

令和元年度汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ

日 時 令和2年2月18日(火)

13:30～16:30

場 所 島根県庁 6階講堂

○大呂室長 それでは、皆様お疲れさまでございます。ただいまから令和元年度の汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループを開催いたします。

初めに、環境政策課課長、周山から御挨拶を申し上げます。

○周山課長 失礼いたします。環境政策課長をしております周山と申します。

昨夜から雪が激しく降り始めまして、本日はお足元の悪いところ、また、お忙しいところ、このワーキンググループに御出席いただきましてありがとうございます。

このワーキンググループですけれども、平成22年度に設けまして、今年度で10年目を迎えます。また、延べ15回目の会議となります。この間、委員の皆様には、調査研究につきましていろいろ御助言いただきまして、こうしたワーキング会議を設けていろいろ意見を伺えるという仕組みを設けていることが、県の環境行政の一つの施策の厚みを増していることだと思っております。

また、例えばアオコの発生のメカニズムをもとに、アオコの発生予測をできる仕組みというのも設けられておりまして、具体的にアオコが出そうだということになりましたら、いろいろ対策が立てたり、こういう調査研究が、また県の施策として役立てておることになっておりますし、また、せっかくの調査研究、いろいろ施策に今後とも役立てていきたいと思っております。いろいろな県の課題、諸課題について解決できるような調査研究をしたいと思っておりますので、また、今後ともよろしく願います。

中海と宍道湖につきましては、湖沼水質保全計画を平成元年度から5年度の計画を都合6期にわたり策定して、対策をとってまいりました。水質の改善が大分進んできておるわけですけれども、今年度は第7期の計画を策定して、令和5年度を目標に、また対策を講じていくことにしております。ただいま国との調整作業を進めておりまして、この3月に策定、公表という段取りにしておりますけれども、委員の皆様には、これについて御意見伺ったり、ワーキングの状況など、また策定について参考にさせていただいておりました。また後で、この内容について報告させていただきます。

本日の会議ですけれども、保健環境科学研究所のほうから調査研究の内容について報告

させていただきます。また、横浜国立大学のほうにお願いしてシミュレーションなどもしていただいておりますので、このことについて報告させていただいて、御助言をいただきたいと考えております。

また、この宍道湖・中海の汚濁メカニズム、まだ未解明なところも多うございますので、今後とも御助言をいただきたいと思っておりますので、長時間の会議になりますけれども、どうぞよろしくお願ひいたします。

○大呂室長 それでは、議事に入ります前に、資料の確認をさせていただきたいと思ひます。本日お配りしてありますのは、ホッチキスどめで4種類のものをお配りしているかと思ひます。次第がついたもの、それから、いであさんのほうの3-2、3-3というA4判の資料、それから、A3判の資料1というグラフがついているもの、以上、4種類をお配りしてあります。お手元にならなければならぬと教えていただければと思ひます。よろしいでしょうか。ありがとうございます。

では、これから議事に入ります。

本日、中村座長が交通事情によりおくれに到着されると伺っておりますので、副座長である清家委員に、最初、代行をお願いしたいということでございます。

それでは、よろしくお願ひいたします。

○清家副座長 島根大学の清家でございます。ただいまのお話にありましたように、中村先生がちょっと遅れられるそうですので、その間、私が代行を務めさせていただこうと思ひます。よろしくお願ひいたします。

それじゃあ、早速ですが、議事に入りたいと思ひます。

まず初めに、資料1、令和元年度ワーキングの概要というところですが、事務局から説明をお願いします。

○船木主任 環境政策課、船木です。よろしくお願いします。座って説明させていただきます。

次第がついているホッチキスどめの5ページ目の資料1をごらんください。令和元年度汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループの概要について説明させていただきます。

資料1のところには表をつけておりますけれども、こちらについては、これまでワーキングで主に実施してきております流入負荷の正確な把握、また、塩分成層による貧酸素水塊の発生と湖底からの栄養塩等の溶出が水質に与える影響の把握、また、湖内の有機物の動

態把握、アオコの状況、そして水質シミュレーションモデルの構築の5つの観点でこれまで調査研究を実施してきておりまして、その成果などについて、表に抜粋を記載しているものになります。

左の枠のところには、これまでの調査の結果や、調査してきているけれども解明がまだまだ必要な事項を、右側の枠には、成果に対する対応というところを記載しております。また、下線つきの太字で調査というふうにしておりますけれども、こちらが、今年度、調査を実施している研究になりまして、この後、報告をさせていただきます5題を記載しております。

簡単に、これまでの成果等を御説明させていただきます。まず1つ目として、流入負荷の正確な把握についてですけれども、こちらについては、流入負荷の正確な把握を行い、効果的な流入負荷の削減対策につなげることを目的に、これまで宍道湖の流入水量の約7割を占める斐伊川において、主に調査研究を実施してきております。

成果としまして、図1のように、湖内の全窒素濃度の変化については、斐伊川の全窒素濃度の変化とおおむね連動していること、また、図の3や4のように、斐伊川の全リン濃度は降水時に高くなることをこれまで確認してきております。現在ですけれども、出水時のリンの高負荷発生源の把握について、現在、調査研究を進めておりまして、こちらについては、後ほど斐伊川濁水調査というところで報告をさせていただきます。

2つ目としまして、塩分成層による貧酸素水塊の発生と湖底からの栄養塩等の溶出が水質に与える影響について調査などを行い、湖底から溶出する負荷の効果的な削減対策の検討につなげるという目的で、これまでも調査を実施してきております。

例えば図の5では、底質の全リン濃度は西部が高く、東部に向かうほど低いという傾向であったりとか、図6のように、流域から流入するリンの量の約55%が湖底に沈降して、そのうち55%が夏季を中心に湖底から溶出しているということを確認しています。以上のようなことから、流入負荷の一層の削減という対策につながるということが期待されております。

さらに、図7、裏面になりますけれども、こちらには、湖内のリン濃度の状況ですが、リン濃度については、流入河川の濃度との連動というよりは、塩分成層の形成に伴う湖底の貧酸素化によりリンが溶出するという状況を確認しているというところではありますけれども、そこに要解明事項というふうにご書かせていただいておりますけれども、高塩分水の浸入や塩分成層の形成といった物理現象の詳細な把握だったりとか、湖底の貧酸素化に

についての定量的な把握、また、リンの溶出速度についての定量的な把握については、今後、要解明、解明することが必要だということになっております。このようなことから、湖内対策の積極的な推進だとか、メカニズム解明などの積極的な推進について、国などへの要望につながっているということになります。

また、続いて、湖内の有機物の動態の把握をこれまで行っておりますけれども、こちらについても、負荷削減について効果的な対策だったりとか、また、現在のCODの環境基準の評価につきまして、適切な評価の検討に今後つながることを目的として調査を実施しております。これまでの成果としましては、湖内の水質については、夏季はリンが高くなったりとか、冬季は窒素が高くなるというような状況であるということ。また、その下ですけれども、要解明事項というところで、特定の植物プランクトンが繁殖する状況の把握というところだったりとか、あとはCODの値がなかなか下がらないというような状況、現在ありますけれども、そういった状況の一つの要因と考えられております難分解性有機物について、その発生源だとか通年での状況把握を行うことによって、そういったところの検討をしているということになります。また、湖内の植物プランクトンの状況につきましても、例えば宍道湖ですと、シジミとの関係がうたわれておりまして、例えばシジミの漁獲量が多いときはCODが低いということを確認したりとか、シジミの餌となる植物プランクトンの脂肪酸の組成によっては、シジミの稚貝ですけれども、成長阻害やそういったところのおそれがあるというような状況を確認しております。

続いて、アオコの状況ですけれども、こちらについては、平成22年から24年にかけて宍道湖で大発生しておりまして、アオコの発生のプロセスの解明を行い、効果的なアオコ対策につなげるという目的で調査研究を進めております。これまでの調査研究によって、アオコの大発生の原因種について、高水温・低塩分時に増殖するということを確認しておりまして、また、アオコ判別式というものを作成しまして、1カ月後のアオコの大発生を予測するというようなことを現在行っておりまして、先ほど課長のほうも言いましたけれども、そういったものを活用しまして、注意喚起等に現在活用しているという状況になっております。ここで要解明事項としましては、宍道湖に常時複数種いる植物プランクトンが存在する中で、特定の種が優占する条件について、今後把握をしていくということが必要だということになっております。

最後にですけれども、水質シミュレーションモデルの構築というところで、こちらについては、施策効果などの検討を行ったりとか、また、水質改善効果などの効果的な対策の

検討につながるために、再現性の高い水質シミュレーションモデルの構築に取り組んでいるというところです。現在の作業の状況としましては、宍道湖の底層の塩分が高塩分状態になったときの再現性に、若干まだ改善の余地があるかなというような状況でありますけれども、中村先生に取り組んでいただいているという状況でして、こちらについてもちょうど説明をしていただくという状況になっております。以上です。

○清家副座長 ありがとうございます。

それでは、質疑応答に移りたいと思いますが、質問、コメント等ございましたら、よろしく願いいたします。

どうぞ。

○大谷委員 いろいろと貴重な報告、ありがとうございます。図の8番で、僕は初めてこれを見させていただいたんですが、ヤマトシジミの漁獲量、右側がシジミ1個当たりが幾らのCODになるというふうな換算をしたものなんでしょうかね、そして縦軸が湖水のCODと。CODが低いほうが漁獲量が高いというのが出てて、たまたまこうやって一致しているように思うんですが、特に内部生産がこのとき高かったとかですね、アオコが大発生したところが左端のほうに来るとか、何かこの1個1個の点の持つ意味を検討されていたら、ちょっと教えてください。

○神谷主任研究員 これは応用生態工学会に、以前、18年に出した論文の中から、1つ図を出されてまして、その論文で言いたかったのはこれじゃなくて、重回帰分析をしてCODに対して何が一番影響が大きかったかというのをやって、一番大きかったのがシジミの取り出しが一番きいてたということが言いたかったものなんです。ですから、年ごとに計算値と実測値を合わせて書いてますけど、大体大まかに合ってるということなんですけど、細かく、その年にアオコが出たとかいうことは、そこまでは検討してません。

○清家副座長 ほかにございませんか。

どうぞ。

○中田委員 最初の流入負荷の正確な把握というところで、ちょっと表現として少し紛らわしいところがあります。全窒素濃度の変化は、斐伊川の全窒素濃度の変化とおおむね連動しているっていう文章になってますが、その2つ下では、流入負荷の多くは市街地からの流出や、山林、農地からの流出であるということが書いてあります。例えばCODのグラフは確かに市街地、農地からというのはわかります。負荷の多くはというのと濃度変化というのとが少し、混同してしまいます。確かに図1は斐伊川の濃度と宍道湖の全窒素濃

度というのは連動してるような感じがある。CODも全窒素と一緒に捉えると、CODは斐伊川と連動してるよって言ってる、一方、全窒素は市街地、山林が重要だよと、特に市街地ですよ。CODとN、Pと分けて書いてあったほうがいいのかなってというような感じがしたんですけど、どうなんでしょうか。

○永島企画幹 ありがとうございます。御指摘のとおり、この図の2に関してはCODに関して示しておいて、確かにこちらのところでは、先ほど先生のほうからコメントいただいたとおり、市街地等の負荷が高いだとか、そういうことがわかっております。ほかのN、Pなどについても、ちょっとこれだけの文言では、先生御指摘のとおり、ちょっと正確性に欠けるのかなというふうに考えますので、次回以降、より正確な表現等に務めさせていただきたいと思います。ありがとうございます。

○清家副座長 どうぞ。

○筒井委員 図の5ですけれども、底質の全リン濃度の文字がよく見えないので教えていただきたいというのが1点と、もう1点、底質の物理的性状が、湖の東、西で違うのかというところを教えていただけるとありがたいです。

○清家副座長 いかがですか。

○永島企画幹 ありがとうございます。この図は過去のワーキングでの資料から抜粋したのですが、ちょっと配慮に欠けていましたので、わかるようにさせていただきたいと思います。

あと、物理的性状につきましても、宍道湖は左側に斐伊川という川が本川としてあり、右側のほうが大橋川という川で、西から東のほうに基本的には淡水が順流していくということ、また、海水というか塩分を含んだものについては、右の大橋川から遡上してくるといった特徴があります。斐伊川は天井川でもありまして、砂質の部分がございまして、今ちょっと一言で、ここの辺が砂質の割合が大きいだとか資料を持っていませんので、これにつきましても、先ほどの分とあわせて何らかの形で提供できればなと思っております。申しわけございません。

○清家副座長 よろしいですかね。図3と図4と少し関連があると思うんですけども、恐らく出水時に流砂として入ってくるものが底質に反映されているという意味合いもあろうかと思えます。

ほかにございませんでしょうか。

それでは、資料1についてはよろしいですかね。もし何かありましたら後に戻るとい

ことで、次に進めさせていただこうと思います。

それでは、2つ目ですが、調査・研究の状況ということで、まずは、斐伊川の濁水調査、資料の2-1ですね、事務局から説明をお願いします。

○織田調整監 発表の準備をいたしますので、少々お待ちください。

調査研究につきましては、保健環境科学研究所のほうから説明をさせていただきます。各研究内容を発表します前に、私、織田のほうから、各研究に係る経緯ですとかゴールイメージについて簡単に触れさせていただいてから、各担当のほうから研究内容を報告させていただくという形をとらせていただこうと思います。

それでは、早速、一番初めの斐伊川濁水調査について御説明させていただきます。

先ほど来、報告をいたしておりますとおり、宍道湖に流入する汚濁負荷というのは、生活系、市街地等から入ってくるもののほか、工場ですとか山林などからの流入もあることは、皆さんもう既に御承知のことと思います。この汚濁負荷のうち、特にリンに注目してみますと、その約3割が山林等の自然からの流入であるということを既に報告をいたしております。このリンが濁水とともに流出しますメカニズムにつきましては、図の左側のように、通常ですとリンは主に土壌の粒子と結びついた形で存在しておりますけれども、これが、大雨が降ったとき、高出水時には、土壌粒子とともに河川へ流出するということによって、濁水となって集中的に排出されると言われております。このことは、過去の当研究所の研究についても確認をしております、平成22年から23年度に行いました研究において、いわゆる高出水時に斐伊川から宍道湖へ多くのリンが流れ込んでくるということを確認しております。

本研究では、宍道湖へ流入するリンに着目いたしまして、斐伊川のどのあたりから流れ込む汚濁負荷が多いのかの解明することを目的として研究を進めました。この研究の先には、発生源を特定することによって、その発生源に対して負荷の流出を防止するための施策を提案するというような、政策提案につながるものと考えております。

なお、昨年度御指摘をいただきました点につきましては、研究内容と関連しますことから、報告の中に含めて、今回、御説明をさせていただきます。

では、担当のほうから御説明申し上げます。

○山根研究員 水環境課の山根です。よろしく申し上げます。それでは、これから斐伊川濁水調査の報告に移らせていただきます。まず、昨年度の指摘事項についての報告をさせていただきます。座ってで失礼します。

昨年度は、斐伊川の支川である赤川について調査を行いました。そこで、赤川での調査を行って、赤川でのL-Q式を作成し、ここに示しているのは、赤の丸で示したのが赤川の下流のL-Q式の結果となっており、黒の丸は、過去に行った斐伊川のL-Q式の結果となっています。どちらも流域面積で割って比流量と比負荷量としているので、同じように比較することができます。これを見ますと、昨年度はこれを見て、赤川と斐伊川において差があるように見えるということで、赤川と斐伊川において、分画定量法によって分析し、鉄との関連を検討してはどうかという指摘をいただきました。また、あわせて周辺土壌の土壌成分についても検討してみてもどうかというものをいただきました。

そこで、今年度、出水時の川が濁った際に採水を行い、その採水した水の懸濁物を乾燥させ、懸濁物の分画定量を行いました。分画定量については、島根大学さんのほうに依頼をしてやっていただきました。その調査地点を右上に示していますが、斐伊川の下流の点を神立橋というところで、赤川の下流を加茂大橋、その赤川が斐伊川に合流する前の地点を三代橋というところを調査地点としています。

左側に示すのが、懸濁態リンの分画定量の結果を示しています。左上には、懸濁態リンの分画定量のリンの存在量、1グラム当たりの中にどれだけあるかというものを示しています。水色のものが易溶解性リン、オレンジが鉄型リン、灰色がアルミ型リン、黄色がカルシウム型リンの結果となっています。これを見ますと、真ん中に示してある加茂大橋である赤川が、ほかの斐伊川の地点に比べ、鉄型リンの量が高いということがわかりました。また、下に示しているのは、この際の各成分の割合を示しています。これを見ると、どの地点においても、出水時には鉄型リンの割合が高くなっていることがわかります。

右に示しているのは、ICP-MSを用いてとった水の分析を行った結果を示しています。灰色は懸濁態の鉄、水色は溶存態の鉄の量を示しています。この結果からも、赤川は斐伊川よりも鉄を多く含んでいることが示されました。

次に、土壌成分についてですが、土壌成分については、国土交通省のデータを用いて、QGISというソフトを使用して、斐伊川流域の土壌成分について解析を行いました。右に示しているのが、そのものになります。色分けしてある部分が斐伊川流域全域のところを示しており、黒の枠で囲ってあるところが赤川の流域になります。これを見ますと、斐伊川流域全域では、水色で示した褐色森林土というものが約半分の54%を占めていることがわかりました。赤川流域に関しても、一番多かったのは褐色森林土で同じだったのですが、斐伊川流域全域に比べ、紫色で示した未熟度というものの割合が少し高目だという

ことがわかりました。

この褐色森林土と未熟度についてですが、一般的に褐色森林土は腐植に富む黒褐色の層の下に酸化鉄に富む褐色の層が続く土壌というもので、ここに載せているのは、上に示してあるのが一般的な説明で、その下に書いてあるのは、このデータを用いた土地分類基本調査というものを書いてあった説明も載せています。また、未熟土についてですが、未熟土は、一般的にその場所の気候や植生などの環境を反映した断面形態を持たず、未発達段階の土壌のことを言うそうです。この土壌については、後ほどの今年度の報告でも少し触れますので、そちらでも御紹介します。

それでは、次に、本年度の報告に移らせていただきます。この濁水調査の目的として、宍道湖の水質汚濁原因を把握し、水質改善につなげる上で、リンや窒素による宍道湖の汚濁メカニズムを調査することはとても重要です。リンや窒素がふえ、蓄積・溶出することによって藻類の増殖などを引き起こし、水質が悪化することが懸念されています。汚濁原因の一つである流入負荷を削減するためには、濁水のメカニズムや発生原因を解明し、効率的なリン削減対策に資する必要があります。これまでに、島根県でも工場排水や生活排水の負荷削減や、農業における肥料の適正量利用の推進などの対策を行ってきましたが、一定の成果は得られたものの、宍道湖の十分な水質改善には至っていません。汚濁メカニズムの解明のためには、流入負荷の特性を把握することが必要となります。

これまでに行ってきた調査で課題として上げられるのを、今ここに示しています。まず1つ目が、濁水の高負荷源はどこが原因なのかわかっていないというものです。これに関しては、高負荷の発生源の特定が必要となります。また、もう一つは、濁水のメカニズムはどのようなものかわかっていないというものです。こちらに関しては、L-Q式などからメカニズムの解明が必要となります。

今年度に行った解析としまして、まず、濁水の高負荷の発生源については、斐伊川本川及び支川において調査を行い、各河川ごとの傾向の把握を試みました。また、流域における土壌についても、過去データをもとに解析を行いました。

まず、今年度行った調査の調査地点を示しています。下の図の濃い青の四角で囲ってあるのが斐伊川本川の水位計を示しており、薄い水色の四角のものが支川の水位計を示しております。右上には、ちょっとこれを簡略した模式図のようなものを載せており、尾原ダムからどんどん宍道湖に向かって下流に進むように調査地点を載せています。今回の調査地点は、どれも水位計の近くの地点を採用しており、尾原ダムより下流の地点で調査を行

いました。

その結果がこちらになります。7月19日と12月18日の2つのものを載せております。7月19日のものは、赤のアンダーラインで引いたところが支川になるのですが、左から温泉小が一番上流となり、一番右の神立橋が一番下流となるのですが、左から右に行くに従って、だんだん濃度が上がっていくような傾向が見られました。しかし、12月18日では、支川である日の出橋や加茂大橋などのところが高くなり、傾向が少し違うような結果が得られました。この2つの結果に関して、採水を行ったタイミングなどによって傾向が変わるのではないかとということが考えられました。

そこで、採水を行ったタイミングと、その採水をしたときに降った雨の降雨によって発生した水位ピークをまとめてみました。これを見ると、赤の線で示したものが水位のピークを示していて、青の線では採水時刻を示しております。7月19日のほうは、水位ピークと採水時刻が離れており、ピークが来てからある程度の時間がたってから採水したものになります。12月18日のものは、水位ピークが来てから、7月19日に比べると比較的近い時間帯で採水を行っているものの結果となっており、このような差によって、このように全リンの濃度の傾向の差が出たのではないかと考えています。そこで、調査地点ごとの傾向の把握には、採水に適したタイミングで採水することが必要なのではないかと考えました。

ここで言うタイミングですが、降雨があった際に水位が上がって、何回か降雨の最中に水位が上がるのですが、その初めの水位が上がるタイミングがTPなどが一番高くなるということが言われているのですが、その初めのピークをとりに行くのが一番いいのですが、そこは後にならないと、そこがピークであったかということがなかなか難しく、そこで採水するのはなかなか難しいので、採水間隔をそろえるように、上流の地点で採水をして、その下流の地点に行くまでに、その上流でとった水が下流まで流れ着いたときに採水をできれば同じような傾向がとれるのではないかと考え、タイミングの計算をしました。

これは、過去の水位データから、上流の地点で水位ピークが来てから次の下流の地点に水位ピークが来るまでにどれだけの時間がかかるかというものを算出して出したものになります。調査地点ごとに少し変わりますが、大体青の濃い矢印で示した本川においては、約1時間置きに次の採水地点に、上流のピークから次の採水地点までで1時間ぐらいの時間間隔があいていることがわかりました。支川においては少し時間の間隔が変わり、3時間だったり少し変わっていくので、その部分を注意しながら採水を行っていくと傾向の

把握などがしやすくなるのではないかと考えています。まだ実際にこのタイミングで採水を行えていないので、その確認も今後行っていきたいと思っています。

次に、土壌成分についてですが、先ほどの指摘事項で触れたように、斐伊川全域では褐色森林土、赤川流域では未熟度の割合が少し高目であったのですが、この各土壌成分についての詳細はまだわかっておらず、この土地分類基本調査というものも1969年に行われて約50年前のもののため、今現在どのような状況かというものもまだわかっていません。また、雨が降った際に溶出してどのように影響するかというのもわかっておらず、TPの濃度とかもわかっていないので、土壌についての調査も必要かなと考えています。

次に、L-Q式についての解析に移ります。過去に行った斐伊川毎日採水調査によるL-Q式と、平成30年度と令和元年度に行った赤川での調査のL-Q式を比較しました。

まず、過去に行った結果のものですが、斐伊川毎日採水調査で、負荷量順に、一番負荷量が高かった日を1として、左から順に並べたものになります。これを見ると、年間負荷量の約半分を上位10日間で占めていることがわかりました。この上位10日間に着目すると、一番負荷量が多かった日は、1日だけで年間負荷量の約14%を占めていることがわかり、負荷量の高い日、高出水時のときの調査が大切だということがわかっています。

また、斐伊川のL-Q式に関してですが、左に示したのは、両辺Logをとって示してありますが、両辺Logをとると、1次式では、なかなか比流量の高いところの点は1次式から少し外れるようになっており、2次式にしたほうがより比流量の高い点を反映できているように見えますが、対数を外すと、この比流量の一番高い2点は、Logをとると近いように見えますが、Logを外すと約倍も負荷量では差があることがわかり、2次式でもなかなか反映できていないことがわかります。このL-Q式に関しては、2次式や、また違う方法などをこれから考えていきたいなと思っています。

次に、今年度と昨年度行った赤川での結果もあわせて載せています。赤の塗り潰しの丸で示したのが赤川で行った昨年度の結果を示しており、ピンクの中抜き丸で示したのが赤川の今年度の結果を載せています。また、三角で示したのは、今年度行った斐伊川での調査の点も加えています。これを見ると、どれも過去のL-Q式の上に乗っているように見受けられます。また、赤川と斐伊川ですが、やはり少し差があるように見え、比流量のマイナス1.5の上ら辺を見てもらうと、そこで比較すると、log, logをとっているので近く見えますが、約数倍の負荷量の差があり、これは単位面積当たりで両方とも割っているので、単位面積当たりで考えると赤川は斐伊川より少し負荷量が出やすいということが

わかりました。

また、赤川に関してですが、黒の丸で囲った部分になりますが、比流量の高いところの点はなかなか赤川でも余りとれていないことから、この高比流量時の点を今後の調査でとっていききたいと考えています。

そして、これまでに示してきた斐伊川での高頻度採水調査ですが、2010年から2011年に行つて以降、行われていません。約10年間行われておらず、その間に、斐伊川放水路であったり斐伊川での環境も変わってきているので、高頻度採水調査を行いたいと考えています。

最後になりますが、今後の調査計画としては、濁水の高負荷の発生源については、高負荷の発生源を調査するために河川周辺の土壌についての分析を行つたり、採水に適したタイミングの確認を行つたりしたいなと思っています。また、L-Q式に関しては、出水時に赤川下流や神立橋でなかなかとれていない高比流量時のデータをとることや、高頻度採水調査をもう一度行うことなどを考えています。これらのことをすることで、高負荷の発生源の特定や濁水のメカニズムの解明につなげ、効果的なリン削減対策の検討につなげられたらと考えています。以上です。

○清家副座長 ありがとうございます。

それじゃあ、質疑に移りたいと思います。質問、コメントがございましたら、よろしくお願ひいたします。

それじゃあ、私から一つ、周辺土壌の分画定量といいますか、その辺は、まずやってみたいということはここに示してあるんですが、いわゆる河川の河床堆積物、そのデータはとられてはないんでしょうか。

○山根研究員 河川堆積物については、まだ行えていません。

○清家副座長 懸濁物としては、底が巻き上がって結果的に鉄型リンがすごく多いという結果でしたよね。河床堆積物がどうかというデータも必要かなとは思いますが。

○山根研究員 ありがとうございます。

○清家副座長 どうぞ。

○中田委員 ちょっと教えてほしいです。赤川は斐伊川より多くの鉄を含んでるということでございましたけれども、土壌成分の中で、何がきいてるということなんでしょうか。

○山根研究員 土壌成分についても、まだちょっとわかっていないことが多くて、これ、今後、土壌成分を調べていく上で、今、分類は過去の調査からしてあるのですが、その分

類で、どの土壌の分類が一番リンが高いかや鉄が高いかっていうのはまだわかっていないので、そこを今後の調査で行っていきたいと思っています。

○中田委員 そうですか、わかりました。

あともう一つ、流量、大体上位10日でほとんど占めてしまうということなんですけれども、これは、季節的には、この上位10日は、大体過去の資料で特定はできるんでしょうか。

○山根研究員 そうですね、台風があった際や大雨の際、大きな出水が起きた際っていうのが一番大きくなると思うんですが、その季節性まではちょっと、いつ降るかによるのかなと。

○中田委員 基本的に夏か六、七、7月、8月、9月に大体上位10日っていうのは来ているのか、ほかに、時々台風が来て、ある年、特殊にここにぼんとあるっていうことはあるかもしれないけれども、おおむねここら辺っていうのはわかるかなと思ったんです。

○山根研究員 今載せていた2010年から11年の結果では、7月の夏ごろのものが上位を占めていました。

○中田 ありがとうございます。観測計画を立てるときに、ある程度予測をして立てられたらいいかなと思う。降って、ずっと行くっていうわけじゃないですもんね。

○山根研究員 そうですね、降った際に、もし出れそうであればすぐ出れるんですが、なかなかその状況にもよりますので、出れる日と出れない日と。

○中田委員 そうですか、わかりました。ありがとうございます。

○清家副座長 ほかにございませんか。

どうぞ。

○井上委員 スライドの20枚目の採水のタイミングのところの件で、この考え方がちょっとよくわからなかったので、もう一度お話ししていただいてよろしいでしょうか。

○山根研究員 採水のタイミングですけど、考えているのは、本当は降り始めの一番最初のピークの点をとりに行くのが理想的ではあるんですが、なかなかそのときに目がけてとりに行くのが難しいので、例えば高杉橋でとって、次の採水地点が里熊大橋になるのですが、その高杉橋で採水をしたタイミングで仮に葉っぱか何かを流したとして、その葉っぱか何かは里熊大橋まで流れついたタイミングで里熊大橋でとれば、同じような水といいですか、同じようにとれるので、そのように流れついたタイミングをそろえてほかの地点でもとれば、時間間隔をそろえれば比較がしやすいのかなと思い、このタイミングというも

のを上げています。

○井上委員 違う場所で同じ水をとろうという意図なんですか。

○山根研究員 そうですね。ほかの流入などもあるので、全く同じ水というものではないんですけど、タイミング、降り始めてすぐとる地点と、降り始めてからかなりたってからとる地点があるとなかなか傾向を見るのが難しくなってくるので、降り始めて、その水が大体流れてくるタイミングが同じぐらいというのを考えて上げています。

○井上委員 済みません、この調査の意図がちょっとよくわかってないんですけど。

○神門部長 済みません、ちょっと補足させていただきますけども、1つ目の19ページのところ、図がありまして、7月19日というのは、左側に赤いところ、水位のピークがあって、右側に実際に採水したところがあるんですけども、12月18日、グラフがでこぼこになってたという、これについては、赤が左にあるやつと、特に真ん中の2つって赤が右にあるんで、水位のピーク前に採水をして、その後ピークが来たりというところもあるし、水位のピークが来てから採水したところもあるしと、これは行ったときの都合なんでこうなってるんですけども。やっぱり水位のピーク前と後では全然違ってくるんで、ここまで明らかでないにしても、やっぱり同じような水位のピークの、ピークってさっき言ったように言葉で非常に言いにくいんですけども、先ほど言ったような、葉っぱで流れて、流れついたタイミングでとればこういうようなことは除外して考えられるのかなということ、ちょっとこういうことを考えてるというところですよ。

○井上委員 例えば、加茂大橋と一番下流側のところでピークをとる時間帯が3時間ぐらいの差があったとしたら、その加茂大橋の水位を参照して一番最下流での採水時刻を決めるとか、そういう意味ですか。

○神門部長 ただ、現実にはピークがいつ来るかというのは終わってみないとわからないんで、スタートしたら、もうこのタイミングでスタートしてしまいます。それが結果的にピークに近いところへ当たればいいんですけども、もしかしたら前かもしれないし、準備して出かけたならもう遅かったかもしれないんですけども、それでも、前に行ったり後に行ったりという数字のずれというか、水質の違いはある程度吸収できるんじゃないかなという考え方です。

○井上委員 わかりました、ちょっと追加で。意図はよくわかりました。ただ、恐らくこの問題の一番の解決方法というか、ヒステリシスを全部とるってということになるかと思うんですけども、そこは、何ていうか、目指されないんですか。

○神門部長 やりたいのはやまやまですけれども、現状これ、実は人力で全部考えてますんで、実際、洪水といってもいいような状況なんで、なかなか機材の設置というのも難しかったりして、現状は手で、なるべくいいタイミングをとりたいなど。うまいこといけば、2班、3班で連続で出していけばできるとは考えておりますけれども、現状ちょっと、1時間置きの採水というのはなかなか難しいのかなと思っております。

○清家副座長 井上さん、よろしいですか。

ほかにございませんか。よろしいですかね。

それじゃあ、次に進みたいと思います。次は、資料の2-2になると思います。

事務局、説明をお願いします。

○織田調整監 続きまして、難分解COD調査になります。

宍道湖・中海の水質保全については、先ほどの概要のところでも説明をしましたとおり、湖沼水質保全計画に基づいて、下水道整備などのさまざまな発生源対策が行われてきました。にもかかわらず、こちらのグラフで示しておりますとおり、宍道湖におけるCODの値は横ばい状態が続いておりまして、環境基準の3というのは達成できておりません。ここで、特に溶存態であるD-CODに注目しますと、グラフの青線のほうが宍道湖になりますけれども、このグラフのように、1984年以降のデータが載っておりますけれども、ほとんど改善されていないということがわかります。このことは、発生源対策を幾らしても、流入負荷を減らしてもCODが減少しないということから、分解されにくい難分解性の有機物が悪さをしているのではないかということが、琵琶湖ですとか霞ヶ浦における研究の中で指摘がされてきております。

この難分解性の有機物というものには、フミン酸など多種多様なものが含まれておりまして、一般的には成分分析を行うことは非常に困難でありまして、公定法も定められておりません。しかしながら、この難分解性有機物を簡易な手法ではかる方法として、100日間の生分解試験法というものがあります。今回、私たちの研究では、この100日分解をより簡便に行うための新しい分析方法を確立することを目的として研究を進めてまいりました。この研究が達成できれば、難分解性有機物の起源の解明ができたり、現在、手法として用いられておりますCODにかわる基準の見直しなどにもつながるのではないかとこのように考えております。

では、詳しくは担当のほうから御説明申し上げます。

○加藤研究員 水環境課の加藤です。よろしく申し上げます。ここからの内容は、私から

説明させていただきます。座って説明させていただきます。

まず、先ほどの難分解性有機物ですが、当研究所では、平成23年から25年にかけて、この難分解性有機物について研究を行ってきました。この当時は、宍道湖と斐伊川の水を対象として研究を行っております。左側の写真のような200リッターのタンクにこれらの試料水を入れて、室温20度において遮光し、プロペラを使って攪拌しながら分解を行ってまいりました。右側の写真のように、おおよそ1週間置きに分取を行い、100日間分解試験を行っております。この分取した溶液について、原液及びろ過を行ったろ液のCOD、TOCの測定を行ってまいりました。

当所の以前の研究の結果についてグラフにまとめております。こちらは、平成25年4月の宍道湖と斐伊川の結果となっております。グラフですが、オレンジが溶存態のCOD、青が懸濁態のCODの結果となっております。宍道湖と斐伊川、どちらを見ていただいても、100日間かけて生分解を行ってくることによって、CODの量というものは減少しています。しかし、宍道湖、斐伊川、両方とも時々CODの値が経過によって濃度が増加している地点が何カ所か見られます。これは、このポリタンクによって生分解を行った結果、完全に密閉ができていないため、大気中からの汚染があったことが考えられます。また、加えて、このときはプロペラによって攪拌を行っていたのですが、攪拌が足りず、容器内壁に付着物がつき、この付着物によって影響があったということが考えられます。これらのことから、当時の実験方法には課題があり、改良が必要であるということがわかってまいりました。

そこで、当研究所としては、滋賀県の実験方法について参考にしてみました。滋賀県の琵琶湖環境科学センターでは、当所が抱えているこれらの課題について、次のような対策をしてまいりました。

まず1つ目の、容器内壁の付着物による影響ですが、琵琶湖研では、プロペラ等の攪拌では汚染や熱の発生のおそれがあるということから、試料水を入れた容器を右側の写真のような大型の水平振とう機を用いて、常に水平振とうを行うことによってこの影響を抑えてまいりました。また、大気中からの汚染なんですけども、これは、右側の写真のような上のガラス性のフラン瓶であったり、下側のキャップつきのNALGEN容器などの密閉可能な容器を用いて、さらに生分解100日の間に検体の分取を一切行わないことで大気中からの有機物の混入を防ぎ、汚染を防止してまいりました。また、これらの使用する培養容器は、有機物の汚染を除去するために、希塩酸等による洗浄を行ってまいりました。

しかし、この滋賀県の琵琶湖環境科学センターの方法で行うためには高額な研究設備や機材が必要で、なかなか当所では研究ができないという現状です。そこで、当所の既存の設備や機器を使うことで実験が行うことができる安価な方法を作成する必要があります。そこで、今年度は滋賀県の方法を参考にし、以前の研究を改善した方法を確立し、難分解性有機物の正確な評価を行うことを目的としました。今年度の調査地点は、宍道湖湖心の上層と中海湖心の上層の3地点とし、5月、7月、9月の隔月の頻度で調査を行いました。

ここから、改良した今年度の実験方法について説明させていただきます。まず1つ目に、容器の変更を行いました。以前の研究では200リッターのポリエチレンタンクを用いておりましたが、これを右側の写真の250ミリリットルのNALGEN容器のPETG製とPC製のものを用いました。これに変更したことによって、洗浄が容易にでき、密閉できることから、汚染を抑えることが可能だと考えました。

また、2つ目に、攪拌方法の変更です。プロペラによる攪拌から、滋賀県の方法を参考にした水平振とう、こちらの右下の写真の小型な水平振とう機を用いて、水平振とうによる攪拌を行いました。これによって、容器内壁への付着物による影響を除去できると考えております。

次のページに移りまして、3つ目としては、温度管理方法の変更です。今までは空調による室温管理を行ってきておりましたが、これを、右側の写真のような大型の培養器による温度管理を行いました。これによって正確な水温のコントロールができ、さらに室内からの大気からの汚染を防ぐことができると考えております。

また、4つ目として、生分解試験の評価についても改めて見直してみました。生分解試験後の試料水に対して、CODとDOの測定を行いました。また、有機物の混入の有無を評価するために、同時に純水、Milli-Q水の生分解試験も行い、TOCを測定することによって汚染の有無も確認を行いました。

次のページに、今年度の実験方法のフローチャートをまとめております。まず、250リットルのNALGEN容器に、宍道湖湖心の上層の水と中海湖心の上層の水を、1つの容器に100ミリリットル、それぞれ入れました。これを黒色のビニール袋に入れて、振とう機の上にセットを行い、20度の暗所で100日間生分解を行いました。そして、100日後に、原水についてはCOD、TOC、DO、pHの測定を行いました。また、一部の原液をGF/Cでろ過を行い、CODとTOCを測定し、溶存態のこれらの成分に

についても測定を行いました。

ここから実験の結果についてです。まず、容器による影響です。5月と7月はNALGEN容器のPETG製の容器を用いて、これを塩酸洗浄することによって実験を行いました。真ん中のグラフは、5月と7月に100日間、純水を、Milli-Q水を生分解試験した後のCODとTOCの結果を示しております。この2つのグラフを見ていただくとわかるとおり、純水の結果から、CODとTOCがそれぞれ0.25から0.48ミリグラム／リットルの濃度で汚染が生じていたことがわかりました。宍道湖と中海のDOCの濃度は、低いときで2.0ミリグラム／リットル程度であるため、この濃度、特に0.5ミリグラム程度の濃度の汚染は無視できないということが考えられます。

そこで、9月からは、容器をPC製の容器にかえ、洗浄方法をペルオキソ二硫酸カリウムで加熱分解をし、洗浄したものをを用いて実験を行いました。グラフには5月から9月の純水の汚染の濃度を示しております。これを見ていただくと、9月は約0.2を切る、1.5ミリグラム／リットル程度の汚染の濃度に抑えることができました。このことから、容器の材質と洗浄方法を変更することによって、汚染による影響を低減することができました。実験方法を参考にしている滋賀県の研究でも、TOCの濃度が約0.11ミリグラム／リットル程度であるということが報告されております。これらのことから、実験方法を改良することで、当研究所でも汚染を抑えた生分解試験を行うことができたとわかりました。

次のページに、生分解試験の評価についてまとめております。この生分解試験の条件としては、試験中は好気的環境を維持しないといけないというふうに言われております。そこで、分解前と後のDO、pH、ECを測定することによって生分解試験の評価を行いました。5月、7月、9月について表にまとめております。特にDOを見ていただくとわかるのですが、100日後もDOが十分に存在していたことから、好気的な条件で分解を行うことができたということがわかりました。

次のページに、CODのゼロ日目と100日目の測定結果の比較を載せております。グラフなんですけど、オレンジがD-CODで、斜線が懸濁態のP-CODの測定結果を示しております。これを見ていただくと、5月、7月は、先ほど言ったとおり、まだ容器の汚染がとても高いので正確な比較はできませんが、それでも汚染が少ない9月が難分解性CODの有機物量が一番多く存在していたということがわかりました。

次のページに、TOCの測定結果です。TOCも、先ほどと同様に汚染の影響はありま

すが、CODと同様に秋の9月がどの地点でも高いという傾向があることがわかりました。こちらに示しているのは、100日後の難分解性CODの月ごとの変化をグラフにまとめたものとなっております。上の棒グラフが、5月から11月の宍道湖・中海の難分解性CODの変化となっております。青が宍道湖の上層、オレンジが中海の上層、緑が中海の下層となっております。下の表には、そのときの難分解性CODの濃度を示しております。汚染の影響もありますが、宍道湖は難分解性CODの濃度が2.6から3.1ミリグラム／リットル、中海上層が1.8から2.9ミリグラム／リットル、中海下層が1.6から2.9という値でした。また、これらのグラフから見てわかるとおり、やっぱり宍道湖と中海の両地点においても、9月の難分解性CODが高いという傾向でありました。特に、中海下層は季節変動が大きいということも、このグラフからわかりました。

最後に、まとめとなります。過去の研究では、難分解性有機物の測定の実験方法に課題があり、年間を通じた難分解性CODの動態を把握できていませんでした。そこで、今年度は、滋賀県の方法を参考に、実験方法を改良することによって汚染を抑えた生分解試験を行うことができました。また、生分解試験の結果、宍道湖・中海の難分解性有機物は、季節変動している可能性があるということがわかりました。

今後の予定としましては、この、今年度改良した方法で宍道湖・中海の難分解性有機物の評価を行い、起源や挙動等を解明していきたいなと思っております。

以上で報告を終わらせていただきます。

○清家副座長 ありがとうございます。

それでは、御質問、それからコメントございましたら、よろしくお願いいたします。

○清家副座長 分析精度というか、その操作もかなり厳密にやられて、その精度が上がってきたというのはよくわかったんですけど、難分解性のCODとして、例えば琵琶湖と宍道湖を比べるとどんなものとか、その辺の何か知見はありませんか。

○加藤研究員 今回の調査では、まず分析方法の確立ということで、正確にはかかれてるのが多分9月と11月だけかなと考えていまして、2回の結果で比較をまだしていませんので、ちょっと今後、この調査結果の回数をふやした上で、年間の挙動を見た上で、琵琶湖や霞ヶ浦の結果と比較していきたいなと思っております。ありがとうございます。

○清家副座長 そうすると、今後もこの確立した手法を用いて来年度もやるという理解でいいんですかね。

○加藤研究員 そうですね、はい、見ていこうと思っております。

○清家副座長 ほかにございますか。

永田さん、どうぞ。

○永田科長 産業技術センターの永田と申します。

一番、容器からの溶出が少ないと思われるのが恐らくガラスかと思うんですが、あえて樹脂容器が使われた理由というのは何でしょうか。

○加藤研究員 ありがとうございます。琵琶湖や霞ヶ浦でも、やっぱりガラス容器使っている研究もあるのですが、ガラス容器を洗浄する際には、焼結、450度くらいで焼く洗浄法が使われてまして、ちょっと一度にたくさん焼く装置が当所に保有してないということで、今回は一度に大量に洗浄ができる、この高温高压で洗浄するペルオキシ、それができるNALGEN容器を用いてまずやってみようということで、これを使って分析を行いました。その結果、0.1、0.15くらいの濃度でしたので、このままこれでいこうかなと考えております。もしこれでも高いことが今後出るようでしたら、おっしゃられたようにガラス容器に変更して、同じような操作で検証していかないといけないかなと考えております。ありがとうございます。

○永田科長 ありがとうございます。

○清家副座長 ほかにございますでしょうか。

どうぞ。

○中田委員 ちょっと私もよくわからないので教えていただきたいんです。例えば生分解試験の評価のところで、100日目のDOは下がってないということでしたよね。ただ、pHは、大体下がってますよね。つまり最初のDOと100日目のDOというのはほとんど変化はないということなんですか。あるいはpHは少し下がってますから、ある程度分解してるということなんだろうと思うんですけども、それはどうなんですか。余りにしなくていいということですか。

○加藤研究員 pHはおっしゃっていただいたとおり、分解の過程で下がっていったんではないかなと思っております。DOに関しては、この方法が、250ミリリットルの容器に100ミリリットル入れてまして、150ミリリットル、一応空気の層が残っております、そこから供給されて、水の中は飽和で維持できて、100日間好氣的な分解ができたんではないかと考えています。ですので、これからもっと汚い水とかをするときには、多分この空気層の量を調節してやっていかないといけないのかなと思ったんですけども、宍道湖の場合は、この250の容器に対して100ミリという量で大丈夫でした。

○中田委員 はい。あと、9月に高いというのは、ここはアオコが一番多かったということなんですか、解釈としては。

○加藤研究員 今年度はアオコが発生していませんで、藻類の変化もちょっと一緒に、あわせて比較して見ていきたいなと思います。済みません、ありがとうございます。

○中田委員 わかりました。

○清家副座長 ほかにございませんか。

それじゃあ、次に移りたいと思います。次は、2-3ですかね。

事務局のほうから説明をお願いします。

○織田調整監 お待たせしました。続きまして、プランクトンに関する基礎研究のうちの、植物プランクトンに含まれる多価不飽和脂肪酸に関する研究についてです。

皆さん御承知かとは思いますが、DHAですとかEPAと言われる不飽和脂肪酸というのは魚介類に多く含まれておりまして、人間の体内では作り出すことができないものでして、近年は健康食品等としても話題になっているものであります。これを、シジミを例にとって考えてみますと、シジミが植物プランクトンを食べる、植物プランクトンの中に入ってるEPAやDHAなどが、今度シジミを通じて人間の体内に入ってくるということになるわけなんですけれども、これは、単に人間のためにいいというだけではなくて、過去、当所が行いました研究において、これらの多価不飽和脂肪酸というのが、シジミの成長にも重要な役割を果たしているということが示唆されております。このことを水質改善の目線で見ると、人間が漁獲しなければ、植物プランクトンがシジミに食べられ、シジミはまたふんをするなりして、それをまたもとにしてプランクトンが成長してという循環があるわけなんですけれども、人間が成長したシジミをとってやるということによって、宍道湖の中からそういった栄養分を一気に外に持ち出してしまうことによって水質を劇的に改善するというようなことになりまして、この持ち出し効果による水質改善の効果が大きいということも、過去の我々の研究でわかっております。

そこで、本研究では、シジミの餌となる植物プランクトン、これのより好適な餌というのは何だろうかということで、シジミの資源量増加ですとか、それに伴う漁獲量の上昇、さらには水質改善につながる研究になるのではないかとということで検討を行いましたので、報告をさせていただきます。

○神門部長 保健環境科学研究所、神門です。そういたしますと、植物プランクトンに含まれる多価不飽和脂肪酸に関する研究ということで説明いたします。座って説明いたしま

す。

先ほど説明がありましたので、はじめのところはもう省きます。脂肪酸について、少し簡単に説明いたしますけれども、細胞膜の構成物質や生理活性物質、エネルギー貯蔵物質として高等生物に欠かせない栄養素であるというものでございます。脂肪酸、いろんなものといいますか、いろんな分類法があるうちの一つの分け方で、不飽和結合を持つのか、何個持ってるのか、どこにあるのかということで分けると、一つは飽和脂肪酸ということで、二重結合を持たない脂肪酸。それから二重結合が1個だけある脂肪酸、それから、二重結合が複数個あるものが多価不飽和脂肪酸ということになりまして、そのうちの、その二重結合の場所によって、オメガ6だったり、オメガ3だったりということで、このオメガ6、オメガ3合わせて、高度不飽和脂肪酸というような言い方をしております。こういうものが、下、赤字でありますけれども、高度不飽和脂肪酸が不足すると、繁殖、成長に悪影響を及ぼすというような報告が幾らかされておりますけれども、ヤマトシジミについては、まだこれ言われておりませんし、そもそも脂肪酸の研究というのが日本では余り行われていないというようなことがあります。目的としましては、宍道湖の食物連鎖というものを考えていきますと、一番低位の生産者であります植物プランクトンがありますけれども、これの上に来る代表的な1次消費者であるヤマトシジミですね、この関係が、この脂肪酸というところを見ながらで少しわかってくるのではないかなということでやっております。

植物プランクトンとヤマトシジミの関係を把握していくためには、宍道湖、いろんな植物プランクトンがございますけれども、特に、大きく分けますと、シアノバクテリア、藍藻であったり、珪藻、緑藻、渦鞭毛藻などなどいろいろございますけれども、このようなものを種類ごとに脂肪酸があるのかなのか、あったらどれぐらいあるのかと、中身はどういう脂肪酸なのかということを知っていく必要があるのかなと思っております。今年度は、当研究所で保存しております宍道湖の単離培養株、これの脂肪酸を測定した、それで比較をしてみたというところでございます。

今回、脂肪酸測定しましたのが、藍藻が、重複もありますけれども、6株、緑藻が5株、珪藻が3株ということでやっております。オメガ3、オメガ6のほか、飽和脂肪酸なども測定をしております。ここに、はかったプランクトン、全部じゃないですけども、宍道湖で出るもので、シアノビウムでありましたり、コエロスフェリウム、ミクロキスティス、下はドリコスペルマムなどをはかっております。それから、緑藻につきましては、プセウドディクチオスフェリウム、モノラフィディウム、オーキスティス、ディクチオスフェリ

ウムなどを測定しております。それから、珪藻につきましては、タラシオシラ、それからキクロテラというところで測定をしております。

測定方法ですけれども、培養液をまずろ紙でろ過しまして、これをメタノールとクロロホルムを加えまして抽出をします。抽出したものの上澄み液を回収をしまして、ヘキサンと0.5規定の塩酸メタノール溶液を加えまして、75度で2時間、メチル化を行いました。これに水とヘキサンを加えまして、混合・遠心分離を行って上澄みを回収と。回収したものを濃縮、それから脱水をして、ガスクロマトグラフ質量分析計で測定をしたという流れになっております。

結果になりますけれども、藍藻が6つ、それから緑藻が5つ、珪藻が3つということで測定をしております。珪藻はこの3つ全てで、縦軸が、これは脂肪酸、ある測定をした株で出てきた全ての脂肪酸のうちに、このオメガ3とオメガ6がどれだけを占めていたかという割合で示しております。最初から言いますと、これは、だから絶対量ではありません。あくまでも脂肪酸全体のうちの割合がこれだけですよというものでありますけれども、これを示しております。

まず、右から説明しますと、珪藻ですね、これについては脂肪酸が20数%から40%超ということで、3つやったうちの3つ全てでそれなりに多価不飽和脂肪酸があったよということでございます。これに対しまして、緑藻はあるもの、ないものありますし、藍藻についてもあるもの、ないものとあったということでございました。

藍藻を取り出してちょっと見ておりますけれども、藍藻につきましては、右側2つ、ここで示しておりますのですと、右側2つについて、オメガ3、オメガ6が多いということになっております。右から2番目、HKの45というのは、これ、メリスモペディアという種類ですけれども、最近あんまり発生が多くない、ここ10年ぐらいということで、いうようなものです。それから、HKの29、一番右側ですけれども、これはドリコスペルマム、いわゆる昔でいうアナベナなんですけれども、これについてはなかなか全域には発生しないものだなというふうに考えておりますので、なかなか優占しない、宍道湖全体を占めるとか、ごく一部で発生するとかいうものばかりだなというふうに一応解釈をしております。

それから、緑藻です。緑藻についても、多い真ん中の3種類ですけれども、左から2番目がモノラフィディウム・キルキナーレということで、宍道湖で非常によく見られる種類ではありますけれども、なかなか、じゃあ一番多いようなものになるかいうと、それはそこま

ではないのかなと。それから、真ん中がオーキスティスという種類になりますけども、これも宍道湖で、モノラフィディウムほどではないですけども、結構見られるものがあります。けども、これもなかなか優占種にはならないと。それから、右から2番目のものが、ディクチオスフェリウム的一种なんですけども、これも宍道湖で時々見られるものですが、やはり優占種にはなかなかならないよということでした、含んでいるものが、たまたまなんだろうけれども今回やった分については優占することはなかなかない種類だったということで、そういう意味では、戻りますと、珪藻については、このやった3つの株というのは結構優占しますんで、優占するものという考え方でいけば、珪藻のほうがやっぱりきいてるのかなというふうに考えております。

考察ですけども、珪藻は、今回測定した全ての種類において、高い割合で多価不飽和脂肪酸を含有していたということです。これは従来の報告と同じ傾向でございまして、珪藻はヤマトシジミの餌としては有用であると言えますと思います。藍藻、緑藻ですね、これも多価不飽和脂肪酸、結構あるものがあつたということがわかりました。ですので、今までは緑藻、藍藻、あんまりよくないよという言い方もしていたりはしましたけども、でも、一概にそういうことは言えないのかなと。藍藻、緑藻でも含んでるものはあるよと。ただ、今現在の宍道湖の状況でいきますと、こういう藍藻、緑藻で多価不飽和脂肪酸を含んでいる種類が、じゃあ宍道湖で多くなるかということは、そういうことは非常にまれだなという感じでした。

それと、もう一つ、考察で、ここにヤマトシジミの宍道湖の資源量と、先ほど言いました珪藻であるキクロテラとちょっと上下に並べて示しております。この上の折れ線グラフですけども、黒い線が宍道湖のシジミ、これ、水産技術センターさんが年に、春と秋に調査しておられるものなんですけども、黒いものが宍道湖のシジミの全体の資源量ということを出しております。それから、赤いものが、一応成貝ということで、殻長が12ミリ以上、それから、水色といいますか、青が実際に漁獲の対象となる殻長が17ミリ以上というので、どれを見ても大体同じような傾向ですので、黒で全体の資源量ということで見ただけならばよろしいかと思っておりますけども、これと、下がキクロテラです、珪藻であるキクロテラの月ごとの変化を数で示しておりますけども、ぴったりというわけではないですけども、増減が結構似てるところもあるのかなというふうに考えております。そうは言いながらも、キクロテラがほとんどないようなときに、本当に少ないときもありますし、例えば、これどこですかね、2003年ぐらいですね、この辺、キクロテラあんまり出てないんで

すけども、シジミとしては結構あるなというようなこともあります。そういうことを考えても、キクロテラ以外のものを餌にしていることも十分あり得るなど。キクロテラ以外でも浮遊のもの以外に藻類に付着しているものもありますし、それから、そもそも藻類じゃないものを食べることもあります。そういうこともあって、完全にキクロテラだけということはないですけども、キクロテラ、結構きいてるのかなという気がしております。

今後の予定ですけども、まだ宍道湖でたくさん種類が、いろんな植物プランクトンが出ておりますけれども、これ全てするというのは現実的に分離も難しいですのでできないんですけども、主なもの、出現頻度が高かったり優占するようなものでまだ取り残しが幾つかありますので、まずはこのあたりを調査していきたいということと、それから、先ほどのパーセントで示しております、じゃあ、これがプランクトン1個当たりがいいのか、逆にクロフィル幾ら当たりがいいのかということ、これもちょっと悩ましいところではありますけども、そういうものの換算で、実際、量としてどれぐらいあるのかということですね、もう一度調査してやっていきたいなというふうに考えております。以上です。

○清家副座長 ありがとうございます。

それでは、質問とコメントをよろしく願いいたします。

どうぞ。

○中田委員 非常におもしろい結果を見せていただいて、ありがとうございます。今回の植物プランクトンの種類は、藍藻でも結構、不飽和脂肪酸持ってるのがあるということでありましたので、ちょっとこれは意外でありましたけれども。例えば私のほうは、伊勢湾とか三河湾でいろいろプランクトンを調べた結果を見てるんですけども、特にアサリみたいなものは、河川の河口付近の干潟に稚貝が着底して、そこで非常に育ちやすく、前浜干潟よりはやっぱり川の近くの干潟が多いということは一つあって、そこでは、割と淡水に強い種類、例えば珪藻でもそういうのがありますし、クリプト藻みたいなのが非常に淡水に近いと大量に発生するというのと、クリプト藻自身もこの不飽和脂肪酸をたくさん持ってますので、アサリの稚貝に非常にいいというようなことが言われております。稚貝が育つ環境っていうのは、ある程度小型の、例えば珪藻とか緑藻とかクリプト藻とかっていうものが支えており、ある程度大きくなれば、大型の珪藻でも何でも食べると思います。稚貝が育っていく環境っていうのはやはり比較的小型の、キクロテラも非常に小型ですのでこれは適当なのかなとは思いますが、そういうプランクトンのサイズというのも非常に関係してくるわけです。今回の結果、非常におもしろく拝見させていただきま

したけども、サイズの関係も少しいろいろ調べていただければなと思います。

○神門部長 ありがとうございます。また、分離ができれば、そういうこともしていきたいと思います。ありがとうございます。

○清家副座長 ほかにございませんか。

どうぞ。

○清川主席研究員 水産技術センターの清川といいます。一つだけちょっと伺いたいんですけど、ざっくりと、マイクロキスティスが分布してた平成24年については、有効餌料である高度飽和脂肪酸のない餌がほとんどだったというふうに考えられると思うんですけども、それ以降に関してはざっくりと、不飽和脂肪酸のある餌が常に宍道湖に存在してたという解釈でよろしいでしょうかね。済みません。

○神門部長 ここに示してますのはキクロテラというのを今、前へ出しておりますけども、14ページというところで。キクロテラについてはこんな感じで、いるときのほうが多いのかなという感じがあります。このキクロテラが少ないときに、じゃあ何かかわりのものがあったかというのは、大変申しわけありません、今手元にないので、また帰ればその辺はわかりますんで、また、皆さんにもお知らせしたいと思います。よろしいですか。

○清川主席研究員 済みません、ありがとうございます。ちょっといろいろ成長とかを追っかけて、それ以降については、結構、毎年着実に成長してたっていうことがありましたので、ちょっとそのあたり、餌として有効なものが、その後、平成24年以降にどのぐらい分布してたかっていうのでちょっと興味ありまして、またいろいろ勉強させてください。

○神門部長 こちらこそよろしくお願いします。

○清家副座長 大谷先生。

○大谷委員 ちょうどこの表が出てるので。平成23、24年でしたっけね、アオコが出たのが。当時は、アオコが出たときにちょうどヤマトシジミの現存量が減ったねという話でしたけど、今回は、それ以外のところでキクロテラがふえてるときにはちょっと現存量が高いなっていう、今まで見えてなかったところが、こうやって長期的に数を出していくと見えるということで、長期的なモニタリングの意味もこういったところで活用されてきたのかなと思います。

それと、今回よかったのは、やっぱり前回は1種類ずつだったので、藍藻より緑藻がよくて、緑藻より珪藻がいいということだったけど、複数で見てくことの大切さを今回紹介していただきました。あと、もうおっしゃったことですけれども、僕もクロロフィルaで

見ていくのがいいのか、細胞数で見ていくのがいいのかわかりませんが、一緒に体積換算をしたりさまざまなやりながら、どれが一番比較しやすいのかをやっていけたらと思います。以上です。

○神門部長 ありがとうございます。

○清家副座長 ほかにございますか。

○中田委員 クロロフィルも3区画で測定されたらいかがなんでしょうか。三河の場合ですと、小さい2ミクロン以下、2から20、それから20ミクロン以上というフィルターでやって、クロロフィルがどこが多いかというので。大体2から20の間を食べてるというのはわかってるわけですがけれども、ちょっと面倒くさいですけども。

○神門部長 はい。ちょっとそれも検討してみたいと思います。ありがとうございます。

○清家副座長 じゃあ、時間もちょっと押してますので、次に進みたいと思います。

では、次が2-4ですね、よろしく願いいたします。

○織田調整監 それでは、最後の報告になります。プランクトンに関する調査のうちの、アオコに関する調査研究になります。

宍道湖においては、平成22年から24年度にかけて連続してアオコが大量に発生しておりまして、景観の悪化、それから、におい等々、生活環境に対して大きな影響を及ぼしておりました。このことについて何らかの対策を検討する必要があるんですけども、そのためには、下に3つ掲げてありますような、どんなときにアオコが発生するのか、それから、どこで発生して、どのように広がっていくのか、それから、どこからそのアオコがやってきているのかといったことを考えないといけません。

これまで当所で行われてきた研究において、統計解析から宍道湖でアオコが発生するのは、表層の塩化物イオン濃度が低くて、なおかつ前の月の水温が高いときであることを解明しております。このことをもとに、アオコの発生予測式をつくりまして、これに、当所が行っております定期調査の水質データや国交省のテレメーターのデータを入れてやることで、高い確率でアオコが発生するということを予測できるようになりました。実際に平成30年度、アオコ予測式にこれらのデータを入れてやりますと、7月から9月にかけてプラスの値になりまして、アオコが発生するぞと待ち構えていたところなんですけれども、実際、10月に広範囲でアオコが確認できて、確かにこの予測式が使えるということが実際に確認できております。しかしながら、この予測式では発生の有無は予測できるのですが、発生時期などの詳細な予測には至っておりません。

今年度は発生メカニズムのさらなる解明を目指して、アオコ発生前の詳細調査ですとか、外部からアオコが流入してるのではないかというような可能性についても検討を行いましたので、報告をいたします。

○加藤研究員 水環境課の加藤です。ここからのアオコ調査の内容についても、私から報告させていただきます。座って失礼します。

まず最初に、昨年度のワーキングでの指摘事項について報告させていただきます。

昨年度、アオコ調査に関しては、指摘事項が3つありました。まず、その1つ目として、昨年度の2018年度のアオコの発生がおくれた要因についてです。

まず最初に、近年で一番大規模発生した2010年から2012年のアオコについてグラフにまとめてみました。折れ線グラフの赤がアオコ判別式の国交省のテレメのデータから求めた結果の折れ線グラフとなっております。白丸のほうが保環研の各月の定期調査の結果から求めたZ1の値、黒丸がZ2の値となっております。それで、緑で囲んでいるところがアオコが宍道湖で全域発生し、それが続いた期間となっております。これらの3つを比べていただくと、定期調査のZ1、Z2の結果からは、その予測どおり、1カ月後に発生していることがわかります。しかし、テレメのデータを見ていただくと、それが1カ月後という予測は外れているということがわかりました。また、これらの3年でも、全域発生したという期間や時間というものは年によって異なっております。この3年に関してはおおむね8月中旬から下旬に発生し、アオコ判別式がプラスになってからそれほど時間はかかっていないという結果となりました。

次に、2018年の結果となっております。凡例は先ほどと一緒ですが、2018年もそれまでの3年と同様に7月の上旬にアオコ式がプラスとなっております。しかし、この年は10月の上旬になるまでアオコの発生は認められず、10月の上旬になって宍道湖全域によってアオコの発生が確認されました。これらのことから、2018年というものはアオコ式がプラスがなってからアオコが発生するまでに、2010年から12年に比べてかなり時間がかかっているということがわかります。

これらをまとめてみますと、2018年というものはアオコ式で発生予測された期間よりも、さらに1カ月から1カ月半のおくれがあるということがわかりました。そこで、昨年度の指摘としては、このアオコの発生がおくれた要因として、アオコ発生前の2カ月の、6月中旬から8月中旬の夏の環境条件が異なるため遅く出たということが考えられます。そこで、2018年と2010年から12年を比較して、アオコが発生が遅い理由を、こ

これらの期間の水温、塩分、日射量、降水量、栄養塩の環境条件から今回検討を行いました。次のページから、この検討した結果についてです。

まず、2010年から12年と18年の日射量の結果です。上のグラフがそれぞれの1日の日射量の総和です。下が、この6月中旬から8月中旬における期間の日射量の合計の値を表にまとめております。これらの4つのグラフや表を見ていただくとわかるとおり、2010年から12年と2018年を比較しても、これらの日射量に大きな変化というものは見られなかったということがわかります。

次に、水温です。2010年や2018年のこの矢印の期間に関しては、テレメのデータがなく、欠測となっております。グラフですが、緑が2011年、青が2012年、赤が2018年の結果となっております。これらの3年ですが、比較してみると、水温についても、2018年、測定された期間においては2018年のほうが比較的高く、水温が低いことによってアオコの発生がおくれたということはないということが考えられます。しかし、このアオコ発生に一番大切であった7月上旬というデータが今回得られなかったため、水温が違ったということもなかなか言いづらいかたと今回思っております。

次に、塩化物イオンです。塩化物イオンに関しても、国交省の水文水質データベースのデータを利用しております。凡例は先ほどの水温と一緒にとなっております。塩化物イオンを比較しても、2018年というものはこの発生した年のちょうど間くらいの値を推移しておりました。そのことから、塩化物イオンが原因ではないということが考えられます。また、この欠測の間のデータに関しては、次のページの降水量と比較してみていただくとわかるとおり、この間において2018年は、西日本豪雨によって島根県においても大量な降雨がありました。これらのことから、この間の期間で塩化物イオン濃度が急激に上昇したということも考えられません。また同時に、降水量についても4年分比較していただくと、これらの4年の共通事項として、6月下旬や7月中旬でまとまった雨が降り、これによって宍道湖の塩化物イオンが減少したのではないかとということが考えられます。また、4年を比較しても、この4年の年に大きな違いはなかったことから、降水量も原因ではないということがわかりました。

最後に、栄養塩の変化についてです。栄養塩の変化については、アンモニア、亜硝酸、硝酸とリン酸態リンについて、グラフにまとめております。凡例ですが、2010年をオレンジで加えて、残りの3年は先ほどの凡例と同じです。これらの4つを見ていただいても、2018年だけ特に栄養塩の変化があったという傾向はありませんでした。

今回、水温、塩分、日射量、降水量、栄養塩の環境条件について2018年と比較しましたが、今回得られたデータからは、2018年がアオコの発生がおくれた要因ということは見つけることができませんでした。

次の指摘事項に移ります。2つ目の指摘事項に、判別式に日射量を組み込むことで精度が向上するののかという指摘がありました。

まず、アオコ判別式についてですが、このアオコ予測というものは水質の水温と塩化物イオンのデータのみが使用されております。このアオコ式に日射量を組み込もうと考えたのですが、日射量の一番影響を受けている可能性が高いのが水温であるということが考えられます。そこで、この日射量と宍道湖上層の水温において関係があるか検討をしました。ここで、もし相関が高い場合は、この日射量を入れた場合でも判別式を作成する過程で除外されるため、ここを確かめることが大切です。そこで今回、前月1カ月間の松江の日射量の総和とその月の宍道湖の定期調査の水温を用いて、検討をしてみました。

その相関のグラフがこちらとなっております。アオコが発生した2010年から12年と18年のデータを載せたものとなっております。このグラフからわかるとおり、日射量と水温というものにはとてもよい相関があるということがわかりました。相関係数をRでいうと0.933と、とても高い値があるということがわかります。これらのことから、水温と日射量が同じ挙動を示すということから、今回、アオコ判別式の中では日射量はこれによって出てこなかったということが考えられます。また、水温のかわりにこの前月1カ月間の日射量の総和を用いてアオコ式の検討を行っていることで、より精度の高いアオコ式がつくれるのではないかとということが考えられます。これについては、今回間に合いませんでしたので、来年度以降、検討していきたいと思っております。

最後の指摘事項として、アファニゾメノン出現時とマイクロキスティス出現時のN/P比の違いについてです。

2017年に関しては、マイクロキスティスではなく、アファニゾメノンによるアオコが確認されました。そして、2010年から12年と18年はマイクロキスティスのアオコが発生していたことから、これらについて、N/P比について比較を行ってみました。

まず最初に、PN/PP比についてです。左側のグラフがマイクロキスティスが出現したときのPN/PP比の変動、右側がアファニゾメノンによるものです。それで、灰色の囲まれてるエリアが、宍道湖でアオコが全域で発生した期間となっております。これらのことから、マイクロキスティスやアファニゾメノンの発生期間において、N/P比には大きな

変化がないということがわかりました。

次に、TN/TP比について、同じように比較してみました。これを見ていただくと、アファニゾメノンが発生していた2017年に関しては、TN/TP比がマイクロキスティスの発生時よりも高いということがわかりました。

これらのことから、溶存態についても同様に、DINとリン酸態リンで比をとってみました。これを見ていただくと、マイクロキスティスというものはN/P比はほぼほぼゼロに近い値で推移しております。これはマイクロキスティスによって栄養塩が摂取されて、栄養塩がほとんど検出されなかったためだということだと考えております。しかし、アファニゾメノンに関してはN/P比がとても高い値で、アオコ発生期間はN/P比が高い値で推移しておりました。この原因としては、窒素の硝酸態窒素が高いため、このような結果になったと考えております。アファニゾメノンが発生した2017年というものは、この11月の前の10月に台風によって大量の雨が宍道湖に流入してきていると考えられます。この降雨による影響によって、このような結果になったと考えております。

ここから今年度の結果について報告させていただきます。今年度の計画についてですが、こちらの①と②の2つについて計画しておりました。

まず、1つ目としては、宍道湖での発生メカニズムの解明です。今までの研究から、アオコの発生メカニズムを解明するためには、アオコの発生前から詳細な調査を行う必要があります。そこで、アオコ判別式を用いて、1カ月後の宍道湖においてアオコが発生するか予測を行い、アオコ判別式がプラスになったら宍道湖の調査を1週か2週のペースで行うということを計画しておりました。

また、2つ目が、宍道湖のアオコ発生源の解明についてです。この発生源の解明のために、宍道湖流域のため池からのアオコが湖内で増殖できるか、室内実験により確認を行うことを計画しておりました。

まず、発生メカニズムについての結果です。こちらは今年度と昨年度と、宍道湖の10年平均、そして測定を始めたときの前年平均の塩化物イオンの経月変化をグラフにまとめております。今年度の平成31年度は赤色の折れ線グラフで示しています。これを見ていただくと、今年度は春から冬の12月までにかけて塩分がとても高い濃度で推移しておりました。特に6月、7月というものはとても高く推移していたことがわかります。

次に、アオコ判別式の推移の結果です。今年度は国交省のテレメデータが使用できなかったため、毎月の当初の定期調査のデータを用いてアオコの発生予測を行いました。この

左側の表が4月から12月までの宍道湖の7地点の表層の塩化物イオンと水温の平均値、右側がアオコ判別式の結果となっております。平成31年は先ほどのグラフのとおり、塩化物イオン濃度が高く、判別式は常にマイナスで推移しておりました。この予測式の結果のとおり、今年度は沿岸の局所発生を含めて、宍道湖においてアオコの発生及びアオコ形成種は一切確認されませんでした。

こちらに今年度の宍道湖の植物プランクトン優占種についてまとめてみました。6月から9月にかけては、微小な藍藻というものがとても優占しており、8月と9月においては、珪藻のキクロテラが優占しておりました。

次に、宍道湖のアオコ発生源について説明します。アオコのミクロキスティスは基本的に淡水産のものが多く、汽水で生息できる種は限られております。これらのことから、宍道湖周辺のため池で発生しているアオコが宍道湖に流入し、増殖するかどうかを解明することが必要です。そこで、このため池のアオコから単離を行い、培養株を作成し、この培養株を用いて、室内実験から塩分耐性を調べるということを目的として行いました。

この結果なのですが、ため池のアオコを含む試料を、ピペット洗浄法という方法でミクロキスティスを対象として単離培養株の作成を試みました。しかし、20株ぐらい単離培養株を作成したのですが、どの株も培養株の中にミクロキスティス以外の微小な藍藻も同時に増殖してしまい、単藻の株というものを作成することができませんでした。この塩分耐性試験というもので、クロロフィルを用いて比較しようとしていましたので、単藻ではないほかの種が、微小な藍藻とかが入ってしまうとできなかつたため、今年度は塩分耐性を行うことができませんでした。そこで、今後の予定としては、大谷先生と協議の上で、もう一度、ため池のミクロキスティスの単藻の作成方法について検討を行い、塩分耐性についての試験を行っていきたいなと思っております。

以上で報告を終わります。

○清家副座長 ありがとうございます。

それじゃあ、質問、コメントをよろしく願いいたします。

○大谷委員 ありがとうございます。

昨年度のこちらからお願いした日射量、それから水温の関係で、何となくアオコが大発生するときは日射量が多かったのかなっていう思いがありましたけど、こうやってデータで示されて、Rが0.933ということで、なるほど、あの式は日射量を除いても非常に有効なんだなということを示していただいて、ありがとうございました。

それから、アオコについてですが、皆さんももうやろうと思ってるんじゃないかと思いますが、去年はアオコが発生しなかったので、湖底にアオコの種が眠っているとすれば、周辺から流れてきて発生するのか、湖底から出てくるのかという、とてもいいチャンスなので、そういったところもあわせてやられると起源がわかるんじゃないかと思いますので、また一緒にできたらと思います。

○加藤研究員 よろしくをお願いします。

○清家副座長 ほかにございませんか。

どうぞ。

○筒井委員 いろいろ検討していただいてありがとうございます。

1点だけ、去年の報告のところで、2018年のアオコの発生のおくれ、というところがありましたけれども、このときに、例えば湖沼内での水の流動とか流入量と流出の関係など、何か御検討をされたのでしょうか。そういうところがどのように変わったのが捉えられたのかどうかをお伺いしたい。

○加藤研究員 ありがとうございます。

アオコの発生のおくれについては、今回発表していたこの項目についてしか検討しておりません。確かに2018年は西日本豪雨があったため、流量も多い可能性が考えられます。ちょっとそのことについても考えて、検討していきたいなと思います。ありがとうございます。

○清家副座長 ほかにございませんか。

どうぞ。

○中田委員 TN/TPの違いでいろいろ御説明いただいたんですけど、この18枚目の資料でマイクロキスティスが出るレベル4程度というので、TN/TPで見ると発生する6月、7月というのは比較的TN/TPの値が大きくて、その後下がっていきます。この下がり方で、例えばリンが湖底から放出されたときに、このアオコレベルがどっと上がるというような解釈でよろしいのでしょうか。それが多ければ多いほどアオコの発生が多くなるという感じをしたんですけども、ちょっと関係ないかもしれませんが、解釈としてはそういうのでよろしいのでしょうか。

○加藤研究員 ありがとうございます。

ちょっと僕もそこまで考えてこれを見ていなかったもので、その指摘も含めて、もう一度このグラフについて検討していきたいなと思います。ありがとうございます。

○清家副座長 じゃあ、よろしいでしょうか。

それでは、ここで一旦休憩させていただきます。5分休憩にしましょうか。

それじゃあ、5分後に再開ということで、中村先生、見えてますので、座長を交代したいと思います。

では、休憩よろしくをお願いします。

〔休 憩〕

○中村座長 それでは、再開してよろしいでしょうか。

座長をしております、横浜国立大の中村でございます。きょうはおくれまして、大変申しわけございませんでした。

それでは、早速、私のほうから、次の議事であります宍道湖・中海に係る水質シミュレーションモデルの構築、島根県から受注させていただいてる受託研究の成果を報告をしたいと思います。よろしくお願ひいたします。

昨年度、ワーキンググループで報告いたしまして、そのときに残されていた課題、それから、そのことを受けて、今年度何をやったかというところをまず御紹介したいというふうに思います。

これは2012年7月1日から12月1日までの宍道湖底層の塩分の推移を示しております。それから、下に破線がずっとだらだらだらっと上がっておりますけれども、これは表層の塩分になります。実線でぎざぎざとありますのが底層の塩分でありまして、黒が実測値。実測値を見ますと、特に、一旦まざってるときもありますが、9月から11月の初めまで連続的に密度成層が続いていると、これだけの塩分差がありますと。それから、青い線が昨年度までの計算によって得られた底層の塩分でありまして、こういう塩が入ってくるタイミング、ぼこっぼこっと上がるようなタイミングはうまく再現をされておりますけれども、なぜかすぐまざってしまうということで、上がった塩分が継続せずに、すぐ下がるという、そういう状況になっておりました。これに関連いたしまして、すぐまざるという状況でありますと、貧酸素化が起きません。それによって、底泥からのリンの溶出も起きないということで、関連した水質やその後の生態系の応答がうまくこの後の連鎖で再現できないということになっておりました。このような問題が昨年、既にあったというところになります。

それで、このような水のまざり方というのは、直接的には鉛直方向の拡散係数というのが重要なパラメーターになってきますので、鉛直方向の拡散係数、これは昔からいろんな

研究があつて、いろんな提案式がありますので、それらを比較してみましようということをしてみました。昨年まで使っておりましたのは、従来モデル式と書いております、この①の式。それから、きょう御紹介するF 1、F 2の式です。その中にあるR iと書いてあるパラメーター、これがリチャードソン数というパラメーターであり、水塊が安定か、そうじゃないかということの尺度になります。その依存の仕方によってこの係数値が大分違つたと、水質の応答が違つてきます。これは物質の拡散を表す全体の方程式ですけれども、特に重要なところが、今申し上げましたのは、水質をあらわす拡散方程式の中のこのDと書いてある、この後では違つた記号を使つておりますけれども、それが渦動拡散係数というところで、基本的にはモデル式、こういう形を使いました。この青い枠で囲つたところが先ほどのリチャードソン数というパラメーターの関数形になっていて、そこがいろんな提案式があるということで、それをまずチェックをしてみましたということになります。

リチャードソン数が入る前の式に、実はいろんなちょっとした経験的な関数形を入れたりをして、私が使つてるモデルですと、まず、風、風速によってまざりやすくするというようなこと。それから、リチャードソン数自体が実は非常に経験的な鉛直方向の依存性を持つてると、そこに N^2 という、ブラントヴァイサラ振動数と書いてありますけど、これは、密度成層が強くなればなるほど数値が大きくなる量になります。このように風でよくまざるといふ効果と密度成層によってまざりにくくなるという効果がお互い絡み合つてるわけですが、その依存性がいろんな人の式によってちよつとずつ違つたところになります。それを見てみました。

これは非常に概念的な結果でありますけれども、実際には密度成層ができる場所は湖底の近くなんですけれども、それぞれの式の特徴をわかりやすく見せるために、水深方向に密度成層の効果は一定の効果を与えています。例えば、 N イコール 0.01 sec^{-1} というのはかなり密度差がない状況です。それから、横には少しずつ密度差が強くなる状況、縦には風が2メートル、5メートル、10メートルというように、風の状況を変えてみると、先ほどの拡散係数が、この3つ、4つの式によって全然大きさが違つてくるということを示しています。これをいろいろ試しながら最適なものを見つけたいということに、そういう作業をまずやってみました。

それで、これは宍道湖湖心での塩分の鉛直分布の代表例でありまして、2012年の7月、8月、9月、10月、それから11月、ちょうどターゲットにしております期間の塩分の成層の状況がわかります。黒い破線が観測値でありまして、湖底に近い、大体1メー

トル、高くても1メートルぐらいの厚みを持つてゐるぐらいの塩分成層がいつもできていると、このときはかなり継続をしておりました。それで、今までのモデルがこの青いM-Aと書いてある式でありますけれども、今までのモデル式ですと塩分の分布形が緩やかに変化します。一方、実際には丸で囲ったあたりで鋭角に塩分が上昇し、ほとんどまざってないわけですがけれども、今まで使ってた式ですと、こうだらだとまざってしまうというようなどころがあって、これが実際にまざってしまってる計算結果になってるんじゃないかというふうに思いました。

そこで、例えば緑のF 2式結果を見ますと、このあたり、それからこのあたり、塩分が変化する高さは若干ずれてはおりますけれども、急に塩分が変化をするような様子は捉えられているというふうに考えまして、これだけから判断をすると、F 2式が、塩分躍層あたりの混合の様子をうまく再現できてるんじゃないかというふうに思いました。

一方、F 1式、実はこの後、F 1式をたくさん使うんですけども、F 1式では単に成層の状況が変わるだけではなくて、塩分も大量に宍道湖に入ってくるような結果になっておりますが、実はこのF 2式を使わないと、塩分の成層が8月から11月初めまでずっと続かないという、ちょっと矛盾した結果になりまして、このあたり少し苦慮しているところであります。この塩分の分布だけから見ると、F 2式だけでこの後もずっと水質の計算を続けていけばよかったですけれども、そうはいかないような状況がありました。これはまた後でも御紹介したいと思います。

この後の解析では、一応塩分の再現が100点ではなくて、50点というのか70点というのか、ある程度はできたということにして、水質生態系のほうの再現のほうに入っていきました。ターゲットにしておりますのは2012年ですが、先ほど来、アオコのお話がありまして、ちょうど2011年、2012年の途中まではアオコが優占をして、その翌年にはアオコが消えたというような、優占種が遷移するタイミングだったので、これをターゲットに計算をしております。特にアオコの優占があるかどうかというところに着目したかったので、植物プランクトンとしては、大きなくくりですけれども、藍藻と、それから珪藻に分けて、いろいろ文献値を探しながら、その文献値の範囲の中で塩分の制限、温度の依存性、それから死亡速度や最適な光量、こういった重要なパラメーターを少し変更しながら、感度解析もしつつ、計算をしてみました。

その結果、意外にきいてきた要素としては、光、最適光量と、それから光消散係数、これは深さ方向に光がどれぐらい小さくなっていくかということなんですけれども、今までク

クロフィルだけの関数で与えておりましたが、あるタイミングで生産が起こらない、クロフィルがゼロに近くなりますと、光が全然消散しないで、深いところまで届いてしまっておかしな結果になるというふうなこともあって、クロフィルに依存しない新たな係数を加えました。このあたりも意外に感度としてはきくパラメーターでした。

それから、やはり重要な藍藻、珪藻の遷移、特にアオコが出る出ないというのは、先ほど判別式の話がございましたように、高水温と低塩分が重なりますとアオコが出やすいということがありますので、それぞれ珪藻と藍藻が温度にどういう依存性を持って増殖をするか、それから塩分に対してどういうふうな制限があるのかないのかを、文献値の範囲でいろいろ動かしてみました。最終的に使った関数は、藍藻の場合には8 psuぐらいだったと思いますけども、6、8 psuぐらいの間で急に制限がかかり、それよりも甘い淡水になりますと藍藻が優占するというような、そういう関数形を入れてあります。

流動の計算結果については、ちょっと飛ばさせていただきまして、済みません、水質の結果、代表的な結果だけ御紹介をさせていただきます。

これも先ほど御紹介しました2012年の1年間の計算の結果を載せておまして、ここで紹介しておりますのは、宍道湖と中海、左側が宍道湖、それから右側が中海の計算結果になります。黒い点が保環研ではかられた毎月のデータ、それから青が昨年度の計算、それから赤が今年度の計算です。昨年度の計算はいろいろ問題がありまして、ちょっとここでお見せするのもお恥ずかしいぐらいのところがあるんですけども、例えば表層の1次生産そのものが余りうまく再現できてなくて、DOが下がってしまったりというふうなことがありました。ことしの計算値が赤で示した様子になっております。まだまだ1次生産の様子が十分には再現できてないのかなとは思いますが、昨年度よりはかなり向上し、それから、中層になりますと、少し値が下がってくる。中海の場合には躍層に入るか入らないか、ぎりぎりのところになります。下層になりますと、これ、DOの下層、宍道湖、それから中海、こういう変動があって、当たらずといえども遠からずぐらいのところ再現できているのかなということになります。

それから、昨年度の栄養塩の結果も一応比較のためには載せておりますけれども、いろんな不都合な点がありまして、昨年度の青で示した結果はあんまり見ていただきたくないんですが、今年度の赤で示した結果の、例えばTPの表層、上層、宍道湖と中海の湖心の結果は改善しました。それから中層と、それから下層もこんなふうになっております。スケールの影響で少し見にくいところがありますので、また、これは後で議論したいと思

ます。

それから、TNについても同じように1年間、宍道湖と地中海で比較をしております。若干過小評価感みではあります。

それから、最後に、クロロフィルですけれども、この年、2012年は8月ぐらいから11月の初めごろまでクロロフィルの値が次第に高くなって、その後すとんと落ちているような、特徴的な変化を示した年だったんですけれども、この11月、12月、ここはちよっと追従できておりませんが、ある程度の再現ができるようになったのかなというふうに思います。同じようなことは地中海にも言えるところがあります。

それで、最後に、まとめになるわけですけれども、2012年から13年、このタイミングでは、2011年まではアオコがかなり優占をして、2012年の夏まではアオコが続きまして。13年にはなくなっているというところで、12年というのはプランクトンの遷移が起こり始める大事なタイミングだと判断して、この計算を続けてきたわけです。そこで、まず塩分の成層が継続して、貧酸素化すなわちDOが低下をする。そうすると、底泥からリンが溶出をして、部分的にまざって表層にリンがもたらされるとプランクトンの増殖が起こるといような連鎖であったり、また、そこに塩分の絶対値がどう絡むかというところが重要になってきます。有力な説として、藍藻、特にミクロキスティスの優占化は餌料環境としてはシジミにとってよろしくないということで、プランクトンの遷移がシジミの資源量の回復と関連づけられてるんじゃないかというふうな議論があるわけです。

この一連の過程の検証を2012年の結果をもとに御紹介をしていきますと、上から塩分になります。ところどころ急に上昇しているのが底層の塩分でありまして、下に細く連続的に上昇していますのが表層の塩分になります。実測値は8月から恒常的に11月ぐらいまで、3カ月分ぐらい連続した密度成層が続いていた。青がほとんど昨年の結果と近いわけですが、従来の拡散係数の与え方をした式を使いますと、やっぱりところどころすぐまざってしまうので、全然貧酸素化をしてくれない。これは底層のDOなんですけれども、下がらない。三角がこの辺にありますけれども、この期間は底層のDOは実際にはゼロで続いております。

そこで、この後の連鎖の因果関係を説明するには、ちょっと無理やりなんですけれども、この赤い色で示したような塩分の成層がずっと継続をする計算結果を用いますと、底層の貧酸素化も起こるし、溶出量が増加をします。このあたりからDOがゼロに近づくタイミ

ングで底泥からリンがたくさん出てきます。これが表層に拡散をして、上層の栄養塩ですが、やはり計算結果ではこれだけの栄養塩の上昇が見られる。観測のほうはもっと早くTPが上がっておりますので、このあたりの再現というのは敏感にきいてくるのかもしれない。いずれにしても、計算のほうではこのあたりから上層にも栄養塩が運ばれて、上層の藻類の増殖が起こるといようなところが示すことができました。

これは先ほどまでの判別式の話に近いわけですが、これは計算ではなくて観測値になります。塩分が2011年、12年、13年、それぞれ1年間の中でどう変動しているのを見ております。そして、赤い色でつけたタイミングは、アオコが発生しているという報告があるタイミングになります。そうしますと、やはりこの青枠で囲みました7月、8月あるいは9月上旬ぐらいまでのこの期間、4psuのところ勝手に線を引いておりますけれども、それよりも低い塩分環境が夏場にもしあれば、大きなアオコが発生するということがこの後に起こっている。2013年にはそれが無いということになるかというふうに思います。

計算でこのあたりの過程がどれぐらいまで再現できてきているのかなということなのですが、2012年の結果を見ますと、これが1年間の塩分、それから栄養塩、TPになります。特に表層のTPです。そして、それを受けて、こちら側が藻類、プランクトンの現存量を示しております。赤がトータルのプランクトン、クロロフィル量、それから緑が藍藻、それからオレンジ色のものが珪藻という形になります。この冬場は、その前の年のブルームが残っていたのか、藍藻が主体というのは再現できてはいるんですけども、春先になりますとだんだん珪藻が元気になってきて拮抗しかかるわけですが、その後次第に暖かくなって藍藻が増殖し、ほとんど藍藻で優占している、珪藻はぐっと沈む。それが後半になりますと、塩分の上昇がきいてきて、珪藻が急に復活をして、ちょうどこのあたり、年度が変わるタイミングで遷移が起ころうとする、その直前までできているかなというふうな結果になりました。このように、やはり塩分の再現から水質、それから栄養塩を介してプランクトンの遷移という一連の連鎖の因果関係が、十分ではないんですけども、ある程度このモデルでも再現できつつあるのかなというふうに思いました。

きょうお渡ししている資料の中で、A3の紙に資料ナンバー1と書いてる大きなものがありますけども、こちらは昨年度までのものも含めた今年度の計算結果を、上のほうから宍道湖の上層、底層、塩分、そして水温、そして、場所を変えた大橋川の上流、下流という順につけております。

それから、さらに、最後に、またA4の紙で、鉛直分布の図がそれぞれ載っておりますけれども、こちらも宍道湖と中海で毎月ごとに測定をされたものと計算の結果がどれぐらい合ってるのか合っていないのかというところの比較のために、御参考のためにつけております。

ちょっと長くなりましたけれども、私のほうからの報告は以上になります。どうもありがとうございました。

では、質疑をお願いしたいと思います。

中田先生、どうぞ。

○中田委員 F1をあえてとったというのは、F2の場合は一見、再現はされているように見えるけれども、ずっとやってくると高塩分層が維持できないということによろしいんですか。

○中村座長 はい、そうです。ここに書いておりますのは各月の、月の初めのデータなので、塩分層が続いてるように見えるんですけども、残念ながらこの途中途中で。

○中田委員 壊れてしまう。

○中村座長 壊れて、成層が壊れてしまうということです。

○中田委員 それから、消散係数の K_0 の値ですけども、もともと0.35を0.8にしてるということは、これは何か文献というか、宍道湖での測定結果に基づいてること。

○中村座長 環境省のほうの湖沼の会議の中で、現在、新しい環境基準、透明度は環境基準ではなくて、地域環境目標ですけど、その関連で消散係数と透明度の間の定量的な関係を湖沼ごとに整理をされていますので、そのデータを参考にしてこの K_0 という値を決めました。

○中田委員 これ、0.8って結構大きい値に見えちゃうんですけど。

○中村座長 そうですね、ええ。どっちがどっちだったかな、ちょっと、0.35のほうが一ひょっとすると環境省のほうの値だったかもしれません。

○中田委員 いや、0.8って相当大きいので。

○中村座長 はい、そうですね。このあたりはクロロフィルの再現が過小評価だと、 K_0 が過大に推定されてるのかもしれない。

○中田委員 あと、温度依存の係数ですけども、0.0633から0.105というとても非常に大きい。そうすると、藍藻というのはもう温度はちょっと変化するとわっとふえる

というようなことになるんですけども、これも何かそういう文献があるのでしょうか。

○中村座長 文献サーベイをした範囲の中で最大値を持ってきてたと思います。普通使うよりも、かなり高いんじゃないかと。

○中田委員 そうですね、 Q_{10} 値が相当大きくなっちゃうので。

○中村座長 そうですね、はい。

○中田委員 これはもうふえる一方っていうことで、途中で最適温度っていうのは設定はしなかったっていうことですか、珪藻について。

○中村座長 そうですね、むしろ珪藻のほうで最適温度を設定をして、それよりも高い温度で下げるというふうにしたほうが、より合理的だったかもしれません。

○中田委員 はい、わかりました。

○中村座長 ほかにいかがでしょうか。

○中田委員 モデルの中で硫化物の発生とかっていうのは、一応計算はされてるのでしょうか。

○中村座長 はい、モデルに項としては入っておりますが、計算結果ではそこまで貧酸素化が続かなかったので、結果として硫化物が溶出するところまでは出ませんでした。

○中田委員 そうですか、はい。

○中村座長 ほかによろしいでしょうか。

それでは、特にございませんようですので、ありがとうございました。

では、続きまして。

○大呂室長 事務局のほうで進行させていただきます。

○中村座長 はい、お願いします。

○吉原主任研究員 あと、済みません、保健環境科学研究所水環境課、吉原と申します。

私のほうでちょっと1点、状況報告をさせていただきますが、昨年度、一昨年度のワーキングで溶存態有機物の蛍光特性ということで報告をさせていただいております。これに関しましては、共同研究機関である大学の機械を借りて実施しております、その大学の都合により測定の中断期間がちょっと長期間生じた関係で、測定の再開がこの冬になっております。その結果、取りまとめが今年度中を目標にしておりまして、また改めてこの場で、いただいたコメント等も含めて報告をさせていただければと思いますので、また、よろしく願いいたします。ありがとうございました。

○中村座長 ありがとうございました。

それでは、一応、(2)の議事は終わったということになるかと思いますので、事務局にお返ししてよろしいでしょうか。

○大呂室長 はい、ありがとうございます。

○近藤所長 済みません、失礼いたします。島根県保健環境科学研究所、近藤といいます。よろしく願いいたします。済みません、失礼いたします、座らせて、少しお話をさせていただければと思いますけれども、先ほど来、当所の研究等を重ねて、このワーキングの中でいろいろと御意見をいただいているところでございます。

個人的な話でございますが、私、10年前、こうしたような仕事を鳥取県でやらせていただいております。その際にもいろんなことがあって、実際、鳥取にいるときに島根でアオコが発生して、このワーキングが発足したというような経過も聞いておりますし、実際そういう場面も見させていただいております。10年後、私、今、保環研の所長ということでこの仕事に携わらせていただいておりますけれども、さまざまなことが皆さんの御意見をいただきながらわかったことなのかなというふうには考えておりますし、ただ、最初、うちの織田のほうからも話をしましたけれども、水質についてはほとんど変わっていないけれども、水温とか日射とか、いろんな要素があって、いろんなことが起こっている。アオコの発生の後にも漁獲量の変動とか、あるいは今現在でしたら水草の繁茂とか、いろんなことが起こっておるんですけれども、水質の状況だけは、先ほど大谷先生ありましたけれども、そういうずっと見ていくことも当然大切なことだとは思っておりますけれども、もう少し違った研究が当所でもできないのかなと。特に宍道湖というのは飲水するわけではありませんで、やはり人と環境との触れ合いといいますか、共存といいますか、そういったことをテーマに少し研究を重ねていかないといけないのかなというふうにも思っております。

といいますのも、後、また説明がありますけれども、この湖沼水質保全計画の中には人との共存ということテーマにしたことがございます。この長期ビジョンの中では25年後にはそういったこと、社会を実現していこうという話があるんですが、この共存という部分には少しテーマが入っていないということもありまして、今期が終わりますと15年たって、あと10年しかなくなる、10しかないというふうなことがございます。ですので、当所としましては、次の計画に向かって、そうした人と自然との共存ということに対するようなテーマで研究を進めるようなことも必要かなというふうに思っております、少しワーキングの趣旨とは違うかもしれませんが、この場でも構いませんし、今後で

も構いませんけれども、そうした御助言とか知見とかをお知らせいただき、人とこの宍道湖が共存していけるような、そうしたちょっと里山という概念からすれば里の湖といいますか、里海といいますか、そういったことで、人の手が入っていくようなことで少しそういう共存が図れるような研究もしていかなければいけないのかなというふうに考えております。また、いろんな御助言等、いろんな機会を得てお願いできればというふうに思っておりますので、今後ともそうした点での御協力をぜひともお願いしたいというふうに思っておりますので、よろしく願いいたします。

○大呂室長 この場では特によろしいですか。何か意見がいただけるようでしたら、また後ほどでもとは思いますが、この場で何か御発言いただけるようでしたらお願いいたします。

○中村座長 では、せっかくですので、一言だけなんですけれども、宍道湖、中海だけではなくて、いろんな湖、あるいはもうちょっと広げて海も含めて考えますと、本当に汚濁がひどかった時代から振り返ってみますと、何とか汚濁を減らして、きれいな湖、きれいな海にしたいというところで、関係者の皆さん、同じ方向を向いて進んできたなというふうに思います。まだまだという方もおられるんですけども、曲がりなりにも、海も湖も一定程度の水質改善はできた。

これから先、非常に難しいのは、じゃあ、どういう湖、海にしたいのかというふうなところで、もっと魚がとりたい、あるいはもっと泳げるようにしたいというニーズによって、とるべき施策が全然真逆になりかねない時代に来てるのかなというふうに思っております。宍道湖もそれに近いところにも来てるのかなというふうに思います。私みたいな、学者といますか、人間というのは、ある価値観を持ってどうこう皆さんにということよりは、科学的な知見をできるだけ提示をして、こうすればこういうふうに向かう蓋然性が強くなるとかいうところの因果関係をぜひお示しをしたいな。ぜひ地元の方にこの宍道湖、中海、非常に貴重な豊かな生態系ですので、これをどういうふうに持っていくのかというところを議論する場をつくっていただき、方向性を、一遍にというのは難しいとは思いますが、議論していただきたいなというふうに切に思っております。

○大呂室長 ありがとうございます。

それでは、ちょっと時間の都合もございまして、事務局のほうで最後引き取らせていただきたいと思っております。

最後、その他ということで、あと、予定時間、16時30分ということですので20分

ほどこで行いたいと思いますが、現在、5年に1回つくっております湖沼の水質保全計画、中海、宍道湖、両方とも作業をしております、もう大詰めのところまで来ております。今回、7期の概要につきまして、事務局のほうから簡単な説明と、それから、7期の水質シミュレーションモデルをつくっていただきました、委託先である、いであ様から若干の御説明をしていただきたいと思います。

○船木主任 環境政策課、船木です。私のほうから、7期湖沼水質保全計画の策定状況及び計画（案）の概要について説明させていただきます。

資料63ページ目の資料3-1をごらんください。こちらには計画策定の経過を載せております。今年度、環境審議会、湖沼水質保全検討部会ですとか、あとパブリックコメントを経まして、ことしの1月10日に県環境審議会より7期計画案の答申をいただいたところになります。現在ですけれども、河川管理者及び鳥取県と文書協議を行っているところになっておりまして、今後、2月下旬から環境大臣との協議を行い、3月下旬のところまで計画策定という見込みになっております。

続きまして、ページめくっていただきまして65ページ目のところに7期の宍道湖について計画案の概要を載せております。概略を少し説明させていただきます。

枠として3つ囲っておりますけれども、1つ目の枠のところでは、これまで平成元年から6期30年にわたり計画を策定し、下水道等の整備など、水質保全事業などを総合的かつ計画的に推進してきております。宍道湖へ流入する汚濁負荷量は着実に減少しておりますけれども、いまだ環境基準の達成には至っていないという状況にあります。そのため、7期計画を作成し、引き続き水質改善に取り組んでまいります。計画期間としては令和元年度から5年度までの5年間。

また、中ほどの枠ですけれども、長期ビジョンというのを第5期計画より設定しております。こちらには、先ほど近藤所長からもありましたけれども、おおむね令和15年を目途として達成を目指して取り組んでいるという状況になっております。

また、最後、下の枠ですけれども、こちら7期計画期間中に達成すべき水質目標値というところを黒枠で示しております。この後、シミュレーションモデルについては、いであ様のほうから報告いただくところですが、そのシミュレーションを使って予測値というところを出していただいております。目標値の設定については、これまで6期までの設定の考え方を基本としまして、宍道湖においては予測値と6期の水質目標値のところ、低いほうの値を採用して実施しているというところ、CODについては第6期計画の4.

6の値を、全窒素については予測値の0.47の値を、全リンについては第6期計画の水質目標値である0.039の値を設定するというところになっております。また、その長期ビジョンの実現に向けて、第6期の計画から指標として入れておりますけれども、①の五感による湖沼環境調査による評価というところ、あと②のところでは生物生息環境による評価というところも、引き続き7期計画でも取り組んでいくということになっております。

裏面を見ていただきまして、66ページ目に、7期計画における主な対策というところを記載しております。こちらについては、下水道などの整備に伴う汚水処理人口の増加の計画であったりとか、湖内対策の推進というところで湖沼の浄化対策について。また、流出水対策という観点で、各種農業地域だとか市街地対策とか、そういったところで計画目標値を立てて推進していくというふうな計画となっております。

続きまして、67ページ目に中海についても同様に計画案の概要を示しております。おおむね宍道湖で説明させていただいた視点で今後も取り組んでまいります。下の枠の中海の目標値につきましては、宍道湖での設定の考え方と基本的に同じですけれども、CODにつきましては、予測値が4.9で、第6期の水質目標値が5.1というところになっておりますけれども、6期計画期間の最後の年の平成30年度の値が4.4であったこと、または予測値の下限値も4.4であったということから、CODについては目標値を4.4というふうに設定しております。

68ページ目の⑧のその他のところ、1つ目のぽつところに記載しておりますけれども、国や教育機関、県等が連携しながら水質等のデータの分析・評価に取り組むとともに、新たな科学的知見の集積を図り、効果的な水質保全対策の検討を進めるというところ、計画にも盛り込んでおります。まさにこのワーキングで取り組んでいただいている内容になるかと思っておりますので、引き続き各委員の方々におかれましては、御協力をいただければというふうに思っております。

続いて、いであ様のほうから報告をしていただきます。

○いであ(株)様 続きまして、紙の資料に基づきましてお話をさせていただきます。時間も余りないので、かいつまんでの説明になります。資料ほとんどは、後半部分は再現についての計算結果になりますので、そちらのほうは適宜ごらんいただければと思います。

それでは、資料3-2の湖流モデルの概略について御説明させていただきます。先ほど御説明ありましたように、目標設定するに当たりまして、現況再現をしたモデルを使って

将来の負荷量、推定負荷量を入れて目標値設定に資するということを目標としております。

モデルの概略ですけれども、湖流モデル、資料3-2の3ページのところに主な計算条件と書いてあるんですけれども、計算期間、地形、水平分割と、そこに表にございます。この中で、地形につきましては、次のページの4ページのほうに水平格子分布が書いてございます。このような格子分布に基づいて計算をしております。それから、鉛直方向の層分割につきましては、5ページに断面の分布図が記載してございます。参考として第6期モデルというのがその5ページの下のほうにあるんですけれども、ここが第6期と第7期のモデルの一番大きな変更点となっております。モデルの枠組み自体は流動も湖流や水質モデルも第6期モデルとそれほど大きく変更はしてないんですけれども、この鉛直方向の層分割を変えたことによって、特に塩分の再現が向上しております。第6期のほうでは50センチ間隔で切っておりまして、宍道湖につきましては、おおむね10層から12層となっていたんですけれども、今回は6メートルまでを20層に分割するという方式をとっておりまして、宍道湖の中であっても20層確保できているという状況になっております。このように下のほうを細かくすることによって、大橋川のほうでまぎらわずに濃い塩分がそのまま中海のほうから遡上してくるという状況が再現できております。

それでは、8ページからが現況の再現の結果になっております。図面がたくさん並んでおります。中身といたしましては、公共用水域の水温、塩分との比較を示したものの、それから湖心についての連続観測のものと比較したもの、そして、鉛直プロファイルをそれぞれ視点に置いて比較したもの、そして最後に、相関図というものを求めております。これをぱらぱらと見ていただきますと、水温につきましては、比較的再現が、6期のときもよかったんですけど、7期も同様に確保ができております。塩分の再現につきましては、ごらんいただきたいのは連続観測のほうの比較になります。具体的には資料の21ページからが連続観測の計算結果と観測結果の比較になっております。こちらのほう、今回の計算結果ですけれども、おおむね宍道湖の湖心であっても、高い塩分が観測で見られているときには、計算結果も追隨して上がるようになっております。ただ、やはり先ほど中村先生からもお話ありましたように、このモデルにおきまして、高い塩分の持続期間というのは観測結果に比べて若干短いという傾向はあり、やはり同じような鉛直の拡散の問題というのはこのモデルでも内在しております。

鉛直のプロファイルにつきましては31ページからお示ししてありまして、水温のほうで6ページ、塩分のほうで6ページ、お示ししてございます。こちらまぱらぱらとめく

っていただきますと、特に塩分の結果につきましては、39ページに宍道湖の湖心、S-3の地点の塩分のプロファイルが書いてございます。全部が全部ぴったり合っているというわけではないんですけども、下のほうに行くに従って急激に塩分が上がっているというようなときにも、おおむね追従ができていっているようになっておりまして、前回第6期のときの課題というものをここではおおむね解消してございます。

関連図につきましては44ページ、文章がありまして、図面自体は45ページ以降になります。ここでは図面お示ししてないんですけども、第6期のときの報告書にも載せておりました関連に比べますと、今回のほうが相関係数等よくなっているという結果になっております。

続きまして、資料3-3、水質モデルについて御説明させていただきます。用いましたモデルはこの資料3-3の2ページにお示ししてありますモデルの概念図、ここに書いてございますけれども、水質と底質、そして底生生物というものを同時に説いて、その相互作用というものを考慮することができるモデルとなっております。

計算条件といたしましては、境界条件から順番に示してございますけれども、10ページのほうに流入負荷量条件が書いてございます。こちらのほうを見ていただきますと、年ごとに宍道湖と中海のCOD、N、Pの発生源別の積み上げグラフになっております。これを見ていただきますと、2018年、平成30年の負荷量がとても多いように見えると思います。発生負荷量自体、特に点源系につきましては、年ごとに対策によって負荷量、減少しているんですけども、この山林系に関しましては、その年の降水量に応じて負荷量が、先ほど話ありましたL-Q式を使っておりますので、雨が多くて河川流量が多いときにはそれにに応じて負荷量も山林系の負荷がたくさん入ってくるということで、この5年間のの中では西日本豪雨のありました2018年、平成30年の山林系の負荷というのが非常に大きな寄与を持っておりまして、先ほど5カ年の予測の幅を御説明があったと思うんですけども、その中の一番高い値というのは、宍道湖における高い値はおおむねこの平成30年、2018年に観測されたものでありまして、予測結果も、この2018年度気象を用いた予測結果におきまして高い濃度というのが見られておりました。

それでは、11ページからが再現の結果になります。こちらのほうでも公共用水域との比較、5カ年分の比較をしたものがありまして、続いて、連続観測、底層利用について比較したものがございます。連続観測については、28ページからとなっております。

水質の計算結果につきましては、こちらのほうで心がけたのは、最終的に年平均値、年

75値のほうで目標設定するということがありますので、5カ年かけて、5カ年通じて再現がそこそこできてること。そして、年平均値というものがきちんと近い値で再現できることというのを心がけて再現をとっておりまして、そういう意味では、細かい変動というのが若干追従できてない部分というのはあるんですけども、COD、TN/TP、年平均値について、合わせるような方向で計算を行いました。

最後に、相関図というものをお示ししてございます。31ページ、こちらのほうでは、第6期のときの相関図も一緒に掲載してございます。これを、31ページの左側が第6期、右側が第7期の年平均値の相関図になっております。このように、ほとんどの項目で今回第7期のほうが相関係数もよく、形としても比重の1対1の関係に近いようになっているということで、第6期と比べて第7期のほうが再現性は向上していると考えられます。このモデルを使いまして将来の負荷量の予測値を入れて計算をした結果が、先ほど幅で示されたものになっております。以上でございます。

○大呂室長 ありがとうございます。

それでは、今までのところで、御意見等、御質問等ございましたらよろしくお願ひします。

○中田委員 水質のモデルで底生生物も入ってるという話だったんだけど、これはシジミだけを考へてるってということですか。

○いであ(株)畑様 はい。今回のモデルでは、この2ページの図面にはシオグサとかアマモとかも入ってるんですけども、今回、藻類は入れておりません。底生生物につきましては、ヤマトシジミのみを入れてございます。

○中田委員 はい、わかりました。

○井上委員 水質モデルのほうで一番改善にきいたところってどういうところでしょうか。

○いであ(株)畑様 層分割を先ほど説明しましたように、おおむね10層から倍の20層ぐらいにふえたということで、水温、塩分の再現性、鉛直方向の再現性がとてもよくなったということで、水質モデル、やはり水温と、今回、植物プランクトンの再現に塩分を使っておりますので、塩分の関数を組み込んでおりますので、そちらも入れることによって再現が向上したと思っております。

○大呂室長 そのほかよろしいでしょうか。

では、大体予定時間となりましたので、本日の内容については以上とさせていただきますと思います。

次回は新年度の開催となりますが、その時期につきましては、座長と御相談の上、また皆様にお知らせしたいと思います。

以上をもちまして今年度のワーキンググループを終わらせていただきたいと思います。
本日はありがとうございました。