
第 11 回 鹿野川ダム水質検討会 議事録

平成 28 年 1 月 29 日（金）

13：00～15：00

愛媛県大洲市 風の博物館

1. 開会

○事務局 それでは定刻になりました。各委員の皆さまおそろいになりましたので、只今から第 11 回鹿野川ダム水質検討会を開催いたします。

私、本日の進行を務めさせていただきます四国地方整備局山鳥坂ダム工事事務所事業対策官です。よろしくお願いいたします。着席の上で進めさせていただきます。

本日の検討会を傍聴される方、取材される方には予め注意事項を記載しましたペーパーを配布させていただいております。携帯電話の電源をお切りいただくか、マナーモードに切り替えを頂くこと、また取材の方にはビデオカメラ等の撮影の際は、議事の妨げにならないよう事務局よりも後方にさせていただくことと決めさせていただいております。

議事の円滑な進行にご協力をお願いいたします。

続きまして、第 11 回水質検討会を開催するに当たって、事務所長から一言ご挨拶を申し上げます。

2. 国土交通省山鳥坂ダム工事事務所長 挨拶

○事務局 山鳥坂ダム工事事務所長です。

本日は非常に遠方より、また、足元の悪い中皆さんお集まりをいただきまして大変ありがとうございます。この水質検討会も今回で 11 回目ということになりました。これまで鹿野川ダムの水質改善の対策としましては、アオコを防ぐための曝気循環装置が平成 22 年度より運用を始めまして、今年度からは本格的にダム湖の底の部分の水質を改善するための深層曝気装置、あるいは高濃度酸素水供給装置というようなものの運用を始め、さらには下流の環境を改善するための選択取水設備が、今年の秋から運用を開始するという予定になっております。これらによりまして鹿野川ダム改造事業として行っている水質改善対策のメニューは、一通り全て完了ということになるということでございます。これらの装置が完成するということで、これからは、鹿野川ダムの水質改善の最大限効果を発揮するということは当然ですけども、いかに効率的に運用するかというようなことも、大きな課題になってくるかというふうに思っております。

これらのことも踏まえまして、今日は非常に限られた時間ではございますけれども、たくさんのご意見をいただいて、熱心にご審議をいただければというふうに思っております。どうぞよろ

しくをお願いします。

3. 検討委員の紹介

○事務局

検討委員の皆さまのご紹介ですが、時間等の都合もございますので、今回は申し訳ございませんが、割愛させていただきます。恐れ入りますが、資料－2に今回ご出席の委員の方々のお名前等記載しておりますので、そちらのほうでご確認ください。

それでは、これより第11回鹿野川ダム水質検討会の議事に移りたいと思います。最初に、お手元にごございます資料の確認をさせていただきます。資料－1としまして第11回鹿野川ダム水質検討会の議事次第A4、1枚でございます。それから資料－2としまして、第11回鹿野川ダム水質検討会の出席者名簿、これも同じくA4、1枚でございます。資料－3からパワーポイントの資料になりますが、資料－3が第10回検討会までの経緯、資料－4が平成27年のダム湖水質等の概況、資料－5がアオコの発生抑制、資料－6が溶出負荷抑制対策、資料－7が流入支川水質改善対策、以上、7つの資料となっております。過不足等ございませんでしょうか。

それでは、これからの議事進行は、委員長にお願いしたいと思います。委員長よろしく願いいたします。

4. 議事

○委員長 では議事に入りたいと思います。

まずは、議事次第の（1）第10回検討会までの経緯、続きまして（2）平成27年のダム湖水質等の概況、（3）アオコ発生抑制の説明までを一括してお願いしたいと思います。

第10回の検討会までの経緯につきましては、これまで鹿野川ダムの水質改善検討策として検討し、取り組まれてきた内容について、もう一度おさらいを兼ねて説明をしていただきたいと思います。

また、今年度の鹿野川ダム水質改善の概要といたしましては、（2）の平成27年のダム湖水質等の概況を報告した後、より詳しい説明といたしまして（3）のアオコ発生抑制で、鹿野川ダム貯水池における、今年度のアオコの発生状況、曝気循環施設の効果と評価、それから次年度以降の運用方法についての報告をしていただきたいと思います。それでは事務局から説明をお願いいたします。

（1）第10回検討会までの経緯

○事務局 山鳥坂ダム工事事務所調査設計課長です。よろしくお願いいたします。

それではお手元の資料－3にごございます、第10回検討会までの経緯ということで説明させていただきます。これまで10回の検討会を開催いたしまして、アオコの発生抑制の検討を行い、曝気循環装置の導入、湖泥から栄養塩などの溶出抑制の議論を踏まえて、深層曝気装置や高濃度酸素

水供給装置等を導入して、ダム湖の水質改善に努めているところです。

これまでご議論いただいたメニューとの対応状況ですが、貯水池内の対策としましては、アオコの発生抑制として、平成 22 年から本格的に曝気装置 5 基を運用して、アオコが発生しにくい状況をつくっております。

また、湖底からの栄養塩やマンガン等の溶出抑制として、同様に装置を入れてきております。

フラッシュ放流や土砂還元については、平成 25 年の議論の結果から、必要に応じて今後検討していくということになっております。

また、10 万人以上が生活し水を利用し生活排水や農業排水、畜産排水なども流れております肱川流域において、流域全体としてどのようによい水質をつくっていくか、保っていくかということの議論についても、水質改善の啓発活動などを実施しているところです。

(2) 平成 27 年のダム湖水質等の概況

○事務局 続きまして資料－4 をお願いいたします。平成 27 年のダム湖水質等の概況をお示しいたします。

まずは気象状況ですが、平成 27 年については近 10 年と比較しますと平均的な気象状況でありました。月別の流入量や気温、日照時間、アオコが発生しやすくなる気象状況として流入量が少なくなる時、また気温が 28 度以上の日数、日照時間が 8 時間以上となる日数を示しております。赤色が平成 27 年、青色が近 10 年の平均値となっております。

また、参考としまして近年 10 年で最もアオコが発生しやすい気象状況であった平成 25 年も示しております。

このような気象状況の中、水質改善装置を運用しております。曝気装置 5 基については、4 月下旬から 11 月上旬まで。深層曝気装置、高濃度酸素水供給装置、それぞれ 1 基ずつは、昨年度の検討会のご意見を踏まえまして、3 月上旬から 11 月の中旬まで両機を運用しております。効果を最大限に発揮することが目的ではありますが、曝気循環装置についてはアオコが発生しにくい状況下においては、気温や流入量を見まして短縮運転を行うなど工夫をしております。

このような装置を運用した結果ですが、アオコ発生状況としまして 7 ページになります。アオコが発生しやすいような 5 月から 8 月の状況を示しております。ご覧のとおり、緑色がアオコが発生した場所ですが、ほとんどアオコが発生していない状況でした。

アオコが発生した場所としましても、局所的であり船着場など水がたまりやすい場所で一時的に発生し、数日で消滅しております。

また、溶出負荷抑制対策状況としまして、9 ページですが水質の季節変動をダム堰堤近傍のデータでお示ししています。夏場にダム湖の底のほうで酸素が低下することによる栄養塩やマンガンや鉄などの溶出が、起こりやすくなる状況を防ぐということですが、赤色が平成 27 年、青色が近 9 年の平均を示しております。緑色は底から 5 m ほどの水質を示しております。ご覧のとおりダム湖の底の酸素濃度としましても、大幅に改善しており、8 月は近年と同様にほとんどゼロに近い状況ではありましたが、これは観測した時期が、装置が一時的に停止しておりましてその影響もございます。ダム湖の底の酸素が改善されたことによって、窒素やリン、鉄やマンガンの溶出量も全体的に溶出抑制ができているというのが分かります。

(3) アオコ発生抑制

○事務局 このような状況につきまして詳しく説明させていただきます。資料－5になります。

アオコ発生抑制についてご説明いたします。3ページをご覧ください。ご承知のとおり、曝気循環装置によってアオコ発生を抑制する原理ですが、春から秋にかけての日中は、ダム湖の表面の水温が高くなります。これによって温かい水は表面の方に、冷たい水は底の方にいきますので、表層とダム湖の中層や底のほうに混ざりにくくなる現象が起こります。このように表層で滞留した水においては植物プランクトンが集まりまして、光合成を行いやすく、さらに上流から流入してきます栄養塩などを利用しまして増殖します。特に、この植物プランクトンのうち藍藻類が異常増殖しますとアオコとなりまして、ダム湖の景観障害や、場合によっては腐敗臭が発生します。ですので、この夏場に表面の水がたまりにくいような状況、曝気させて混合させてあげることによって、さらにアオコなどの原因となる植物プランクトンを、光が届かない光合成ができないような底のほうに引き込むという効果もある曝気循環装置を設置するのが、アオコ発生抑制の効果的な方法となります。

このように装置を設置するのですが、4ページになります。アオコの発生を抑制する目標として2つ定めておりまして、植物プランクトンの量を表しますクロロフィル a の年の最大値が $25 \mu\text{g/L}$ 以下となること、これは表層の水深 0.5m のところを定期的に観測しております。また、表層と 2 m の水深の温度差浅層部の水温差が 2 度以下となることによって、表面に植物プランクトンが留まりにくい状況をつくられているという目安値もございます。

5 ページになります。曝気循環装置を設置しているところは、ダム湖の堰堤から 3.7km 上流付近まで 5 基設置しており、後ほど出てきます深層曝気装置と高濃度酸素水供給装置は、ダム湖の堰堤付近に設置しております。

7 ページになります。平成 27 年の装置を運用した結果のアオコの発生状況として、先ほどご説明させていただいたとおり、ダム湖の岸付近の局所的なアオコ発生はあったのですが、短期間で消滅しております。5 月、6 月、8 月とこのようにダム湖の堰堤付近あるいは少し上流の船だまりの付近等で発生したのみでありました。

8 ページですが、アオコ発生状況、最もアオコが発生した 5 月 27 日の状況ですが、ダム湖のほんのわずかな部分に発生したのみでありました。

ダム貯水池の水質ですが、定期水質調査を行っておりまして、9 ページになります。近年の平均が青色で平成 27 年が赤色となります。左のグラフにお示ししているのが、植物プランクトンの増殖によって数値が変わってきます、pH、COD、クロロフィル a となります。pH は植物プランクトンの光合成が活発になりますと高くなります。COD は水の汚れの指標、クロロフィル a も植物プランクトンの量の指標になります。これを見ますと、平成 27 年は近年に比べて 1 年を通して少ない状況になっています。

また右のグラフの窒素やリンは、同程度か 1 年を通じて、平均よりも少し少ない状況でした。

一方、ダム湖へ流入する水質とダム湖を通して下流に流れる水質の比較が、10 ページとなります。同様に先ほどの 5 項目を示しておりまして、ダム湖の上流にあります畑ヶ谷が青色、ダム湖を通りましてダム湖の下流に流れていく水が赤色となっています。これを見ますとほぼ同程度か、

あるいはダム湖から下流に流れる水が少なくなっております。

先ほどのページとあわせて、植物プランクトンの量によって変わってきます pH や、COD、クロロフィル a というのが近年に比べて減少していることは、曝気装置の効果の表れもあるかと思えます。

さて、曝気循環装置 5 基の効果をお示しします。12 ページですが、基本的にアオコが発生したら 24 時間運転を行います。アオコが発生しやすいような気象状況、気温や流入量、水の流れが少なく流入する量が少なくなると、曝気装置を動かし始めるのが 4 月の 26 日です。夏場は 5 基を 24 時間運転しまして、アオコが発生しにくいような気温が下がってきまして、流入量が多くなってくると 6 時から 17 時というアオコが光合成を行い増殖しやすい時間に限って、短縮運転を行う工夫を行っています。

13 ページになります。表層水温差が 2 度以下となるような曝気、表層を混合させてアオコが発生しにくい環境を形成する曝気装置ですが、その効果が表れているのがこのグラフになります。一番下のピンク囲いのグラフですが、曝気を動かしているときは水深 25m や 30m 付近まで、同じ色の温度の水が広がっていることが分かります。ピンク囲い以外の、例えば 7 月上旬や 9 月上旬は、表面に高い温度の水がたまっていますので、曝気装置を止めた期間においては、表層水温が高くなり植物プランクトンが集まりやすいような状況になっております。曝気装置は取水時の時は、安全面もあり停止していますが、右のグラフでその曝気装置停止後から開始まで、1 日あるいは 3 日程度でアオコが発生しにくいような状況が形成されているのをお示ししています。

14 ページになります。この下のグラフですが水色となるのが、目標値としておりますアオコが発生しにくい状況が、達成されているかどうかという表層水温差 2 度になりますが、ほとんどの期間において、目標が達成されていることが分かります。2 度よりも少し超えたのは曝気装置をやむを得ず停止した、洪水が起きている時期ですので、目標は達成されているといえます。

15 ページになります。先ほどのご説明はダム湖の堰堤付近ですが、また曝気装置が設置されています 1.4km、あるいは少し上流にあります 4.2km 付近まで、表層水温差がそれほど高くなっておらず、曝気循環装置の効果がある程度及んでいるのが分かります。

16 ページになります。またもう 1 つの目安値でありますクロロフィル a ですが、1 週間に 1 回採水を行いまして、その結果としまして目標値である $25\mu\text{g}$ 以下となっている時期がほとんどであり、一時の 5 月下旬については少し高くなりましたが、おおむね目標値を達成しており、結果として水面へのアオコの集積はほとんど見られませんでした。

17 ページになります。曝気装置運用前と曝気装置運用後の経年変化を見ますが、水温については、表層の青色と少し真ん中付近の中層の温度の幅が、ほとんどなくなってきておりますので曝気装置により混合ができています、特に平成 27 年については、1 年を通してよく混ざっているというのが分かります。その結果としまして、pH や COD についても曝気装置を導入した平成 22 年以降は、減少傾向となっており、環境基準値も概ね満足するように改善が進んでおります。

18 ページになります。アオコの原因となる植物プランクトンですが、緑藻類や他の種が優占的となりまして、藍藻類はほとんど出現しておらず、アオコの原因となるものはありませんでした。

また、経年変化を 19 ページに示しております。曝気循環装置導入前と導入後ですが、ピンク色がアオコの原因となる藻類、藍藻類の割合です。曝気装置を導入しました平成 22 年以降はピンク

色がほとんどなくなり、アオコが発生しにくい状況は形成されているのが分かります。

その結果としまして、20 ページになります。アオコの発生日数ですが、調査の頻度や精度も近年密にやっているところですが、全体的に曝気循環装置の導入後は、アオコの発生日数が減ってきており、特に平成 27 年は少ない状況でした。

前半に申し上げました平成 25 年につきましては、曝気循環装置の効果はあったと思うんですが、近 10 年で最もアオコが発生しやすいような気温や日照などの状況がありましたので、7 月についてはアオコが発生している状況です。

21 ページが近年の曝気装置導入前と、導入後の同じような気象状況の年を比較したものです。平成 21 年の曝気装置がない年は、貯水池全面にアオコが広がっているのに対し、同じような状況あるいは平成 27 年のほうが、気象条件としては厳しい中であつたのですが、ほとんど発生が見られませんでした。

22 ページにその気象状況の詳しいグラフが書かれております。ピンク色が平成 27 年でして、平成 27 年のほうが流入量も少なく、貯水池が滞留しやすい状況、気温も高い状況が 7 月は続き、日照時間も全体的に長かったので、アオコが発生しやすい気象状況であつたと思います。

しかし、23 ページにお示ししますとおり、表層水温差が少なくなるような貯水池を循環させることによって平成 27 年は平成 21 年よりも、アオコが発生しやすい気象状況ではありましたが、曝気循環装置の運用によりアオコの発生が抑制されたと考えられます。

まとめですが、25 ページになります。平成 27 年の状況は、貯水池景觀に影響を及ぼすようなアオコは、1 年を通して発生しませんでした。

曝気循環装置の効果としましても目標値を達成しており、アオコの原因となる植物プランクトンの出現はわずかでした。アオコが発生しにくい気象状況の期間においては、運用時間を短くする短縮運用を行いまして、その期間においても改善目標値を達成しており、アオコもほとんど発生がなかった状況です。26 ページがその達成状況です。

27 ページは、今年度アオコが発生しにくい環境が形成されていたということで、来年度につきましても、同じようにアオコが発生しやすい気象状況になりましたら、機械を動かしていき、アオコが過去のデータから発生が頻繁に起こっている、起こりやすい7月上旬から9月の中旬までは、24 時間でアオコ発生の抑制に努めたいと考えております。以上になります。

○委員長 ありがとうございます。

それでは、今の事務局の報告に対しまして、ご質問等があればよろしくお願ひしたいと思ひます。鹿野川ダム湖の状況をお近くでご覧になる機会が多い〇〇委員は、昨年度までの効果も含めて何かご意見等ございましたら、よろしくお願ひいたします。

○委員 失礼いたします。

鹿野川ダムの洪水吐き、そして選択取水工事をやられて今年で4年目と思いますが、そういう関係で、ダムの水位が、平常より 10m くらい下がっているように思うんですが、単純に考えて水量が少なかったら水質はあまり良くない、それから魚にも良くないということがあると思います。これも工事のためでありますのでいたし方ありませんが、私のところは陸封型のアユが鹿野川ダムでかえって、それから成長しておりますが、若干少ないようには思ひます。それは水量が少ないからであると思ひます。それで絶滅したわけじゃありません。営々と続いておりますので、工事の終わるのを期待しておりますのでございます。以上です。

○委員長 アユのサイズといいますか、大きさはどうなんでしょう。数は少なくなっている、一体一体の。

○委員 はい。それは、アユというのはダム湖では、まあ6 cmから7 cmぐらいまでしか、プランクトンを食べて太るのには限度があります。それからアユというのはウロコができてきますが、そしたら姿全体が黒くなってきます。そうすると川に上って行って、川のコケを食べて成長するというので、昨年も非常に成長は良くて、大きいのは30 cmになりました。ご承知のようにアユは1年で死んでしまいますが、非常に成長はいいです。ダム湖の中では、7、8 cmにもなりません。5、6 cmぐらいでも川に上っていきます。産卵も川でしかしません。湛水したところでは産卵はしないわけです。その先ほど言われました曝気装置のおかげで、ダム湖のなかに酸素がたくさんできた、アオコの抑制ができたということでプランクトンの発生が、非常にいい状態で、それを餌に食べてアユが太ってくれるというのが今の現状であります。水量が非常に少ないので、そういう比率は例年よりはちょっと数は少ないかなというような状況でございます。

○委員長 ありがとうございます。他にございませんでしょうか。

○委員 過去のことも含めて曝気装置の運用方法についてちょっと教えていただきたいんですが、平成22年以降、曝気装置を運転されていると思うんですけど、今日の資料の4では今年度は過去10年とほぼ平均的な気象というか、条件だったというふうに書かれています。この資料の5のほうの20ページのほうで、平成25年にかなりアオコが発生しているというようなことになっているんですが、実際の曝気装置の運用方法、運転方法については今年度と同じような運転で、平成25年度はされていたのか教えていただきたいんですが。

○事務局 はい、ご質問ありがとうございます。

平成25年は曝気装置を導入していたのですが、まず近10年で気象、日照、流量等、非常にアオコが発生しやすい環境下ではありました。曝気循環装置の運用方法ですが、5基それぞれの運用期間と運用時間の検討を進めて、よりよい運用に努めているところです。

平成25年につきましては、曝気循環装置の水深ですが、設置水深はアオコの発生原因となるプランクトンを、植物プランクトンを光が届かない深いところまで循環させてやるのが第一となります。しかし平成25年については曝気装置の水深を、出水後につきましては浅い位置で運用しており、浅い位置で運用していた期間については、植物プランクトンが光合成ができるような状況になっていたと思いますので、平成26年、27年はできるだけ深い位置で運用するなど変更をしてきております。

○委員 ありがとうございます。

ということは、運用方法の改善によって平成25年度と同じような条件下が、今後起きた場合にも、かなり改善効果は見込めるというふうに推察してよろしいでしょうか。

○事務局 やはり、自然環境ですので全てのアオコを抑制することは非常に難しいとは思いますが、曝気循環装置の運用によってアオコ発生抑制の効果は、より出る運用ができるのではないかと思います。

○委員 はい、ありがとうございます。

○委員長 はい、どうも。他にございませんか。はい、どうぞ。

○委員 今の〇〇委員のご意見にちょっと関連するかもしれませんが、平成27年度の例えば資料の4の3ページの月毎の流入量、気象、気温、日照時間というのを、見せていただきますと、特

に日照時間等は平成 27 年は 7 月、8 月、9 月はちょっと平年より低いんですよ。恐らく私の記憶なんですけども、確か去年は夏に 1 週間だけすごく暑くて、その後はやたら涼しくなったと思うんですけども、今回のダム事務所さん側からのご説明だと曝気装置の効果が、かなりあったというふうなご説明が、やや強く聞こえたような気もするんですけども、〇〇委員のおっしゃるのもわたしもちょっと何か同感でして、気象的なものもかなりあったのではないかと。ですから今後運用の計画そのものは、これで、まあいいだろうとは思いますが、あまりこの機械を過信されないようにという気がちょっとしております。やはり気象的なものは、かなりアオコの場合は強く効きますので、確かこの去年の夏 1 週間ほど暑かった後は、何か雨だか台風だか何か来て、確か出水があったような気がするんですけども、そういうところで流されるというのがちょっと繰り返したような気もします。そのへんどうでしたっけ。このいただいたデータがちょっとそのへんが読み取りにくいものですから。

○事務局 はい。昨年との比較ですが、昨年と同様に今年も長雨が続きまして、比較的流入量も多いことによって植物プランクトンが、滞留する時間が短くなり、そういった気象状況や流況などによってアオコが発生しにくいような、恵まれた気象状況でもあったと思います。

平成 26 年は、特に出水も大きな、比較的大きな出水も年に 10 回程度ありまして、出水がありますと日照も短いので、今年に関しても同様に日照時間も短い期間もございました。

○委員 資料－5 の曝気装置の効果ですよ、何かすごく赤いのがいっぱいあった鉛直的な混合が見えたやつがどっかあったんですけども、あれを見ると曝気装置の確かに要するに鉛直の循環を起こさせる効果そのものは、私は認めてはおりますけれども、やはり、ご説明の時に、少しこうやはり気象的なものも少し加味されて、ご推薦されるほうがより正しいかなというふうに感じました。13 ページですね。資料－2、4、5 か。資料－5 の 13 ページ、これを見ると確かに循環装置というのは効いているなという気はします。けれどもやはり、気象的なものっていうのも、やはり大きかったろうと思います。

○事務局 はい。今後もそのアオコが発生しやすいような気象状況と、アオコの発生具合の分析を進めてまいりまして、より効果がある曝気装置の運用を検討したいと考えております。

○委員長 よろしゅうございますか。

○委員 はい。

○委員長 他に。

○委員 関連になるかと思いますが、27 ページに平成 28 年度以降の運用方法について記されていて、この資料－5 には平成 22 年以降の効果が 17 ページなどにも示されていて、確かに曝気装置のアオコに対する抑止なり効果は出ているというふうに思いますけども、今後、所長さんが冒頭言われた効率的な運用に繋がるように、28 ページを基本として気象条件も勘案して、考えていかれたらどうかなというふうに思います。

○事務局 はい。ありがとうございます。

○委員長 それと関連すると思うんですけども、資料の 5 ですね、5 の 17 ページの曝気循環装置の運用が、平成 22 年以降始まっているんですけども、それ一番上の水温のグラフを見ますと、平成 22 年以降下層ですね、湖底上の 1 m の高さの水温の時系列ですが、平成 22 年以前に比べるとだんだんだんだん上がっています。水温が高くなっていますね。そうすると、かなり循環によって下層まで水温が高くなっているというふうに理解できるんじゃないかと思うんですけども、そ

うすると水温が逆に高くなっていくということは、アオコの発生を抑制するんじゃないかと、その逆に起きている可能性があるんじゃないかなというふうに思うこともできるんじゃないかなと思うんですけど、その点いかがでしょうか。

○事務局 曝気循環装置の運用によって、表層から水深 30m から 20m 程度までの水が混合することによって、おっしゃるとおり、グラフでも分かるとおりに下層まで温度が上昇しているのが見受けられます。水温としては下層のほうも高くはなるんですが、やはり植物プランクトンが異常増殖する条件としては、こういった 10 何度とか 20 度とか、そういった温い条件よりも、もう少し高い気温が続いた時に異常増殖する、例えば 28 度とかそういった高い状況が続くと、アオコが発生しやすくなるので、直接的な大きな影響はないのではないかなと。

○委員 ちょっとよろしいですか。

これおっしゃるとおり、すごい 10 度以上上がってくるんですね、これ実は確かににおっしゃるとおり、課長のおっしゃるようにアオコに直接くるかどうかは分かりにくいんですが、ただこれだけ底層水温が上がるとですね、ベントスなり、泥の底に棲んでいる生物の呼吸がすごく上がるんですよ。しかも 10 度も上がると、2 倍から 3 倍の呼吸速度が上がりますんで、底の底泥での酸素消費がものすごく高まる。

そうすると、そこから栄養塩の溶出が促進される可能性があるんで、曝気循環装置が、それを超えるぐらいの酸素補給できておれば問題ないんですが、それを超えるだけのその酸素の消費が高まってくる可能性が出てきますと、おっしゃるようにそこから間接的にアオコが増える可能性は十分出てきます。これだけ 10 度も水温が上がるっていう底泥の温度が上がれば呼吸速度倍以上に上げますので、そこはかなり注意が必要です。だから今後、底層の DO ですね、酸素条件はよく調べられたほうがいいですね。これ委員長の注意点は、すごく的確だと思います。

○委員長 ですから、いろんな要素が発生には関連していると思うんですけど、そこを何が主たる要因なのか、何と言いますか重みをつけた解析といいますか、そういったこともやっていただければ、逆に装置を導入したことの優劣ではないんでしょうけど、そちらのほうも、評価ができるのではないかなというふうに思えます。そのへんをよろしくお願ひしたいと思います。

ほかにございませんか。それでは次にまいりたいと思います。議事次第 4 の（4）の溶出負荷抑制対策については、今年度の深層曝気装置、それから高濃度酸素水供給装置の運用の結果と、それから運用時のモニタリングについて、報告を事務局のほうからお願いいたします。

（4）溶出負荷抑制対策

○事務局はい、資料－6 の 3 ページをご覧ください。

今年度から本格的に運用を始めております、深層曝気装置と高濃度酸素水供給装置の資料となります。3 ページでは、ダム湖貯水池では春から秋にかけての日中は、先程のアオコ発生メカニズムの簡単な説明と同様に表層が温められて軽くなり、貯水池の水が鉛直方向に混ざりにくくなります。特に下層の水は出水による混合がなければ、ご指摘がありました微生物の生物活動により、酸素が消費されて貧酸素化しやすくなり、その結果としまして上流から流れこんできました栄養塩等が、溶出しやすくなります。曝気循環装置の導入により、水深が 30m 付近までは酸素が十分に供給され、それ以浅への溶出が抑制できる状況になっていました。

そのさらなる対策として、この２つの装置を入れて、特にダム湖の底の方の貧酸素化を解消することを目標としております。目標としましては、ダム湖の底からの栄養塩類の溶出を抑制できる2mg/Lという酸素濃度、また下層におきましても、生物が生息可能となるような目標レベルとしては、5mg/Lというものがあります。

6 ページは、その２つの装置の概要となります。基本的に空気を送り出す、あるいは酸素を溶け込まして送り出すという装置になります。この２つの装置を7 ページのように、ダム湖堰堤付近に設置しております。

8 ページのように、ダム湖の底に設置しており、ダム湖建設時の丘のようなものもあるんですけども、こちらの深いところを回り込んで、上下流両方向に酸素をよく含んだ水がいつている状況です。

10 ページになります。冒頭でもお示ししました D0 の改善、溶存酸素濃度の改善と栄養塩類の溶出抑制です。1 年を通して酸素が溶け込んでおり、窒素、リン、マンガン、鉄などの溶出が抑制されている傾向があります。

11 ページが両機の運用ですが、昨年度は試験的に2週間や2カ月といった片側の運転や、両機同時の運転などを行って、その結果を踏まえまして、今年度は酸素濃度が低下してきます3月から両機を運用しまして、効果を最大限に発揮できることを目指してきました。

12 ページですが、このように1月から12月の酸素濃度ですが、3月頃春先からダム湖の底のほうでは酸素が徐々に減ってきます。出水、大きな出水がありますとダム湖全体が循環しますので、ダム湖の底のほうにも酸素が行き届くようになります。

13 ページ、14 ページは、昨年度のご指摘も踏まえまして、ダム湖貯水池、できるだけ広範囲に横断的、縦断的に観測をしております。

また、15 ページでは、装置付近の観測も行っております。

次は、1カ月に1回程度、頻繁に計測をしていることを示しているのが、16 ページです。

その結果としまして17 ページですが、曝気循環装置、または深層・高濃度装置なしの状況と、曝気装置を導入した平成22年と今年を比較しました。水温とD0を示していますが、まず、D0のほうですが、装置がない場合は出水がない時に春先から秋にかけて、ダム湖の底のほうでは真っ赤になっていますので、酸素が消費されてなくなってる状況です。曝気装置を入れますと、水深30m 付近まで酸素が届いてきますので、それより下は真っ赤に酸素がない状況が夏場は特に見られます。

今年の結果ですが、年間を通して装置の近傍、堰堤付近では、十分に酸素は供給されている期間がほとんどでした。水温は、水の混ざり具合が分かっており、同じ色になっている深さまでは水が混ざっているということが見て取れます。

18 ページは、それを大きく示したものです。今年は両機の運用により、8月を除きまして目標値以上を維持しておりました。

19 ページ以降は5月、7月、10月と春、夏、秋とダム湖の底の酸素濃度の改善状況をお示しいたします。

19 ページは、ダム湖堰堤から2kmほど上流までを示しております。ここで両装置によって改善ができるのが、一番深いところにほぼ設置しておりますので、上流方向まで1.9km ぐらいのところまでは、この装置で改善ができる範囲となります。地形的な要因もありまして、1.9km のとこ

ろは5m ほどの丘がありますので、これより上のほうにはこの装置の効果が届くのは難しい状況です。5月、これはダム湖の横断方向でも、一番深いところを結んだものですので、ほんとにダム湖の底の酸素がなくなりやすいところのグラフになりますが、酸素が十分に行き届いているのが分かります。

20 ページは、装置運用前と運用後の比較になりますが、運用前は5月であってもダム湖の堰堤から、500m 付近までは酸素がない状況となっています。それは改善されているのが分かります。ただ、ダム湖はプールのように四角形になっていてではなくて、どちらかといえば、おわん形になっていますので、最も深い場所が改善されないからといって、ダム湖全体の底が改善されていないのではなく、少し浅いところにいきまると、酸素濃度が上昇していることが分かります。

それが、21 ページにお示ししている断面図になります。2.2km というのは、先ほどご説明しました丘より上になってしまいまして、装置の効果が届かない場所です。装置運用前と比較しますと、その改善具合がわかります。

一方、夏場、酸素が最も消費しやすい時期ですが、ダム湖の横断方向、最も深い地点においては、200m 付近まではダム湖の底においても改善されています。

また、浅い、少し浅い標高が 50m より深い位置においても、黄色や緑となっていますので、酸素がある程度改善されているのがわかります。

24 ページですが、装置運用前との比較になります。ダム湖の底、全体的に改善はされているものの、どうしても夏場においては酸素がなくなってしまう箇所もございます。

25 ページは、それを実際のダム湖のスケールで、実比率でお示したものです。ダム湖の一番深い箇所については、酸素がほとんどないことになりますが、少し浅い位置よりも表層までは、酸素が十分にある状況が保たれています。これを装置運用前と比較しますと、その改善具合が分かります。

酸素がなくなりやすい夏場の紹介の次は、秋口の 10 月になります。8 月下旬から 9 月の初旬まで、大きな出水がありましたので、ダム湖全体に酸素が供給され、循環している状況が 9 月から続き、10 月も同様に酸素が豊富にある状況です。装置運用前は、通常の 10 月ですと、底のほうには酸素が少ない状況でした。ダム湖の横断図を見ても、その改善状況が分かります。出水があったことも、この改善状況を維持できる良い状況でありました。

31 ページは、水温分布を示しており、先ほどのご指摘のとおり、ダム湖の底まで比較的温かい水になっております。

32 ページですが、4 月から 11 月までを示しています。7 月、8 月は、どうしても夏場は底のほうには酸素消費が大きく酸素供給も少ないと、このような状況になります。ただ、8 月については、観測した時期に、たまたま装置が停止していたこともありまして、正確なデータではありませんが、酸素がない、なかったという状況になっています。

11 月 19 日というのは、深層曝気装置を止めまして、高濃度酸素水供給装置だけを運用した結果です。高濃度酸素水供給装置のみですと、改善範囲に少し限られているのかなという結果となっています。お互いの装置の良いところを分析して、よりよい運用ができたかと考えております。

33 ページは、1.9km 付近にあるダム湖の底の丘の断面図です。これより上流では出水がなければダム湖の底は、酸素が少ない状況になります。

34 ページですが、ダム湖の堰堤 500m、1 km 上流と、それぞれの酸素濃度の変化を示していま

す。

これを詳しくお示ししたのが 35 ページになります。出水後は、6 月においては装置を、いったん停止していたのですが、その結果としまして、1 日から 3 日の間に装置を停止しますと、ダム湖の底においては、酸素がすぐに消費されてしまう状況になっています。ですので、これ以後は出水がありましても、24 時間運転をしたほうが良いという判断のもと、連続運転を行っています。

36 ページは、ダム湖堰堤から上流方向へのそれぞれの DO と窒素、リン、マンガン、鉄の溶出量になります。ダム湖の底から 1 m 付近でして、縦断的に両装置の効果がある付近までは酸素濃度が十分にありますると、溶出量も減ってきているという傾向があります。

37 ページは、装置近傍の水の流れを測ったものです。それぞれの装置の特色としまして、深層曝気装置は空気を含んだ水を上流、下流方向に流す装置ですが、高濃度酸素水供給装置は、吐出口からはほとんど流速はなく、吐出された高い酸素濃度が、密度差があることによって徐々に伝わっていく装置となっています。

38 ページにつきましても、その傾向が分かります。それぞれの装置が影響するその流れについて、分析して来年度の運用に繋がたいと考えております。

39 ページですが、経年変化をお示ししています。装置を運用しました平成 26 年の秋口と、平成 27 年の 3 月以降については、両機運用によって酸素濃度が下層、特に赤色の下層について上昇が保たれていることが分かります。

その結果としまして 40 ページは、1 カ月に 1 回の定期観測結果ですが、目標値との比較になります。ダム湖堰堤付近においては、下層になります曝気循環装置の設置水深よりも深い位置においても、1 年間を通して酸素濃度が保たれている状況です。底から 1 m の酸素濃度の改善目標達成は 41 ページになりますが、こちらのほうも、目標値は達成しております。こういった酸素濃度をダム湖の底でも保つことによって 42 ページですが、リンやマンガンを示していますが、それぞれの溶出量について両装置を入れる前は、高くなることもあったのですが、特にマンガンについては、溶出量は 1 年を通して抑制されていると言えると考えています。

さらに 43 ページは、昨年度の検討会を踏まえまして、継続的にダム湖の底に生息する底生動物の調査も行っており、イトミミズ目の生物が数種類、堰堤などで確認されております。

最後、まとめになりますが 45 ページです。成果としましては、両機運用によって年間を通じて貧酸素化を低減することができました。また、貯水池の底のほうから溶出してきますマンガン等においても、過年度の平均値を下回り、底層からの溶出が抑制されていると考えられます。7 月、8 月については、下層や横断面で最も深い箇所についてはなかなか改善が難しいというところ、また、2 つの装置のお互いの DO 改善効果を、より発揮できる運用方法を検討していきたいと考えています。

その検討方法としましては、46 ページのとおり、今年度成果が出ました DO が低下し始める時期から、両機を運用しまして、2 カ月程度運用した後に、今、予定しておりますのは高濃度酸素水供給装置のみ運用した後に、その酸素濃度の維持状況を計測しまして 6 月、7 月、両機運用するのかどうかという検討をしていきたいと考えています。以上になります。

○委員長 ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明につきまして、ご質問等ございましたらよろしくお願いします。

○委員 この直前の委員長のコメントにありました、やっぱり底泥の酸素消費速度が速いんです

ね。曝気循環だけでやはり足りないんですね。高濃度酸素を入れないと、このように底泥、底質環境が良くならないということがよく分かりました。ここまですれば、〇〇委員が満足するだけの、いい環境ができるわけですが、この結果というのは要するにこれでもか、これでもかと酸素を入れてやらないと、こういうところは良好な酸素条件にはならないということですね。よく分かりました。

1つ質問なんですが、リンの濃度が、これだけは何かわからないんですね、あんまり。36 ページ、これはどういう、リン酸態リンを測ってらっしゃる、リンとしか書いてないですけど。

○事務局 こちらは、トータルの。

○委員 トータルリンですか。

○事務局 総リン量となっております。

○委員 これが下がらないのは、どういうことを考えてらっしゃいますか。マンガンなりは、抑えられているなというのはなんとなく見られるんですけど、リンがこれもうちょっと下がってもいいかなと、私も思うんです。これだけ酸素環境は、よく改善されているので。

○事務局 今年で見ますと、リンの溶出抑制量というのは、あんまりないようにも見られるんですが、各年、各年で見ますと。

○委員 何ページでしたっけそれ。

○事務局 10 ページになります。

○委員 10 ページ、はい、10 ページ。

○事務局 10 ページですと、堰堤付近のデータになりますが、装置を導入する前に比べて今年の溶出量というのは、酸素がなくなり始めます3月、4月から、平均値よりも低い位置に抑えられているのではないかと。

○委員 そうですね。

○事務局 マンガンに比べますと、その顕著さというのは落ちると思います。

○委員 これはまあ、来年も含めて継続的に見ないと、私もこれ知りたいなあと思っていまして、効いてないというんじゃないくてですね、下がってもいいなあと思っているんです。はい、分かりました。

○委員長 よろしゅうございますか。

○委員 はい、すみません。

○委員長 ほかに、じゃあ。

○委員 それじゃ、2点ほどで。2 km 付近にマウンドがあって、その上流の場所について、どういうふうに今後考えていくのかという質問と、それとあと最後に、効率的な運用をするために、高濃度を単独で動かしてというふうになっていますが、38 ページに左下に、深層曝気装置と高濃度のものがあって、青と茶色があって、この高濃度の吐き出しの上流側と深層曝気のほうへの酸素の供給量は、一律で出ていく形になっているのか、それともその上流側を、強くして深層のほうを弱くするとか、そういう何か装置の酸素の出し方を変えることができるようになっているのかというのは、そのへんのところ付加的に説明していただければというふうに思いますけども。

○事務局 はい、27 ページの断面図にもなりますが、1.9km のところに、今の装置では改善できないような地形的な要因があります。それより上流については、現在改造事業で実施しているこの水質改善対策の中では、新たに装置など設置する予定はございません。27 ページの上の 2.2km

のところに設置しております、三角形が曝気装置になるんですが、こちらのほうを少し下のほうに運用することで混合が促進されて、酸素濃度が底のほうも少し高くすることが、運用上は考えられます。ただ、装置が湖底に着くと故障の原因となるので難しいですが。ですので上流のほうは洪水時に混ざりやすいということもあり、そういった自然の流れに任すことにもなるかなと思います。ただ、上流のほうの断面ですが、29 ページをご覧くださいますと、底のほうの断面の面積ですけども、ダム湖の底よりもほとんどダム湖の斜面のほうが大きいため、少し浅い位置の貧酸素を改善させてあげれば、およそ全体の酸素の改善ができ、溶出量抑制ができるということもあります。

2 目のご質問ですけども、38 ページのほうで 2 つの装置がよりよい効果を、お互いに生み出すにはどうしたらいいかということなんですけども、深層曝気装置のほうが、吸い込み量が多いし、吐き出し量も多いという中で、ご質問への回答はですね、各装置は 360 度、上流下流横断方向同じような濃度の酸素水を出していますので、一方向のみを強くするような調整するのは難しいのかなということがあります。

○委員長 よろしゅうございますか。

○委員 干渉とか、そのへんちょっと距離が近接しているんで、運用なり今後立証していく際には、距離が近いということも加味しながら、検証していかれたらというふうに思います。

○事務局 ありがとうございます。

○委員長 先ほどの、底層付近で 10℃ ぐらい水温が上がると、要するにそうするとベントスでしただけ、活発になって酸素の消費が多くなると。そういうふうになりますと、もっともっと酸素供給しないと、なかなか貧酸素といいますか、そういう領域が改善されないというふうになりますと、逆にもっともっと構造そのものというか D0 の排出量を、多くしなくちゃいけないということは、かなりその電氣的な面といいますか、機械的にも負荷は掛かるということになりますので、この 37 ページ、あるいは 38 ページを見ますと、ここでは、深層曝気装置のほうに、高濃度酸素水供給装置から排出された D0 が引き込まれていると。そういうふうな結果じゃないかと思うんですけど、そうすると逆に出したものが、そこで引き込まれてしまうと。せっかく出した D0 が、その効果を出し切れてないというようなことではないかなと考えるんです。

それで先ほど〇〇委員がおっしゃいましたように、装置の濃度を変えられないのかどうかということも、恐らくこの結果に効いてくるんじゃないかなと思います。

それで、メーカーに聞いた時に深層曝気装置から出る D0 の濃度っていうのは、6 mg/L、それから高濃度酸素水のほうは、20 とか 30mg/L とか、そういう値のオーダーなんですね。そうすると、D0 の供給は高濃度のほうが高いわけなんですけども、その高いほうの装置の効果が深層曝気装置に引き込まれている、そのへんの改善をして効率的な運用を図らないと、なかなか初期の目的とした改善のレベルまでは、達しないんじゃないかなというふうには考えますので、そのへんは来年度以降の効率的な運用というものに対して、よくご検討していただければと思います。

それと、高濃度酸素水の供給装置は、いろんなところで使われているんですけども、かなり 1 カ月くらいですかね、動かしてみないとなかなか上流、遠くまでその効果が発揮できないというようなことがありますので、今年度は 2 週間程度 11 月にやっていただきましたけども、もう少し長い目でみて、その装置の効果というものを確かめていただければ、より効率的な運用の基礎データになるのではないかなというふうには思いますので、そのへんご検討いただければと思います。

す。他にございませんか。

○委員 中国地方でも動かしている例もあるので、そういう実際、ダム湖で動かしている例も踏まえて、より効率的な運用にしていってどうかというふうに思いますので。

○委員長 他にございませんでしょうか。

よろしゅうございますか。じゃ次の議題に、ちょっとオーバーしていますけども、最後の流入支川水質改善対策について説明をお願いいたします。

（５）流入支川水質改善対策

○事務局 はい、最後の資料－７のほう、ご説明いたします。

継続的に実施してきております流入支川の水質改善対策ということで、肱川流域全体、どうしても肱川流域の上流域は他流域と比べても、人が住みやすい盆地があり、生活されている方も何万人といて、農業も営まれていると、畜産も営まれており、そういった恵まれた流域でもあります。下流のほうから上流のほうまで小さなお子さんから大人まで、一人一人が流域の水を考えていけるように、県や市町、学校機関なども連携してやっていけばいいという考えのもと、小さな試みですが実施してきているものです。

今年度は、肱川流域の上流域にあります、西予市の中川小学校の皆さんと一緒に、水質調査を行うことで、自分の住んでいる身の回りの水質、川や、水路の水質がどういった状況になっているのか、というのを肌で感じてもらい、自分たちで調査して、水質について考えてもらおうというものです。調査結果としましては、班ごとに分かれて水路や川の調査を行いました。

水路の観察では、水がほとんど汚れていないという 10 月の下旬に行いましたので、きれいであったというところや、場所によっては茶色い濁りがあったり、お菓子のかすやタバコのかすなど、ゴミが落ちていたという気づきもありました。

実際、その 6 ページになりますが、小学校の近辺で理科の授業の時に、時間をいただきまして、農業排水路や小さな河川、また生活排水が流れていると思われる水路などを調査しました。それぞれ窒素やリンの簡易なパックテストを行ったんですが、①や⑤で少し高い値が出ました。簡易テストですので、人の見え方によってその水質の値が変わってくるものですが、実際に計測してもらいました。その結果を皆さんの前で発表してもらい、水の汚れの原因の一つが、自分たちの生活なのかもしれませんし、川もきれいにしないといけないという意見もありました。

さらに、アンケートを実施しまして、こういった水質調査を行って、家族や友達たちと話してもらうことで、肱川、あるいは身の回りの小さな川や水路へ、自分たちが生活で使う水が流れているため、あまり汚さないようにすることが大切であるというような意見がありました。

以上となります。

○委員長 ありがとうございます。

ただ今のご説明につきまして、何かご質問等ございましたらお願いいたします。

はい、どうぞ。

○委員 西予市でございます。意見というよりかは、お礼を申し上げたほうが良いのかなと思っております。

西予市の児童のために、このような環境教育を行っていただきまして大変ありがとうございます

した。きっと子どもたちにとって、きっといい環境教育のきっかけづくりになったのではなかろうかなと思っているところでございます。大変ありがとうございました。

西予市でございますけれど、今、市では新しい衛生センターを建設中でございます。この新しい衛生センターは、単にし尿とか浄化槽汚泥を処理するだけではなく、環境教育の場としてもやっていかなければならないのではなかろうかなと、このようなことも考えているところでございます。またよろしければいろいろご協力お願いしたいと思います。ありがとうございました。

○事務局 はい、ありがとうございます。

○委員長 どうぞ。

○委員 ちょっと関連しますが、私とこの組合では水産多面的機能発揮対策事業というのを4年前から行っております。そういう関係で、今、中川小学校といわれたらもう肱川の源流に近いところです。そういうところでこういう啓発をやられたということ、非常に感謝いたしますが、やはり、私どもの漁業組合とそれから地域と行政とが一体になって、こういうことをどんどんやっていきたいと思っております。

私どもがやったことは川の清掃、それから、魚をつかんでとって、それを食べさせて食育、そういうようなものを行っております。また、今年もそういうことをやって、川を守っていくというこの運動をしていこうと思っておりますので、どうかよろしくお願いします。

○委員長 ありがとうございます。他にはございませんでしょうか。

なければ、全般を通してこれだけは言っときたいということがございましたら。よろしゅうございますか。いいですか。今のところないですか。

特にご意見もございませんようですし、今日ここで委員の方からご議論いただいた点につきましては、事務局のほうでよくご検討いただきまして、次年度からのより良い水質改善のための効率的な、現在設置されております機械の高効率な運用に向けて、努力をしていただければと思います。以上でございます。ありがとうございました。

○事務局 ありがとうございます。

5. 閉会

○事務局 委員長、議事進行のほうありがとうございました。

本日お忙しい中、委員の皆さまには貴重なご意見をいただき、誠にありがとうございました。

次回の水質検討委員会は、今いただいた意見等踏まえまして、来年度運用しまして、またまとまった時点で開催をしたいと考えております。引き続きご指導のほどよろしくお願いいたします。

それでは以上をもちまして第11回鹿野川ダム水質検討会を閉会させていただきます。ありがとうございました。

報道関係の皆さまの取材につきましては、この後事務局が対応いたしますので、恐れ入りますがこのまましばらくお待ちください。