

4章 対策の選定

アオコの対策が必要と判断された場合には、貯水施設の形態や生じる影響の頻度に応じて、できるだけ効果的な対策を講じる必要があります。

この章では、どのような対策をとれば良いかを検討する上で参考となる情報を紹介します。

4.1 対策の種類

アオコの発生を抑制したり、被害の発生を回避・軽減するためのアオコ対策には、水域全体での対策や局所的な対策、アオコが発生・増殖しにくい環境をつくるものやアオコを直接的に除去するものなど、対策の場所や原理等の違いにより様々なものがあるほか、対策の実施に必要な費用についても様々です。

ここでは、各地で実施されているアオコ対策の一覧を整理しました。

■アオコ対策一覧

種類	対策名	原理
流入河川 対策	吸着法	礫・木炭・波板・ひも等の接触材の表面に微生物を付着させ、微生物が水中の有機物を吸着・分解する作用により浄化を行う。主に SS、リンの除去が期待できる。
	土壌処理法	休耕田や河川敷用地等に設置した土水路等に流入水を引き込んで、水田や湿地における土壌の持つ分解・吸着能作用により浄化を行う。浄化原理がろ過であり、浄化水は清澄となるが、その分目詰まりが起こりやすく、定期的な土壌入れ替えなどのメンテナンスが必要となる。土、砂礫の種類によっては、窒素・リンの除去も期待できる。
	植生浄化法	水生植物及び水生植物に付着した微生物による水中の懸濁物質※、栄養塩類（窒素・リン）の吸着・取り込み作用により浄化を行う。水生植物の除去により、生体内に吸収された栄養塩類が除去できる。 ※水中の濁りの原因物質のこと。濁質ともいう。濁りの原因物質としては、粘土などの無機系物質や、微生物や生物による分解物質などの有機系物質がある。
貯水池内 対策	副ダム P.40 参照	ダム貯水池の流入部に設置し、粒子性の栄養塩を沈降させ、貯水施設への栄養塩の流入を減らし、植物プランクトンの増殖を抑える。リンなどの溶解性栄養塩は除去できないが、凝集剤を添加して懸濁態物質に転換すれば沈殿除去することが可能となる。
	バイパス	貯水池内の濁度が高くなった場合に、ダム上流の濁度の低い水を下流に放流する「清水バイパス」、貯水池内が濁水化するのを防止するために、出水期間中に濁水をバイパスさせ下流へ放流する「濁水バイパス」、貯水池内に流入する排水などを貯水池の下流へバイパスし、富栄養化を防止する「富栄養化対策バイパス」などがある。アオコ対策としては、富栄養化対策バイパスが有効であるほか、濁水バイパスも懸濁態栄養塩の貯水池流入を低減することができるため有効である。
	浅層曝気循環 P.42 参照	貯水池中層あるいは表層から空気を吐き出し、気泡の浮力により上昇流を生じさせ、貯水池内に循環混合層を形成させる。これにより、表層水温の低下、植物プランクトンの有光層以深への引き込み、藻類の拡散などを生じさせ、表層における植物プランクトンの増殖・集積を抑制する。
	全層曝気循環 P.42 参照	貯水池内全体を曝気循環することで、深層水を表層に強制的に移動させ、全層を循環混合する。植物プランクトンの無光層への移動、表層水温の低下により、植物プランクトンの増殖抑制を図る。
	深層曝気 P.47 参照	貯水施設の深層水に酸素を供給し、底質から鉄、マンガン、硫化水素及び栄養塩類などの溶出を抑制することで、赤水・黒水※の発生防止や、循環期における栄養塩類の貯水池全体への拡散防止を図る。 ※赤水は鉄を含んだ水、黒水はマンガンを含んだ水で、それぞれ赤色、黒色に着色するためこのように呼ばれる。
	流動化 P.50 参照	水流発生装置により流動の小さい湖水に水の流れを発生させて、水域を流動化・循環させ、停滞を改善する。水平方向もしくは鉛直方向の水流を発生させる装置がある。主に、ため池などの比較的小規模な貯水施設で効果を発揮する。

種類	対策名	原理
	浚渫 P.51 参照	栄養塩濃度の高い底泥を浚渫・除去し、底泥からの栄養塩類の溶出量を抑制する。
貯水池内 対策	覆砂	貯水施設の底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を砂で覆う。これにより、底泥から水中への栄養塩類等の溶出の抑制を図る。
	底質改善 底泥固化 P.54 参照	薬剤等を底泥に投入または散布し、底質改善の場合は底泥中の有機物等を吸着・分解し、底泥固化の場合は底泥を固化（不溶化）する。底質改善・底泥固化いずれも、底泥からの栄養塩類・重金属類の溶出を抑制し、底泥巻き上げを抑制する。
	池干し P.55 参照	貯水施設の底を空気にさらして乾燥・酸化分解させることで底泥からの栄養塩流出を抑制する。また、日光に含まれる紫外線的作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に沈降して堆積したアオコの原因藻類の殺藻、不活性化が期待できる。
	水位低下	貯水施設の水を放流し水位を低下させ、水の入替えを促進し、滞留時間を短縮（回転率を向上）させる。
	遮光	水面に遮光用のネット・シート等を浮かべ、植物プランクトンの増殖に必要な光を抑制する。ただし、完全遮光を行うと水質が悪化する場合があることから、実施に当たっては注意が必要。
	分画 フェンス P.58 参照	貯水池の流入部等にフェンスを設置し、発生したアオコを一部水域に封じ込める。また併せて、出水時の濁りや栄養塩に富んだ流入水を深部に導入し、植物プランクトンへの栄養塩類の供給を抑制することで、植物プランクトンの増殖抑制を図る。なお、栄養塩類の有光層への再浮上を防止するために、選択取水と併用することも効果的である。
	選択取水 P.61 参照	水温躍層が形成されている貯水池において、取水口の高さを変え任意の層から選択的に取水するための設備であり、一般的に冷水・温水放流や濁水の長期化を低減するために設置される。選択取水設備が設置されている場合に、本施設を適切に運用することで、表層のアオコを放流して貯水池のアオコを減少させたり、逆にアオコが発生していない中下層水を選択的に取水することで水利用への被害を回避したりすることができる。
	浮島 P.69, 71 参照	人工的に水生植物を植栽した浮島を水上に浮かべ、植物根茎による栄養塩の吸収、根茎に付着する微生物による栄養塩の吸収・分解を図る。また、植物プランクトンを捕食する動物プランクトン等の生息基盤となったり、遮光効果による植物プランクトンの増殖抑制などの効果を期待できる。また、地域住民の水質保全に対する意識啓発の効果も期待される。
	アオコ回収 P.63 参照	アオコが大量発生している表層水をポンプ等で吸収・回収し、アオコを除去する。アオコとともに、アオコに含まれる窒素・リンを併せて除去することが可能である。

4.2 対策の適用性

4.1で紹介したように、アオコ対策には、様々な種類がある上に、アオコの発生メカニズムが複雑で、明確でない部分も多いことから、対策の効果も様々です。また、施設によって効果がある場合と無い場合があるほか、年によっても効果が異なる場合があるなど、不確実性が大きいという問題があり、対策の選定には慎重な検討が必要です。

農業用貯水施設の種類毎の基本的な対策としては、

- ・ダムでは、水深が深く、水温躍層が形成されやすい場合が多いことから、曝気装置等を用いた鉛直方向の水の循環を促進させる対策
- ・ため池では、大規模な施設の導入等は困難であるので、小規模な装置を使用した池水の流動化や非かんがい期の池干しなどの対策
- ・調整池やファームポンドのように水域面積が比較的小さい貯水施設では、遮光による対策

が有効と考えられます。

なお、小規模で運搬可能な機器・装置については、必ずしも個々の施設で保有する必要はなく、水系や行政単位等の地域のまとまりで、応急対応機器などを共有することも考えられます。

上記の対策も含め、4.1で紹介したアオコ対策のうち、貯水施設内で実施可能な対策について、貯水施設の管理者へのアンケート結果や収集資料をもとに、それぞれの対策の有効性と施設の種類や水深との関係を踏まえて適用性を整理しました（表 19）。

表 19 アオコ対策の適用性

対 策				貯水施設特性								参照 頁
名称	対応段階 予：予防的対策 発：発生時対策	対策箇所		施設種別				最大水深(m) ※4				
		全体	局所	ダム	調整池	ため池	ファーム ポンド	1～ 5	5～ 10	10～ 30	30 ～	
副ダム	予・発	●		◎						◎	◎	p.40
バイパス	予・発	●		○	△	△		△	△	○		-
浅層曝気 循環	予・発	●		◎	○					○	◎	p.42
全層曝気 循環	予・発	●		◎	○					○	◎	p.42
深層曝気	予・発	●		◎						◎	◎	p.47
流動化	予・発		●		○	◎		◎	◎			p.50
浚渫	予	●		◎※1	○	○		○	○			p.51
覆砂	予	●	●			△		△	△			-
底質改善 底泥固化	予		●		○	○		○	○			p.54
池干し	予	●		○※1	◎	◎		◎	◎			p.55
水位低下	予	●		○	○	△		○	○			-
遮光	予・発		●		◎	○	◎	◎	○	○		-
分画 フェンス	予・発	●	●	◎						◎	◎	p.58
選択取水	予・発	●		◎						◎	◎	p.61
浮島	予・発		●	※2			△	△	△			p.69, 71
アオコ 回収	発		●	◎※3	○	○		○	○	○	○	p.63

凡例（施設種別、最大水深）

◎：対策実績があり、アオコの解消、低減効果が期待できる

○：対策の原理等から効果が期待できる

△：実績では効果は観られていないが、適正規模に設定することで効果発現する可能性がある

空欄：情報なし

※1：ダム上流部や流入部では実施可能である。

※2：ダム等の大規模貯水施設の場合、水質改善効果はあまり期待できないが、住民の意識啓発を期待して実施されている施設がある。

※3：入り江部や分画フェンス上流側などでは効果的である。

※4：施設の規模に応じて効果は異なる。ここでは、施設規模の一つの目安として最大水深による適用性を整理。

4.3 個別対策の内容

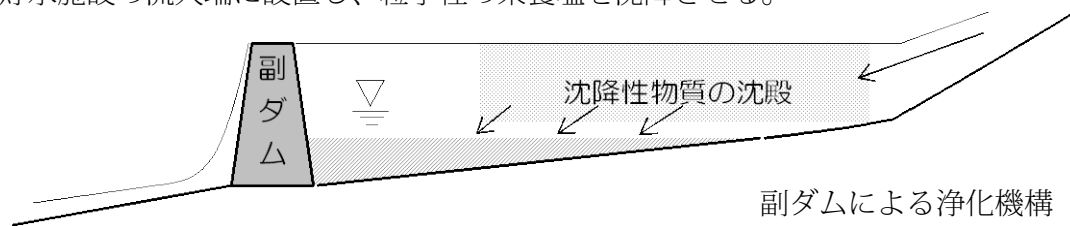
主なアオコ対策について、対策に関する改善効果や運用方法、維持管理方法、費用等を次頁以降で紹介します。

なお、各対策についての詳細を知りたい方は、出典先の URL 等を参照して下さい。

①副ダム

対策のメカニズム

ダム貯水施設の流入端に設置し、粒子性の栄養塩を沈降させる。



出典：ダム貯水施設の水環境 Q&A なぜなぜおもしろ読本（財）ダム水源地環境整備センター

期待される効果

- ・貯水施設への粒子性の栄養塩の流入を減らし、植物プランクトンの増殖を抑える。
- ・リンなどの溶解性の栄養塩は、凝集剤を添加して不溶性物質に転換し、副ダムに沈殿させる場合もある。
- ・設置してから水質改善効果を発揮するまでに、一定の期間が必要になる。

維持管理方法

副ダムに溜まる土砂を定期的に浚渫し、除去する。

留意点

沈殿物や流木などの除去が必要

実施事例（副ダム）

室生ダム（奈良県）：総貯水容量 16,900 千 m³、湛水面積 105ha

【施設概要】

室生ダム貯水池の上流端に河川水を一時滞留させ、沈降粒子に含まれる栄養塩類（窒素、リンなど）を除去することにより流入河川からのリン負荷を削減することを目的として、平成 13 年 3 月に設置。

形式：重力式コンクリートダム、堤高：14.5m、堤頂長：114.0m、湛水面積：0.08km²

附帯施設：緊急放流用ラバーゲート、排水ゲート、魚道

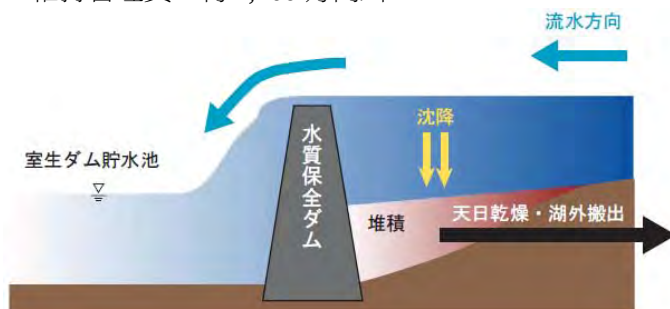
【維持管理】

副ダム内に沈降させた土砂は天日乾燥後、湖外へ搬出処分している。

【設置費用等】

建設費：約 30 億円

維持管理費：約 2,200 万円/年



【効果】

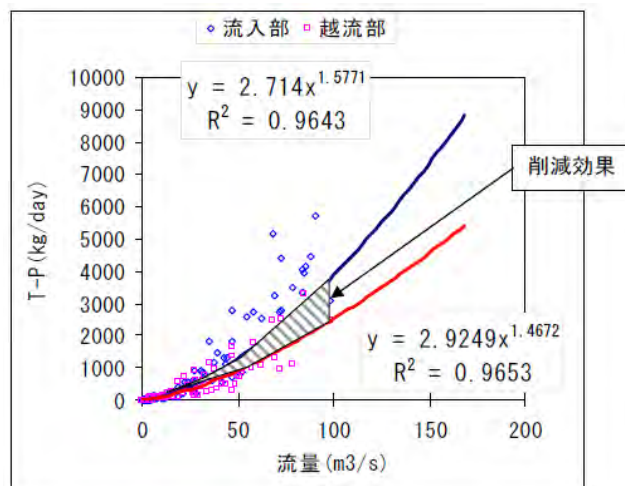
副ダムによる T-P の低減イメージを図に示す。流量が多いほど室生ダム貯水池への T-P の流入量を低減させている。ただし、ダム等の維持管理に必要な時期及び大規模な出水時には緊急用ラバーゲートを倒伏させるため、この間の低減効果はなくなる。

右図：副ダムによる T-P 制限効果のイメージ（倒伏を考慮）

出典：室生ダム貯水池水質保全事業 近畿地方ダム等管理フォローアップ委員会資料

H22.3.18

<http://www.kkr.mlit.go.jp/river/followup/jouhou/siryo/pdf/100318/murousui-s.pdf>



布目ダム（奈良県）：総貯水容量 17,300 千 m³、湛水面積 95ha

【概要】

粒子性の栄養塩を副ダム内で沈降させて、本ダム貯水池に流入する栄養塩負荷を軽減することを目的に 1990 年度に副ダムを設置。

形式：重力式コンクリートダム、堤高：14.5m、堤頂長：133.3m、堤体積：約 13,000m³

【維持管理】

毎年 10 月から 11 月にかけて、バックホウ、ポンプ船等を用いて浚渫を実施。

浚渫量は年により変動が大きい（約 2,000m³～15,000m³/年）。

【効果】

布目ダムでの副ダムの設置後、副ダム流入地点と越流地点で粒子態リンの濃度を比較すると、出水時などの流入リン濃度が高い時には、流入 T-P 濃度に比べ、副ダム越流の T-P 濃度が低くなっており、副ダムによる粒子態リンの沈降削減効果が見られる。

右上写真：布目ダム副ダム

出典：水資源機構 木津川ダム総合管理所

右図出典：布目ダム定期報告書

http://www.kkr.mlit.go.jp/river/followup/jouhou/siryo/pdf/080327/hume_dum/5-6.pdf

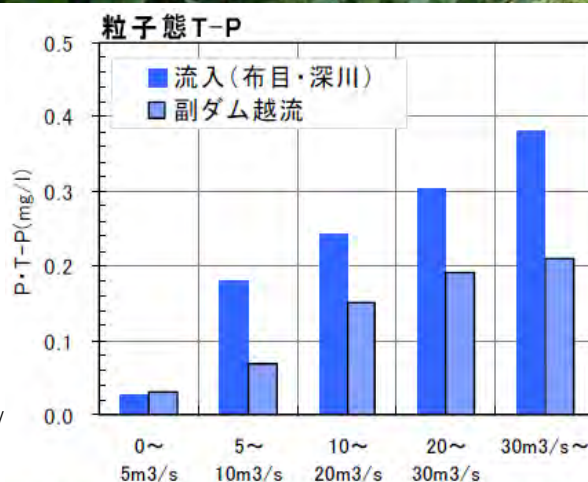


図 流量区分毎の T-P 濃度平均値の比較

その他 設置施設

阿木川ダム：岐阜県、総貯水容量 48,000 千 m³、湛水面積 158ha

嘉瀬川ダム：佐賀県、総貯水容量 71,000 千 m³、湛水面積 270ha

②浅層・全層曝気循環

対策のメカニズム

<浅層曝気装置>

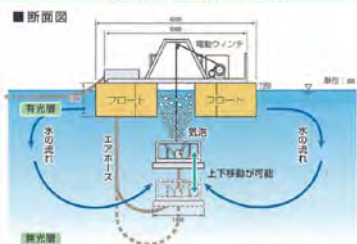
浅層で曝気・循環を行うことにより有光層と無光層の水を循環させ、水温躍層を低下させる。

<全層曝気装置>

全層を曝気・循環することにより、水温躍層を破壊して貯留水の鉛直方向の混合を促進する。



浅層曝気設備水上部



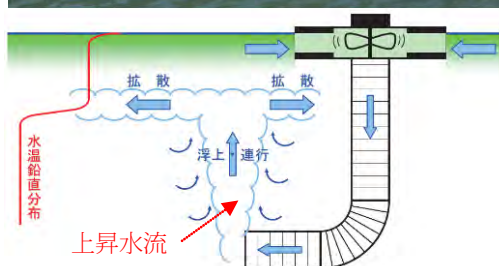
出典：高山ダムの曝気循環設備について

国土交通省 近畿地方整備局

http://www.yodoriver.org/kaigi/kidu/3rd/pdf/kizu_3rd_h01.pdf

<プロペラ式循環装置>

プロペラの稼働により表層水を吸い込み、プロペラに接続されたホースを通じて吸い込まれた水を貯水池深部から吐き出す仕組みの水質改善装置である。



出典：プロペラ式循環装置による水質改善効果予測
―千屋ダムの事例―

http://www.wec.or.jp/report/H21syohou/pdf/h21_1-1.pdf

期待される効果

<浅層曝気循環装置>

表層の植物プランクトンを無光層に送り込むことにより増殖を抑制するとともに、躍層低下により栄養塩を含んだ流入水が下層に流入するようになり、有光層の植物プランクトンの増殖を抑制する。

<全層曝気循環装置>

植物プランクトンの無光層への送り込みによる増殖の抑制、底層への酸素供給による底質からの栄養塩の溶出の抑制を行う。

<プロペラ式循環装置>

植物プランクトンの無光層への送り込みによる増殖の抑制、表層付近の温かい水を下層に吐き出すことによる混合循環の促進を行う。

なお、上記装置の運用開始から水質改善効果を発揮するまでには一定の期間が必要になる。

留意点

- ・上昇水流の上層において、船舶等への影響がある。
- ・浅層曝気は設置箇所の水深により、湖底設置型と水位追随型のいずれかを選択する必要がある。

維持管理方法

散気管、ウィンチ、ワイヤー、エアホース等の点検

運用方法・実施時期など

水温躍層が発生する前に運用を開始し、アオコ発生が懸念される春～秋にかけて常時運転を行う。

建設費用・維持管理費用

＜浅層・全層曝気循環装置＞

建設費：6,500 万円/基 （メーカー聞き取り）

維持管理費：年次点検費 90 万円/年 ホース取替費 520 万円/（5 年/度程度）

※耐久年数 5 年の製品の場合

＜プロペラ式循環装置＞

概算工事費：10 億円

〔積算条件（メーカー聞き取り）

- ・プロペラ式循環設備設置基数：5.5kw×2 基
- ・受変電設備設置箇所数：2 箇所

維持管理費：年間電気料金（6 ヶ月/年稼働） 60 万円/年

プロペラ循環設備点検整備費 110 万円/年

※プロペラ循環装置点検整備更新費は、1 回/2 年の点検費、1 回/4 年の大規模点検費（モーター交換等）の総額を年換算して算出している。

出典：プロペラ式循環装置による水質改善効果予測―千屋ダムの事例―

http://www.wec.or.jp/report/H21syohou/pdf/h21_1-1.pdf

実施事例（浅層・全層曝気循環装置）

高山ダム（京都府） 総貯水容量 56,800 千 m^3 、湛水面積 260ha

【概要】

水深約 15～20m 程度から空気泡を出し湖水の鉛直循環を起こすことで、アオコなどの藻類（植物プランクトン）の異常発生を抑制することを目的に設置。

設置状況：2001 年度～2003 年度にかけて 4 基設置（2002 年度に 1 基、2003 年度に 2 基、2004 年度から 4 基の運用を実施）。

【設置費用等】

1 基当たり費用：約 6,500 万円 1 基当たり年間運転費（電気代）：約 270 万円

1 基当たり年間維持費（点検費）：約 60 万円

【運用方法・効果】

4 月～10 月に曝気水深約 20m で連続運用。毎年夏期（7 月頃から 9 月頃）にアオコの発生が見られていたが、2 基の運用を開始した 2003 年以降、アオコの発生は見られていない。



高山ダム貯水施設状況

左：浅層曝気施設導入前（平成 13 年 8 月） 右：浅層曝気施設導入後（平成 22 年 8 月）

出典：水資源機構 環境報告書 2010

http://www.water.go.jp/honsya/honsya/torikumi/kankyo/houkoku/pdf/envrep2010_2.pdf

高山ダムの曝気循環設備について 国土交通省 近畿地方整備局

http://www.yodoriver.org/kaigi/kidu/3rd/pdf/kizu_3rd_h01.pdf

鹿野川ダム（愛媛県） 総貯水容量 48,200 千 m^3 、湛水面積 209ha

【概要】

貯水池内に 5 基の浅層曝気循環施設を導入。平成 21 年 8 月末より暫定運用。平成 22 年より本格運用開始。

【運用方法・効果】

＜平成 21 年の状況＞

- ・浅層曝気循環施設導入前の 7～8 月に貯水池表面に、筋状・膜状のアオコが発生。
- ・8 月下旬より浅層曝気循環施設 2 基を導入・稼働、9 月下旬からさらに 2 基を導入・稼働。
- ・浅層曝気循環施設の稼働により、9 月以降アオコの発生を抑制。



＜平成 22 年の状況＞

- ・浅層曝気循環施設を、5 月上旬から 2 基稼働、6 月上旬から 10 月下旬まで 5 基稼働。
- ・アオコが発生しやすい 7～9 月においても、浅層曝気循環施設の稼働によりアオコの発生を抑制。



＜平成 23 年の状況＞

- ・浅層曝気循環施設を、5 月上旬から 2 基稼働、6 月上旬から 9 月中旬まで 5 基稼働、以降出水により停止。
- ・昨年に引き続き浅層曝気循環施設の稼働により、アオコの発生を抑制。
- ・出水等の影響により浅層曝気循環施設を停止した際に発生したアオコも再稼働により概ね抑制。



出典：国土交通省 四国地方整備局 山鳥坂ダム工事事務所

第 7 回鹿野川ダム水質検討会 <http://www.skr.mlit.go.jp/yamatosaka/kankyou/suisitu/index.html>

大塩ダム（群馬県） 総貯水容量 1,840 千 m^3 、湛水面積 15.5ha

【概要】

大塩ダムは湛水から長期間経過した結果、植物プランクトンの増加によってアオコの発生が見られるなど湖水の水質が悪化し、畑地かんがい施設（チューブ等）の目詰まりや下流公共用水域への放流水に異臭を伴うなど、周辺に影響を及ぼしていた。

このため、湖水を循環させることでアオコの発生を抑制し、さらに底層の好気性を保つことで植物プランクトンに必要となる栄養塩類の溶出防止と低減を図ることを目的として平成7年から6年をかけて、①湖水の全層循環を行う間欠式空気揚水筒の設置、②階段工を用いた接触酸化流入工の設置、③底泥浚渫、④水生植物による植生浄化（低湿地、浮島）を実施した。

【効果】

アオコの発生が抑えられ、栄養塩類の低減によって水質の改善が図られたことで、これまで 2～3 年に一度発生していたアオコの混入に伴う畑地かんがい施設の目詰まりもなくなり、営農上の障害が解消して、良質な農業用水が供給されている。また、アオコによる異臭も解消されたことで快適な水辺環境が整い、来訪者も増加した。



項 目	整備前 (H5)	改善目標	整備後 (H17)
クロロフィル a (mg/m^3)	10.4～46.4	20以下	6.6
透明度 (m)	0.7～2.3	2以上	3.3

出典：リザーバー（2006 年 12 月）

http://www.dam-net.jp/reserver_pdf/Vol_12.pdf

その他 設置施設

寺山ダム：栃木県、2 基、総貯水容量 2,550 千 m^3 、湛水面積 16ha

挟山池ダム：大阪府、2 基、総貯水容量 2,800 千 m^3 、湛水面積 36ha

花貫ダム：茨城県、1 基、総貯水容量 2,880 千 m^3 、湛水面積 24ha

桐生川ダム：群馬県、2 基、総貯水容量 12,200 千 m^3 、湛水面積 62ha

野村ダム：愛媛県、1 基、総貯水容量 16,000 千 m^3 、湛水面積 95ha

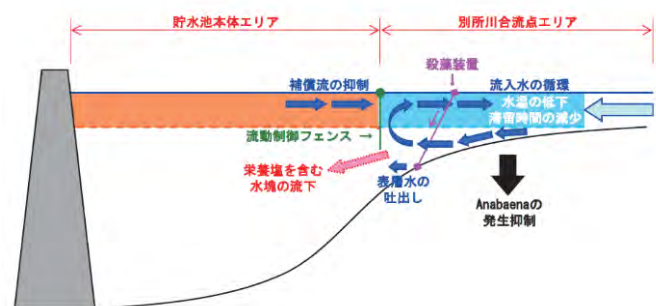
実施事例（プロペラ式循環装置）

千屋ダム（岡山県） 総貯水容量 28,000 千 m^3 、湛水面積 111ha

【概要】

千屋ダムでは、水質保全施設として平成 21 年度に別所川合流点付近に流動制御フェンスとプロペラ式循環装置が設置された。

これにより、フェンス上流側の水温が下流側に比べて相対的に低くなり、かつプロペラ式循環装置によって表層付近の水塊が下層へと送り込まれ、フェンス上流側が植物プランクトン増殖の起こりにくい環境となることで、別所川合流点付近での水質改善効果が発現した。



出典：プロペラ式循環装置による水質改善効果予測

— 千屋ダムの事例 —

http://www.wec.or.jp/report/H21syohou/pdf/h21_1-1.pdf

島地川ダム（山口県） 総貯水容量 20,600 千 m^3 、湛水面積 80ha

【概要】

貯水池内のアオコ対策としてプロペラ攪拌式水質改善装置を設置。電動モーターでプロペラを回し、送水管で酸素を多く含む表層水を湖底に送る仕組み。送水能力は毎時最大 1800 m^3 である。

平成 20 年度から稼働を開始し、平成 21 年度から本格運用している。

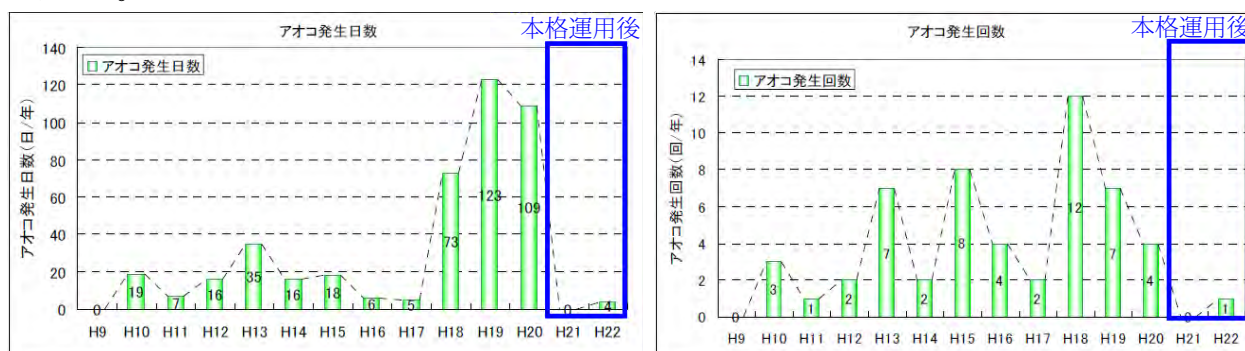
【効果】

運用開始前の平成 20 年までは広範囲にアオコ（特にミクロキスティス）が広がっていたが、本格運用開始した平成 21 年以降は、アオコの発生が大きく低減した。



左：運用前（平成 19 年 10 月）のアオコ発生状況 右：運用後（平成 22 年 8 月）のアオコ発生状況

本格運用後のアオコの発生は下図のとおり H21～H22 の 2 年間で 1 回あたり 4 日に留まっており、また、アオコが発生した範囲もごく限られていることから、アオコの発生は大きく低減していることがわかる。



左：アオコ発生日数 右：アオコ発生回数

出典：第 5 回島地川ダム水質改善検討委員会 委員会資料 平成 22 年 12 月
国土交通省 中国地方整備局 山口河川国道事務所
<http://www.cgr.mlit.go.jp/yamaguchi/committee/110224/pdf/03.pdf>

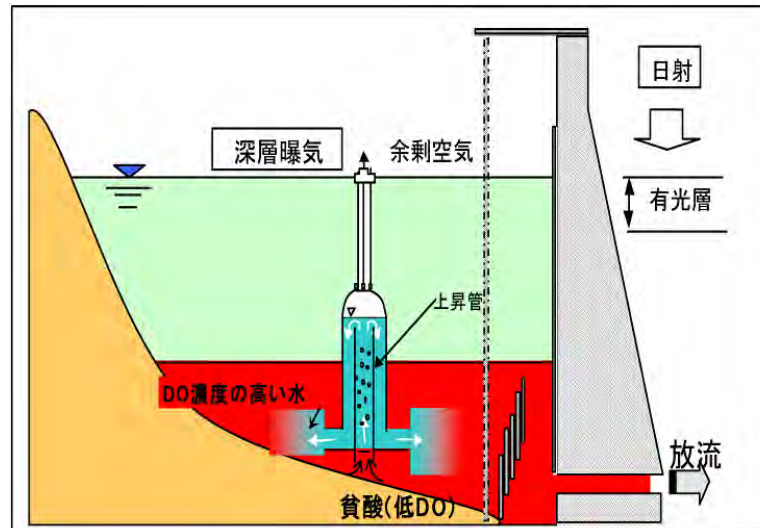
その他 設置施設

中岳ダム：鹿児島県、2 基、総貯水容量 4,310 千 m^3 、湛水面積 28ha

③深層曝気装置（水没式エアリフト型）

対策のメカニズム

貯水施設の深層で曝気し、気泡の上昇とともに底層水を揚水し、この時の気泡からの酸素の溶入により、揚水された底層水の溶存酸素（DO）が改善される。



出典： 室生ダム貯水池水質保全事業事後評価（案）概要版 2010年3月18日 近畿地方整備局
<http://www.kkr.mlit.go.jp/river/follwup/jouhou/siryo/pdf/100318/murousuigaiyo.pdf>

期待される効果

- ・底層水の溶存酸素（DO）が改善され、底質からの栄養塩類（リン）の溶出が減少することによるアオコ発生の抑制。

特徴

- ・水没式エアリフト型の場合、水中に設置が可能で、水上には大きな構造物が出ないため、設置条件面で有利である。また、水位変動にも有利である。
- ・底層の貧酸素化を生じているダム貯水池では、よく採用されている。

維持管理方法

- ・コンプレッサーの整備点検

留意点

貯水池の規模と溶存酸素（DO）の状態に応じて必要な基数を導入する必要がある。

建設費用・維持管理費用

建設費：7,200 万円/基（制作、据付）
維持管理費：2,100 万円/15 年（運転費含まず）
（上記はいずれもメーカーヒアリング）

運用方法・実施時期など

水温躍層が発生する前に運用を開始する。

実施事例（深層曝気装置）

一庫ダム（兵庫県） 総貯水容量 33,300 千 m^3 、湛水面積 140ha

【施設概要】

深層曝気装置（沈水式） 2 基
（ダムサイトから約 0.2km 地点と 0.5km 地点）

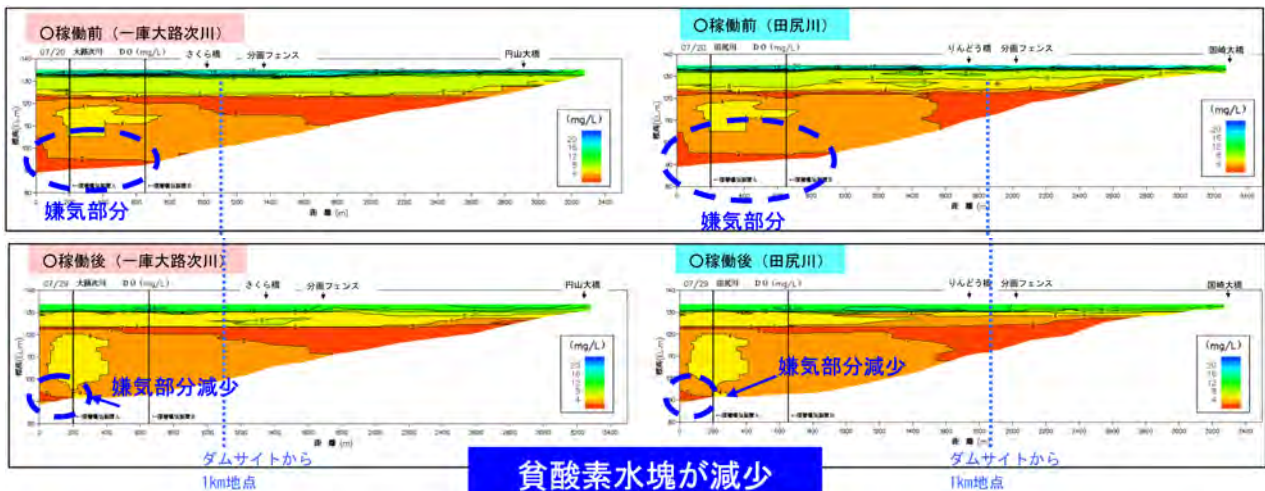
昭和 57 年 3 月 試験湛水開始

昭和 58 年 4 月 管理開始

昭和 59 年 3 月 深層曝気装置設置

【効果】

深層曝気施設の運用時には、中層から低層にかけて DO の値の上昇効果を示しており、低層部の嫌気化により昭和 57 年、昭和 58 年に発生した硫化水素臭は、昭和 59 年の深層曝気装置設置以降、起きなくなった。



※図中の分画フェンスは平成 22 年 9 月に撤去済み

図 貯水池内 DO 鉛直分布図（H17）調査結果

出典：一庫ダム定期報告書（案）概要版 2010 年 3 月 9 日 水資源機構 関西支社
<http://www.kkr.mlit.go.jp/river/followup/jouhou/siryo/pdf/100309/hitoteikigaiyo.pdf>

④小規模な流動化（循環）対策

対策のメカニズム

装置により水流を発生させて、水域を流動化・循環させ、停滞を改善する。

留意点

- ・装置は小規模で効果は限定的であるため、一般的に停滞した一部水域の改善に用いられる。
- ・比較的大規模な水域を対象とする場合は、全体的に十分な流動を発生させるように基数を設置するとともに、水域形状を考慮して施設を配置する必要がある。

維持管理方法

設備の点検・整備・交換が必要である。

期待される効果

- ・水の停滞によりアオコが集積している場合、アオコ原因藻類を分散させ、アオコを解消する効果が期待できる。
- ・アオコが大量に集積し腐敗すると、悪臭を放つため、アオコを攪拌することで、悪臭解消対策としても効果がある。
- ・一般的にアオコは水の停滞が解消されると増殖が抑制されるため、予防的な効果も期待できる。

運用方法・実施時期など

水温躍層が発生する前に運用を開始する。
非稼働時期にアオコが発生した場合、発生水域で運用すればアオコの解消が期待できる。

実施事例

水中ポンプによる流動化（手賀沼）

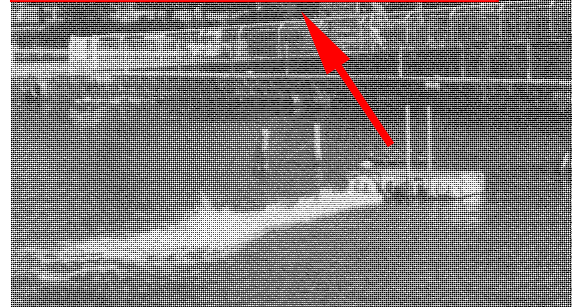
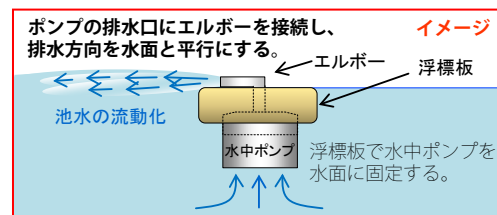
【概要】

市販の水中ポンプ※¹を改良※²し、アオコの集積がひどい入江に、水面積約 1,500m²当たり一基の割合（染料を利用した拡散実験から推測）で平成4年度から設置。それ以来、毎年アオコの発生時期には改良水中ポンプを入江に設置して流動化を図っており、アオコによる悪臭の苦情が住民から寄せられなくなった。

※1 ポンプの仕様：馬力 1.5kW、空気量 30Nm³/時、循環水量 40m³/時

※2 ポンプに浮標板を取り付け、放水口をエルボー型にし、放流水が水面と平行になるように改良。

出典：水質浄化マニュアル 技術と実例、本橋 敬之助著、海文堂



スクリープロペラによる攪拌（霞ヶ浦）

【概要】

霞ヶ浦では、船のスクリープロペラを活用し、集積・腐敗したアオコを攪拌し、沈めることで、アオコによる悪臭の解消を行っている。

出典：国土交通省

霞ヶ浦河川事務所資料



⑤浚渫

対策のメカニズム

栄養塩類を含む湖底を浚渫にすることにより、栄養塩類の底質からの溶出を減少させる。

期待される効果

- ・汚濁物の系外除去
- ・底泥からの栄養塩溶出の防止
- ・生物生息域の修復・創造等

実施時期

予防的対策としてアオコ発生前に実施する。



留意点

- ・取り除いた汚泥の処理、再利用の検討が必要である。
- ・大規模な貯水施設の場合、浚渫を一部区間で実施しても、池全体での効果につながらない場合がある。
- ・流域からの汚濁負荷流入による底泥堆積の影響が大きい場合は、浚渫と合わせて、流域の栄養塩対策低減を講じないと、浚渫による底質改善の効果を維持することはできない。
- ・浚渫を行った後、水質が悪化した事例も多く、十分な調査検討を行い、取り除く深さや浮泥の移動状況を事前に検討した上で対策を実施することが望ましい。
- ・文献によると、底泥表層部を約 3cm 除去できれば、アオコを防除できる可能性が高い（底泥中のミクロキスティス層のコロニーは 95%以上が底泥表層 3cm 以浅に存在）。

出典：Yamamoto,Y.(2009):Effect of temprature on recruitment of cyanobacteria from the sediment and bloom formation in a shallow pond. Plankton and Benthos Research,4:95-103.

実施事例（浚渫）

児島湖（岡山県）：総貯水容量 2,607 万 m^3 、湖面積 10.88 km^2

【概要】

児島湖流域の都市化等に伴い、河川からの流入水の汚染、湖底に堆積した汚泥から溶け出す窒素・リンなどの影響で児島湖の水質は悪化し、農業生産への影響が懸念された。

このため、児島湖に河川から流入した汚泥を含む底泥の浚渫等による児島湖の水質の改善を目的として、児島湖沿岸農地防災事業本事業が実施された。

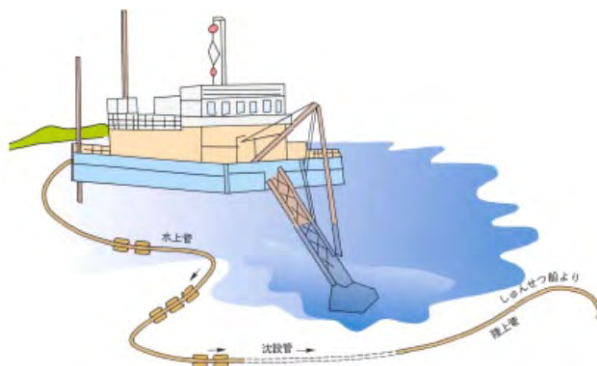
＜主要工事＞

- ・底泥浚渫工・・・・・・・・1,580 千 m^3
- ・ミオ筋浚渫・埋戻工・・・・300 千 m^3
- ・脱水処理工・・・・・・・・1,880 千 m^3
- ・覆砂工（深部）・・・・・・110 千 m^3

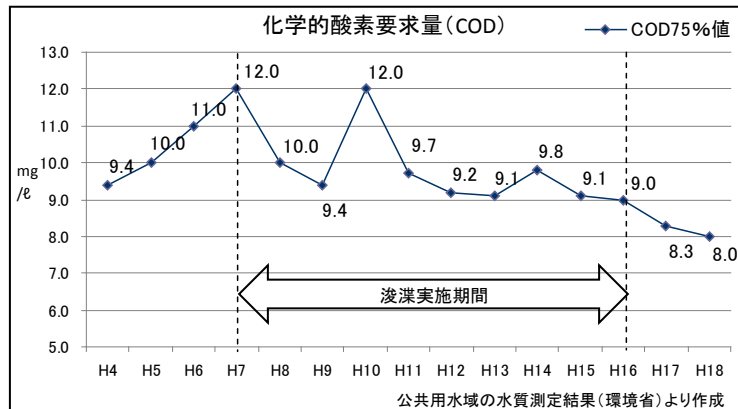
＜工事期間＞

平成 4 年度～18 年度

脱水処理後の浚渫泥は、水質悪化の要因である湖内のよどみ（深部）の埋戻し及び公共用地の造成土として利用



児島湖の水質は、近年、他の対策と相まって緩やかに改善



出典：農林水産省児島湖沿岸農地防災事業パンフレットより抜粋

水質の悪化による農作物への被害を未然に防止（国営総合農地防災事業【児島湖沿岸区】）
（中国四国農政局防災課）平成 20 年 4 月現在

実施事例（浚渫土砂の有効利用方法）

浚渫土砂の農地への客土材としての有効利用

（北海道雨竜町尾白利加ダム）

【概要】

- ・尾白利加ダム周辺の雨竜町の水田は表土が薄く客土が望まれていた。
 - ・ダムの堆砂土砂は流域内の山林から流入しており、腐葉土が堆積し、有機物を多く含んだ土壌が水田客土材として注目された。このため堆砂土を道営圃場整備事業等により客土に活用した。
 - ・堀削・運搬は、冬季の落水期に実施。客土材としての有効活用総量は 618,230 m³ となり、単純平均では雨竜町水田面積 3,260ha に対して約 2cm の客土が行われたことになる。
 - ・客土への取り組みは、表土の改良を目的に始められたが、近年は「食の安全・安心」の観点から農産物の付加価値を高めており、農家からも引き続き客土に対する要望が出されている。
- ※浚渫土を利用する場合、有害物質の含有の有無を確認する必要がある。

出典：リザーバー2005.9 堆砂対策特集号 財団法人ダム水源地整備センター

http://www.dam-net.jp/reserver_pdf/Vol_7.pdf

底泥除去をアオコ防除法として選択した場合の除去泥土の利用法の提案

（京都市広沢池）

【概要】

- ・窒素及びリンは主要な肥料成分でもあるため、底泥に豊富に含まれているならば、底泥の作物栽培への利用が期待できる。広沢池の底泥を含む土壌で一般的な 19 種の畑作物を栽培した結果、9 種の作物で収量が有意に増加した。
- ・根菜類の根部重量が全重量に占める割合や、豆類の種子重量が全重量に占める割合の変化は、泥投与区と対照区では同様であったことから、広沢池の底泥にはこれらの作物に形態異常を引き起こすはたらきは無いといえる。また、畑作物のみならず、イネの栽培でも広沢池の底泥は有効であることが示された。以上の結果から、広沢池の底泥には多くの作物で健全な成長を促進する効果があるといえる。

出典：底泥除去をアオコ防除法として選択した場合の除去泥土の利用法の提案、山本芳正、塚田創、中井大介、陸水学雑誌（2009 年） https://www.jstage.jst.go.jp/article/rikusui/70/3/70_3_201/_pdf

ため池底泥焼成物の水質浄化剤としての応用

【概要】

- ため池底泥は池毎に物性が不均一であることに加え有機物の含有量が高いことから再利用は難しいとされている。しかしながら高有機質であるという特徴を逆に利用し、熱処理工程を工夫することで市販資材と比較しても遜色無い資材を作製することが可能となり、有機物を完全に消失させず、多孔体内部に炭として残存させることで通常の多孔体と比較して窒素やリンの吸着、COD の抑制に優れた水質環境改善に有効な素材を作り出すことができた。また、Ca 系無機材料を若干量混入することで pH の中性維持、窒素の吸着に優れた資材を作り出すことができた。ため池の底泥のみを原料とした場合では pH を低下させる作用があるが、これはコンクリート等で囲まれた人工水域など、水が弱アルカリ性を示す水域への利用が有効であると考えられ、水域の環境に応じて材料設計を調整することで幅広く利用可能であることが考えられる。

【水質浄化剤としての効果】

- 底泥原料のみの資材、Ca 系無機材料を混入した資材及び市販資材 D の 3 種類の資材を用いた水質の比較実験結果では、COD、全リン、全窒素に関して改善効果が認められ、特に COD においては開始時より値が低下し、河川上流レベルの 2.0mg/L を下回る良好な状態を維持することができた。
- また、Ca 系無機材料を混入したことで実験開始から約 4 ヶ月経過後も pH は中性を維持することができた上、底泥原料のみの資材と比較し全窒素において半分の値に抑制することができた。さらに、リンや窒素除去に効果を発揮するとされる市販資材 D と比較しても全く遜色ない結果を得ることができた。

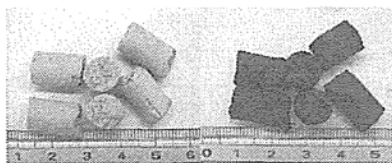
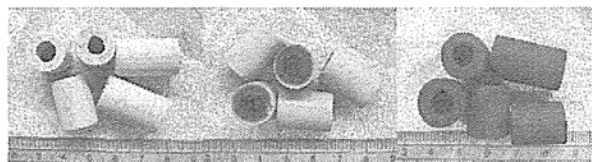


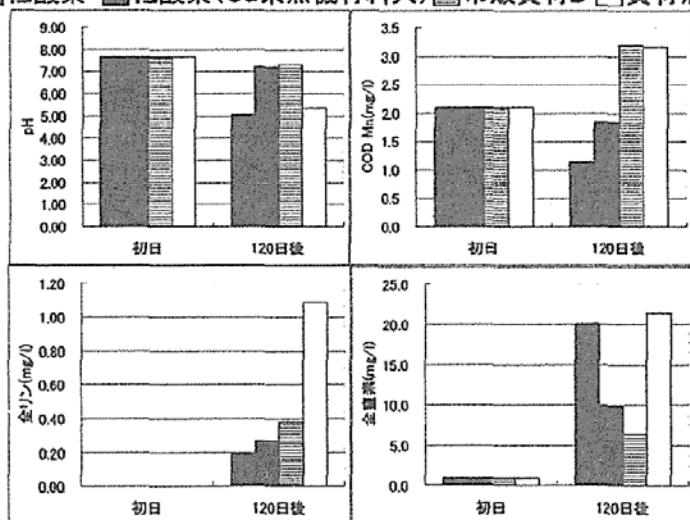
写真 ため池底泥焼成多孔体

(柱状：上段左から酸化、還元雰囲気焼成)

(円筒型：下段左から酸化、低酸素、還元雰囲気)



■低酸素 ■低酸素(Ca系無機材料入) ▨市販資材D □資材無し



水質試験

(他資材を混入した多孔体及び市販資材との比較)

出典：平成 18 年度香川県産業技術センター研究報告 No.7、2006、
ため池底泥焼成物の水質浄化材としての応用、富田直人、横田耕三

⑥底質改善

対策のメカニズム

薬剤等を底泥に投入または散布し、底泥中の有機物等を吸着・分解させる。底泥からの栄養塩類・重金属類の溶出を抑制し、また底泥巻き上げを抑制する。

期待される効果

- ・底泥からの栄養塩の溶出削減により、水中への栄養塩供給を抑制し、植物プランクトンの増殖を抑える。
- ・底泥巻き上げ抑制により、水の濁質を抑制し清澄性を増加するほか、巻き上げ懸濁物からの栄養塩供給も抑制する。

維持管理方法

維持管理は特に必要ないが、効果が減少した時点で、再度の投入・散布が必要となる。

運用方法・実施時期など

アオコ発生前に実施する。
薬剤剤の効果持続期間、底質状況にもよるが、一般的には定期的な投入が必要である。

留意点

- ・薬剤剤成分が生態系や用水影響に影響がでないものを選択する必要がある。
- ・底泥が再堆積した時点、または改善効果が減少した時点で、再度の投入・散布が必要となる。
- ・対策実施後、水質改善効果を発揮するまでには一定の期間が必要になる。