

資料 1

平成23年度 第2回汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ 議事録

日 時 平成23年12月22日(木)

14:30～17:00

場 所 島根県民会館3階 大会議室

■開会挨拶

開催にあたり、島根県環境生活部環境政策課長より挨拶。

■議事1「平成23年度第1回ワーキンググループのまとめについて」の説明

事務局より「平成23年度第1回ワーキンググループのまとめについて」の説明。

■議事2「これまでの指摘事項について」の説明、各委員からの意見

事務局、オブザーバー国土交通省出雲河川事務所等より「これまでの指摘事項について」の説明。

【山室座長】

- 別添資料6ページ図29について、県と国土交通省の植物プランクトンの細胞数がかなり違うが、調査日が違う為であり、図28のとおりクロロフィルで見ると、それほど違わないという理解でよいか。
- 同図28と図29について、データが記載されていない部分があるが、その理由は何か。

【オブザーバー国土交通省出雲河川事務所】

- ◆ 両機関の植物プランクトン調査方法の比較をはじめ、十分な検証をしていないので、細胞数がかなり違う理由は、よくわからない。
- ◆ クロロフィルについても、国土交通省の値が若干高目に出ていることが多い傾向にあるように見える。
- ◆ データが記載されていない部分については、確認する。

【事務局】

- ◆ クロロフィルの測定方法について、国土交通省はストリックアンドパーソンにより実施し、県はローレンツェンの方法によりクロロフィルとフェオフィチンを分けて

実施している。その為、県の値が低くなっている。

【大谷委員】

- 植物プランクトン細胞数の測定方法について、県はグルタルアルデヒドで固定後にホルマリン固定するので、ほぼ全ての生物が形を残す。国土交通省はホルマリン固定のみなので、細胞を破壊されやすい植物プランクトンがいた場合、値は当然低くなる。
- 以前から思っていたが、両機関の測定方法が統一できれば良いと思う。
- 平成19年付近においてクロロフィルは多く細胞数は少ない。データを見ないといけないが、その理由として、ピコシアノバクテリアが多かったために細胞数はカウントされていないが、優先度として高かったとか、そういったところもあると思う。

【中田委員】

- ZP炭素量の算出方法について、平成8年以前は *Sinocalanus* 属の成体と未成体を区別せずに同じ換算係数で算出しているので炭素量は非常に多く出てしまっており、平成8年以降はステージで分けて算出しているのでこちらの方は良いと理解してよいか。

【オブザーバー国土交通省出雲河川事務所】

- ◆ そのとおり。

【中田委員】

- 採水で原生動物も少しは出ているようだが、動物プランクトンの分析方法は、プランクトンネットでとれたものだけで、採水法による動物プランクトンのカウントはしていないのか。

【オブザーバー国土交通省出雲河川事務所】

- ◆ そのとおり。

【吉田委員】

- 窒素の動態が非常に気になる。（26ページの上部グラフ）宍道湖水の硝酸態窒素が12月以降に増えている理由について流入水の影響という説明があったが、それ以前の流入分は宍道湖内には溜まっておらず、それは生物活性の低下によるという理解でよいか。

【事務局】

- ◆ 今回の調査結果からは判断できないが、斐伊川の冬季濃度上昇と湖内の生物活性低下の両方の影響が考えられる。

【吉田委員】

- 冬季の窒素の流入負荷量が増えているのは中国大陸の影響である旨の説明があったが、そのような調査をしているのか。

【事務局】

- ◆ 降雨調査を毎月実施しており、国設松江大気環境測定所における1997年から2011年までのアンモニアと硝酸の変動については、19ページのとおり。
- ◆ 雨の窒素は、アンモニアと硝酸で約90%が占められており、そのうち硝酸は少し上がりぎみだという結果が見えている。それが斐伊川に影響していると思われる。

【山室座長】

- 1年間、一降雨ごとに検体として松江の降雨を採取し、硝酸中の窒素と酸素の安定同位体を分析した。例えば中国から来た雨の場合、大気の高いところを通過して降りてくるので、そのときに酸素同位体比が変わる。夏と冬の比較から、冬季の雨は中国から来ているということを確認している。
- また、後方流跡線解析の結果からも確認している。
- さらに、そのときの斐伊川上流の河川水についても調べており、それが反映しているというデータもあり、現在、論文作業中である。

【吉田委員】

- 28ページと29ページのグラフについて、宍道湖TN現存量の値が異なっている。

【事務局】

- ◆ 確認・修正する。

[休 憩]

■議事3「これまでの整理等について」の説明、各委員からの意見

事務局より「これまでの整理等について」の説明。

【中田委員】

- 負荷量について、例えば洪水時、特に燐はほとんど粒子状で湖沼に流入するが、L-Q式において流量により粒子態か溶存態かの分け方はうまくできるのか。
- また、L-Q式において、例えば、溶存態の有機りんと粒子態の有機りんの割合について、うまくできるのか。

【事務局】

- ◆ 各態について今すぐには難しいと考えている。流量確定後、L-Q式の複数化についてから検討する予定。

【中田委員】

- 難しいことはよくわかるが、実際モデルで計算をする際、割合どうなのか必ず問題になる。データが無いという理由から、一定の割合に設定されてしまうことがあるが、各態の割合がうまくできるように検討していただきたい。

【山室座長】

- 前回のワーキンググループにおいて報告された斐伊川の年間負荷量については、流量との関係が非常に大きく、2010年が非常に大きかった。このように洪水がある場合の負荷量をどう見積もるかというのは課題になっていた。そのことが、資料3において記載されて無いが、どのように考えているのか。

【事務局】

- ◆ 高水量時用のL-Q式が採用できるのかどうかと、それを採用することにより課題に対応できるかどうか検討する予定。
- ◆ 斐伊川365日調査結果から各態の割合がうまくできると、現在作業中のモデルにおいて反映できるのか。反映できる場合、調査結果の解析の段階で、パラメーター係数として入れながら再現をかける等、今後の再現の中で努力できるところは努力してみたいと思っているが、いかがか。

【中田委員】

- なかなか大変である。

【事務局】

- ◆ 現在作業中のモデルについては、次回には再現性等について検討していきたいと考えているので、よろしくお願いします。

【石飛委員】

- 大きい3つの目標の中で、「湖底と湖水の物質収支から出入り量の検証」についてはあんまり調査がされていないようなので、今回提案のあった湖底調査について、新たな観点から実施すると良いと思う。
- その際、コアをとり、蓄積がこの何十年かでの様に変化したのか非常に興味がある。負荷量が少なくなってきたら減ってくるはずで、あるいはもっと少なくなったら出ていくと思う。それらがコアの調査でわかれば良いと思う。
- また、宍道湖だけではなく、中海についても実施し、対照することにより、トレンドが明確になると思う。
- 負荷量、水質、底泥の変化・傾向がわかることにより、今後水質がどのように変化するのか推定できるかもしれない。今後、湖がどうなるかは非常に重要であり、出来るか出来ないかは別として、大事なことと思うので、ぜひこの調査を実施されると良いと思う。
- 併せて過去に実施されたデータを収集し、この調査との比較も必要と思う。

【事務局】

- ◆ 資料では宍道湖のみの記載だが、中海についても実施できればと考えている。
- ◆ また、過去の調査データとの比較検証についても、解析の中では実施したいと思っている。

【清家委員】

- 流入負荷に関連して、高度処理をしていない浄化槽は、人口的には少ないが、流入負荷量がものすごく大きかった。高度処理をしていない小規模浄化槽について、今後高度処理を目指す必要はないのかどうか、取りまとめの段階では入れて欲しい。

【山室座長】

- 39ページについて、県で実施している調査事業に対応してまとめているので、例えば先ほどの高度処理の話など、このワーキングで議論した重要なことが記載されていない。例えばCODについて、硫化物の影響があるのではないかということで再度検討するというので、これも重要な実験だと思うが記載されていない。さらに言えば、「得られた知見など」で、さらに何が課題になるからということで、この課題が右に書かれているのでは全然なく、対応していない。議論のもととして非

常にややこしいところもあるので、県の調査で得られた知見以外についても整理し直していただきたい。

【事務局】

- ◆ 表の整理については、今回のワーキングで出た色々な意見も踏まえて、整理し直す。
- ◆ 清家先生の意見について、どの部分がきいているかというようなことはあるかと思う。今後、特に規制のかかっていない小規模事業場の実態把握を実施する予定。それらも含めて、負荷量の積算を実施していきたいと思っている。

【吉田委員】

- 流入負荷量に関して、39ページの表でも「山林系原単位の基となるL-Q式の精査が必要」と記載されているが、モデル上は原単位をまだ使われる予定なのか、それともL-Q式に変えられる予定なのか。

【事務局】

- ◆ 施策の反映を把握するためにも、基本的には原単位法でいきたいと思っている。

【吉田委員】

- 環境省でも議論中で未確定だが、点源については原単位まだまだ使えるが、面源については原単位ではうまくあわせられないという話が出ており、できれば山林などはL-Qでトライしていただければ大変ありがたいと思っている。
- 次に、収支に関して、モデルとも絡んでくるが、その収支の対象として何を想定しているのか。先ほどの話で窒素はなかなか難しそうなので、りんとTOCということになるのではないかと思うが、りんの溶出に関連性が高い酸素消費速度について、底質調査で実施していただければと思う。
- 関連して、議論中で未確定だが、いわゆる生分解性のものと非常に相関が高いのではないかという話のあるPOCについて、TOCの測定に併せて実施して欲しい。

【事務局】

- ◆ POCについては、TOCの測定に併せて実施する予定。
- ◆ 酸素消費速度について、貧酸素の実態も含めて、溶出速度は何地点かでコアサンプルをとって実施する計画。

【大谷委員】

- 底質調査は、保健環境科学研究所単独での実施か、どこかと共同で実施するのか。

【事務局】

- ◆ 今のところ具体的にどこで実施するか決まっていないが、できれば大学の先生方と共同でできる部分はやっていきたいと思っている。

【大谷委員】

- 相当たくさん調査地点があるので、この中でどれを実施したら良いのか、どこで実施するのかを、今のうちに具体的に詰めておくと思う。
- 貧酸素化した高塩分水の発生等の研究について、地点が多いのはよいことだろうが、維持管理をはじめかなり大変と思うので、もう少し精査したら良いと思う。

【事務局】

- ◆ 大谷委員の意見のとおりだと思う。記載の調査内容のうち必要性が低いものや、優先度が高いもの、追加しないといけないもの等について、御助言いただきたい。

【大谷委員】

- 植物プランクトン以外については門外漢だが、どれも重要なことだと思う。
- シジミの量の把握等については、既に水産技術センター内水面浅海部においてかなり実施される。どこで共同でやるからこの項目は大丈夫など、もう少し詰められたい方がよいと思う。

【中田委員】

- 貧酸素化した高塩分水の調査のタイトルに「静振」と記載されているが、宍道湖で内部静振みたいなのが観測されている例はあるか。中海は内部静振が出て、内部ケルビン波みたいな感じで伝わっていくという話はよく聞くが、宍道湖で「静振」という言葉使っているが、伝播していくような例というのは今まであったのか。

【石飛委員】

- 宍道湖の底層水が動く話について、ずっと昔、出雲工事事務所の時代、菅井氏が観測しておられて、陸水学会に出されている。つい最近も、溝山氏と大屋氏と福岡先生が連名で、底層水が動いていると、土木学会で発表されている。

【中田委員】

- それは外部静振か、それとも内部静振か。

【石飛委員】

- 吹き寄せに対する下層水の風上側への集積で、内部静振の最初の段階。
- 中海は成層が随分安定しているが、宍道湖は上と下の差が余りないから、結構弱い風で混ざる。その分については、まだちゃんとした実態がとらえてない。
- 今回この調査で、その現場の状況がわかると、今の貧酸素の解消等がわかるし、それはシミュレーションをやる場合に合わせればいいと思う。

【中田委員】

- シミュレーションでも出てこないところがある。

【石飛委員】

- その点は上手く合わせる必要があると思う。

【中田委員】

- 底質調査において、シジミ個体数の計測のみで、サイズ計測は全くやらないのか。稚貝は情報も必要ではないのか。調査予定時期が5月なので、着底時期にあるかどうかかわからないが、三河湾での調査から、かなり稚貝が多いところは、貝は結構ピコプランクトンみたいなのを優先的に食べるということがあり、あんまり大きな珪藻は食べない。大きい方は珪藻を食べるというようなことがあるので、宍道湖もかなりピコプランクトンが多いということになると、そういう稚貝が多いか少ないかで、湖心に出てくるピコプランクトンの量も大分変わってくるのかなという感じもちょっとしないでもないので、できたらこれもサイズ組成みたいなものがあれば、なお良いと思う。

【事務局】

- ◆ シジミについては、水産部局が、稚貝から貝の大きさ含めて把握しているので、そういうものを情報共有しながら対応させていただきたい。

【中田委員】

- 植物プランクトンの色素分析を実施予定だが、その結果をどう使うか、よくわからない。せっきくデータがあるので、できたら各機能グループで炭素量に換算できるはず。クロロフィルと炭素の比率を使わないといけませんが、例えば藍藻はどれくらいカーボンがあり、珪藻はどれくらいカーボンがあるという内訳がわかるので、そういう解析もぜひ追加でやっていただければと思う。

【事務局】

- ◆ 色素について、例えば仮定の話で、ヤマトシジミは藍藻が食べられない場合、クロフィルだけで生物量を見るというのは問題があると思う。そこでカロテノイドを測定し、種が何であるか把握することにより、湖の健全性みたいなものの指標になるのではないかと思う。

【中田委員】

- 餌として同化するのか、ろ過はするけど全部出してしまうのか、どちらなのか。

【大谷委員】

- 島根大学の先生ら5、6名で行った調査の結果、シジミは取り込んで、ぱっと入水管から出す。
- それを偽糞と、消化管を通ったものを糞と定義すると、完全に消化された本当に小さな茶色くなったものと、それからパックされた生きた珪藻や緑藻がいっぱい入った未消化の糞があり、いろいろなものが通ってくるが、二枚貝の本とか専門家の方の話によると、中腸腺に細胞があり、その細胞内消化されるということで、かなり小さなものしか消化できないのではないかと。
- 果たして1マイクロのシネコキスティスとかを消化できるかということも今後の課題で、今、保健環境科学研究所と共同して増やしている。先ずは色素分析とかされるようだが、今後は水産技術センター内水面浅海部と一緒に餌として与えて、本当に効果があるのかないのか検討する予定。

【事務局】

- ◆ あと、シネココッカスというピコシアノは藍藻だが、高度不飽和脂肪酸が欠落しており、軟体動物とかの餌にならないのではないかということにも注目している。

【中田委員】

- 餌にならなくても、要するに一回通っているから、通ってデトリタスの形にまた出すのか。

【大谷委員】

- 通るのは本当大部分通っている。

【山室座長】

- 補足させていただくと、アメリカにタイワンシジミが侵入した際、アメリカで結構調べられている。彼らは15Nをトレーサーにしてやっており、身に移っているの

か、それとも糞になっているのか調査しており、一応通っているが身にはならないというようなことは定量的に出ている。

- ただ、当時はピコシアノが淡水でそんなに問題になっていなかったのも、マイクロシステイスを使っており、ピコシアノでどうかはちょっと最近の文献を見ていないが、トレーサーでやると、身になっているのかどうか分かると思う。
- 少なくともマイクロシステイスレベルのものであれば、通っているけども身にはならないということは出ている。

【中田委員】

- 要するに浮遊しているものが糞になると今度はデトリタスとなり、浮遊しなくて堆積物に移っていくという取り扱いになるかが重要なのではないかと。

【山室座長】

- そこが難しいところで、先ほど先生がおっしゃった糞なのか偽糞なのかというところだが、偽糞でも何かふわふわとして出るときとそうでないときと、私が飼っているときには何か気分によって違っていた。その辺をきちんとやる必要があるかなと思っている。

【大谷委員】

- これがまた上に戻るのか下に行くのかで、随分違うので、かなり大事だと思う。
- しばらく未消化の糞を置いておくと、だんだん羽状珪藻が糞の外を歩き始め、クラミドモナスなんかは泳ぎ始める。だから、そのままではなく、きっと時間がたつとまた水中へ戻っていくような気がするが、それまでにベントスに食われるかもしれない。
- あと、今年アオコが発生したとき、1ミリぐらいの塊がたくさん浮いていたが、それを顕微鏡で見ると粘液に包まれているので、また根拠は余りないが一回シジミの消化管に入ったものが浮いてきたのではないかと思う。
- 一回下に落ちたものがどうなるのかは調べる必要があると思います。

【山室座長】

- 焼いたガラスビーズの上にシジミの糞を乗せて、つまり舞い上がるのかどうか、博士論文でやったことがある。おなかをすかせた多毛類をそのガラスビーズの中に入れ、シジミの糞と腐った葉っぱを置いてふたをし、その5分後、多毛類はシジミの糞の方にいた。結構シジミの糞は出てすぐにゴカイが食べている可能性もある。そ

の後、そういう研究をしている人がいるかと思っいろいろ調べているが、余りそういうのはない。

【大谷委員】

- 底生の物質循環系に入ってくるのかいかないのかというのは結構重要だと思う。

【吉田委員】

- 今、環境省で新たな指標として「下層DO」と「透明度」について、湖沼の水質の指標に加えようと検討中であり、順調にいけば平成25年度末には設定することになる。
- 次期湖沼水質保全計画では、「下層DO」と「透明度」についてもぜひ入れていただきたいと思うので、それらについても目標値等にできるようにモデルの工夫をお願いしたい。
- あわせて、下層DOは、水生生物等にとって望ましいということで決めたいと思っている。宍道湖の場合はシジミになるかもしれないので、例えばDOが幾ら以下の場合シジミは生息できない等、シジミとDOの関係についての知見があれば、適応していただければありがたいですし、もしない場合は、その研究もしていただくと大変ありがたい。

【山室座長】

- 酸欠が致命的なのか、酸素がなくなることにより発生する硫化水素が致命的なのかということは、世界的にも今、ホットな話題になっており、昨年か一昨年、どちらがより効いているのか検討した論文が出ている。その結果によると、酸素よりはむしろ直接硫化水素でやられているだろうとのこと。
- つまり湖も、淡水湖と汽水湖では硫化水素の出やすさが違うので、おそらく基準が違って来るであろうということが考えられる。そういう意味では、汽水に関してDO規制というのはさらなる検討が必要かと思う。
- また、透明度について、汽水域は、淡水と塩分が合わさったところで色々ものが凝集し急に濁度が上がり、本来透明度がなかなか上がりにくい。そこで透明度をどう確保するかということも、淡水とはかなり違ったところが出てくる。

【吉田委員】

- そうすると、今の透明度の話は、すぐにモデルの中に入れ込むというのも、難しい

ということか。

【山室座長】

- そうです。どの塩分のところでどう凝集するかみたいなことを入れていくのは、かなり基本的なところから色々とやらなければいけない。

【吉田委員】

- 何かわかっていることがうまく反映できれば、わかりやすい指標になるのではないかと思うが、例えば宍道湖の場合、DOがどういう状態になれば、硫化水素が発生するおそれがあるのか。

【清家委員】

- 硫化水素は、硫酸還元細菌という絶対嫌気性の細菌が生成する。無酸素じゃないと生成しないということ。それとこの細菌は、従属栄養細菌ということで、有機物も必要とする。
- また、硫化水素が発生したとしても、例えば三価の鉄(III)が湖底にある場合、硫化水素は先ず三価の鉄(III)を二価鉄(II)に還元するのに使われ、次いで硫化鉄沈殿の形成に使われて消費される。つまり、硫化水素と反応する鉄のような物質がなくなった場合、フリーの硫化水素が初めて蓄積し、濃度がふえていく。

【吉田委員】

- それは、調べられるのか。

【清家委員】

- 調べられる。

【山室座長】

- 宍道湖でシジミ等について、DOと塩分、水温、硫化水素の耐性を調べた論文があるが、その際のpHは現場の値と異なっていた。硫化水素はpHが違っていると出たり出なかった全く異なる。

【清家委員】

- 硫化水素の発生は、 pK_1 という酸解離指数と関係する。弱酸である硫化水素は、pHに依存して、分子状 H_2S 、 HS^- 、 S^{2-} の存在割合が変化する。硫化水素の pK_1 は約7で、pH7ぐらいで H_2S と HS^- が半々の割合で存在する。pHが下がるほど分子状の H_2S が増えるが、シジミ等に影響を及ぼすのは、その分子状の硫化水素であり、 HS^- ではない。だから、分子状の硫化水素がどのぐらい存在するかと

というのが重要になる。その辺について、今後やっていきたいと思っている。

【吉田委員】

- 汽水域のDOの目標値みたいなものが、その辺からもある程度設定できることになるかもしれないので、またいろいろと教えていただきたい。

【清家委員】

- もう一つ。環境省や水産庁もそうだが、底質の状態を示す指標としてAVS（酸揮発性硫化物）が主流になっている。しかし、AVSは、いわゆるトータルの硫化物を示し、その大部分は無毒の金属硫化物が占める。AVSが高いからと言って必ずしも溶存する硫化水素が高いとは限らない。
- 底生生物への影響を観る場合は、硫化水素を測らないと致死性的かどうか分からない。

【吉田委員】

- わかった。

【中田委員】

- 宍道湖には *Beggiatoa* みたいなものがあるのか。

【山室座長】

- まだ報告されてない。

【山室座長】

- 39ページにおいて、「課題」として「冬季のTN濃度上昇の原因究明」と記載されている。これはもうできていると考えているが、どうか。
- また、「溶出した燐酸の再沈降の把握」については、具体的にどう解明するのか。
- 同様に、「底質からのアンモニア溶出と硝化、脱窒等の挙動の把握」については、今後調査予定の底質調査の際、把握する予定なのか。

【事務局】

- ◆ 「冬季のTN濃度上昇の原因究明」について、今回の斐伊川365日調査の結果、硝酸が非常に高かった。降雨由来以外の可能性、具体的には鉄橋での使用が考えられる尿素系の融雪剤の影響等について確認する予定。
- ◆ 「溶出した燐の再沈降の把握」について、これは湖心高頻度調査の結果から、溶出

量と沈降量の算出を検討する予定。

【山室座長】

- 39ページにおいて、「得られた知見など」と「課題」として記載されているのは、あくまで今回、県の調査事業から得られた知見と、得られたものに対しての課題ということで、このワーキングで今まで得られた知見と指摘されてやらなければいけない課題という整理ではないということで、非常に問題のあるまとめ方だと思う。

【事務局】

- ◆ この表については、整理し直す。

【山室座長】

- 特にこのワーキングでは、国土交通省や水産部局など色々な方に来ていただき、非常にデータの集約も進みつつあるところだと思う。
- そのあたりも含めて、得られた知見とここで出されて課題となっていることとをもう一度整理して欲しい。早いうちに見て、平成24年度の前半でその課題を解決しないと、後半でモデルを動かす際に、支障が出てくると思う。

■「その他」の説明

事務局より「これまでの整理等について再整理すること」、「今後の調査予定について再度意見照会すること」、「次回のワーキンググループの予定」を説明。

■閉会