様にどういう機能で起こり、それからどういう条件だと起こりどういう対策を取れば減る可能性があるかそういう事については、幾つかの研究チームが調査をして計算を行っております。そういう事を第3回の7月位の貧酸素シンポジウムで総合的に議論が出来たらなと思っておりますので、また予告編みたいで申し訳ありませんけれどもその時に御質問頂ければ有り難いなと思います。

只、今日の所は川村さん達がおっしゃった様に、今回の事については間違いなく塩田、六角川沖で起こったアストリオネラという種である事は間違いが無いのだけれども、長期的にこの有明海の赤潮の発生状況がどうなっていくって、それがどういうメカニズムで起こって来たかという事については、もうちょっとちゃんとした研究、特に佐賀大学に期待しているのはそういうものをこういう原因で起こり、こういう状況に今なっているという事を、諫早湾干拓の影響も含めて明らかにして頂ければ有り難いなというふうに思っております。期待していますので是非成果を上げてください。

これまでずっと進めてきてこういう議論になったのですけれども、ちょっとあまりもう時間が無くなって参りましたので、会場の方から今までの討議の事に就いて御質問ないし御意見ありましたらお願い致します。

【 質問者 】

佐賀市役所の山口です。今お話があったのとちょっと違う事になるかと思うのですが、漁業者の皆さんから「タイラギが良く採れる時はノリが悪い」という話をずっと聞いてきたのですけれども、その関係はどうなのでしょう。真実なのでしょう、良く分からないのですけれども。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉広 】

タイラギがずっと採れなかった原因が、どこに有ったかという話は未だ分からない状態です。ですからそれがノリと関係しているかどうかというのは中々言えないのですが、この中で話がちょっと出ていましたように貝類と言うのは珪藻とかそういう植物性のものを餌にする訳です。ですから、恐らく昔の方、今はちょっとタイラギが採れていませんので、昔の方は恐らくノリが採れない時は、所謂色落ちが出てそういう海況になりますので、そういう時はプランクトンが増えていますので、そういう時はタイラギが増えて非常に生産が良くなったという事を言われていたのではないのでしょうか。現在は、そういう関係ばかりではないというのは、タイラギがずっと採れない状況が続いていますので、またそれとは別の原因で減ってきたとかそういう事ではないのでしょうか。

これについては、次回タイラギの事でまたお話があると思いますのでその時にまた詳しいお話があると思います。私が言えるのは、過去の事を多分言われているという事ではないかというふうに思います。

【 佐賀市役所 山口 】

それが、その昔の事と今年の事も言われたのですね。タイラギが採れていたでしょう、だからノリが悪いのだというような事を今年また聞いたのです。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉広 】

今年の場合は、たまたまというかタイラギが採れた原因が別にありますし、これは色々な原因が考えられていまして、浮遊幼性が多かったとか、モガイ殻が撒かれて環境が良くなったとか、それから台風が来なかったとか、言われていますが、それとは別に、またノリの方はノリの方で先程言ったような珪藻が出たという事で、そこで直接逆相関と言うかそういうことは中々言えないのではないかなというふうに思います。

【 質問者 】

川の上流とかにダムが作られたり川と海の境目に堰が作られたりしているのですけれども、そういった事で川からの海に対する水の流量が減ったと思うのです。それに対して栄養塩が、栄養が少なくなったりノリに対する色落ちが増えたりとか、そういう関係があるのではないかと思うのですけれども、その辺の関係は有るのでしょうか。

【香川大学特任教授 本城凡夫】

今言われました事で、ダムは必ず上からの物質を1度トラップします。森林を綺麗にして、そして木を植えて栄養分が蓄えられ、それが山から流れてきてもダムがトラップする。これは間違いありません。学会でも報告されています。放流すればかなりの部分が流れますが、しかし土砂が未だダムに溜まっている場合には、その中に一緒に栄養は溜まっていますので、完全にそれが海の方へと補給されるかという、疑問です。ダムから全部出てくるような方策を考えてはどうでしょうか。例えば九州電力では耳川に古いダムを作り直して、ダム堤の下の方に門を作り、砂を出すダムを作る計画中です。国交省も関西電力も黒部川には排砂出来るダムを2つほど作っております。そしてその研究が今進んでいる状況です。トラップされたものが害を及ぼさないようにして、ダムに溜まった土砂と栄養塩類を海へ出すように計画する必要があるのではないかと思います。

【座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治】

今おっしゃったのは、栄養塩という点では実はそれ程詳細に分析出来ないのです。もっと荒っぽい分析しか出来ていないので、今、ダムという所の場所でどうかという事は多分言えないと思います、言えないのではないかと思うのです。実は栄養塩の流入量自体の計算式が結構荒っぽいのです。ですからそれ程今言われたダムの分を分類出来る程の精度を持っていないというふうに思います。

今本城先生が言われたのは、実は我々が川からの影響として一番強く思っているのはいわゆる土砂の流入量です。栄養塩ではなくて土砂がどういうふうに流れ込んできて、どういうふうに変化したか、一番大きな影響だと環境省の評価委員会が見たのは、筑後川の河口域で大量に砂を建設用材として取ったのです。その為に、そこに今泥が溜まっているわけですが、砂ではなくて。そしてそうするとその砂が有明海の側に供給されない。泥が専ら供給されて砂が供給されない。そうすると特に福岡側は、有明海の東側は、砂を基調とした底質を持った雰囲気というか海域なのです。こちら西の方はどちらかという泥っぽい訳ですけども、その東側に特に大きな影響を与えているのではないかと皆さん思っています。ですから特にアサリ貝であるとか砂を好むもの、タイラギですとかそういうものに対して、何らかの影響を与えたのではないかと。ではそれが回復するまでどれ位時間が掛かるだろうという事で、首都大学東京の横山先生は大体今のままだと100年くらい掛かると、今丁度止めてから30年から40年経っていますのであと40~50年くらいは元に戻るのに時間が掛かるだろうと。只、少しだけ今筑後川の河口域に砂が溜まり始めました。ですから

今はシジミとかが獲れ始めたという事で、そこの地域の人達は少しずつ戻りつつある事は認めるけれども、先程おっしゃった様にダムで砂がトラップされていますので、それをどうやって降ろすかと言う事については、ちょっと皆さん知恵を一所懸命絞っていますけれども中々難しいのです。結局、洪水時にドッと出すとまた怒られる可能性もあるし、どうやってそのダムに溜まった土砂類を河口まで持ち込むかという事が、ちょっと人間がコントロール出来ない状況に有るのではないかというふうに思っています。筑後川事業者は結構悩んでいますけれども、まだその解決策は捉えられていないのではないかなというふうに理解しています。この事はちょっとあまり議論する時間が無いのでここでちょっと答えておくというか私の考え方を述べさせてもらいますけれども、これも佐賀大学の研究の中で横山先生という方がずっと詳細に分析されていますので、その事については何時か議論が出来るかと思います。他にいらっしゃいませんか、どうぞ。

【 質問者 】

先程質問しました藤本と言う者ですけれども、諫早湾の閉切り前にどんな潮の流れだったか、さっき九大から何か新聞に載っていましたが開門したら90%以上元の閉め切り前の状態に戻るという事で今まで貴重なデータが今まで5年間研究されてデータの方が掴めたと思いますけれども、あくまでも閉切った状態で調査されていらっしゃいます。開門されたらまた違うのではないかと、本当に原因を調べる為にはやはり開門をされて、またそういう上でデータもまたちょっと違ってくると思います。潮の流れとか閉切りによって緩やかになって先程の繰り返しになるのですけれども、貧酸素とか出来て赤潮が出来易くなったとか、その辺実際開門は今まで出来ない状態でしたけれども、将来開門されるかも分かりませんからその後で開門されても調査されるかどうか開門との関係をちょっともう少し。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

何時その事に就いて議論が出来るかというのは、再生機構の中で今回の5回シリーズの中で開門の影響を議論出来るほど未だ技術科学者、技術者達が議論できていないというのが正確な所です。今、色々な潮流勉強会とかで議論が始まっています。これ位ではないかというデータを出した人もいますけれども、こういうふうにまとまった形で論争が出来る程ではないと思います。只、これまでの先程言った貧酸素の議論の中では、流れがどういうふうに変ったかというシミュレーションが出始めているので、その解析プログラムをやった人達に聞けば、どの程度の流れの変化が起こったかという事はデータとして出てくると思います。それから農水省が今度環境影響評価を本当にやるのかどうか分かりませんが、そこでは流れの解析というのは一番重要なファクターになります。開門したらどの程度の流れがどういうふうに変化するかという事が一番ベースになりますので、本当に環境影響評価をやれば農水省の側から出てくると思います。只、問題はそれを信用出

来るかどうかですから、佐賀大学の皆さんに期待しているのはそれをちゃんとチェック出来るほどの実力を備えて欲しいと浜田先生にお願いしたいです。後で又何時かその事は議論させて下さい。ちょっとこれくらいしか私言えませんがお許し下さい。最後に時間が無くなりましたので最後に本城先生に一言頂きたいです。どうぞお願いします。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

今日の話題は何故色落ちが起きたかでした。でもやはり色落ちを起こさない為にはどうしたら良いかとなれば大きな宿題です。しかも漁師さん達にはこれが非常に切実な問題です。私達が問題にしているのはこの辺りで、12月、1月。12月に網が入って良いノリが採れるのは12、1月辺りになりますけれども、こことここで色落ちが起きている訳ですね。ところが此処では起きていないのです。佐賀大学の話では此処で起きていないのは貝がいたからだろうという事です。ですから貝を増やせばその色落ちが無くなるのではないかという解決策が浮かびます。しかし、貝の漁獲量というのはこの辺りはあまり居ないで此処に居て此処に又居なくなったとそういうふう理解して良いのでしょうか。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

1970年代の所に、いわゆるサルボウ貝があまり出ていませんね、漁獲高として。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

これはサルボウですか全て。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

もうほとんどがサルボウです。だって佐賀県域ですから、彼が着目しているのがそこなのでほとんどサルボウ貝の漁獲高だと思って頂いて結構です。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

このサルボウ貝はここではやはり居なかったのですね。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

57年から60年位までサルボウの異常斃死が起きていまして、その間はあまり獲れていなかったと。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

そうですかサルボウはここで増えて、ここで減ったのですか。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

60年から63年2年増えています。

【 香川大学特任教授 本城凡夫 】

ここにヒントが有るのではないかと思います。冬のノリの色落ちを起こさない為にはこのサルボウが増えれば良いという事になります。ノリ漁者側の立場に立ったら、サルボウを増やすしかない、一方、サルボウを獲る人の為にもサルボウを増やせば良いのではないかと。

【 座長：有明海再生機構 副理事長 荒牧軍治 】

有難うございました。これは今色々な所で漁師さんも仰っているし地域の人達も言っている事は、単にノリが獲れるか獲れないかだけではなくて、そういう二枚貝も含めた全体の環境改善を図っていかないと本当の意味での有明海ではないのではないかと、これは速水先生の業績の1つだと私も思いますけれども、二枚貝とノリの色落ちとが結構強い相関を持っていると、特にタイラギが非常に沢山獲れていた時期というのが有明湾奥部にとっては非常に幸福な時期、ノリにとっても幸福な時期であったと、それが何らかの形で減少していった約1/3以下になっているという事が1つの大きなヒントになっていると本城先生おっしゃっておられました。只それを一体どうやって回復していけば良いのか、川村さん達今必死になって二枚貝の改善というのをやっておられますけれども、その事についてちょっと最後に宣伝をして頂いて終わりにしたいと思います。

【 佐賀県有明水産振興センター 副所長 川村嘉応 】

今年、平成21年度から水産庁それから農政局の方から多額のお金を頂きまして、いわゆる水産資源を回復させようという事業が始まっております。この中にはガザミ、クルマエビ、タイラギ、サルボウ(藻貝)、アゲマキ、そういった物の資源回復を図る技術開発というのを、今かなり集中的にやっております。今年から始まった事ですので、未だ具体的な結果は出ておりませんが、テレビとかで良く内の職員が出てきて話をしていると思いますけれども、少しずつ色々な事が分かってきていますので、2年後には新たな技術開発が出来ると思います。因みに今年の藻貝に関しては、少し漁獲量としては多分期待できる位、6,000t、5,000t、それ位の回復をしています。以上です。

【 座長：佐賀大学特任教授 荒牧軍治 】

色々未だ御質問あるかと思いますが、4時までには是非終われというふうに命令されておりますので、ここ等辺で終わりにしたいと思います。最初に申しあげました様に、出来るだけ分かり易くやろうと心掛けながら、トレーニングを幾つか積み重ねた上で、今日ここに望んだのですけれども御理解して頂けたでしょうか。

普段のシンポジウムよりは、何とか分かり易く出来たのではないかと自負しておりますけれども、これから先あと4回続けて行きます。段々難しくなっていくので、自信はないのですけれども、これから2ヶ月に1度こういう「有明海なぜ？シンポジウム」を続けていきたいと思っておりますので、又是非お越し頂ければ有難いというふうに思います。本日は本当にどうも有難うございました。

講演者略歴

横尾 一成 (よこお かずなり)

佐賀県有明水産振興センター係長

研究テーマとして「ノリ病害発生予測技術の開発」「DNA 解析等によるアマノリ品種の識別技術の開発等」

荒牧 軍治 (あらまき ぐんじ)

佐賀大学名誉教授

佐賀大学評議員、副学長、佐賀大学有明海総合研究プロジェクト長を歴任。

有明海・八代海総合評価調査委員会の委員長代行と小委員会の委員長を兼務されたほか、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として、有明海再生のために尽力されている。

本城 凡夫 (ほんじょう つねお)

九州大学名誉教授

香川大学特任教授

一貫して、有害赤潮の発生機構と被害防除技術の開発に関する研究に従事。

有明海・八代海総合調査評価委員会委員、黒部川ダム排砂評価委員会委員、有明海・八代海研究者会議代表

川村 嘉応 (かわむら よしお)

佐賀県有明水産振興センター副所長

専門分野は、藻類学、ノリ養殖。