

## ◆ 第 1 回(第九期)中海自然再生協議会議事録 ◆

日時: 2023 年 9 月 16 日 13:30~16:00

場所: みなとテラス (鳥取県境港市) 中会議室 B 室

現地参加 25 名

Zoom 10 名

パソコン Zoom 不調により、開始が遅れる。10 分

國井前会長より 開会の挨拶

國井: 第九期第2回の中海自然再生協議会を開始します。議事録は、神谷会長代にお願いします。

### 1. 話題提供:

#### ファインバブル技術等を活用した水質・底質浄化の取り組み

「ファインバブルに着目したきっかけ」 鳥取県水環境保全課 安田 優 氏

鳥取県では、ファインバブル等の技術を使った水質・底質浄化の取り組みを行っています。

鳥取県・米子高専・米子市三者で協力しておこなっており、今日はそれぞれからお話したいと思います。

平成 30 年の県議会で中海に於いて提案があり、ファインバブルを活用した中海の水質浄化の取り組みを米子高専さんと協力して試みて行こうということとなりました。

ファインバブルとは、泡の大きさのことで、100  $\mu$  m 以上をミクロバブル・サブミクロバブル、100  $\mu$  m に満たないものをファインバブルと言います。そのうち、1  $\mu$  m~100  $\mu$  m の泡をマイクロバブル、1  $\mu$  m 以下の物をウルトラファインバブルと言います。性質としては、細かいのでゆっくり水面まで上がっていき、水中に泡が長い時間漂うこととなります。

ファインバブルの活用が広がっています。鳥取県では、三光株式会社が魚の養殖で用いており、早く生育できそうです。大村塗装株式会社では、キチンナノファイバーの量産化の技術として利用されています。

鳥取県では中海の第七期の湖沼 水質保全計画で水質・底質浄化事業と協力してファインバブルを活用しようということになりました。

「水質・底質浄化にかかる実証実験について」 米子高専 藤井 貴敏 氏

私たちは、そこで中海にファインバブルの発生装置を導入して実験を始めることにしました。最初に、2019 年より室内での予備実験を始めました。そして翌年より、実際に中海で実証実験を始めました。2021 年からは規模を拡大して実施しています。

マイクロバブルを発生させる方法はいろいろありますが、今回は剪断方式をつかって実験することにしました。最初の実験は室内においた 360l の水槽で実験をおこなったところ、だいたい 2 万秒、約六時間で酸素が飽和状態に達することがわかりました。

溶存酸素を回復する速度をファインバブルとミクロバブルを比較すると、淡水では酸素供給効率はファインバブ

の方が高いが、逆に海水に対してはミリバブルのほうが効率よく酸素を供給しました。また、海水でもファインバブルの方が溶存酸素の高い状態だと、酸素供給力が高くなりました。つまり、環境浄化では、ファインバブルとマイクロバブル(ミリバブル)の双方を利用しての方がよいと予想されました。

中海のヘドロと湖水をいれた中海に模した環境を水槽に作って実験をおこないました。何もしない段階では、泥の表層に参加層が形成されました。つまり、これ以上浄化されない状態となっていますが、ファインバブルを稼働させますと、この酸化層が還元されました。つまり、ファインバブルを稼働させる場合は、比較的長い時間継続の方が底質の浄化に効果が得られると考えられました。

そこで、2020年よりポンプ場地先で実験をはじめました。地先30メートルから水をポンプでくみ取り、500lのタンクを5つ並べてそこで酸素供給を行い、中海ポンプ場沖に放出しました。

放出した水がどれくらいの範囲の湖底に影響を与えているか調べるにあたり、事前にシミュレーションすると2mぐらいと推定されました。そのため、出口の付近、1m、3m、5mの泥について改善効果を調べました。

改善効果は、強熱減量と酸化還元電位ORPの変化で調べました。その結果、強熱減量ではポンプ場地先の出口付近は強熱減量(有機物)の値が低くなっていました。また、ORPも低くなっており、装置により湖底に対して還元的に機能していると考えられました。

ベントスも変化としても、周りの湖底には見られないアラムシロ(貝類)や節足動物(ヨコエビ)、多毛類が見られました。

このように、良好な結果を得られた為、2022年以降は、湖水をくみ上げ排出するパイプを100m-150m延長し、タンクの容量を3000リットルまで増加して実験を継続しました。

その結果、湖底の酸化還元電位の改善が見られました。また、島根県の準絶滅危惧種のマメコブシガネ(甲殻類)の生息を確認できました。

次に2023年から実施している米子水鳥公園のつばさ池の浄化について途中経過を報告します。2023年7月につばさ池に水中ポンプ形のポンプを設置しました。つばさ池は水深が浅く、コツブムシ、多毛類がファインバブルの出口付近で増えているのを確認しています。

「米子水鳥公園のつばさ池での取り組み」 米子市市民生活部環境政策課 主任 大塚智史

背景としては、水鳥が多く飛来するつばさ池は排泄物などで汚濁負荷がかかり、閉塞性が強いために水質が悪化してきていると考えています。水質の値は、中海の湖沼計画の環境基準値より高くなってきています。その為、米子市では令和4年度からつばさ池の水質・底質の調査を高専の藤井先生にお願いしています。

底質への酸素供給についてはファインバブルで実施して頂いているので、米子市では土壌や植物による濾過機能を使って水質浄化に取り組んでいるところです。令和5年度はつばさ池の水を汲み上げ土壌や植物による浄化を目指すと共に、散水したエリアのヨシを刈り取り・持ち出しをすることによって浄化の効果があるのか実験しています。今後は、その成果を確認して、つばさ池の浄化に有効な手立てを探してゆきたいと考えています。今のところ水質のサンプリングでは、良好な結果が出ていると考えています。

《質疑・応答》

國井：今回利用されたのは、ウルトラマイクロバブルではなく普通のマイクロバブルですね。機械的にDOを改

善するよりも、中海全体の DO を改善することの方がよいのではないのでしょうか。

藤井：今回の実験では40 $\mu$  マイクロバブルを使っています。

コストとして、ウルトラファインバブルは極めて高額となります。その為、実証実験として普通のマイクロバブルでどれくらい効果があるのか確認しています。

西村：電源として太陽光との組み合わせで試してみたいかでしょうか。また、全体の DO の改善は別として貝の養殖で試してみたいかでしょうか？

藤井：ウルトラファインバブルは、高くつくため、そういったことも一つの方法だと思います。また、実際利用されている例もあります。

宇都宮：装置のポンプ容量はどのように決まりますか。装置はタンクに対して何回循環したと考えられますか。

藤井：100v で発生させるマイクロバブルが発生できる限界量が 20l/分で、それで回してゆきます。1年間で米子港の水を全て 1 回程度くみ上げているぐらいの量だと思います。

宇都宮：効果があるには米子湾を年 4 回分ぐらい汲み上げる能力が必要かと思います。

澤田：水のくみ上げるパイプにつまりが生じたとのこと。米子港にはペットボトルとかゴミが多く落ちていますが、それが機械に影響を与えることはありませんでしたか。

藤井：パイプの入り口に網をつけているので大丈夫でした。また、その網には、ゴミよりも生物(藻類)がたくさんついて大変でした。

松本：ファインバブルの二つのバブルの大きさを組み合わせるとのことでしたが、大きい泡と小さい泡を両方入れる意味がわからなかったのですが・・・

藤井：大きいバブルの方が DO が低い時は溶存酸素の回復率がよいからです。組み合わせることに割って効率的に酸素が供給できます。

松本：パイプの植物が詰まっているとの事ですが、それはどんな藻類ですか。

藤井：日光が届かないところで生えているため、なんであるか結局わかりませんでした。

廣野：35 ページグラフですが、パイプ詰まって交換されていますが、次第に値が悪化して行っている事から継続するとだんだん効果が下がってしまうのでしょうか。

藤井：まず、違う場所に落としたのでリセットされている。と理解ください。また、回復が遅れているように見えるのは、夏場の負荷が大きいために影響を受けています。

桑原： 効果検証に於いて 30mには届かないという事で合ったのに、浄化できた範囲が100mの範囲ととらえるのはどうでしょうか

藤井： あくまでも理論値上の話です。

-----五分間休憩-----

## 2. 協議事項

國井： 自然再生計画の 2 つの事業のうち「浚渫窪地の環境修復事業」については、前回の協議会の議論でほぼ同意が得られたと考えております。今回は、「海藻類の回収とその利活用」について倉田さんよりお話をいただきたいと思います。

### 第 3 期事業計画について

#### ◆海藻利活用について 島根大学 倉田 健悟 氏

実施計画について事業の範囲を決めることとなっておりまして、海藻は光の届く水深 2m の範囲に生育するのでこれを事業の範囲としています。

今までの調査で海藻の藻場には大量の付着物があり、魚類や底生生物の生息場所として重要である。

一方オゴノリは、大量に堆積すると貧酸素水塊や硫化水素の発生により生物のへい死が見られる。海藻を回収することによって肥料として利用することは、未利用の資源の活用となります。

海藻の刈り取りがよいことか悪いことか考えるために定量的な調査をすることにしました。

その後、桁網を使って、調査を行いました。オゴノリには、たくさんの生き物がついており、それは中海の他の場所より多かったです。オゴノリの10分の一程度の生物量と見積もられました。これら藻刈りによる栄養塩への持ち出し量は、中海の負荷の 0.01 パーセント程度でした。

今まで自発的取り組みにより行われてきたが、事業の費用がないところがネックになっている。また、物質循環、社会的側面、環境基養育的にも面白い事業です。海藻類を刈り取る場所の評価が必要だか、中海再生協議会の象徴的な事業として重要なものです。

- (1) オゴノリなどの海藻類の分布調査
- (2) 中海の海藻の年変化と季節変化の要因 海藻の生活史、波浪、被食の影響など
- (3) 底生生物群集の調査
- (4) 海藻米など 経済的効果の数値化
- (5) 環境教育の効果の数値化

### 《質疑・応答》

新田： コドラート調査とは何でしょうか。

倉田：一定の大きさの方形区を設けてその中の被度等を測ったりする方法です。

桑原：取り組みの(1)～(5)のうち、自然再生事業としては何をされるのでしょうか。

藻刈りをされるのでしょうか。計画の中に藻刈りがないのはどうかと思うのですが。

倉田：渡部さんが、藻刈りをされていた頃から減少しているので、それをについてどのように書くべきか困っているところですが。

桑原：何のための自然再生であるかを明記し、方法とモニタリングを明記しなければならないのでは。

國井：2000年の頃は、中海では海藻が増えすぎていました。今までは、それを刈り取って有効利用してきました。ところが近年、全体的にオゴノリが減ってきています。刈取りはしなくても、海藻類の回収と利活用をしないといけません。しかし、今は資金援助がされていないので出来ない。

外谷：オゴノリは、寒天の材料で、戦前は中海の海藻の収穫の大半はオゴノリでした。一時は衰退していましたが、その後國井先生がおっしゃったように回復したので、農林水産省が一斉に刈り取りました。最近は、少なくなってきました。今は、県の水産試験場でナマコの養殖の餌となっていますが、オゴノリは全国的に現在減ってきて困っています。

宇都宮：市民参加型で写真などの提供してもらって、補完的なデータ収集ができないでしょうか？

また、自然再生法では、島根・鳥取県・国交省に財政措置をすることを求めてゆくべきだと思います。先般の申し入れの時に、その様な話はされましたでしょうか。

國井：現状として、オゴノリが以前の様に中海で大量に取れなくなっており、その現状を踏まえて、事業を進めてゆくということになると思います。

中本：モニタリングとしての藻刈りを事業とされてはいかがでしょう。資料図面を基本に、中海の生物循環のモデル（生態系モデル？）づくりをすれば価値のある事業になるのでは

倉田：モニタリング調査で確かに刈取りはしているので、書きようによってそのように書くことができるかもしれませんが。しかし、今は中海にオゴノリが少ない状況です。また、確かに生態系のフローや物質循環モデルができると思いますが、細かい所を調べるには予算がない中で限界があります。

中本：誤差が大きくても、大枠で示されたら良いのではないのでしょうか。

國井：中海の一部でモデルを示せば良いと思います。場所のを特定をして調査をし、今期はオゴノリに生息する生物に考慮するための事業になっていくのではないかと。そのためにモニタリングが必要で、将来的に中海全域に広げるということによいのではないかと。

倉田：ではモニタリングというものはどういうことを明記すればいいのか。

取り組みの方法を刈り取ることにして、この資料をモニタリングとすればいいのでしょうか？

松本：どれくらいの付着物があるのか、量的なものが必要なのでは

倉田：すでに2017年ころやっていたが、その後やっていない。

書き方については、もう少し修正してみます。

國井：それでは(3)に移ります。

海藻類の中海生態系の役割を明らかにするとありますが、モニタリングの方法になっています。事業としては何をやるのでしょうか。第三期としては、これまでの結果をもとに調べてみるということであるが、取り組みが分かりません。

倉田：現在の計画の記載をモニタリングの方法に入れることを検討します。

松本：宇都宮さんのコメントを紹介します。オゴノリについていた懸濁物量について過去との比較が必要ではないでしょうか。

國井：(4)のモニタリングについて、シンプルでよいと思います。

(5)については 環境教育の効果の評価を行うということで、モニタリングの方法についてどうでしょうか。

松本：テキストマイニングも一つの方法でもよいと思いますが、特定のサンプルを選んで実施する方法でもよいと思います。今後も中海の自然再生を担う子供たちに伝えることが大切だと思います。

澤田：感想となりますが、学生に体験してもらうことは良いことと思います。海藻を使った農産物ということで、私も提供を受けてみていいなと実感しています。今までの話をお伺いすると、海藻が少ない状況で事業を継続されると逆に環境に良くないのではと心配しております。

倉田：適切な量をとるといふことか大切だと思います。計画で適切な量を利用できると書いておけばよいと思います。

桑原：オゴノリングは、事前事後でアンケートはとられていますか。

小倉：アンケートは前後でとっていますが、今はオゴノリが採れないので、近年は事業ができていないです。肥料に関しては、以前たくさんとれた年に備蓄してあるオゴノリ肥料を提供しています。

外谷：食べることばかりで申し訳ないです。どちらが美味しいとか、良い出来だとか食べ物を比較するのは難しいです。肥料は、どの様に使われているのでしょうか。

桑原：オゴノリングでの藻刈り体験事業を実施することを前提に、自然再生センターの事務局に(5)の実施内容と環境教育の効果検証について執筆分担してもらってはいかがでしょうか。

小倉: 検討します。

小倉: 日南の畑では乾燥されてペレットとして肥料化されてしようされています。八束で利用するときは、300 坪を 2 か所オゴノリを直播で堆肥として利用しています。

菊地: オゴノリの採りすぎについて、どの様にモニタリングするかという問題であると理解しています。モニタリングでも市民に参加してもらったらいいと思います。また中海のデザイン（オゴノリングで循環して経済も回っている）も必要だと思います。

(5)に関しては効果を数値化するだけでなく、固有な意見を取り上げるのも良いのではないのでしょうか。また、オゴノリングは事業として評価できると思います。

倉田: いろいろ指摘を頂きました。この事業に絡めてオゴノリングで広く参加者を広げることは必要だと思います。生産者にデータがあるかということでしたが、どれくらい海藻米が売れたとかデータはありますか。

小倉: 海藻米が道の駅などで売られています。そのデータは調べれば分かると思います。

國井: 自然再生センターとしてオゴノリングを実施しています。

平井: 今日の事業計画についてお話を聞いていると(4)～(5)が一番に来ることではないでしょうか？  
オゴノリングを事業として実施するにあたり、これらの研究をするというので良いと考えます。

倉田: 地域住民との協働を 1 番に考えることも必要かと思えます。事業計画を作る際にモニタリングとの関係と順番を再度検討します。

國井: 次の協議会が 12 月 23 日の予定で、そこで第三期の事業計画をまとめるということで行きたいと思えます。  
その前に 10 月中旬に一度事前に再生センターのホームページに掲載してもらい、皆さんの意見を聞きたいと思えます。

#### ◆浚渫窪地埋戻し実証事業 島根大学 桑原 智之 氏

桑原: 第三期では細井沖のくぼ地の中にさらに大きな山を作りたいと思えます。すでにフラットな埋め戻しの終了した錦海穂日島のくぼ地と比較して、どちらが良いかこれから結論を出してゆきたいと思えます。こちらの計画も 12 月に最終決定したいと思えます。

### 3. 報告事項

松本: 要望書について報告します。自然再生センターより中海の自然再生事業に関する要望書を国土交通省 出雲河川事務所・鳥取県・島根県・環境省に提出しました。要望の中身もさることながら報道機関に紹介頂き、私

たちの取り組みを広げてゆけたのではないかと思います。今後は、中海会議や各行政機関との連携も進めていけたらと考えております。

國井： 12月最終決定の前、10月27日に、第3期事業計画について行政機関関係者の方と打ち合わせをしたいと思っていますのでお集まりいただきたくお願いいたします。

次回、協議会は12月23日となります。次回も皆様にご参加頂きますようお願い致します。