

令和4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5年2月9日（木）

13：30～16：30

場 所 島根県職員会館2階 多目的ホール

○清山室長 ただいまから令和4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を開催いたします。

今回は対面とウェブのハイブリッド形式で開催しております。

オンラインからは大谷委員様、また、オブザーバーの水産技術センター様が参加されております。井上委員様につきましては、飛行機が少し到着が遅れたということで、少し遅れられると聞いております。また、大井委員様におかれましては、所用により会議の途中からの出席、途中退席という予定となっておりますので、皆様御承知おきください。

では、初めに、環境政策課課長、松尾から挨拶を申し上げます。

○松尾課長 失礼いたします。島根県の環境政策課長の松尾でございます。

平成22年8月に立ち上げましたこの会議も今年度で13年目、今回で延べ18回目の開催となりました。この間、委員の皆様には、専門的な立場からメカニズム解明に向けた様々な調査結果につきまして多くの助言、指摘をいただいております。改めて感謝を申し上げます。

今年度は、第7期湖沼水質保全計画の4年目となります。現在このワーキンググループで実施した調査研究において、平成26年以降、新たに得られた知見等を取りまとめた報告書の作成ということに向かおうとしておりまして、次期、第8期の湖沼水質保全計画、令和6年度に策定予定でございますけれども、こちらの保全計画のほうへ反映させたいというふうに考えております。

本日でございますけれども、お手元のレジュメにございますように、保健環境科学研究所から、斐伊川からの流入負荷調査、アオコの調査結果の報告、それから、昨年度から港湾空港技術研究所に委託しております水質シミュレーションモデルの構築について報告いただくこととしております。また、環境省から島根県にいただいております湖沼水環境適正化対策モデル事業につきまして、保環研のほうから実施状況を報告させていただくという予定としております。

皆様方におかれましては、こうした調査結果について御議論いただくとともに、今後の

調査の方向性についても助言をいただきたいと考えております。

長時間の会議となりますけれども、本日はどうぞよろしくお願いいたします。

○清山室長 それでは、議事に入る前に、本日の会議資料の確認をお願いしたいと思います。

お手元に、次第と、それから、その次第の裏面には出席者名簿、あと席次表、それから、議事になります資料が4種類、資料1－1、資料1－2、資料1－3、資料2－1、以上4種類の資料をお手元にそろえております。資料等の不足がございましたら、お申し出ください。

それでは、これから議事に入りますので、中村座長様、議事の進行をお願いいたします。

○中村座長 かしこまりました。それでは、早速始めたいと思いますが、久しぶりの対面の会議ということで、皆様のお顔を拝見しながら議論できるということ、大変うれしく思っております。ぜひ活発な議論をお願いしたいと思います。

では、最初の議事となりますけれども、1番、斐伊川からの流入負荷実態把握調査、水環境科のほうから御説明、まずよろしくお願いいたします。

○福田科長 すみません、お待たせしました。

それでは、斐伊川からの流入負荷実態把握調査について、島根県保健環境科学研究所、福田から報告させていただきます。

最初に、今回の調査に至る背景を説明させていただきます。宍道湖などの湖沼において、リンや窒素の増加、藻類の増殖によるアオコの発生を引き起こすなど、水環境の悪化というのは懸念されております。そのため、宍道湖の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解明する、調査することはとても重要であると言えます。

この宍道湖の水質汚濁原因、要因としましては、河川から湖内に流入する有機物や栄養塩類、底泥から溶出する有機物や栄養塩類などがあります。溶出はもともと河川等から流入したものが湖底に蓄積して、そこから溶出するものなので、やはり流入負荷の削減対策というものが大切になります。これまで、島根県では様々な流入負荷削減対策を行ってまいりました。それらの対策によって生活系や産業系のリン負荷というのは徐々に減ってきておりますけれども、自然系のリン負荷というのは減少が見られず、水質改善に至っておりません。

ここで、汚濁化の要因物質のうち、リンについて着目します。こちらは宍道湖に流入する主要な河川である斐伊川で、2010年から2011年にかけて行った高頻度採水調査

における全リン、TPの上位から並べたものになります。この調査では、出水時にリン負荷が大きく増加するということが分かりました。また、出水時のリン負荷の……（発言する者あり）こちらの以前の調査では、出水時にリン負荷が大きく増加するということが分かりました。また、出水時のリン負荷の多くが、この赤いところ、懸濁態リンの形で流入するということが分かりました。流入負荷を削減するためには、出水時の汚濁負荷上昇のメカニズムや発生原因を解明し、より効果的、効率的なリン削減対策につなげる必要があります。

出水時のリン負荷の多くは懸濁態リンの形で、そこで、懸濁態リンに注目します。懸濁態リンは、植物プランクトンやバクテリアとそれらの分解産物を中心とした有機物に含まれるリンと、鉄やアルミニウム、カルシウムなど、金属酸化物等の無機物に結びついたリンがあります。懸濁態リンの中でもアルミニウム型リンはpH4以下あるいはpH10以上の条件下で、カルシウム型リンにつきましてはpH4以下の条件下でリン酸が溶出するということが知られています。このことから、環境水中のpHではアルミニウム型リンやカルシウム型リンからリン酸はほとんど溶出しないということが分かります。

鉄型リンについてですが、鉄型リンは嫌気的環境下において三価の鉄が二価の鉄に還元される際、リン酸が溶出します。また、宍道湖は海水が入り交じった汽水湖であるため、嫌気的環境下においては海水由来の硫酸イオンから硫化水素が生成されます。この硫化水素が鉄型リンに反応した際、リン酸を溶出します。これらのことから、金属酸化物に結びついたリンの中でも鉄型リンに注目し、出水時の鉄型リンの挙動を把握することが重要であると考えます。

今回調査の目的ですが、以前の斐伊川高頻度調査から10年以上たっており、斐伊川放水路の完成など周辺状況も変化していますので、現在の斐伊川から宍道湖に流入する汚濁負荷量をより正確に把握するということ、また、大雨等の出水時に高頻度で採水、分析しまして、懸濁態リンのうち湖内で溶出されやすい鉄型リンに注目し、その出水時の変動特性を把握することを目的に調査をいたしました。

今回調査の概要です。採水地点は斐伊川のこちらの神立橋とし、週に1回採水し水質調査を行っております。また、大雨等出水時の場合ですが、こちらの右のグラフは今回行った去年の9月19日からの大雨の際の調査時の流量と、横軸が採水時刻のグラフです。色のついた丸印のところで採水しております。大雨の予報があれば採水の準備を行い、水位が上がり始めたら1時間ごとなどで採水し、水位が下がってきたら採水を2時間置き、

あるいは6時間置きにするなどして、水位上昇から48時間以上96時間までを基本として高頻度で採水して調査を行いました。これらのことにより、より高精度に現在の流入負荷を見積もろうというふうに考えました。

また、出水時の形態別リンの調査の概要です。先ほどの出水調査に併せて、その動きを把握できるように高頻度で採水しております。こちらの赤い丸印の部分が採水を行ったところになります。この採水を行った検体で懸濁物中の鉄型リン、アルミニウム型リン、カルシウム型リンを求める分画定量を行い、形態別リンの出水時の変動特性を把握しようというふうに考えました。

調査結果です。2022年中に4回の出水時の高頻度調査を行うことができました。こちらはそれぞれの調査時での流域での降水量を表したものになります。こちら、最初、第1回目になります7月18日から7月20日までの調査では、洪水警報も発令され、また、斐伊川放水路が使用される程度の大きな出水となりました。このときは掛合のほうで比較的降水量が多いという結果になっております。

また、2回目の8月16日から8月18日の調査では、ちょっとこの3地点での降水量の差というのはあまりありませんでしたが、また、このとき、予測したほどの大雨、流量というふうにはなりませんでした。

左側の3回目、8月31日から9月2日までの調査、このときでもあまり降水量が多くなりませんで、大きな出水ということにはなりませんでした。また、このときは大東で比較的降水量が多いという状態でした。

右が4回目となります9月19日から9月21日までの大雨のときは、こちらの場合、横田のほうで比較的大きな降水量となりました。

それぞれの高頻度調査のときの懸濁態リンの結果になります。これは最初の7月18日からの第1回調査のものになります。青い折れ線が流量になりまして、棒グラフのうち、オレンジ色が懸濁態リンの濃度、白い部分が溶存態リンの濃度と、こういうふうになります。

なお、神立橋の流量については、国土交通省水文水質データベースの上島観測所の水位の暫定値から、国土交通省出雲河川事務所様より提供していただいたH-Q式を用いて算出しております。また、斐伊川放水路が使用された場合には、放水路への分岐というのも考慮して神立橋での流量というのを計算しております。このときの調査では流量が毎秒400トンを超えたため、斐伊川放水路が使用されて、神戸川への分流というのが発生して

おります。このとき、ゲート溢流だけでなく、ゲート倒伏による分流というのも行われております。

結果として、高流量時には懸濁態リンがやはり流量に比例して高くなっておりますが、流量ピークのついた後はリン濃度が少し低くなるというような結果になっております。大きな出水がありますので、ちょっと河床堆積物などが洗われたか、そういうふうな可能性というのもあります。

続いて、第2回目の出水時のグラフです。この際も、流量が大きくなった場合に懸濁態リンの濃度も高くなっているということが分かります。ただ、この出水時では溶存態リンの濃度も比較的高いような状況でしたが、その要因、原因というのはよく分かっておりません。

続いて、3回目の出水調査となりました8月31日からの調査のグラフです。このときは、流量がピーク時でも毎秒100トンに満たないぐらいの流量でして、高流量と言えるほどの出水にはなりません。少し流量のピークに遅れて懸濁態リンの濃度ピークが出ておりますが、これは上島の水位観測所と、それと神立橋との距離の差、時間差というのが、流量が少ないので流速も低くて時間差が出たのかなというふうにも考えられます。

次に、4回目の9月19日からの調査のグラフになります。このときはピークで毎秒365トンの出水がありました。やはり流量に比例して懸濁態リンが高いというような結果になっております。

形態別無機態リンの調査結果になります。先ほどの4回の、左上から1回目、右へ2回目、左下3回目、右下4回目の調査のグラフになります。棒グラフのうち、オレンジ色が鉄型リン、グレーがアルミニウム型リン、黄色がカルシウム型リンの濃度になります。各調査のときにおいて、やはり先ほどの懸濁態リンのグラフと同じように、流量が高いときに鉄型リンも高くなっているというふうな状況が分かります。

次に、各形態別無機態リンの存在割合、全て足して100%とした場合の存在割合のグラフです。いずれの調査でも、調査開始時付近で鉄型リンの存在割合が40%程度だったものが、高流量時に割合として少し低くなっているということが分かります。特に高い流量が確認された7月18日からの出水と9月19日からの調査では、鉄型リンの存在割合がピークで20%程度まで低くなっているということが分かります。

流量と鉄型リンの存在割合の関係について見てみます。縦軸に鉄型リンの存在割合、横軸に流量を取ったグラフ、散布図になります。流量が比較的少なかった8月16日からの

調査と8月31日からの調査では、鉄型リンの存在割合と流量の間に特に相関というのは見られませんが、比較的大きな出水となった第1回目と第4回目の調査においては、すみません、ちょっと線が見にくいかもしれませんが、少し弱いですが、負の相関が見られています。高流量時にはアルミニウム型リンやカルシウム型リンの存在割合が高く、相対的に鉄型リンの割合が低くなったというふうな結果になりました。

次に、各出水時調査での流量の上昇期と流量ピーク付近、そして、出水の最後の減少期での鉄型リンの存在割合について表にしました。ピーク流量の3分の2、流量ピークの3分の2流量までを上昇期として、その後、ピーク迎えて、ピーク後3分の2までをピーク付近、ピーク流量3分の2から後を減少期として、各期間の鉄型リンの存在割合を平均してみました。各出水時いずれにおいても流量上昇期が存在割合が比較的高く、ピーク付近から減少期は存在割合が低くなるということが分かります。特にピーク流量が高かった第1回目と第4回目の調査でその現象がよく出ております。

次に、斐伊川の神立橋における負荷量について計算をしました。まず、年間負荷量を算出するために、縦軸に全リン、TPですね、横軸に流量で、それぞれの対数を取ってL-Q式を作成し、負荷量というのを求めました。左は2010年から2011年の、以前の高頻度調査におけるL-Q式のグラフになります。流量で毎秒100トンを超えて2本のL-Q式として負荷量を求めております。右は今回の2022年の毎週の採水と4回の出水時調査のデータから作成したL-Q式になります。出水時に高頻度調査を行ったため、毎秒100トン以上の流量時のデータも多く取ることができております。2022年の調査では、流量が100トンを超えて、特に傾きに差というのが見られませんでした。よって、今回こちらの2022年、1本のL-Q式を用いて最新の負荷量というのを計算しました。

算出した2022年の斐伊川の年間流出負荷量がこちらになります。2022年はTPとして58トンということが分かりました。また、そのうち懸濁態リンが43トン、また、懸濁態リンのうち鉄型リンについては6トンの負荷量であるということが計算されました。

まとめです。高流量を伴う大きな出水時には、高流量時とその後の流量減少期に鉄型リンの割合が低いということが分かりました。また、2022年の調査によるL-Q式を用いて、2022年1月から12月の年間負荷量を算出した結果、TPとして58トン、そのうち鉄型リンは6トンであるということが分かりました。しかしながら、高流量を伴う出水時の調査が2回のみで、すごく大きな出水というふうにはなりませんでしたの

で、また、データが少ないということがありますので、今後、引き続き出水時の高頻度調査を行ってデータを蓄積していった、形態別無機態リンの動きやその傾向というのを把握していきたいというふうに考えております。

御清聴ありがとうございました。

○中村座長 御説明ありがとうございました。

それでは、質疑に移りたいと思います。何か御質問、コメント等ございましたらよろしくお願いいたします。

○神谷委員 お願いします。

○中村座長 神谷委員、どうぞ。

○神谷委員 まず、今回100ミリぐらいの降水が一番多かったんですよね。

○福田科長 そうです。

○神谷委員 そうすると、この調査は大変だと思います。だけど、せめて比流量が1ぐらいまでは、200ミリか300ミリの調査がないとグラフがちょっと途中なので、ぜひやってください。

○福田科長 はい、来年度も出水を狙ってやりたいと思います。

○神谷委員 それで、大変なのでこの調査、もうちょっと簡単に、何回か失敗してるはずなので、ちょっと考えていただいて、もうちょっと軽く取るような感じでも。大体これでもう出方が分かったの、それはすごくいいことだと思うんですけど、とにかくもうちょっとやると、高流量がもう少し、200ミリ、300ミリですね、そういうのがないとちょっと不満ですね。

それと、もう一つは、さっきのトータルTPの、これでいいです、このグラフを作るのに、トータルTPの中の、無機態の金属態のリン酸がどういうふうに増えるのか減るのか、TPに対して割合が、最初のほうにたくさん出るとかいうのが分かると、もう少し分かりやすくなるかなというふうに思いました。何かそういうデータはまとめておられませんか。

○福田科長 こちらがTPと、下の茶色い棒グラフが鉄型リンの濃度ですね。

○神谷委員 じゃあ、やっぱりピークが来る前のところで何か出てるということですね。

○井上委員 すみません。これ、茶色の棒が見えてないところは鉄態のリンは検出されなかったという理解でよろしいのでしょうか。

○福田科長 いや、すみません。出ないところが分画までしていないところですね。分画はちょっと毎時まではやっていないというところ。ピーク付近では毎時取ってますけれ

ども。

○中田委員 ちょっとよろしいですか。

○中村座長 はい、どうぞ。

○中田委員 前にも説明があつたのかもしれないんですけども、この斐伊川は、特に前に浅枝さんが、セイタカヨシみたいなのが洪水時にばつと出ると、それが宍道湖の中央にたまって、それが貧酸素の原因になるというような話がありましたけれども、そのセイタカヨシみたいなものの中の鉄とかアルミとかカルシウムの割合とかっていうのとこれは何か関係してるのか、それとも、もっと上流の土壌の問題なのかっていうのはどう、うん、聞いて難しいかしんないですけど、何か興味があるなと思ったんですけど、いかがでございましょうか。

○神谷委員 今回の調査は河床がありますよね、あそこ超えてない、4回ともですね。なので、超えるような洪水じゃないと、それが欲しいとも思いますね。

○中田委員 ああ、そういうことですか、分かりました。

○神谷委員 残念ながらない。来年度やっていただければ。大変です。

○中村座長 ありがとうございます。

有機態のヨシなんかの植物体のものが出てくるっていうのは、多分どちらかというところ出雲平野に出た後で、河川敷みたいなのところも含めたものが流されて、有機態の負荷が増えるという報告であつたのではないかと思います。今回の調査はそもそも神立橋の採水なので、その割合は少ないんじゃないかなと私は予想しますが、リンだけではなくて特に有機物の負荷を考えると、もうちょっと平野部のほうの視点も要るのかもしれないですね。もちろん植物体の中にもリンがあるので、それが一体どうなのかっていうところも気になるところです。ありがとうございました。

ほかの観点ではいかがでしょうか。今の議論でこのグラフに典型的なのは、特に流量が多かった最初と最後のグラフを見ると、やっぱり鉄態のリンが最初に流出をしているという大きな特徴がうまく出てるかなと思いました。これについては、昨年度でしたか、やっぱり同じような傾向が予備的な調査でも出たと思うんですよね。そのときに清家先生から、やはり鉄態のリン、鉄とよく結合してるようなリンはどちらかというところ粒径が小さい、あるいは軽いのではないかなというふうな議論もあつたかというふうに思います。そういったところにまた話が結びつけられれば大変結構かなというふうに思いました。

○神谷委員 あともう一つ。



○中村座長 はい。

○神谷委員 比較で出てきた2010年、11年のデータがあったと思うんですけど、それ以前ももう2回分あるんですけど、ちょっと分布を重ねていただけると、きれいになったとか変わらないとかよく分かるので、何かそういうデータがあれば、ありますか、あれば見たいなと思って。

○福田科長 ちょっとこれ以前のデータを重ねたのが、すみません、ないです、用意しては。

○神谷委員 ない。

○福田科長 はい。これに重ねた、2010年、11年に重ねたものは。

○神谷委員 感覚的にですけど、低流量時は変わってないんじゃないかと、以前のビルダーがリン酸だった頃の調査が最初、86年ぐらいですかね、そのときは平水の濃度は高かったですね。その後、2回やったんですが、あんまり変わらなくて、今回、多分変わらないんじゃないかと、それで、結局、高流量のときにどう負荷量が増えるかというのを見たいなと思っていましたけど、ちょっとそういう観点でも、まとめていただけると楽しいです。

○福田科長 ありがとうございます。

○中村座長 よろしいでしょうか。

では、私のほうからも幾つか追加のお願いと確認をしたいんですけども、降水量についてはまとめた全体の降水量が円グラフで出ておりますですね、それは大変結構なんですけども、できれば時系列で、どこかの観測点の降水量の時系列図があるといいかなと思います。そうすると、それに応答して上島の流量がどう変わってるのか、濃度も変わってるのか、この因果関係が時系列的に示していただけると大変面白いかなというふうに思うんですよね。さっきの鉄態リンの議論とも関連をするんですが、私の記憶では、例えば赤川流域っていうのはかなり鉄の寄与が大きい。その辺に集中して降ってるような雨のときとそうでないときではまた違うのかなというようにところも気になる場所ですので、基礎的なデータをまとめる前に、図面としてそういう降水量の時系列と併せて出していただけるとありがたいなというふうに思います。これ、一つお願いします。

それと、すみません、続けて。以前、大陸のほうから越境汚染の影響が冬かなり大きいというタイミングがあって、特に窒素が大きかったんですけども、リンもそれなりにあったと思うんですけど、季節的に見てどう変わってるのかなと。最近はかなり中国も環境対

策、相当しっかりしてきてるので、越境汚染もかなり減ってきてるんじゃないかなというふうには思うんですが、この辺り季節的な変化がどうなのかというのは気になるころなんです、何か今の時点で分かるころはありますか。

○福田科長 月1回ですけども、その月に集めた降水の水質を測ってはおりますが、例年どおりといいますか、冬に塩類、塩分量が多いというような結果にはなっております。ちょっとそのほかと、ちょっとまだそれが今年がとか、去年とか、ここ何年かが、その傾向とかまでは、すみません、見ておりません。

○中村座長 ありがとうございます。

今回は懸濁態のものを中心に解析されてますので、ちょっと余計な話だったかもしれませんが、併せて気になりましたので、お願いしたいと思います。

ほかの観点で何かこの資料について御意見とかありませんでしょうか。

井上委員。

○井上委員 すみません、ちょっと遅れて来て、理解が不足してて申し訳ないんですけど。15ページの形態分けていただいているときのこの青い、S o l って書いてあるんですかね、これは何でしょうか。

○福田科長 その溶解性といいますか。

○井上委員 ああ、ディソルブドみたいな感じですかね。

そうすると、ごめんなさい、ちょっと、容存態という理解でよろしいんですか。

○福田科長 この分画というのが、いわゆる懸濁物をろ紙で取って、それを各溶媒で溶出させて、それぞれの形のリン濃度を求めているというようなやり方になっておりますので、最初の懸濁物の中に含まれる溶解性リンという。

○井上委員 ああ、なるほど。ろ紙の上には残ったけれども。

○福田科長 ていう感じですかね。

○井上委員 なるほど、分かりました。

あと、すみません、ちょっと、そもそも論みたいな話なんですけれども、この調査、非常に、何といいますか、学術的にも興味深いというか、調査をしていただいているんですけれども、恐らくこの調査は委員の先生方も喜ばせるためにやってるわけではなくて、本来は、その後、矢道湖とかの中で循環にのるリンがどれぐらいあるか、懸濁態の中の循環にのるものがどれぐらいあるかっていうのを検討されるために詳細な分画をされてると思うんですが、そういう意味では、恐らくこの後循環に回る可能性があるだろう鉄態のリンな

どが湖内に入ってからどういう挙動をしてるかっていうのも、やっぱり次、気になるところかなというふうに思いました。なので、この出水っていいですか、河川での負荷量の調査そのものもすごく大事なと思うんですけど、次のステップとしては、やっぱりそれが湖内に入った後、例えば還元的な状況になって硫化水素と出会って、鉄態リンが遊離して湖水に循環するとか、そういったところの調査もこの次のステップとしてはできるのかなというふうに思ったので、ちょっと申し上げました。以上です。

○中村座長 大変貴重な御意見だというふうに思います。ぜひお考えいただきたいと思います。

○福田科長 すみません、よろしいでしょうか。

○中村座長 どうぞ。

○福田科長 湖内での溶出、どのように鉄型リンが動いていくか、溶出するかというところについて、また、島大のほうに委託、お願いをしまして、その調査、研究というのも、出水時のこの調査に併せてやっていただくというふうなことを今年、来年というふうに計画しておくこともちょっと申し添えます。ありがとうございます。

○中村座長 ありがとうございます。

ほかにはよろしいでしょうか。

最後に1点だけ。放水路ができて、ピーク流量をカットできるようになった。今回は1例しかないかもしれませんが、それでどれぐらい宍道湖への負荷が減ったのかというのが試算できると面白いなというふうに思いますね。かなり大きな洪水で相当量のリンが流入してきたはずなんですけれども、それがこの放水路が稼働することでどれぐらいリンの負荷が全体として抑えられるのかなということ、もし検討されていたら。

○福田科長 ちょっと、そうですね、今回放水路が2022年は7月19日の1日だけ動いたんですけども、その間のこれは計算値ですけども、TPとして4月19日から22日の4日間で6.3トンの負荷量だったのが、放水がないと仮定した場合は一番右の8.8トンになったのではないかな。年間58トンだったのが67トンぐらいになっているかなという試算になります。

○中村座長 ありがとうございます。放水路を造ったのは洪水、治水対策ですけども、それがやっぱり湖内のリンの循環にもいろんな形で影響を及ぼす可能性もあるのかなというふうに思いまして、質問させていただきました。どうもありがとうございます。

○神谷委員 先生、ちなみにですけど、陸水学雑誌に、もう10年ぐらい前ですかね、島

根大学菅原先生が計算してます。

○中村座長 ああ、そうですか。

○神谷委員 御存じだと思いますけど。

○中村座長 すみません。

○神谷委員 そのときはやっぱり流量の多いときは15%ぐらいカットできる、年間負荷ですね。

○中村座長 ああ。

○神谷委員 それで、少ないときは5%ぐらいだった。ちょっと適当な記憶で申し訳ありませんが、そんな感じですごく効いてると思います。

○中村座長 ありがとうございます。

大分、大変興味深い御発表、調査だったので、思わず質問もたくさんしてしまいました。ちょっと時間が押しておりますので、では、最初の議事はこれでおしまいということにさせていただきます、次の、2番目の議事ですけれども、プランクトン調査（アオコに関する調査研究）ということで、こちらのほうも水環境科のほうから、まず御説明よろしく願いいたします。

○引野研究員 それでは、プランクトン調査（アオコに関する調査研究）と題しまして、保健環境科学研究所、水環境科の引野が報告させていただきます。よろしく願いいたします。

まず、研究背景についてですが、2010年から2012年、また、昨年度2021年において、宍道湖では全域でのアオコの大量発生が観測されております。これにより、特に2010年から2012年については、景観の悪化や異臭が発生するなどの問題が起っております。このことから、アオコの対策について検討されてきておりますが、このアオコの対策を検討する上では、まず、アオコの発生メカニズムを解明する必要があります。また、アオコの発生メカニズムを解明するためには、アオコの発生前後の現場を把握するという点で、特にアオコ発生前の現場の詳細なデータが必要となってきます。そこで、これまでの調査、研究といたしまして、統計解析によりアオコ発生について解析を行いました。

その結果、宍道湖でアオコが発生する条件は、表層の塩化物イオン濃度が低く、前月の水温が高いこと。また、こちらの結果から、こちらの式で表されるアオコ判別式の結果、Z2がプラスになった際には1か月後アオコが発生するということが分かりました。

以上の結果より、宍道湖の水質データから、1か月後のアオコ発生の有無という点で事前にアオコの発生が予測ができることになったことで、アオコ発生前から詳細な現場調査を行うことが可能になりました。

そこで、本研究の目的といたしましては、1つ目に、アオコ発生前の詳細な現場調査を行うことを目的に、判別式がプラスになったら1から2週に1回の頻度で宍道湖調査を行うこと、また、2つ目といたしましては、2010年から2022年の結果から、宍道湖における*Microcystis* sp.によるアオコ発生メカニズム、具体的には、いつ、どのような水質条件で発生するのかについて検討いたしましたので報告させていただきます。

まず、1つ目、今年度の結果についてです。こちらには、先ほど説明させていただきましたこのアオコ判別式を用いて、今年度の月1回の定期調査の結果から算出しました。このZ2の値を下にグラフで示しております。こちらの結果のとおり、今年度はアオコ判別式としてはマイナスで推移しました。また、現場の状況といたしましても、沿岸の局所発生を含めたアオコの発生及びアオコ形成種は確認されておりません。

そこで、今年度の結果について宍道湖湖心観測所のデータでもう少し検討しました。こちらには宍道湖湖心上層の水温を示しております。また、比較のために、アオコが発生しました2021年度の結果も併せて載せております。こちらの結果を見ていただいても分かるとおり、今年度、オレンジの結果の水温は、昨年度と同様、十二、三度から7月1日はスタートし、徐々に増加傾向が見られ、7月末のところでピークを迎え、その後減少するという同様の傾向を示しておりました。この結果より、今年度については昨年度と比較しても水温に大きな違いは見られませんでした。

次に、電気伝導度についてです。まず、アオコが発生した2021年、グレーの結果に注目していただきますと、4月1日から徐々に増加が見られるものの、5月中旬からは一定の値で推移し、その後、2度ほど急激な低下が見られ、グラフで示しております4月1日と比べても、それより低い値で推移しておりました。一方で、今年度のオレンジの結果に注目していただきますと、4月1日から徐々に増加が見られ、7月下旬で多少低下が見られるものの、4月1日と比較しても、それより高い値で推移しておりました。この結果のように、今年度の結果というのは、アオコが発生しました2021年と比較して電気伝導度としては高い値で推移しているということが分かります。

そこで、電気伝導度に注目し、斐伊川流量と電気伝導度の関係について検討しておりま

す。横軸が日時、右の縦軸が電気伝導度、左の縦軸が流量です。また、流量については斐伊川本川の河口から上流4キロのところに位置する灘分の観測所のデータを用いております。また、2021年については水文水質データベースより、2022年については国土交通省出雲河川事務所様より提供いただきましたH-Q式から水位で算出している値を載せております。凡例といたしましては、オレンジが電気伝導度、グレーが灘分の流量です。

まず、アオコが発生しました21年に注目します。流量について注目しますと、7月の中旬、また、8月の中旬でまとまった流量があります。この際のオレンジの電気伝導度値に注目していただきますと、まとまった流量があった際に急激なECの低下が見られました。この結果より、斐伊川からのまとまった流入があった際に宍道湖のECが低下しているということが分かります。

そこで、流量に注目し、21年と22年を比較しますと、21年ではまとまった流入が数度あるのに対し、今年度についてはまとまった流入が21年と比較しても少ないということが分かります。この結果より、今年度については、斐伊川からのまとまった流入が少なかったためにECが高い値で推移したと考えられます。

まず、今年度のまとめについてです。今年度については、降雨時の斐伊川からのまとまった流入が少なかったためにECが高い値で推移しておりました。この結果により、今年度といたしましては、沿岸の局所発生を含め、アオコの発生及びアオコ形成種は確認されなかったものと考えられます。

続いて、アオコ発生のメカニズムについて報告いたします。こちらには、2010年から2022年の*Microcystis* sp.によるアオコの発生状況について一覧で示しております。丸は全域発生、三角が局所発生、バツが未発生となっております。そこで、この発生状況について、未発生、局所発生のみ、全域発生の3パターンに場合分けを行いました。また、こちらの3つの場合分けについて、水質等の違いを検討しております。

その前に、少し*Microcystis*について説明させていただきます。こちらには、アオコが発生しました昨年度、2021年度に確認されました*Microcystis*を写真で示しております。このように*Microcystis*はいろんな種類がございますが、この*Microcystis*はアオコを形成する藍藻の一種であり、宍道湖のよう汽水湖でも発生が確認されておりますが、一般には淡水湖沼での大量発生が問題となっております。この理由といたしましては、淡水湖産のアオコは、塩分が高い汽水湖では浸透圧によって水分が細胞外に出るため、恒常性を保てずに死んでしまいます。しかしながら、

過去の報告において、宍道湖産のアオコというのは塩分が高いときにはスクロースを細胞内に多く蓄積する遺伝子を持っており、これにより浸透圧の大きな変化が起こらず、細胞外に水分が流出しないために育成、増殖が可能であるという報告がございました。

また、別の報告において、*Microcystis aeruginosa* 及び *Microcystis ichthyoblaste* の塩分耐性試験の結果が報告されております。このグラフを見ていただいても分かる通り、塩分の濃度が種類によっては異なるものの、ある一定値までは増殖が可能であるということが分かります。しかしながら、種類によって濃度が異なるため一定の指標がないということも踏まえて、メカニズムについて検討いたしました。

そこで、今年度の発生状況の場合分けをした、未発生、局所発生のみ、全域発生 の 3 パターンについて、宍道湖湖心観測所及び定期調査の結果から水質等の違いについて検討いたしました。また、2010年、2016年については宍道湖湖心観測所のデータがないため、それ以外の年で検討しております。

まず、未発生年の電気伝導度についてです。年によって濃度は異なるものの、傾向として6月から10月を通して徐々に増加傾向であるということが分かり、ECが高い値で推移してるということが確認できます。次に、局所発生した年についてです。このグラフを見ても分かる通り、年によって傾向は様々で、この結果からは、ECの値に傾向は確認することができませんでした。一方で、発生年の電気伝導度です。このグラフの中の特に7月上旬から7月末に注目していただきますと、どの年も共通してこの期間で急激にECの減少で経過が確認されました。そこで、電気伝導度に注目し、電気伝導度と水温について検討いたしました。

また、こちらのグラフに水温のピークに斜線を引いたもの、さらにアオコの発生状況について、少し画面が見づらいんですけども、薄い緑が局所発生、濃い緑が全域発生となっております。まず、2011年と2012年について検討いたしました。こちらの2011年、2012年ともに、水温はグラフで示しました4月1日においては約10度からスタートし、徐々に増加し、7月末から8月上旬でピークを迎え、その後減少するという傾向が見られました。また、アオコの発生状況について注目しますと、8月末からアオコが全域で発生しているということが分かります。

次に、同じ期間について電気伝導度と斐伊川、灘分の流量について着目しました。また、水温のピークに斜線を引いております。右の縦軸が電気伝導度、左の縦軸が流量となって

おります。凡例といたしましては、オレンジが電気伝導度、グレーが灘分の流量となっております。こちらのグラフを見ていただきますと、2011年、2012年ともに、水位ピークまでのところでまとまった流量があることが分かります。また、この際ECが低下し、低い値で推移しているということが分かりました。

続いて、直近の2018年と2021年についてです。この2年については、グラフで示しました4月1日の水温、水色に注目しますと、4月1日においては約十二、三度からスタートし、徐々に増加が見られ、同様に7月末から8月上旬でピークを迎え、その後減少するという傾向が見られました。

また、アオコの発生状況について注目しますと、少し見づらいんですが、2021年については、8月末のところで一度局所発生をした後、一度収まった後、それ以降については、2018年、21年ともに9月中旬から局所発生をし、10月上旬で全域発生に至るという傾向が見られました。

また、電気伝導度と斐伊川の流量に注目いたしますと、18年、21年ともに水温ピークまでのところでまとまった流量があり、その際ECが低下し低いままで推移しているということが分かりました。

以上の結果より、発生年につきましては、7月末から8月上旬にある水温ピークまでのところでまとまった流入量がいずれもあるということが分かっております。

ここまでは宍道湖湖心観測所のデータにより検討いたしましたが、ここから定期調査の月1回のデータから栄養塩類について検討しております。まず、アンモニアについてです。左が全域発生年、右が未発生年です。上のグラフが上層の結果、下のグラフが下層の結果となっております。

まず、右側にある未発生年、上層の結果に注目していただきますと、年によっては検出されている年もあるのですが、年間を通してアンモニアがほとんど検出されていないという年もあります。一方で、全域発生年の上層に注目していただきますと、月は年によって様々ですが、おおむね夏の時期に比較的高濃度のアンモニアが検出されているということが分かります。そこで、全域発生年の上層と下層のデータに注目しますと、上層については、おおむね8月から11月に比較的高濃度のアンモニアが検出されております。また、この際の下層のデータに注目していただきますと、下層のアンモニアが高濃度で検出されております。また、これは湖底からの溶出によるものであると考えられ、上層のこのアンモニアの増加も湖底由来であると考えられます。



続いて、リン酸です。同様に、左が全域発生年、右が未発生年です。まず、未発生年の上層について見ていただきますと、年間を通じてほとんどリン酸が検出されておりました。その一方で、全域発生年に注目していただきますと、全域発生年についてはおおむね高濃度でリン酸が検出されております。そこで、上層と下層の結果について注目いたしますと、まず、上層については、8月から11月について、2021年を除く年でリン酸が比較的高濃度で検出されております。また、この際の下層の結果に注目しますと、下層についてもリン酸が高濃度で検出されており、これは湖底からの溶出によるものであると考えられます。また、これにより上層のリン酸も増加したのではないかと考えられます。

しかしながら、2021年については月1回の定期調査の結果ではリン酸の検出が確認されなかったもので、週1回行いましたアオコ調査の結果によりもう少し検討しております。こちらの上層の結果を見ていただきますと、月1回の調査ではリン酸が確認できなかったものの、週1回の調査では、おおむね8月から9月の時期にリン酸が高濃度で検出されていることが分かります。また、その際の下層のデータに注目しますと、下層についても比較的高濃度で検出されており、この結果からも、2021年もほかの年と同様、おおむね8月から9月にはリン酸が高濃度で存在しているということが分かりました。

以上、まとめになります。Microcystis sp.によるアオコ発生のメカニズム、具体的には、いつ、どのような水質条件で発生するのかにつきましては、1つ目に、水温のピークが7月末から8月上旬に位置すること。また、このピークまでにまとまった流入量があること。3つ目といたしましては、アオコ発生前からアンモニア及びリン酸が高濃度で存在するということが示唆されました。

今後の予定といたしましては、アオコ判別式による発生予測、アオコ発生前からの宍道湖水質調査、アオコ判別式の更新等を考えております。

以上で発表を終わります。御清聴ありがとうございました。

○中村座長 御説明ありがとうございました。

それでは、質疑に移りたいと思います。いかがでしょうか。

○神谷委員 お願いします。

○中村座長 神谷委員。

○神谷委員 引野さん、下層のリン酸とアンモニアあったでしょう。DOは見てないですか。

○引野研究員 DOはですね、少々お待ちください。すみません、こちらが湖底上0.5

メートルの結果になってしまうんですが、上が2020年、2021年のDO及びアンモニア、リン酸の結果です。

○神谷委員 説明をお願いします。

○引野研究員 グレーがDOで、水色の丸がアンモニア、黄色の丸がリン酸です。右の縦軸がアンモニアとリン酸、左の縦軸がDOです。

○神谷委員 上のあれ、欠測、7月1日のところが、ですね。

○引野研究員 ああ、7月、はい、間は欠測です。

○神谷委員 で、下は一旦下がって、DOが上がって、で、また下がったと。

○引野研究員 はい。

○神谷委員 0.5メートルですか。

○引野研究員 0.5メートルです。

○神谷委員 22年は。

○引野研究員 すみません、22年はちょっと用意してないんですけども。

○神谷委員 分かりました。22年がないと比較ができませんので、いいです。

○引野研究員 はい。

○神谷委員 これでアオコ式をもしつくろうとしたら、下層の何か項目を入れるという感じになるんですね。

○引野研究員 はい、そうですね、はい。

○神谷委員 そうですね、DOかリン酸か。結構アンモニアは出ますからね。まあ、項目を入れてみてください。

○引野研究員 そうですね。

○神谷委員 何か出るでしょ。

○引野研究員 はい。

○神谷委員 結局、モニタリングデータというか、あれだね、常時監視じゃなくて、センサーのデータ、今まで1か月の月1データなので、それはちゃんと予測はできないけど、連続データ使ったら何かもうちょっと、結果が楽しみです。

○引野研究員 はい、そうですね。

○神谷委員 頑張ってください。

○引野研究員 ありがとうございます。以前のアオコ式だと、どうしても御指摘いただいたとおり1か月のデータしか入っておりませんでしたので、栄養塩についてはDOである

程度予測はできそうな部分も見えてはきているので、下層のDOとその他水温、電気伝導度あたりでリアルタイムのデータを使ってもう少し細かく見れたらなと、現時点では思っております。

○中村座長 ありがとうございます。

アオコの話題なので、ぜひ大谷先生にお願いしたいと思います。

○大谷委員 それでは、よろしいでしょうか。

○中村座長 どうぞ。

○大谷委員 まず、今回のグラフを作られた期間についてなんですが、10月の末で終わってますよね。

○引野研究員 はい。

○大谷委員 アオコが最近では11月ピークが来て、12月までも残存しているというか、そういうことがありますので、少なくとも11月ぐらいまでは電気伝導度の増加とアオコの減少が見られるかとか見られたほうがいいかなと思いました。

○引野研究員 はい。ありがとうございます。

○大谷委員 それから、小さなことですが、Microcystis sp.というと1種を示しますので、複数種を指摘するときはsppとpをもう1個つけるというのが慣例になりますので、複数種を、特に写真がたくさん出てるのがありますね。ああいったところはMicrocystis sppというふうな表現をされたらいいと思います。

○引野研究員 はい、ありがとうございます。

○大谷委員 それから、水質についてですが、2021年は月1のデータではアンモニアもリンも低かったけど、1週間に1回行かれたときのデータですかね。

○引野研究員 はい。

○大谷委員 よく分かりますので、やっぱりアオコ調査とかいうのは、毎月1回ではなくて、1週間に1回、または隔週ぐらいで出ないといけないのだなというのが今回の結果から見えて、御苦労ですけれどもこういう調査を続けていただければなと思いました。以上です。

○引野研究員 ありがとうございます。

○中村座長 コメントということでよろしいですね。

では、ほかにいかがでしょうか。

○中田委員 聞いてて素朴な関心、非常に面白いお話でありがとうございました。

○引野研究員 ありがとうございます。

○中田委員 この電気伝導度で見ますと、例えば、先ほど見せていただいた、特にアオコの*Microcystis aeruginosa*と*ichthyoblae*ですか。

○引野研究員 はい。

○中田委員 あれで電気伝導度の耐性が全部違うので、このどちらかが出てくるかっていうのも予測はできるのではないかなと思うんですね、4月、5月、6月の電気伝導度の状況を見て。ちょっと高ければ*ichthyoblae*が大きいし、ちょっと低めで続くと*aeruginosa*も出てくる可能性があるとか。ちょっと素人質問で申し訳ないんですけど、そういう可能性はいかがなんでしょうか。

○引野研究員 こちらにも一度、塩分耐性試験の結果を載せているんですけども、こちら、電気伝導度で見えていただきますと、*ichthyoblae*についてはおよそ17程度のところまで増殖可能、*aeruginosa*については7程度というところではあるんですけど、種類によってどうしても違うのと、*ichthyoblae*については、少し*aeruginosa*よりも高いところまで出てるんですけども、昨年度の結果からだ、この塩分耐性試験場は、出てもいいような濃度でもなかなか検出がされておらず、少し*aeruginosa*と*Microcystis*で出るタイミングは違ったんですけども、その辺りがやはり耐性試験とは現場がなかなか比較がしづらいというところで、今後もう少しデータを見直せば解析が可能かと思うんですけども、現時点でなかなか細かくデータを取ってる年っていうのは少なくて、どうしても解析がなかなか進んでおりませんので、今後またその辺りも含めて検討していきたいとは思っております。

○中田委員 よろしくお願ひします。何か底のほうにずっといて、条件がよくなるとわっと出てくるっていう話は聞いたことあるんですけども、そうすると、発生する前の4月、5月、3月から5月が、その辺の塩分をずっと追っかけていって、今みたいな式の中にちょこっと入れて、どうもこちらが出そうとか、塩分が少し高い具合に推移すると*aeruginosa*はあんまり出てこないとかっていうようなことはできるんじゃないかなと、勝手に思っちゃったんですけども、よろしくお願ひいたします。

○引野研究員 検討していきたいと思います。

○大谷委員 それでは、ちょっとコメントよろしいでしょうか。

○中村座長 はい、大谷先生、どうぞ。

○大谷委員 ちょっと確かめていただきたいことがあって、この実験の*aeruginosa*

s a は、淡水産のものを使っただような気がするんですよね、ため池か何かの。純粹に宍道湖のものを使っただり比較していかなきゃいけないんですが、私の経験から、宍道湖に出てくる a e r u g i n o s a タイプは、どうも真水に出てくるものとちょっと形態が違ふところがありまして、高塩分に耐性を持ったものと、淡水の環境に適応したものが、種が違ふのか、ちょっとタイプが違ふのか分かりませんが、どうもあるような感じがいたしています。本当は宍道湖で取れた a e r u g i n o s a を純粹培養してできるのがいいんですが、まだこれは誰もやっていないと思います。一応参考までに。以上です。

○引野研究員 コメントよろしいでしょうか。すみません。

1つ前の、タナベらが行った実験なんですけども、こちらでは、宍道湖産のアオコの M i c r o c y s t i s a e r u g i n o s a の遺伝子解析とともに塩分の増殖実験も行っておりまして、その結果、ECでは約18ミリジーメンス／センチメートルのところまでは増殖が可能っていう報告がございますので、こちらの遺伝子解析を行った宍道湖産のアオコについては、その辺りまで増殖も可能だという文献もございますので、恐らくもう少しこちらの結果よりかは増殖範囲は広いのではないかと考えられます。

○中村座長 大谷先生、よろしいでしょうか。

○大谷委員 あと、分類学的な問題がありまして、タナベグループは全ての種を M i c r o c y s t i s a e r u g i n o s a にしてますので、細かく昔ながら種を分けていくのと一回きちんと比較してみる必要が、僕も論文をまだ精読してないところがありますが、そのところをチェックする必要があると思います。

○引野研究員 ありがとうございます。

○中村座長 ありがとうございます。今後の発生メカニズムを考える上では大変重要なところですので、よろしくお願いいたします。

ほかにはいかがでしょうか。

○神谷委員 引野さん、このアオコ式つくるときに、CLをやめてECにしてください。

○引野研究員 ECにしようと思っております。

○神谷委員 はい、お願いします。

○引野研究員 すみません、ありがとうございます。

○中村座長 ほかにいかがでしょうか。

前回ぐらい議論したような気がするんですが、せつかくアオコ判別式が、まあ、結構うまくいってると私は思っています。それなのに、もっと詳細なものをつくりたいという動

機は何かというところと、ほとんど塩分（EC）と水温で説明できそうだということになっているので、連続データの水温とECだけから連続データ版のアオコ判別式をつくっても面白いんじゃないかなと思うんですが、いかがでしょうか。

○引野研究員 今のアオコ式でも十分90%以上は当たるっていうのはあるので、今のアオコ式は残しつつというところで、ただ、やはり1か月ごとのデータなので、その間に気象条件等が異なった場合、大きく崩れた場合に、どうしてもその辺りで遅れ等が見られて、残りの10%の外れ部分になってくるのではないかと現時点では考えているので、そうですね、連続データでももう少し精度を上げてというか、細かい範囲で予測できて、今のアオコ式とともに同時並行という形で、入ってない項目も含めて入れることで、どのくらい変わってくるかっていうのも今後検討していきたいと思っています。

○中村座長 ありがとうございます。

もともとのアオコ判別式は1か月に一遍のデータしかないので、例えばECについては、前の月も含めて入れてるわけですね。ですから、ある期間平均値みたいなECと、そのときの水温ということで、もし毎日判別式のプラス・マイナスがあれば、プラス、プラス、プラス、マイナス、マイナス、マイナスとかというデータがあって、それがどれぐらい継続するとアオコの大きな発生につながるとか、つながっていないとかということはできそうかなと。もちろんアンモニアの条件とかリンの条件とかというのがそこに加わってくるんだろうというふうに思うんですが、データはたくさんあるので、やみくもにやってもなかなか大変だろうというふうに思いますので、少し戦略的に連続データ版のECプラス水温だけからでも相当予測できるんじゃないかなというのを御検討いただけるとどうかなと思いました。よろしくお願いします。

○引野研究員 ありがとうございます。

○中村座長 ありがとうございます。

ほかにはよろしいでしょうか。

そうしましたら、大分時間が経過をいたしましたので、ここで一旦休憩を取らせていただきたいと思います。

〔休 憩〕

○中村座長 それでは、3時になりましたので、再開をしたいと思います。

本日3つ目の議事になりますけれども、宍道湖・中海に係る水質シミュレーションモデルの構築ということで、こちらのほうは、港空研の井上さんに報告をお願いしたいと思い

ます。よろしくお願いいたします。準備ができましたら、よろしくお願いいたします。

○井上委員 よろしく申し上げます。こういうタイトルで今日、途中経過という感じなんですけど報告をさせていただきます。

去年度、大橋川と宍道湖を中心にして、流動のシミュレーション、水の流れと水温、塩分のシミュレーションをやっていた報告をさせていただきました。今回は、それを水質のほうにも拡張いたしまして、かつ今日見ていただくのは、宍道湖、大橋川、中海、境水道と、一連の系を結合した同時計算のシミュレーションの結果です。今使っているメッシュ切り、グリッドがこういう感じ、すみません、大分遅れてますね。こんな感じになってます。上流は斐伊川の河口から始まっておりまして、宍道湖、それから大橋川、中海、境水道、日本海岸、美保関までと。今はこの美保関のところを開境界条件ということにしまして、ここで、まずは潮汐、それから、水質のデータを県のほうから御提供いただいたものを与えていると。それから、上流から斐伊川中心に、先ほども話ありましたL-Q式から流量と水質を与えて計算しているということです。

それから、今、気象の条件として、ちょっと条件の話、少し後にさせていただきます。

見ていただいているように200メートルの升目で区切った条件で今計算をしております。鉛直方向には、少しちょっと今、パラメーターチューニングの関係もあって、計算少しでも早く終わらせたいっていうのもありますので、20センチ置きで格子で計算しています。繰り返しになりますけど、水平方向には200掛ける200、鉛直方向が20センチ、0.2メートルという条件です。中海をカバーする程度のところまでは鉛直方向は20センチなんですけれども、それより深いところ、恐らく日本海側しか関係がないだろうと思われるところはもう少し粗めに切っているというような条件です。

モデルの構成なんですけれども、3次元モデルということですが、非静水圧モデルを使っています。メッシュについてはそのとおりで、それから、流動モデルなんですけれども、水平方向はよく皆さん使われているサブグリッドスケールモデルと、それから鉛直方向は、幾つかパターンやってるんですけれども、今回見ていただくのはリチャードソン・モデルのほうを使っているものです。これに加えて中村先生の鉛直乱流モデルを使ったりもしています。それから、水質の生態系モデルのほうなんですけれども、酸素、それからリン、窒素といったところから始まりまして、植物プランクトン、動物プランクトン、原生動物、バクテリア等などが考慮されているモデルにはなっています。ただ、この辺りは比較するデータがなかったりするものもありますので、その辺りについては、これまで別の水域で

やってきたパラメーターをそのまま入れているというような状態です。

入力データについては、すみません、先ほどちょっと途中、復しますけれども、気象については松江の気象台のデータを使ってまして、風だけは湖心の観測所のデータを使ったりということをしております。

今日見ていただくのは、宍道湖の湖心と大橋川の上流、下流、それから、中海の湖心の観測地との比較です。

生態系モデルについては、こういう構造図になってまして、後でちょっと資料のほうを御覧いただければと思います。

シミュレーションの経過はちょっと途中経過という感じなんですけど、今のところこんな感じです。まず、上のほうにありますのは、宍道湖の湖心、パネルが上に4つありますけれども、上が塩分、下が水温、左側が表層、右側が底層という感じです。青い線が観測所の1時間ごとの観測データ、それから赤い線が計算結果です。やっぱり特に底層の再現性が気になる場所なんですけれども、これぐらいの再現性になってますいうところです。おおむね悪くないんじゃないかなというぐらいに判断してるんですが、やっぱり突発的に大きな塩水塊の侵入があったところなんかはまだ過小評価しているところがあるというところでした、多少乱流モデルも含めてまだチューニングの余地はあるのかなというふうに考えているところです。それから、下が大橋川の上流の観測結果との比較ですけども、この程度です。それから、大橋川の下流ですね。下が中海の湖心です。表層の水溶塩分は問題ないんじゃないかなというふうに考えているんですけども、底層のほうに塩分が少し高めにでてまして、これは境水道のところ、大橋川の話と同じですけども、境水道のところの再現性が少しまだ改良の余地があるのかなというところで、去年大橋川でやったような検討を境水道でももう一回しないといけないかなというふうに思っているところです。

それから、このシミュレーションは、最終的には次の湖沼計画の参照にもしていただくというようなイメージでやっております、来年度の前半ぐらいまでには、5か年の計算をすることを想定してやっています。どの年を選ぶかというのはあるんですけども、取りあえず今のところ2015年から2020年までの6年間の分のデータセットを用意してまして、その計算をまずはやってみようということで今やっているところでした、例えば今後半に載せておりましたのは2016年の計算結果ですけども、先ほど見ていただいたのと同様の計算のパネルを用意しております。



去年度お話ししていなかった水質パートの部分が11ページ以降になります。これは、まず宍道湖湖心の酸素濃度の計算結果です。先ほどと同じく青色が観測、それから赤色が計算結果です。宍道湖底層の酸素濃度、下の段なんですけれども、おおむね再現はできているとっていいんじゃないかなというふうに考えております。先ほど塩分のところで、塩分がまだたくさん入ってきたときのところを過小評価しているっていうところは、やっぱりその結果として酸素濃度の、どういうんでしょう、低下の様子を再現し切れてないっていうところが一部残っております。それから、これが大橋川下流の酸素濃度。

こちらが中海湖心の観測結果との比較なんですけれども、やはりさっき塩分のところで見えていただいたように、春先のところが酸素濃度を低く評価してしまして、ちょっとこの辺りは底層での酸素消費に関する温度の係数です、温度依存性のところの係数の評価がちょっと悪いのかなというふうに考えてまして、その辺りまだちょっと調整の余地があるかなというところなんです。

これは、2016年ですね、こちらが先ほどと同じようなところの2016年のものです。大橋川、これは上流ですね。16ページが中海の湖心、これ2016年のものです。2016年については、全く2015年と同じパラメーターで計算すると、先ほど2015年のほうは再現性が悪かったっていうところが、2016年のほうは春先が再現性がよくなって、逆に夏場の酸素の再現性が今度は過大評価するという方向に動いています。ということで、全く同じパラメーター使って15年と16年をやってみるとこういう違いが出てるというところで、先ほど申し上げた温度依存性のところとかの調整をもう少しちゃんとやらないといけないというふうに考えているところです。ここ、もう少し継続させていただきたいと思っています。

まとめなんですけれども、複数の鉛直乱流モデルを使いながら、いろいろ試しているところです。現段階ではリチャードソンのモデルを使っています。それから、水温、塩分の再現性はおおむね良好というように考えているんですけれども、先ほど申し上げた2015年の11月のように、高濃度の塩水塊が入ってくるところというのは過小評価しているところです。

それから、ちょっとすみません、先ほど申し訳なかったんですけど、冬季の塩分を少し過大評価しているところがあるので、流量の再確認をちょっともう一回したいなというふうに考えているところです。ちょっと根本的なところなんですけれども、この計算だけを見ても、水文水質データベースの流量をそのまま使うとちょっとうまくいかないとき

があるなという印象を持っています。それから、酸素濃度の再現性もおおむね良好なところでいっているんじゃないかなと思っているんですけども、やっぱり中海底層の再現性っていうのは、季節性を含めて課題が残っているところがありますので、残りの期間、もう少しパラメーターチューニングについて引き続き検討したいというふうに考えているところです。以上です。

○中村座長 御説明ありがとうございました。

それでは、質疑に移りたいと思います。御質問、コメントいかがでしょうか。

中田先生。

○中田委員 結構大変な計算で、これだけ計算するのにどれくらい時間かかっているのかというのをまず想像しちゃうんですけども。今、水質に関してはDOだけ示していただいたんですけども、この特にDOの表層に関しては、例えば植物プランクトンの再現性がどれくらいあるかというのは非常に関わってくるので、例えば大橋川で高めにでてっているのは、植物プランクトンが実際には高めにでてるのかなと、中海ではちょっと低めにでてるのかなという具合にぱっと思ったんですけども、その点はどのようなかなって、教えていただければと思うんです。

それから、境水道の境界条件なんですけれども、これは連続データ、水質は連続で取られているのか、スポットなのか、月1回とかそういうものなのか、ちょっと教えていただきたいんですけども。

○井上委員 まず、ちょっと前半のクロロフィルのほうなんですけれども、観測データの再現性の比較検討は行っているんですが、ちょっと試験では、観測にちょっと難があるかなというイメージを持っておりまして、観測データを見ると、ずっと一定の値とか、階段状にぽこんとあったりとか、そういうデータが結構多くて、実は同じような時系列比較した図もあるんですけど、ちょっとここではお見せしづらいような。オーダーは観測地がこうあると、それと同じ範囲のレベルには収まっているというような確認だけはしています。

それから、境水道。

○中田委員 ええ、境界条件ですね、要するに。

○井上委員 美保湾です。

○中田委員 美保湾のデータを使っているんですか。

○井上委員 海側っていう、開境界条件ということですか。

○中田委員 そうそう。

○井上委員 開境界条件は、潮位はともかくとして、水質のデータは2か月に1回のデータですね。

○中田委員 前も問題になったんですけど、鳥取県のデータ使うとまずおかしいと。

○井上委員 島根県のほうから当然取ってきました。

○中田委員 前の人が鳥取県のデータ使ったら、ちょっと塩分がやたら高いので、これはちょっとうそだろうってところで、これは。

○井上委員 一応そこはクリアしてると考えていただいていいかと思います。

○中田委員 でも、1か月か2か月に1回だと、時々ぼんと入ってくるやつはつかまっていないということですよ。

○井上委員 難しいですね、はい。

○中田委員 やっぱりどこかできちっとやろうとすると、連続的に、水温、塩分でもいいんですけど、データ取らないとなかなか難しいですよ。

○井上委員 はい。

○中田委員 とんと入ってくるやつは、つかまえづらくなっちゃうわけですよ。

○井上委員 そうですね。

○中田委員 特に栄養塩なんかもそうなんですけれども、そうするとどうしてもずれてきちゃうってことなので。分かりました、これは要するにかなり粗っぽいデータを適当に内挿して与えてるっていう。

○井上委員 おっしゃるとおりです。

○中田委員 それじゃあ、ちょっと合わなくなっても、それはしょうがないなっていう感じはするんですけども。

○井上委員 そうですね。

それから、どうでしょうね、例えば海で連続観測してくれっていうと、なかなかハードルも高いかなと思うんですけど、境水道辺りとかで。

○中田委員 でやっていただいたほうがいいんじゃないかと思うんですけどね。観測でメンテができそうなところで連続で取れば、それがモデルの境界条件として使うことは多分できるんじゃないかなと思うんですけどね。

○井上委員 はい、おっしゃるとおりです。

○中田委員 いつもこれ、日本海側の境界条件で困っちゃうんですよ。私も経験ありますが、困っちゃうんですよ。だからやっぱり、まあ、合わないのはしょうがないなっ

という感じになっちゃうんですけど、できたらそういう連続データは欲しいなという。

○井上委員 確かにそうですね。何かこういう計算やると海側でどうしても境界取りたくなっちゃいますけど、よく考えると境水道ぐらいで止めててもいいのかもしれないですね。

○中田委員 いいと思うんですけどね。だから、合わないのはもう多分そっちのせいじゃないかというところは。

○井上委員 そうですね。

○中田委員 やっぱりそう思っちゃうんですけどね。

○井上委員 境水道については、たしか連続観測がないんですよ。宍道湖、中海みたいな、大橋川とかみみたいな観測があればいいなと思うんですけど、たしかなかったと思うんです。

○中田委員 あと、これ、植物プランクトンは、1つでやってるんですか。

○井上委員 今4種類でやってるんですが。

○中田委員 4種類ですよ、モデルは。

○井上委員 どうしてもドミナントになるのは1種類になってますね、今のところ。

○中田委員 でも時々、鞭毛藻が出たり、珪藻だったり、藍藻だったりって、こうやるので、そこをうまく観測データと比較はできればいいがなと思ったんですけども。

○井上委員 そうですね。今、そうですね、まだクロロフィルしか見れてなくて、種類別にまではちょっと手が回ってないところです。

○中田委員 そうすると、動物プランクトンについても同じような感じで、原生動物と今回みたいな少し大きいやつとの比較っていうのもなかなか難しいということですか。データはあるわけですよ。

○井上委員 出雲河川のデータは頂いてます。

○中田委員 全部やるのはなかなか大変だとは思うんですけども、底質のほうは今どういうモデルでやってるわけなんですか。底のほうは。

○井上委員 底質は、今我々で言う標準底生系の結果です。

○中田委員 はい、分かりました。

○井上委員 ただ、ちょっと、すみません、底質はそのとおりなんですけど、熱拡散だけ泥のところも入れてます。

○中田委員 ああ、そうですか、ありがとうございます。

○中村座長 詳細なコメントをいただきましてありがとうございます。以前、私もやって

いたので、私でラフな計算を今、井上さんに詳細に再検討していただいているので、私からなかなか言いづらいところもあるんですけども、先ほどクロロフィルの御質問あったんですが、必ずしも連続データでなくても、月1回の定期観測のデータをプロットしていただいて、それとの適合性はどうかという比較はできると思いますので、そちらをぜひお願いしたいと思います。

ほかにはいかがでしょうか。特にウェブからも手が挙がってないですかね。

神谷さんもよろしいですか。

○神谷委員 はい、いいです。

○中村座長 それでは、特にないようですので、この議事は、これでおしまいにしたいと思います。よろしくお願いします。

それでは、（１）調査・研究の状況につきましては全て御報告いただきましたので、（２）報告事項として、令和４年度湖沼水環境適正化対策モデル事業、これ環境省の事業ですけれども、この事業の実施状況について、報告よろしくお願ひいたします。

○木戸主任研究員 すみません、それでは、令和４年度湖沼水環境適正化対策モデル事業の実施状況について御報告させていただきます。保健環境科学研究所の木戸と申します。よろしくお願ひいたします。

まず、事業の背景になりますが、宍道湖では平成２４年以降、こちらの図にありますように、湖岸付近において水草やシオグサ類が急速に繁茂エリアを拡大している状況です。これによりまして、これまでは見られなかった浅い水域での貧酸素化や硫化水素発生のリスクが高まっており、ヤマトシジミへの影響も懸念されるような状況になっております。また、貧酸素に伴う栄養塩の溶出や枯れた水草が腐敗することによる悪臭の発生なども危惧されています。

このような水草等の繁茂は、琵琶湖や諏訪湖など全国の他の湖沼でも課題となっています。そこで、環境省では、水草の大量繁茂に関する影響要因を分析して、湖沼の水質改善に向けた効果的な水質保全対策の検討に資するモデル事業を地方公共団体に委託して実施する、湖沼水環境適正化対策モデル事業を行っております。本県では、その事業に応募しまして、水草等の繁茂によって影響が予想されます底層の溶存酸素量の現状の把握と効率的な保全対策手法の確立を目的に、試験的な水草等の除去を実施しております。そして、除去した後の水草の繁茂量や水環境、底生生物環境等のデータから、効率的な除去方法の検討を行っております。

ここから具体的な事業について御説明させていただきます。

試験的な水草等の除去については、宍道湖の秋鹿沖で行っております。この場所は例年、水深2.5メートルよりも浅いエリアで水草等が多く繁茂する水域になっています。水草等の除去方法としましては、マンガと言われる漁具を用いて、湖底を幅20メートル、長さ200メートルの範囲で水草等の除去を行っております。今年度水草等の除去は、昨年度、一昨年度は、水草帯の中央で50メートル四方の範囲で、刈取りの時期や回数を変えて水草等の除去を行っていましたが、今年度については、水草帯の中でも水の流れがより確保できるようにということで、水草帯の境界部分である沖合から水草の除去を行うような形で除去を行っております。こちらが実際に除去に用いたマンガという漁具になります。これを船で一定距離引いた後、マンガに絡んだ水草等を船上に回収しております。この作業を6月上旬から始めまして合計4回、2,000キロの水草等の除去を行うことができます。また、除去した水草は大半がリュウノヒゲモという水草になっており、残りの大部分をシオグサが占めておりました。

次、こちらが除去効果を確認するための調査地点の配置になります。地点Bが実際に除去を行った地点で、水深が2メートル程度の地点となっております。また、地点Aは、水草が繁茂していない少し沖合の水深4メートル程度の地点、地点Cが、水草等の除去が水草帯の中にも効果を及ぼすのかどうかを確認するために設定した地点で、地点Dが、水草帯の中の状況を把握するために設定した地点となっております。

こちらが調査項目と調査期間になります。本日の御報告の中では、赤色で示した項目、水温、電気伝導度、溶存酸素、流向・流速の連続観測の結果と、水草と底生生物のコドラート調査結果について御報告をさせていただきます。

ここからが調査結果になります。まずは、水草等の繁茂状況を調査した結果です。今年度の繁茂状況としましては、リュウノヒゲモを中心とした繁茂が確認されております。また、例年ですと水草の繁茂のピークは8月頃になりますが、それが今年は6月に早くもピークになって、そこから徐々に減少していったという特徴的な繁茂の仕方を確認しております。また、水草等の除去を行った効果としましては、6月、7月の調査時の繁茂量を見ていただきますとおり、繁茂量が除去を行うことで3分の1から10分の1程度に減少しておりますので、水草の除去を行うことによって水草の繁茂が少なく抑えることができた、そういったことが確認できております。

次が水温の結果になります。水温は7月上旬まで日周変動を繰り返しながら約30度ま

で上昇し、その後、8月中旬以降、徐々に低下をし始めて、10月上旬には約20度まで低下しておりました。水温は、例年ですと7月下旬から8月上旬頃にかけて水温が30度程度まで上昇するんですが、今年度は昨年6月が非常に暑かったということもあって、水温の上昇が1か月程度早くなっておりました。

次、電気伝導度の結果になりますが、調査期間中のほとんどの期間で10ミリジーメンスを超えており、平均的な年の2倍以上の高い値で推移をしておりました。水草の性質としまして、オオササエビモは塩分が高いと繁茂が少なくなるということが言われておりますので、こうした高い塩分が、今年の水草の繁茂がリュウノヒゲモが中心だったということに関係していると考えております。

次が、溶存酸素濃度の結果になります。DOの状況としましては、今年は貧酸素と言われる2ミリグラム／リットル未満が継続するような期間がどの地点でも24時間以下となっており少なく、おおむね良好な環境となっておりました。

こちらは、調査期間中の貧酸素が出現した割合になりますが、全体的に貧酸素の時間は少ない中でも、水草等の除去を行った地点ではさらに低い割合になっており、こうした面からも除去した効果はあったのかなというふうに考えております。

次は、流向・流速の結果です。まず、調査期間中の平均流速は、地点Aで毎秒2.7センチ、地点B、Dで毎秒1.8センチとなっており、平均流速から水草等の除去による流れの確保という今年度の大きな目的ですが、その効果の確認というのはできておりません。ただ、調査期間中の出現頻度で見ると、地点では毎秒1センチ未満の期間が多いのに対し、除去を行った地点Bでは、毎秒1センチ以上確保できている期間が多くなっており、また、流向についても、地点Bでは刈取り方向である南北方向での流れが多く発生していましたので、一定程度の流れの確保は除去をすることでできていたのではないかと考えております。

次、ヤマトシジミの生息状況についてです。今年度の成果として、水草等の除去を行った地点でもヤマトシジミの稚貝の新規加入を、特にこの8月ですが多く確認できております。一方、水草がほとんどなくなった10月は除きますが、地点C、Dの水草帯では、ヤマトシジミの稚貝の加入がほとんどない結果となっております。ヤマトシジミは夏に産卵して、その後、浮遊幼生の期間があって、湖底に着底するという生活史ですが、水草があることによって稚貝の新規加入が阻害されていることが懸念されるとともに、水草等をその水草帯の境界部分から今回除去したことによって、阻害要因の除去が図られたのではな

いかというふうに考えております。

以上、まとめになりますが、令和4年は、6月の調査時に最も水草等が繁茂するという例年とは違う特徴がありました。水草等の除去によって、水草除去区、地点Bの繁茂量は3分の1から10分の1程度に減少させることができました。令和4年は、水草帯の地点C及びDでも貧酸素が継続した時間は24時間になっていました。また、水草帯ではヤマトシジミの稚貝の新規加入が少なく、水草等の除去を行った地点Bでは多くの新規加入を確認することができました。

最後、来年度以降の課題になりますが、今回、適正化対策の効果としては、一定程度効果が得られたのではないかと考えておりますが、水草等の繁茂状況が少しこれまでと違う特殊な状況ではありましたので、これが大量繁茂したときにどうなっていくのかということや、ヤマトシジミは宍道湖の物質循環の面でも非常に重要な生き物ですので、その生息場所に水草等の繁茂がどのように影響しているのか、こういったことを引き続き検討をしていく必要があると考えており、引き続き、こういった調査ができるように来年度のモデル事業に現在応募している状況になっております。

私のほうからは以上です。

○中村座長 御説明ありがとうございました。

それでは、せっかくの機会ですので、御質問、コメントございましたら、よろしくお願いいたします。いかがでしょうか。

まず、私のほうから1点確認をしたいのですが、8枚目のところに、6月29日、例えば水草を除去することにより繁茂量が3分の1から8分の1程度に抑制されました。同じような評価も7月27日にされているんですが、この3分の1から8分の1っていうのは、何と何を比較してそうなのかっていうのがちょっとフォローできなかったんですが、御説明を追加でお願いしたいと思います。

○木戸主任研究員 これは、今回水草の除去を行っている地点、除去を行っていない地点がCとD、2地点ありますので、その繁茂量と比べて刈取りを行ったところでは3分の1から8分の1程度、7月ですと3分の1から10分の1程度ということで結果のほうらせていただいております。

○中村座長 分かりました。

Bの繁茂量とCの繁茂量、Dの繁茂量、Dがたくさん繁茂しているので、Dと比べると8分の1程度、Cと比べると3分の1程度という、そういうことになるわけですね。



○木戸主任研究員 はい、おっしゃるとおりです。

○中村座長 はい、ありがとうございます。よく分かりました。

もう一つ、ついでですけども、これは今年度の調査で、昨年度までと刈取りの向きを変えたということなんですが、昨年度の数値はどれぐらいで、この刈取りの向きを変えることでこんなに成績が上がりましたというような、そういう図面はないんでしょうかね。例えば3分の1から8分の1っていうのは、昨年度はこんな大きな差がなかったとか、どうなんですか。

○木戸主任研究員 そうですね、すみません。ちょっと図面のほうがないんですが、昨年も水草の繁茂量としては刈取りを行うことで一定程度低くできていたっていうことは確認できているんですが、また、DOの結果として、貧酸素の発生の頻度が刈取りを行うことで少なくなっていた。そういったところは共通する点かなと思っております。ただ、一番違うのが、今回最後のほうで発表させていただいたヤマトシジミの稚貝の状況ということで、昨年50メートル四方を水草帯の中で刈取りをしたところについては、今回のBのような稚貝の夏場の新規加入っていうのが全然確認できていない結果になっておりました。それは、どうしても水草帯の中央部で刈取りを行うということで、周りに水草が囲った状態でしたので、なかなかその水草帯を越えてまでは中に入ってこれなかったんじゃないかなというふうに考えており、今回のように水草帯の境界部分から刈取りを行うことで、シジミの生息範囲という点ではメリットが一番あったのではないかと、そういうふうに考えています。

○中村座長 ありがとうございます。この評価委員会には、私も参加してきて、幾つかコメントがあったのを覚えているんですけども、発表されるときに、やはり何年も継続してこのプロジェクトに参加されているので、前年度までの成果、それから前年度でできなかったところ、今年度はそれに比べると、どこが新しくて、どういう成果が新規に得られたかいうところ分かるような、そういう説明をされると評価委員の間でも点数が高くなるんじゃないかなと思います。御検討ください。

○木戸主任研究員 御助言ありがとうございます。参考にさせていただいて発表に備えたいと思います。

○中村座長 ほかにいかがでしょうか、委員の先生方。

○神谷委員 まず、11ページのDOの変化ですけど、Aの外側ですね。これの6月28日前後のDOが低いんですけど、これはあれですか、はい上がったとか、ちょっと塩分と

かの比較がないと、なぜこんなことに。

○木戸主任研究員　ちょうど、E Cでいうと、ここの期間ですね。ただ、そこまで大きく高くなったっていう。

○神谷委員　じゃあ、来たって感じですかね、中の水が。

○木戸主任研究員　ですね。若干上がってはいるので、その可能性もあるんじゃないかなと思いますが、そこまで、すみません、詳細な検討は……。

○神谷委員　その次の、その半分ぐらいのところ行ったところに、半分じゃないわ。グレーのこれはどこですか、Cですか。

○木戸主任研究員　これはCですね。

○神谷委員　ここが下がってますね、C。

○木戸主任研究員　このときは、むしろAよりもCのほうが下がってましたので、水草の中で酸素が枯渇してというような状況かなと思います。

あと、ちょっとすみません。特に示していないんですが、実はちょっとAのところの欠測の期間がありまして、この8月の後半あたりからちょっと9月までの間、ちょっとAが欠測しておりますので、本当はもう少しこの辺、Aで貧酸素が差し込むような時間帯もあったんじゃないかなとは思いますが。

○神谷委員　その後、下がってませんよね、去年は。おとしはかなり下がってたと思うんですけど。

○木戸主任研究員　いや、去年も水草帯の中で1週間程度、2ミリ以下になるような期間というのが2回ほどあったんですけど、それと比べると今年はそういった期間がなかったっていう状況になってます。というのも、やはり水草の繁茂量が今年圧倒的に少なかったですので、夏場。そういったところでは、これまでよりはいい環境だったのかなと思っています。

○神谷委員　はい、分かりました。

もう一つ、13ページの流向の頻度ですけど、鉛直循環流ができるような、7、8月か、そのときのこの図はないですかね。

○木戸主任研究員　ちょっとすみません、お示しできる図を用意してなく申し訳ないんですが、ちょっとその鉛直循環流、夏場、矢道湖にとって大事だっていうことで中村先生の御報告、発表されている論文もありましたので、今回、それに着目してもっともとは計画して、ちょっと検討はしてみたんですけど、ちょっとなかなかこれだっていう現象の特定ま

では今至っていないという状況で、これまでに上下との水温差がどうなっているかっていうことであったり、松江地方気象台の風向、風速のデータで静穏なときはどうかとか、そういったところを見てきている状況ではあるんですけど、ちょっとまだなかなか正確にこれというところは捉えられていない状況です。今、より調査地点に近い国設松江の風向、風速のデータをちょっと最近入手したので、またちょっとそういったところと比べながら少しデータを見ていければなというふうに思っております。

○神谷委員 ぜひ、つかまえてください。

○木戸主任研究員 はい。

○神谷委員 やっぱり夏場のプランクトンですね、それがどう来るかが大事なかなと思いますのでお願いします。

○木戸主任研究員 はい。

○中田委員 質問ですけれども、今の流向・流速のところで、これは測器は電磁流速計を使ってらっしゃるんでしょうか、何を使っておられますでしょうか。

○木戸主任研究員 電磁流向を。

○中田委員 電磁流向。

○木戸主任研究員 はい。

○中田委員 それで、これは連続的には取られて、何分間隔ぐらいで取られてる。

○木戸主任研究員 20分間隔で取っています。

○中田委員 1サンプルでどれくらいの期間なんですか。

○木戸主任研究員 120。

○中田委員 120秒の平均ということですか。

○木戸主任研究員 ですね。

○中田委員 ということですね。

○木戸主任研究員 はい。

○中田委員 すると波の影響は消されてると考えてよろしいんですか。

○木戸主任研究員 と思っています。

○中田委員 分かりました。

これ鉛直方向に取られているのか、もう深さは一定で取られているのかっていうのもう一つ。先ほどの循環流の話もありましたけれども。

○木戸主任研究員 この流向・流速については、湖底直上20センチの一定のみです。鉛

直循環を見るに当たっては、上下で置いてるのが水温とEC計が上下に置いてますので、そここの水温差がなくなったときに、その流れがどうなっているかなとか、そういった見方をしている。

○中田委員 なるほどですね。

あと、生のデータ、今ずらっと書かれているんですけども、すごく変動が激しいので、例えば1日の移動平均を使うとか、この地点間の差がすごく見にくいんですよ。色がもうかぶっちゃってるとか、変動が大きいので、それぞれ移動平均してもほとんど重なっちゃうのか、移動平均すると少し違いが見えてくるのかっていうのはあったらいいかなと思ったんですけども。それでも見えなかったらしょうがないんですけど、何かそうすると少し差が、この図でもそうですけど、差が出てきそうな感じはするんですけどもね。Aのところは少し酸素が低い、湖内で影響が入っているっていうのは分かるんですけども、ほかはみんな重なっちゃってるので、それぞれ近いところのCとかDの違いを見るっていう意味では、少し色平均かけて、違いが出てくるのかどうかっていうのが分かるような図にしていただければなと思ったんですけども。

○木戸主任研究員 分かりました。ちょっと参考にさせていただいて、またちょっとそういった図を作ってみようと思います。ありがとうございます。

○中村座長 特にヤマトシジミの生息環境という意味では、瞬間的にDOが下がってもあんまり関係ないですよ。ある程度継続したDOの環境がやはり生息にとってはすごく大事だと思いますので、ぜひ、中田先生の御意見を参考に、図の作り方を工夫していただきたいと思います。

○木戸主任研究員 はい、ありがとうございます。

○中村座長 例えば、2週間ぐらいを拡大して見てみて、差がありそうだということであればさらに移動平均のようなことも考えてもいいのかなというふうに思いました。

ほかにはよろしいでしょうか。

井上さん。

○井上委員 すみません、ちょっと幾つか質問させていただきたいんですけども、まず、Aの地点の観測場所っていうのは全部、底から20センチだったですかね。

○木戸主任研究員 ですね。全地点、底から20センチ上での測定結果になりますので、AとBとC、D、それぞれは若干測ってる水深が違う状況になります。

○井上委員 もし、もう1台機材があったらBとかと同じぐらいの、何ていうんですか、

高さになるところのデータもあると、もう少し比較しやすかったかなというふうに、ちょっとそれは思いました。

それと、その次のページの流向・流速のところのデータ、これ、ちょっと今回の調査の主目的ではないかもしれないですけど、深掘りするとすごく面白そうなデータだなというふうにちょっと思ったんですが、まず、1つ目、お伺いしたいのは、この平均流速っていうのは、各時刻のベクトルの長さを単純に平均したっていう数字でよろしかったですかね。

○木戸主任研究員 ですね、おっしゃるとおりです。

○井上委員 意外だなと思ったのが、意外と何か地点Aが2.7って、もうちょっとあの辺り流速あってもおかしくないのになと思ったのが一つですね。

それと、流向の頻度分布はすごくリーズナブルというか、分かりやすいAとBで差が出てるなと思ったんですけども、Dが割と西向きに偏差してるなというのが、これがどうしてなんだろうというのが、私ちょっとすごく不思議で、思いました。

Dなんですけど、細かい話ですが、頻度は少ないですけど、10センチメートル毎秒とか出て数字がありますよね。この辺りはノイズ除去とかはちゃんとされたっていうか、もちろんされてるんだと思うんですけど、その上でこれぐらいの流速が、Bには出てないのにDで出てるっていうのが何なんだろうなっていうのが、この結果を拝見してちょっと思ったところでして、今回の調査の本旨じゃないとは思んですけども、何かこの辺、データもっと詳しく見てみたいなというふうに単純に思いました。

もう1個、その次のページなんですけど、これが一番メインの質問かもしれないんですけど、C、Dで稚貝の着底が少ない、まあ何となく感覚としてはそうかなって思うんですけど、具体的には、これ、どういう理屈で着底が少ないというふうにお考えでしょうか。

○木戸主任研究員 では、まず、一番最後の着底の要因というところなんですけど、まず、ヤマトシジミの生活史で見たときに、産卵されて、その卵がかえった後に、幼生が水の中に浮遊幼生として浮いている期間があります。その後、ある程度大きくなったときに、底に沈むってことになるんですけども、まず、水草が生えていることによって、その浮いている状態が物理的に行き来しにくいついていう状況が一つあると思います。それに加えてヤマトシジミの稚貝は着底をするときに、採苗なんかはタマネギネットなんかを用いてされているんですけど、絡むものがあると足糸を出してつかまってそこにとどまるっていう性質がありますので、水草があることによって、その手前の水草に絡んで自ら落ちていっているのではないかと、そういうふうに今予測をしております、来年度無事にモデル事

業に採択をされましたら、そういった境界部分のシジミの生息状況を、どうなっているんだ、そういったところも調べられればなというふうに思っているところです。

その流れの部分についてなんですけど、Dがどうしてこうなるかっていうところについては、ちょっと明確な答えは持ち合わせてはないんですが、実際、ほとんどDについては3分の1以上がほぼ流れがないような状況になっていますので、ちょっと流れがないときのちょっとした揺らぎのようなものを拾っているんじゃないかな、そういうふうに考えていますので、ちょっとまだ細かなところを検討できていない部分がありますので、そういったところもちょっと見ていきたいなと思います。

あと、どういったときにこの速い流速が出たかについては、すみません、全然確認ができていないので、またちょっとどういったときに観測されたデータだったのかを見てみたいと思います。

○井上委員 ちょっと稚貝の一番、14ページのほう、もう一回ちょっと確認ですけど、今おっしゃったのは、水草が繁茂している真ん中のほうでDっていうのは測っているんだけど、稚貝そのものがやってきたときに、何ていいますか、水草の前面というか、そういうところで足糸を出して、そこに着底するので、その後、仮に水がそのまま入ってきたとしても、稚貝はどっかにトラップされた後の水が入ってきてるんじゃないかと、そういうようなイメージですかね。

○木戸主任研究員 イメージとしてはそういうふうにイメージを持っています。

○井上委員 なるほど、ありがとうございます。

○大谷委員 じゃあ、一つよろしいでしょうか。

○中村座長 はい、どうぞ、大谷先生。

○大谷委員 去年は50メートル四方で水草帯の中をやったということですが、そこが今年どうなったのかとか、あるいは今年やったところが来年度どういうふうに変化するのか、長期的な効果を評価されるのかどうかということが知りたいです。

それから、研究とは関係ありませんが、この200メートル水草を取るのに、何人で何日ぐらいかかるものか、ちょっと教えていただけたらと思いました。以上です。

○木戸主任研究員 御質問ありがとうございます。

長期的な調査につきましては、できていないというのが正直なところです。どうしても沿岸の浅い水域っていうのは、漁師さんたちがシジミをかかれますので、そのシジミの量の影響もあって、それがあらないによって、なかなか、ずっと刈取りの環境が保全されて

いるわけではありませので、ちょっとそこの評価っていうのはなかなか難しいというところがあると思います。

○大谷委員 はい、分かりました。

○木戸主任研究員 あと、刈取りの状況なんですけど、今回合計で4回作業を行っていますが、それぞれ各回、船を2そう出しまして、漁師さんが大体5人で1組、それが2つの船でやるというふうな作業環境ですので、10人で4日間で合計2,000キロの水草の除去ができた。1回の作業時間が2時間程度です。

○大谷委員 はい。

あと、このマンガっていうのは、根っこも取れるんですか。

○木戸主任研究員 根こそぎ、完全な除去っていうのはなかなか、取り残しも出るんですが、根っこから取れる漁具になっています。

○大谷委員 はい、分かりました。ありがとうございます。

○中村座長 ありがとうございます。

よろしいでしょうか。

○中田委員 昔の話で恐縮なんですけど、ちょっと素朴な疑問で、特に水草の繁茂、諏訪湖の例なんですけども、私、もう20年以上前なんですけれども、諏訪湖の水草に関してちょっと関わったことがありまして、そこはエビモだったんですけれども、エビモ帯を取り除いたら、エビモが腐って、付近の旅館が、臭いから取ってくれという要請で取ったのが、その後にアオコが大発生したんですよね。それで調査に入ったんですけれども、結局はまたエビモの場をつくるということにそのときはなりました。水草帯をあんまり取り過ぎちゃうと、栄養の行き場所がみんなアオコのほうに行っちゃうんじゃないかという心配をちょっとまだ持ってるんですけど、その辺はどういう具合に考えていらっしゃるのでしょうか。

○木戸主任研究員 ちょっとアオコと宍道湖の水草について、しっかりと検討ができているかって言われると、あまりできていないというのが正直なところ、あるかとは思いますが、今、宍道湖の水草が主に生えている浅場っていうのは、こちらの赤で示したエリアで、やはり全域、宍道湖の場合、湖心部深いですし、浅場っていうのが限られてますので、水草の繁茂場所というのは宍道湖にとってはまだまだ限定的なところなのかなと思っております。それに比べてアオコが出るような水面というのは多数残されてますので、そこまで大きく水草とアオコが、宍道湖においては影響し合っているっていうような状況はあま

りないのではないかなと個人的には考えています。

○中村座長 よろしいでしょうか。ありがとうございました。

不思議なことに全国的にいろんな湖で水草の問題が出てきているんですけど、それでこのモデル事業も始まっていると聞いておりますが、湖それぞれの事情を伺ってみるとちょっとずつ違うんですね。それがなかなか難しいところかなというふうに思いますが、ぜひこのモデル事業を発展させていただければというふうに思いました。継続して調査をお願いします。

それでは、ほぼ時間になりつつありますので、一通り議事最後まで終わりましたが、本日、全体を通じて何か御質問し忘れたとか、重ねて整理をしておきたいとかいうことはございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、特に御質問もなさそうですので、これをもちまして議事無事に終了させていただいたと思います。御協力どうもありがとうございました。

それでは、事務局にマイクをお返ししたいと思います。

○清山室長 中村座長様、ありがとうございました。

今回は、新年度の開催となりますが、時期については、座長と相談の上、決定させていただきますのでよろしくお願いいたします。

なお、来年度は2回の予定を開催しておりまして、上期に現在作成中の報告書素案について御意見を伺い、それを踏まえて修正等を行った上で、下期に報告書の御報告をさせていただく予定でございます。

以上をもちまして、令和4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を終わらせていただきます。本日はありがとうございました。