

【資料編 3】

湖沼における水環境の変化への 対応事例

目 次

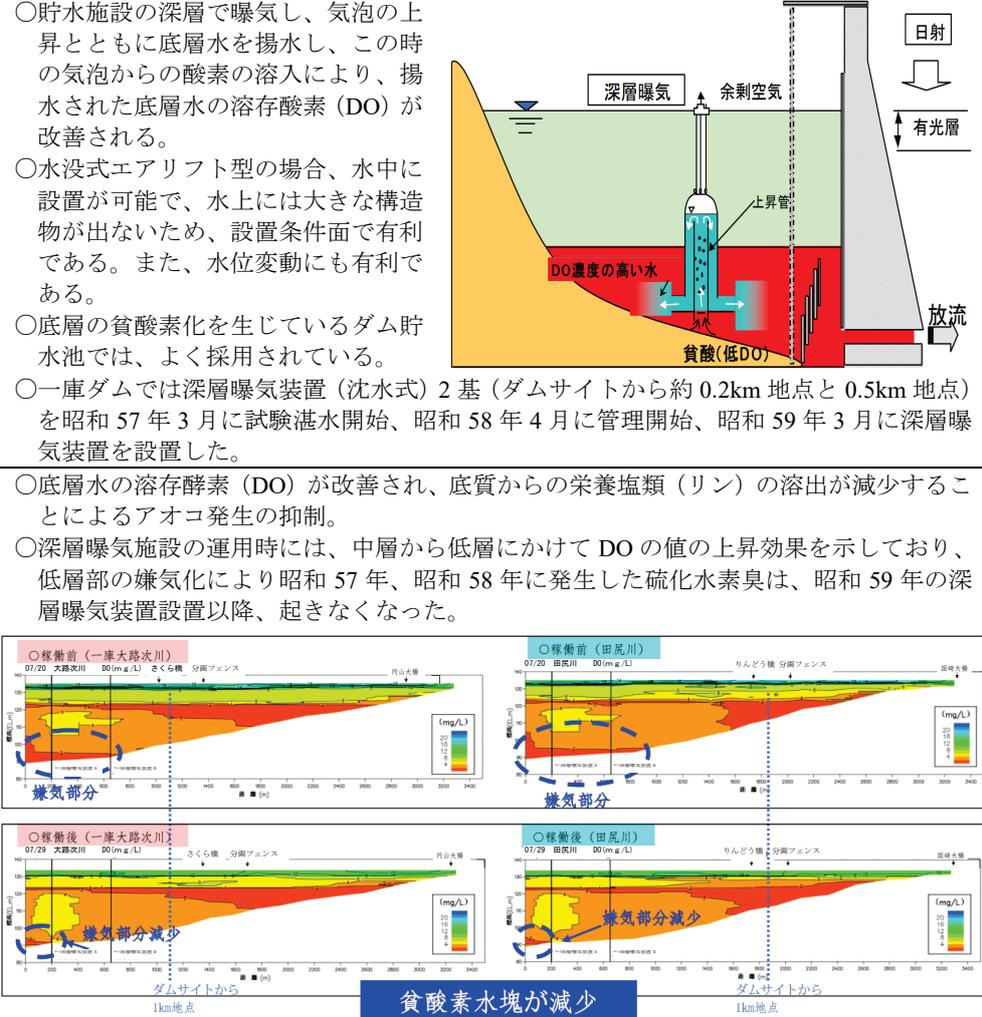
3. 湖沼における水環境の変化への対応事例	3-1
A) 底層水の貧酸素化の抑制	3-1
① 底層への酸素供給	3-1
② 底質改善による酸素消費抑制	3-4
B) 水温成層形成の抑制	3-8
① 水温成層の破壊（全層曝気）	3-8
② 水温成層の破壊（鉛直流動促進）	3-10
C) 水温上昇の抑制	3-12
① 湖面遮光（河畔林）	3-12
② 湖面遮光（水生植生帯整備）	3-13
D) 漁獲量の確保	3-14
E) 生息場所の確保	3-14
F) 栄養塩の溶出の抑制	3-15
① 底質改善（浚渫）	3-15
② 底質改善（干し上げ）	3-16
G) 流入栄養塩増加の抑制・削減	3-19
① 河川での直接浄化（沈澱）	3-19
② 河川での直接浄化（植生による浄化）	3-21
I) 内部生産の抑制	3-23
① 曝気	3-23
② 湖水の直接浄化（土壌浄化・植生浄化）	3-25
③ 水生植生帯の整備及び維持管理	3-26
④ 藻類の除去（直接除去）	3-29
J) 良好な水質の水道水の確保	3-30
K) 観光客数の維持	3-31
L) 土砂流出増加の抑制	3-32

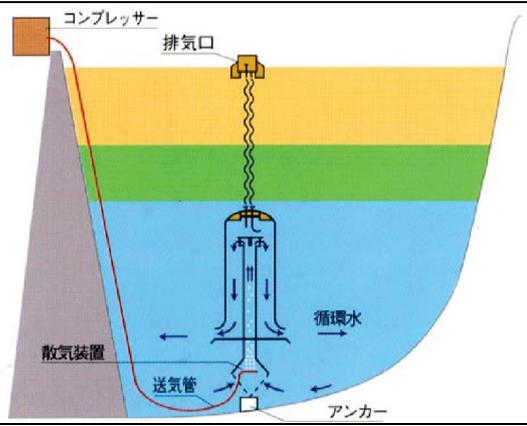
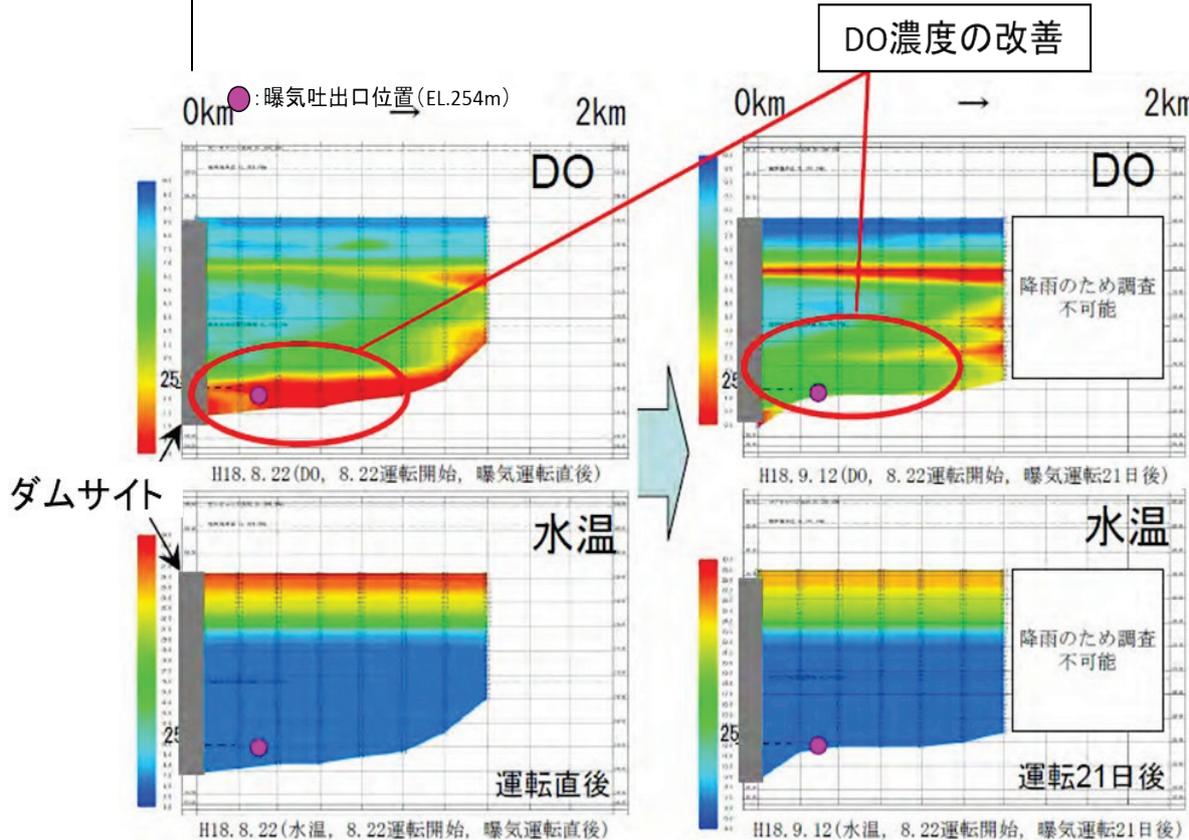
3. 湖沼における水環境の変化への対応事例

A) 底層水の貧酸素化の抑制

① 底層への酸素供給

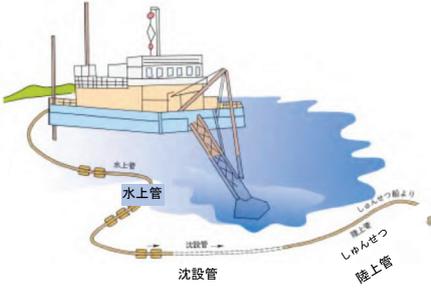
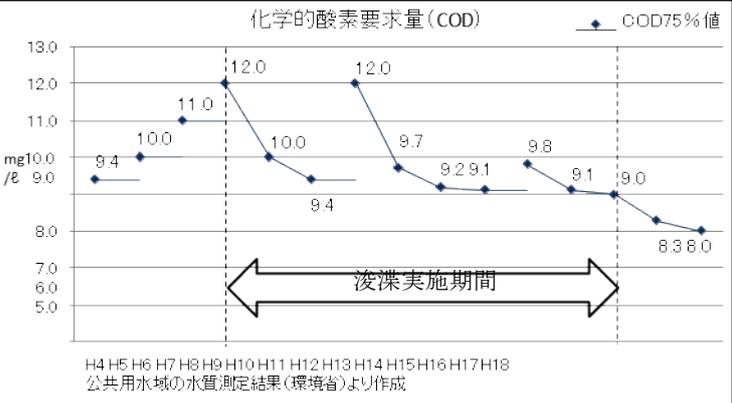
事例 No.(A-1-1)	
対象地・種類等	○八郎湖底層溶存酸素等改善対策検証事業
目的	○八郎湖の水質及び底質の改善を図り、浅い湖沼における効果的な湖内浄化対策モデルを構築する。
概要（手法等）	<p>○高濃度酸素水を湖内底層へ供給し、貧酸素化の解消・抑止を図るとともに、水質及び底質等の改善効果について検証する。</p> <p>○八郎湖の底層溶存酸素量や水質及び底質の改善を図り、局部的に深い湖沼域における効果的な湖内浄化対策モデルの構築を行う。</p> <p>○大久保湾湖岸または西部承水路湖岸に高濃度酸素水供給装置を設置し、大気中から取り込んだ酸素を溶解させた水（以下、高濃度酸素水）を湖内底層に供給し、貧酸素化の解消・抑止を図る。</p>
期待される効果	<p>○高濃度酸素水の供給で貧酸素化を解消・抑止し、底質からの栄養塩類の溶出が抑制されるとともに、好氣的環境の維持により底質の改善も期待できる。また、栄養塩類の溶出抑制に伴い植物プランクトン（アオコ）の増殖抑制も期待できる。</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">対策実施前</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">対策実施後</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">高濃度酸素水供給装置</div> </div>
	図 3-1 曝気循環による変化
結果	<p>○平成 28 年度～令和元年度に、八郎湖の西部承水路に存在する、水深 6 m 程度の浅渚窪地の底層へ高濃度酸素水を供給すると、底層の貧酸素化を抑制し、供給地点から吐出方向約 40 m 以上の範囲での底質の改善及び底質からの栄養塩類の溶出抑制、さらに底層の湖水での硝化の促進が確認され、底質には一定の改善効果を得ることができた一方、水質に対する影響については明確な改善効果が得られなかった。</p> <p>○高濃度酸素水供給による底層溶存酸素改善について、令和元年度は全ての調査時において試験区底層 DO が上昇、もしくは表層と同程度の濃度で維持されており、高濃度酸素水供給の効果がはっきりと確認できた。令和元年度は記録的な少雨であり、水の流れが少なかったことが一因と考えられる。局所的な底層 DO 改善には高い効果があることが実証された。</p>
出典	湖沼の底層溶存酸素量及び沿岸透明度に関する水質保全対策の手引き 資料集 環境省 http://www.env.go.jp/water/kosyou/post_87.html

事例 No. (A-1-2)	
対象地・種類等	○一庫ダム（兵庫県）—深層曝気装置（水没式エアリフト型）—
目的	<p>○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。</p> <p>※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。</p>
概要（手法等）	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○一庫ダムでは深層曝気装置（沈水式）2基（ダムサイトから約0.2km地点と0.5km地点）を昭和57年3月に試験湛水開始、昭和58年4月に管理開始、昭和59年3月に深層曝気装置を設置した。</p>
期待される効果、結果	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
	 <p>The diagram shows a cross-section of a reservoir with a deep-layer aeration device. Labels include '深層曝気' (deep-layer aeration), '余剰空気' (excess air), '上昇管' (riser pipe), 'DO濃度の高い水' (water with high DO concentration), and '貧酸(低DO)' (hypoxia/low DO). A '有光層' (euphotic zone) is indicated near the surface, and '日射' (sunlight) and '放流' (outlet) are also shown.</p> <p>The graphs show DO concentration (mg/L) on the y-axis and distance from the dam site (m) on the x-axis. The top row shows '稼働前' (before operation) for '一庫大路次川' and '田尻川', both showing '嫌気部分' (anaerobic zone) near the dam. The bottom row shows '稼働後' (after operation) for the same rivers, with '嫌気部分減少' (reduction of anaerobic zone) and '貧酸素水塊が減少' (reduction of hypoxic water mass) indicated. A note states '分画フェンスは平成22年9月に撤去済み' (partition fence removed in September 2010).</p>
留意点	<p>○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。</p> <p>○コンプレッサーの整備点検が必要。</p> <p>○水温躍層が発生する前に運用を開始する必要がある。</p>
出典	<p>*1：一庫ダム定期報告書（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</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

事例 No. (A-1-3)	
対象地・種類等	○比奈知ダム（三重県）—深層曝気装置（水没式エアリフト型）—
目的	○嫌気状態による底層からの栄養塩類（T-P）の溶出を防ぎ、アオコの発生を抑制する
概要（手法等）	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p>
	
期待される効果、結果	<p>○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。</p> <p>○底層の DO が低下する夏から秋にかけて深層曝気の運転を実施。運転実施直後と運転実施から 21 日後の DO を比較すると（図 3-3）、中・底層にかけて DO 値の上昇が見られる。</p>
留意点	<p>○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。</p> <p>○コンプレッサーの整備点検が必要。</p> <p>○水温躍層が発生する前に運用を開始する必要がある。</p>
	
	<p>図 3-3 曝気装置の運転による効果*</p>
出典	<p>*1：比奈知ダム定期報告書（案）概要版 平成 21 年 2 月 独立行政法人 水資源機構 関西支社 http://www.kkr.mlit.go.jp/river/followup/jouhou/siryu/pdf/090216/hinagaiyo.pdf</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

② 底質改善による酸素消費抑制

i) 底質改善(浚渫)

事例 No.(A-2-1)	○児島湖(岡山県)一浚渫一	
目的	○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。	
概要(手法等)* 3	<p>○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。</p> <p>○予防的対策としてアオコ発生前に実施する。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○主要工事：底泥浚渫工 1,580 千 m³、ミオ筋浚渫・埋戻工 300 千 m³、脱水処理工 1,880 千 m³、覆砂工(深部) 110 千 m³</p> <p>○工事期間：平成 4 年度～18 年度</p> <p>○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</p>	
期待される効果、結果	<p>○汚濁物の系外除去</p> <p>○底泥からの栄養塩溶出の防止</p> <p>○生物生息域の修復・創造等</p> <p>○児島湖の水質は、近年、他の対策と相まって緩やかに改善した</p>	 <p style="text-align: center;">化学的酸素要求量(COD)</p> <p style="text-align: right;">◆ COD75%値</p> <p style="text-align: center;">← 浚渫実施期間 →</p> <p style="text-align: center;">H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10 H11 H12 H13 H14 H15 H16 H17 H18 公共用水域の水質測定結果(環境省)より作成</p>
留意点*1	<p>○取り除いた汚泥の処理、再利用の検討が必要である。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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(底泥中のマイクロ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)。</p>	
出典	<p>*1 : 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.</p> <p>*2 : 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</p> <p>*3 : 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>	

ii) 底質改善(干し上げ)

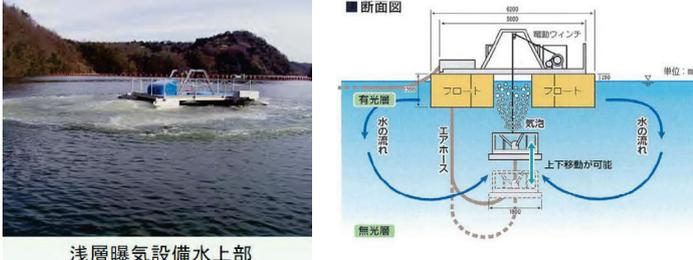
事例 No.(A-2-2)															
対象地・種類等	○大久手池(愛知県)一池干し														
目的	○貯水施設の底を空気にさらして乾燥・酸化分解させることで底泥からの栄養塩流出を抑制する。 ○また、日光に含まれる紫外線的作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に沈降して堆積したアオコの原因藻類の殺藻、不活性化が期待できる。														
概要(手法等)	○底泥を空気にさらして乾燥・酸化させることで底泥からの栄養塩類溶出を抑制する。 ○一般的には、水利用が少ない冬季に水位を低下させ、底泥を数ヶ月程度乾燥させる。 ○①水位低下時の波や降雨による底泥洗い流し作用、②日光中の紫外線による殺藻作用、③温度変化による殺藻作用(日温度変化、凍結)、④土壌粒子の団粒化、⑤酸化作用によるリンの不活性化、⑥有機物の好氣的分解作用、⑦底生生物、土壌微生物相の変化による作用等が総合的に作用することにより、水質改善の効果が生じると考えられる。														
期待される効果、結果*1	<p>○富栄養化した貯留水を排出し、フレッシュな河川水を貯留することで水質改善を図る。</p> <p>○外来種による被害が生じている池では、池干しと合わせて外来種の駆除も行うことができる。</p> <p>○水位を下げて浚渫を行うよりも、水位を下げた状態で天日乾燥させた方がアオコ制御に効果があることが実験で明らかになっている。</p> <p>○名古屋市の大久手池では、ため池の改修工事に伴って池干しを実施し、COD、BOD、T-P、Chl.aに低減効果(下図)が見られ、その後11年間効果が持続した。</p> <div data-bbox="443 896 1356 1198" style="text-align: center;"> <p>図 3-5 池干しによる水質改善結果*2</p> </div>														
留意点	<p>○水質悪化しやすいため池の場合、池干しを実施しても数年で元の底質・水質に戻る場合がある。</p> <p>○実施する際は、池干し後の貯水量の回復・確保に関する水利用者等との調整や池の生態系への配慮が必要である。このような場合には、親子ため池での連携をはじめとした、地域で用水を補完するような連携を考えておくことも重要となる。</p> <p>○冬季以外に実施すると草が生えて問題になる。</p> <p>○底質の性状によっては、池干しの実施により、底泥から溶出する窒素が増加する可能性があるため、窒素が植物プランクトン増殖の制限要因となっている貯水施設では、注意が必要である。</p> <p style="text-align: center;">表 3-1 池干しにより窒素の溶出が増加する例</p> <p style="text-align: center;">香川県のため池底質での溶出試験結果(好気試験(7日間)中国四国農政局調査)*3</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">無処理 (現況)</th> <th colspan="2">池干し</th> </tr> <tr> <th>(乾燥十分)</th> <th>(乾燥不十分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I-N (mg/m²/日) [無機態窒素]</td> <td>44</td> <td>95 (+51)</td> <td>74 (30)</td> </tr> <tr> <td>PO4-P (mg/m²/日) [リン酸態リン]</td> <td>3.2</td> <td>1.4 (-1.8)</td> <td>0.67 (-2.53)</td> </tr> </tbody> </table> <p>○非かんがい期の2~3ヶ月間に実施する。</p> <p>○貯水施設の運用で対応可能なため、特に費用はかからない。</p>		無処理 (現況)	池干し		(乾燥十分)	(乾燥不十分)	I-N (mg/m ² /日) [無機態窒素]	44	95 (+51)	74 (30)	PO4-P (mg/m ² /日) [リン酸態リン]	3.2	1.4 (-1.8)	0.67 (-2.53)
	無処理 (現況)			池干し											
		(乾燥十分)	(乾燥不十分)												
I-N (mg/m ² /日) [無機態窒素]	44	95 (+51)	74 (30)												
PO4-P (mg/m ² /日) [リン酸態リン]	3.2	1.4 (-1.8)	0.67 (-2.53)												
出典	<p>*1: 多自然研究 No.25 (1997-10)</p> <p>*2: 自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集(案) 平成22年3月 国土交通省河川局河川環境課 http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf</p> <p>*3: 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>														

事例 No.(A-2-3)	
対象地・種類等	○牛ヶ淵（東京都）—池干し—
目的	○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。
概要（手法等）	○底泥を空気にさらして乾燥・酸化させることで底泥からの栄養塩類溶出を抑制する。 ○一般的には、水利用が少ない冬季に水位を低下させ、底泥を数ヶ月程度乾燥させる。 ○①水位低下時の波や降雨による底泥洗い流し作用、②日光中の紫外線による殺藻作用、③温度変化による殺藻作用（日温度変化、凍結）、④土壌粒子の団粒化、⑤酸化作用によるリンの不活性化、⑥有機物の好氣的分解作用、⑦底生生物、土壌微生物相の変化による作用等が総合的に作用することにより、水質改善の効果が生じると考えられる。 ○水を抜いて1ヶ月程度底部を天日乾燥させる。
期待される効果、結果*1	○汚濁底泥が空気にふれ酸化状態になると同時に表層部にクラックが入ることにより、底泥内部でも好気状態となり、水を再度溜めた場合に有機物、栄養塩の溶出量が小さくなる。 ○2年程度効果が見られているが、恒久的ではなく、数年に1回の割合で実施が必要と考えられる。 ○生態系への影響、景観及び早期水位回復の可能性等を検討し、実施箇所を選定することが必要である。
	
	図 3-6 牛ヶ淵の池干し(平成 21 年)
留意点	○水質悪化しやすいため池の場合、池干しを実施しても数年で元の底質・水質に戻る場合がある。 ○実施する際は、池干し後の貯水量の回復・確保に関する水利用者等との調整や池の生態系への配慮が必要である。このような場合には、親子ため池での連携をはじめとした、地域で用水を補完するような連携を考えておくことも重要となる。 ○冬季以外に実施すると草が生えて問題になる。 ○底質の性状によっては、池干しの実施により、底泥から溶出する窒素が増加する可能性があるため、窒素が植物プランクトン増殖の制限要因となっている貯水施設では、注意が必要である。 ○非かんがい期の2～3ヶ月間実施 ○貯水施設の運用で対応可能なため、特に費用はかからない。
出典	*1：千鳥ヶ淵の環境再生に関する勉強会（第3回）資料 環境省 皇居外苑管理事務所 http://www.env.go.jp/garden/kokyogaian/topics/data/110728_6.pdf *2：自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集（案）平成22年3月 国土交通省河川局河川環境課 http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf *3：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012

事例 No.(A-2-4)		
対象地・種類等	○三春ダム一池干しー	
目的	<p>○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。</p> <p>○また、日光に含まれる紫外線の作用や乾燥、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。</p>	
概要（手法等）	<p>○底泥を空気にさらして乾燥・酸化させることで底泥からの栄養塩類溶出を抑制する。</p> <p>○一般的には、水利用が少ない冬季に水位を低下させ、底泥を数ヶ月程度乾燥させる。</p> <p>○①水位低下時の波や降雨による底泥洗い流し作用、②日光中の紫外線による殺藻作用、③温度変化による殺藻作用（日温度変化、凍結）、④土壌粒子の団粒化、⑤酸化作用によるリンの不活性化、⑥有機物の好氣的分解作用、⑦底生生物、土壌微生物相の変化による作用等が総合的に作用することにより、水質改善の効果が生じると考えられる。</p> <p>○三春ダム（蛇石川前貯水施設）では、H18.10月～12月の60日間、水位を低下させた実証実験を実施した。</p>	
期待される効果、結果*1	<p>○日光に含まれる紫外線の作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に堆積する藻類の栄養細胞あるいは休眠孢子の殺藻・不活性化を図る。</p> <p>○富栄養化した貯留水を排出し、フレッシュな河川水を貯留することで水質改善を図る。</p> <p>○外来種による被害が生じている池では、池干しと合わせて外来種の駆除もできる。</p> <p>○水位を下げて浚渫を行うよりも、水位を下げた状態で天日乾燥させた方がアオコ制御に効果があることが実験で明らかになっている。</p> <p>○底泥中のマイクロシステイスの細胞数は、経日的に減少し、乾燥2週間後には20%以下、30～60日後には0となった。</p>	<p>水位低下前 平成18年10月3日 →10月19日より乾燥開始</p> <p>60日経過後 平成18年12月18日</p> <p>0日目 60日目</p> <p>図 3-7 乾燥状況(コドラート⑤)*2</p> <p>コドラート④</p> <p>コドラート⑤</p>
留意点	<p>○水質悪化しやすい池の場合、池干しを実施しても数年で元の底質・水質に戻る場合がある。</p> <p>○実施する際は、池干し後の貯水量の回復・確保に関する水利用者等との調整や池の生態系への配慮が必要である。このような場合には、親子ため池での連携をはじめとした、地域で用水を補完するような連携を考えておくことも重要となる。</p> <p>○冬季以外に実施すると草が生えて問題になる。</p> <p>○底質の性状によっては、池干しの実施により、底泥から溶出する窒素が増加する可能性があるため、窒素が植物プランクトン増殖の制限要因となっている貯水施設では、注意が必要である。</p> <p>○非かんがい期の2～3ヶ月間実施</p> <p>○貯水施設の運用で対応可能なため、特に費用はかからない。</p>	
出典	<p>*1：多自然研究 No.25 (1997-10)</p> <p>*2：自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集（案）平成22年3月国土交通省 河川局河川環境課 http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf</p> <p>*3：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>	

B) 水温成層形成の抑制

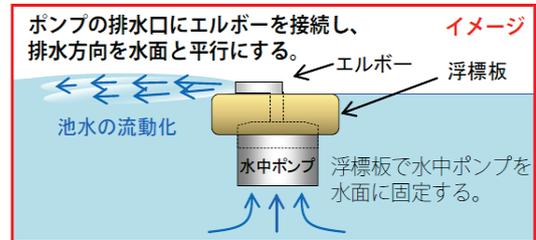
① 水温成層の破壊(全層曝気)

事例 No. (B-1-1)	
対象地・種類等	○高山ダム(京都府)―浅層・全層曝気循環装置―
目的	○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。
概要(手法等)	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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)。</p> <p>○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</p> <p>○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。</p>
 <p style="text-align: center;">浅層曝気設備水上部</p> <p style="text-align: center;">図 3-8 高山ダムの曝気循環設備について*1</p>	 <p style="text-align: center;">図 3-9 高山ダム貯水施設状況</p> <p style="text-align: center;">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)*2</p>
期待される効果、結果	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
留意点	<p>○上昇水流の上層において、船舶等への影響がある。</p> <p>○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。</p> <p>○酸気管、ウインチ、ワイヤー、エアホース等の点検が必要。</p> <p>○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。</p>
出典	<p>*1:国土交通省 近畿地方整備局</p> <p>*2:水資源機構環境報告書 2010、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</p> <p>*3:農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

事例 No. (B-1-2)	
対象地・種類等	○鹿野川ダム（愛媛県）—浅層・全層曝気循環装置—
目的	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
概要（手法等）	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
期待される効果、結果*1	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>H21.8.28</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>H21.9.24</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>H22.8.26</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>H22.9.24</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>H23.8.29</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>H23.9.16</p> </div> </div>
留意点	<p>○上昇水流の上層において、船舶等への影響がある。</p> <p>○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。</p> <p>○酸気管、ウィンチ、ワイヤー、エアホース等の点検が必要。</p> <p>○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。</p>
出典	<p>*1：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 *2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

② 水温成層の破壊(鉛直流動促進)

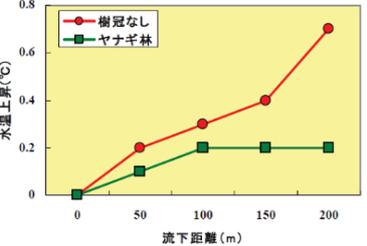
事例 No. (B-2-1)	
対象地・種類等	○水中ポンプによる流動化(手賀沼)ー小規模な流動化(循環)対策ー
目的	○水流発生装置により流動の小さい湖水に水の流れを発生させて、水域を流動化・循環させ、停滞を改善する。水平方向もしくは鉛直方向の水流を発生させる装置がある。主に、ため池などの比較的小規模な貯水施設で効果を発揮する。
概要(手法等)	<p>○装置により水流を発生させて、水域を流動化・循環させ、停滞を改善する。</p> <p>○市販の水中ポンプ※1を改良※2し、アオコの集積がひどい入江に、水面積約1,500m²当たり一基の割合(染料を利用した拡散実験から推測)で平成4年度から設置。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。</p> <p>※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。</p>
期待される効果、結果	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p>
留意点	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○設備の点検・整備・交換が必要である。</p> <p>○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。</p>
出典	農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農村振興局農村環境課 H24.3



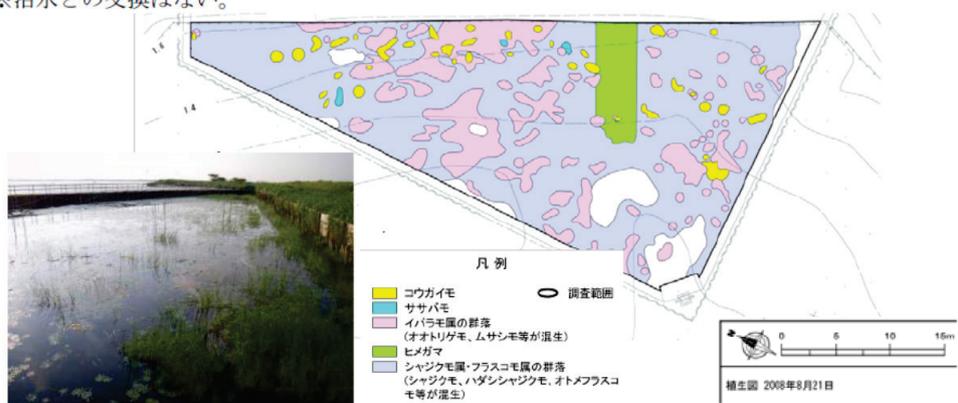
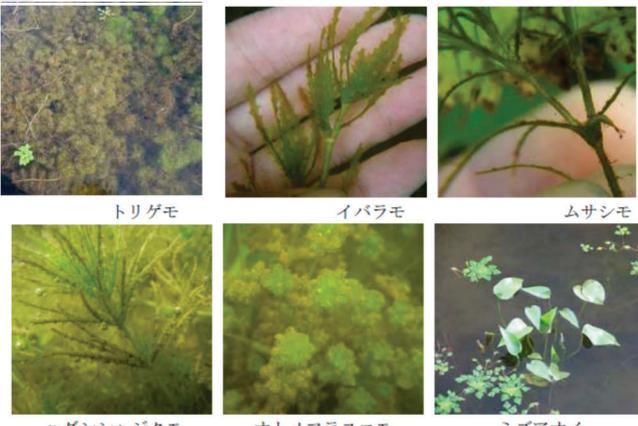
事例 No. (B-2-2)	
対象地・種類等	○スクリュプロペラによる攪拌（霞ヶ浦）—小規模な流動化（循環）対策—
目的	○水流発生装置により流動の小さい湖水に水の流れを発生させて、水域を流動化・循環させ、停滞を改善する。水平方向もしくは鉛直方向の水流を発生させる装置がある。主に、ため池などの比較的小規模な貯水施設で効果を発揮する。
概要（手法等）	<p>○装置により水流を発生させて、水域を流動化・循環させ、停滞を改善する。</p> <p>○霞ヶ浦では、船のスクリュプロペラを活用し、集積・腐敗したアオコを攪拌し、沈めることで、アオコによる悪臭の解消を行っている。</p>
	
	図 3-10 スクリュープロペラによる攪拌*1
期待される効果、結果	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p>
留意点	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○設備の点検・整備・交換が必要である。</p> <p>○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。</p>
出典	<p>*1：国土交通省 霞ヶ浦河川事務所資料</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農村振興局農村環境課 H24.3</p>

C) 水温上昇の抑制

① 湖面遮光(河畔林)

事例 No. (C-1-1)	○河畔林による水温上昇抑制(積丹川)	
目的	<p>○河畔周辺では様々な生き物の食物連鎖により栄養が循環している。河畔林は餌となる有機物の供給のほか、日射遮断、隠れ場形成等生物の生息場の保全、水質浄化といった多機能を持っている。</p> <p>○川の環境が人為的に変えられた場所であるため、河畔林の保全と再生が必要である。</p> <p>○河畔林再生により、水温上昇を抑制する</p>	 <p>河畔林による水温上昇抑制(積丹川)</p>
概要(手法等)	<p>○現存する天然林の保全(郷土樹種見本林の確保)</p> <p>○手本となる天然林(約100年生)を目標とした再生</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 河畔林 の 保全・再生 </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>天然林の保全 (見本林保全)</p> <p>自然度の高い天然林を見本林として保全する これは郷土樹種の遺伝子源の保全、種子供給源として重要</p> <p>↓</p> <p>種子、苗木</p> <p>↓</p> <p>人工林の改良 間伐、植栽等により天然林に近い林に誘導する</p> <p>↓</p> <p>天然林を目標とした再生</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">植栽</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">天然更新</div> </div> <p>見本林を参考に郷土樹種を植栽する</p> <p>地表処理等により、周辺母樹からの自然侵入を図る</p> </div> </div>	
期待される効果、結果	<p>○河畔林再生により、水辺環境を守る。</p> <p>○河畔林再生により、水温上昇の抑制を期待している。</p>	
留意点	<p>○地理的、地形的に適した地元産の郷土種を利用する。</p> <p>○種子採取、苗木育苗を前もって計画的に行う必要がある。</p> <p>○樹種によって冠水に耐える強さに違いがあるので、河畔では冠水状況を考慮して配植を考える。</p>	
出典	<p>河畔林のはたらきとつくり方□北海道立林業試験場 森林環境部 https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/fukyu/pdf/kahanrin.pdf</p>	

② 湖面遮光(水生植生帯整備)

事例 No. (C-2-1)																																																																		
対象地・種類等	○ 植生帯整備 (印旛沼)																																																																	
目的	○ 印旛沼ではかつては沈水植物が繁茂していたが、現在では消失している。 ○ 沈水植物の再生は、水質改善および生態系の保全・回復に有効と考えられることから、現地において様々な実験によって沈水植物再生を含む植生帯整備の取り組みが実施されている。																																																																	
概要 (手法等)	○ 北印旛沼八代工区では、囲い込み水位低下工法による植生帯整備を実施した。 ○ 囲い込み水位低下法、底泥の浚渫 (表層約 30cm)																																																																	
期待される効果、結果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2008年5月：シャジクモ sp の発芽を確認 ・ 2008年6月：貴重種を含め、沈水植物群落の形成を確認 ・ 2008年7月29日～8月7日：ヒメガマ、オニビシの刈り取りを実施 ・ 2008年8月21日確認状況を下記に示す <p>※発芽した沈水植物は、いずれも埋土種子から発芽した個体と考えられる。 ※沼水との交換はない。</p>   <p>八代I工区での主な確認種</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">生育区分</th> <th rowspan="2">和名</th> <th colspan="2">重要種選定</th> </tr> <tr> <th>環境省 レッドリスト①</th> <th>千葉県 レッドリスト②</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">沈水</td> <td>オトリゲモ</td> <td></td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>トリゲモ</td> <td>絶滅危惧II類</td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>イバラモ</td> <td></td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>ムサシモ</td> <td>絶滅危惧IA類</td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>コウガイモ</td> <td></td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>ササバモ</td> <td></td> <td>一般保護生物</td> </tr> <tr> <td>ハダシシャジクモ</td> <td>絶滅危惧II類</td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>シャジクモ</td> <td>絶滅危惧II類</td> <td></td> </tr> <tr> <td>エリナカシャジクモ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>オトメフラスコモ</td> <td>絶滅危惧II類</td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">浮葉</td> <td>ウキクサ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>オニビシ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ハス属の一種</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>沈水～抽水</td> <td>キクモ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">抽水</td> <td>ミズアオイ</td> <td>準絶滅危惧</td> <td>重要保護生物</td> </tr> <tr> <td>カンエンガヤツリ</td> <td>絶滅危惧II類</td> <td>一般保護生物</td> </tr> <tr> <td>カワチシャ</td> <td>準絶滅危惧</td> <td></td> </tr> <tr> <td>陸域(湿生)</td> <td>タノアシ</td> <td>準絶滅危惧</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>①哺乳類、汽水・淡水魚類、両生類、貝類、植物I及び植物IIのレッドリストの更新について(環境省 平成19年8月3日) ②千葉県の保護上重要な野生生物 千葉県レッドリスト<2004年改訂版></p> 	生育区分	和名	重要種選定		環境省 レッドリスト①	千葉県 レッドリスト②	沈水	オトリゲモ		重要保護生物	トリゲモ	絶滅危惧II類	重要保護生物	イバラモ		重要保護生物	ムサシモ	絶滅危惧IA類	重要保護生物	コウガイモ		重要保護生物	ササバモ		一般保護生物	ハダシシャジクモ	絶滅危惧II類	重要保護生物	シャジクモ	絶滅危惧II類		エリナカシャジクモ			オトメフラスコモ	絶滅危惧II類	重要保護生物	浮葉	ウキクサ			オニビシ			ハス属の一種			沈水～抽水	キクモ			抽水	ミズアオイ	準絶滅危惧	重要保護生物	カンエンガヤツリ	絶滅危惧II類	一般保護生物	カワチシャ	準絶滅危惧		陸域(湿生)	タノアシ	準絶滅危惧	
生育区分	和名			重要種選定																																																														
		環境省 レッドリスト①	千葉県 レッドリスト②																																																															
沈水	オトリゲモ		重要保護生物																																																															
	トリゲモ	絶滅危惧II類	重要保護生物																																																															
	イバラモ		重要保護生物																																																															
	ムサシモ	絶滅危惧IA類	重要保護生物																																																															
	コウガイモ		重要保護生物																																																															
	ササバモ		一般保護生物																																																															
	ハダシシャジクモ	絶滅危惧II類	重要保護生物																																																															
	シャジクモ	絶滅危惧II類																																																																
	エリナカシャジクモ																																																																	
	オトメフラスコモ	絶滅危惧II類	重要保護生物																																																															
浮葉	ウキクサ																																																																	
	オニビシ																																																																	
	ハス属の一種																																																																	
沈水～抽水	キクモ																																																																	
抽水	ミズアオイ	準絶滅危惧	重要保護生物																																																															
	カンエンガヤツリ	絶滅危惧II類	一般保護生物																																																															
	カワチシャ	準絶滅危惧																																																																
陸域(湿生)	タノアシ	準絶滅危惧																																																																
出典	自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集(案) 平成22年3月国土交通省河川局河川環境課 https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf																																																																	

D) 漁獲量の確保

事例 No. (D-1-1)						
対象地・種類等	○琵琶湖（滋賀県）－琵琶湖への種苗放流事業－					
目的	○大幅に低下した水産資源を早急に回復させる					
概要（手法等）	<p>○ニゴロブナについては、外来魚のいない沖合で生息する大型種苗の大量放流を進めている。</p> <p>○ホンモロコについては、漁獲量が急激に減少し危機的な状況にあるため、緊急的に仔稚魚を大量に放流。</p> <p>○アユについては、人工河川を運用し、放流した親魚を産卵させ、ふ化した大量の仔魚を琵琶湖へ流下させることにより資源の安定に努めている。</p>					
	魚貝類の種類	放流時期	放流場所	放流量	大きさ	事業主体・関連団体等
	アユ	9月～10月	安曇川・錦川人工河川	46.8億尾	全長5mm	振興協会および県漁連
	ニゴロブナ	6月～7月	琵琶湖全域	1,217千尾	全長20mm	振興協会および県漁連
				10,327千尾	全長25mm (水田育成種苗)	
		9月～12月		1,327千尾	全長110mm	
	ホンモロコ	4月～5月	大津市、近江八幡市地先	1.12億尾	全長5mm	振興協会
		5月	草津市地先	2,548千尾	全長12mm	
		6月		1,002千尾	全長24mm	
	ピワマス	3月	県内主要河川	690千尾	体重2g	県漁連
	コイ	5月	草津市地先	191千尾	全長7mm	振興協会
	ウナギ	10月	琵琶湖全域	1,355kg	体重49g	県漁連
	セタシジミ	6月～7月	草津市地先	10.1億個	殻長約0.2mm (D型仔貝)	水産試験場（水産課事業）
	フタカ	3月	草津市地先	267千尾	全長51mm	振興協会
	ゲンゴロウブナ	7月	彦根市地先	278千尾	全長20mm(水田育成種苗)	水産試験場研究
期待される効果、結果	○琵琶湖内の漁獲量の増加					
出典	琵琶湖への種苗放流事業 滋賀県ホームページ					

E) 生息場所の確保

事例 No. (E-1-1)		
対象地・種類等	○琵琶湖 ヨシ群落の保全と再生	
目的	○水鳥や魚の生息場所の湖岸の浸食を防止するほか、湖辺の水質保全	
概要（手法等）	<p>○琵琶湖ヨシ群落保全条例により「ヨシ群落保全区域」を指定、行為規制を行う。</p> <p>○ヨシ群落の再生に取り組むとともに、刈取や清掃等の維持管理を行う。</p> <p>○刈り取ったヨシを生活の中で利用され、活用する取組を進める。</p>	
期待される効果、結果	<p>○フナやモロコ等の産卵と繁殖の場の確保と湖辺域の生態系の保全</p> <p>○ヨシ群落の再生、増加</p>	
出典	ヨシ群落の保全と再生 滋賀県ホームページ	

F) 栄養塩の溶出の抑制

① 底質改善(浚渫)

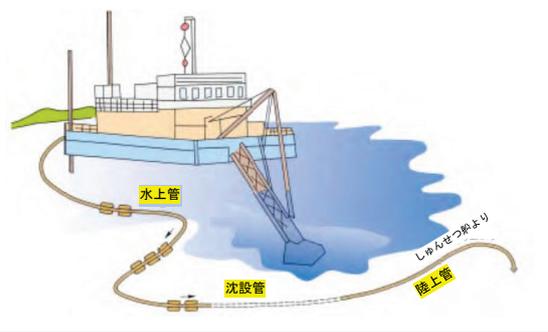
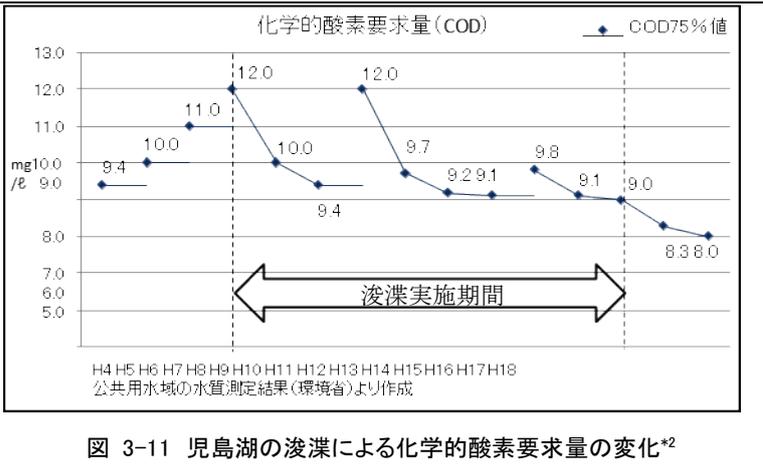
事例 No.(G-1-1)		
対象地・種類等	○児島湖(岡山県)一浚渫一	
目的	○栄養塩濃度の高い底泥を浚渫・除去し、底泥からの栄養塩類の溶出量を抑制する。	
概要(手法等)* 3	<p>○栄養塩類を含む湖底を浚渫にすることにより、栄養塩類の底質からの溶出を減少させる。</p> <p>○予防的対策としてアオコ発生前に実施する。</p> <p>○児島湖流域の都市化等に伴い、河川からの流入水の汚染、湖底に堆積した汚泥から溶け出す窒素・リンなどの影響で児島湖の水質は悪化し、農業生産への影響が懸念された。</p> <p>○このため、児島湖に河川から流入した汚泥を含む底泥の浚渫等による児島湖の水質の改善を目的として、児島湖沿岸農地防災事業本事業が実施された。</p> <p>○主要工事：底泥浚渫工 1,580 千 m³、ミオ筋浚渫・埋戻工 300 千 m³、脱水処理工 1,880 千 m³、覆砂工(深部) 110 千 m³</p> <p>○工事期間：平成 4 年度～18 年度</p> <p>○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</p>	
期待される効果、結果	<ul style="list-style-type: none"> ○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 ○児島湖の水質は、近年、他の対策と相まって緩やかに改善した 	 <p>化学的酸素要求量(COD) ◆ COD75%値</p> <p>mg/l</p> <p>← 浚渫実施期間 →</p> <p>H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10 H11 H12 H13 H14 H15 H16 H17 H18 公共用水域の水質測定結果(環境省)より作成</p>
留意点*1	<ul style="list-style-type: none"> ○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(底泥中のマイクロシスチス層のコロニーは 95%以上が底泥表層 3cm 以浅に存在)。 	
出典	<p>*1 : 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.</p> <p>*2 : 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</p> <p>*3 : 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>	

図 3-11 児島湖の浚渫による化学的酸素要求量の変化*2

② 底質改善(干し上げ)

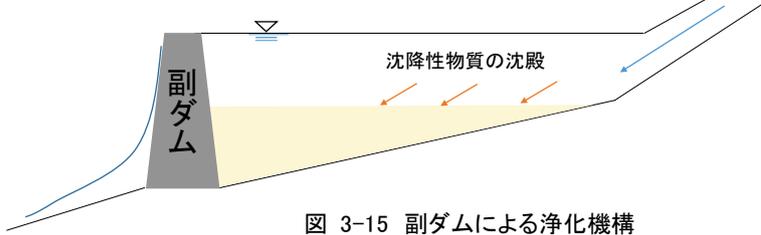
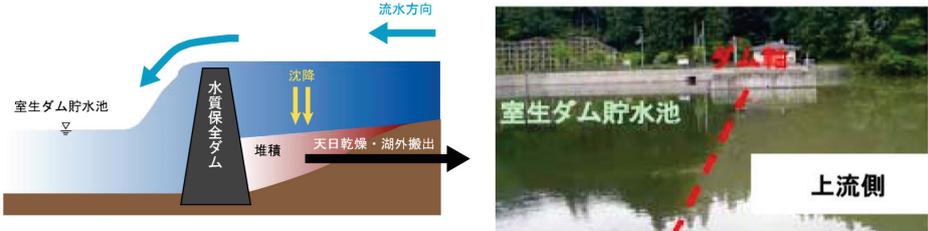
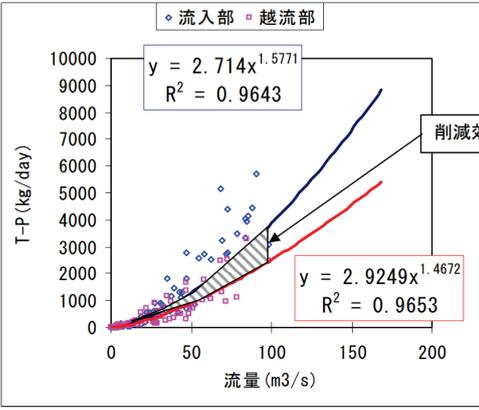
事例 No.(G-2-1)															
対象地・種類等	○大久手池(愛知県)一池干し(干し上げ)一														
目的	○貯水施設の底を空気にさらして乾燥・酸化分解させることで底泥からの栄養塩流出を抑制する。 ○また、日光に含まれる紫外線的作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に沈降して堆積したアオコの原因藻類の殺藻、不活性化が期待できる。														
概要(手法等)	○底泥を空気にさらして乾燥・酸化させることで底泥からの栄養塩類溶出を抑制する。 ○一般的には、水利用が少ない冬季に水位を低下させ、底泥を数ヶ月程度乾燥させる。 ○①水位低下時の波や降雨による底泥洗い流し作用、②日光中の紫外線による殺藻作用、③温度変化による殺藻作用(日温度変化、凍結)、④土壌粒子の団粒化、⑤酸化作用によるリンの不活性化、⑥有機物の好氣的分解作用、⑦底生生物、土壌微生物相の変化による作用等が総合的に作用することにより、水質改善の効果が生じると考えられる。														
期待される効果、結果*1	<p>○富栄養化した貯留水を排出し、フレッシュな河川水を貯留することで水質改善を図る。</p> <p>○外来種による被害が生じている池では、池干しと合わせて外来種の駆除も行うことができる。</p> <p>○水位を下げて浚渫を行うよりも、水位を下げた状態で天日乾燥させた方がアオコ制御に効果があることが実験で明らかになっている。</p> <p>○名古屋市の大久手池では、ため池の改修工事に伴って池干しを実施し、COD、BOD、T-P、Chl.aに低減効果(下図)が見られ、その後11年間効果が持続した。</p> <div data-bbox="443 891 1358 1198"> <p>図 3-12 池干しによる水質改善結果*2</p> </div>														
留意点	<p>○水質悪化しやすいため池の場合、池干しを実施しても数年で元の底質・水質に戻る場合がある。</p> <p>○実施する際は、池干し後の貯水量の回復・確保に関する水利用者等との調整や池の生態系への配慮が必要である。このような場合には、親子ため池での連携をはじめとした、地域で用水を補完するような連携を考えておくことも重要となる。</p> <p>○冬季以外に実施すると草が生えて問題になる。</p> <p>○底質の性状によっては、池干しの実施により、底泥から溶出する窒素が増加する可能性があるため、窒素が植物プランクトン増殖の制限要因となっている貯水施設では、注意が必要である。</p> <p style="text-align: center;">表 3-2 池干しにより窒素の溶出が増加する例</p> <p style="text-align: center;">香川県のため池底質での溶出試験結果(好気試験(7日間)中国四国農政局調査)*3</p> <table border="1" data-bbox="507 1619 1289 1809"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">無処理 (現況)</th> <th colspan="2">池干し</th> </tr> <tr> <th>(乾燥十分)</th> <th>(乾燥不十分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I-N (mg/m²/日) [無機態窒素]</td> <td>44</td> <td>95 (+51)</td> <td>74 (30)</td> </tr> <tr> <td>PO4-P (mg/m²/日) [リン酸態リン]</td> <td>3.2</td> <td>1.4 (-1.8)</td> <td>0.67 (-2.53)</td> </tr> </tbody> </table> <p>○非かんがい期の2~3ヶ月間に実施する。</p> <p>○貯水施設の運用で対応可能なため、特に費用はかからない。</p>		無処理 (現況)	池干し		(乾燥十分)	(乾燥不十分)	I-N (mg/m ² /日) [無機態窒素]	44	95 (+51)	74 (30)	PO4-P (mg/m ² /日) [リン酸態リン]	3.2	1.4 (-1.8)	0.67 (-2.53)
	無処理 (現況)			池干し											
		(乾燥十分)	(乾燥不十分)												
I-N (mg/m ² /日) [無機態窒素]	44	95 (+51)	74 (30)												
PO4-P (mg/m ² /日) [リン酸態リン]	3.2	1.4 (-1.8)	0.67 (-2.53)												
出典	<p>*1: 多自然研究 No.25 (1997-10)</p> <p>*2: 自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集(案) 平成22年3月 国土交通省河川局河川環境課 http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf</p> <p>*3: 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>														

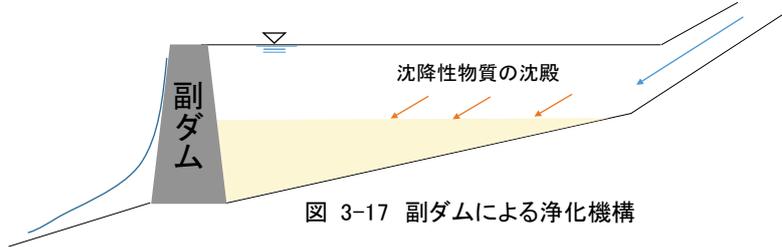
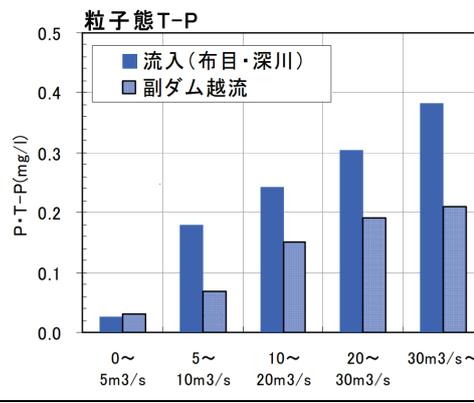
事例 No.(G-2-2)															
対象地・種類等	○牛ヶ淵（東京都）一池干し（干し上げ）														
目的	○貯水施設の底を空気にさらして乾燥・酸化分解させることで底泥からの栄養塩流出を抑制する。 ○また、日光に含まれる紫外線的作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に沈降して堆積したアオコの原因藻類の殺藻、不活性化が期待できる。														
概要（手法等）	○底泥を空気にさらして乾燥・酸化させることで底泥からの栄養塩類溶出を抑制する。 ○一般的には、水利用が少ない冬季に水位を低下させ、底泥を数ヶ月程度乾燥させる。 ○①水位低下時の波や降雨による底泥洗い流し作用、②日光中の紫外線による殺藻作用、③温度変化による殺藻作用（日温度変化、凍結）、④土壌粒子の団粒化、⑤酸化作用によるリンの不活性化、⑥有機物の好氣的分解作用、⑦底生生物、土壌微生物相の変化による作用等が総合的に作用することにより、水質改善の効果が生じると考えられる。 ○水を抜いて1ヶ月程度底部を天日乾燥させる。														
期待される効果、結果*1	<p>○富栄養化した貯留水を排出し、フレッシュな河川水を貯留することで水質改善を図る。</p> <p>○外来種による被害が生じている池では、池干しと合わせて外来種の駆除も行うことができる。</p> <p>○水位を下げて浚渫を行うよりも、水位を下げた状態で天日乾燥させた方がアオコ制御に効果があることが実験で明らかになっている。</p> <p>○汚濁底泥が空気にふれ酸化状態になると同時に表層部にクラックが入ることにより、底泥内部でも好気状態となり、水を再度溜めた場合に有機物、栄養塩の溶出量が小さくなる。</p> <p>○2年程度効果が見られているが、恒久的ではなく、数年に1回の割合で実施が必要と考えられる。</p> <p>○生態系への影響、景観及び早期水位回復の可能性等を検討し、実施箇所を選定することが必要である。</p>														
	 <p>図 3-13 牛ヶ淵の池干し(平成 21 年)</p>														
留意点	<p>○水質悪化しやすいため池の場合、池干しを実施しても数年で元の底質・水質に戻る場合がある。</p> <p>○実施する際は、池干し後の貯水量の回復・確保に関する水利用者等との調整や池の生態系への配慮が必要である。このような場合には、親子ため池での連携をはじめとした、地域で用水を補完するような連携を考えておくことも重要となる。</p> <p>○冬季以外に実施すると草が生えて問題になる。</p> <p>○底質の性状によっては、池干しの実施により、底泥から溶出する窒素が増加する可能性があるため、窒素が植物プランクトン増殖の制限要因となっている貯水施設では、注意が必要である。</p>														
	<p style="text-align: center;">表 3-3 池干しにより窒素の溶出が増加する例</p> <p style="text-align: center;">香川県のため池底質での溶出試験結果(好気試験(7日間)中国四国農政局調査)*3</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">無処理 (現況)</th> <th colspan="2">池干し</th> </tr> <tr> <th>(乾燥十分)</th> <th>(乾燥不十分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I-N (mg/m²/日) [無機態窒素]</td> <td>44</td> <td>95 (+51)</td> <td>74 (30)</td> </tr> <tr> <td>PO4-P (mg/m²/日) [リン酸態リン]</td> <td>3.2</td> <td>1.4 (-1.8)</td> <td>0.67 (-2.53)</td> </tr> </tbody> </table> <p>○非かんがい期の2~3ヶ月間実施</p> <p>○貯水施設の運用で対応可能なため、特に費用はかからない。</p>		無処理 (現況)	池干し		(乾燥十分)	(乾燥不十分)	I-N (mg/m ² /日) [無機態窒素]	44	95 (+51)	74 (30)	PO4-P (mg/m ² /日) [リン酸態リン]	3.2	1.4 (-1.8)	0.67 (-2.53)
	無処理 (現況)			池干し											
		(乾燥十分)	(乾燥不十分)												
I-N (mg/m ² /日) [無機態窒素]	44	95 (+51)	74 (30)												
PO4-P (mg/m ² /日) [リン酸態リン]	3.2	1.4 (-1.8)	0.67 (-2.53)												
出典	<p>*1：多自然研究 No.25 (1997-10)</p> <p>*2：千鳥ヶ淵の環境再生に関する勉強会（第3回）資料 環境省 皇居外苑管理事務所 http://www.env.go.jp/garden/kokyogaien/topics/data/110728_6.pdf</p> <p>*3：自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集（案）平成22年3月 国土交通省河川局河川環境課 http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf</p> <p>*4：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>														

事例 No.(G-2-3)		
対象地・種類等	○三春ダム一池干し（干し上げ）—	
目的	○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。	
概要（手法等）	○底泥を空気にさらして乾燥・酸化させることで底泥からの栄養塩類溶出を抑制する。 ○一般的には、水利用が少ない冬季に水位を低下させ、底泥を数ヶ月程度乾燥させる。 ○①水位低下時の波や降雨による底泥洗い流し作用、②日光中の紫外線による殺藻作用、③温度変化による殺藻作用（日温度変化、凍結）、④土壌粒子の団粒化、⑤酸化作用によるリンの不活性化、⑥有機物の好氣的分解作用、⑦底生生物、土壌微生物相の変化による作用等が総合的に作用することにより、水質改善の効果が生じると考えられる。 ○三春ダム（蛇石川前貯水施設）では、H18.10月～12月の60日間、水位を低下させた実証実験を実施した。	
期待される効果、結果*1	<ul style="list-style-type: none"> ○日光に含まれる紫外線的作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に堆積する藻類の栄養細胞あるいは休眠孢子の殺藻・不活性化を図る。 ○富栄養化した貯留水を排出し、フレッシュな河川水を貯留することで水質改善を図る。 ○外来種による被害が生じている池では、池干しと合わせて外来種の駆除もできる。 ○水位を下げて浚渫を行うよりも、水位を下げた状態で天日乾燥させた方がアオコ制御に効果があることが実験で明らかになっている。 ○底泥中のマイクロキスティスの細胞数は、経日的に減少し、乾燥2週間後には20%以下、30～60日後には0となった。 	<p>図 3-14 乾燥状況(コドラート⑤)*2</p>
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ○水質悪化しやすいため池の場合、池干しを実施しても数年で元の底質・水質に戻る場合がある。 ○実施する際は、池干し後の貯水量の回復・確保に関する水利用者等との調整や池の生態系への配慮が必要である。このような場合には、親子ため池での連携をはじめとした、地域で用水を補完するような連携を考えておくことも重要となる。 ○冬季以外に実施すると草が生えて問題になる。 ○底質の性状によっては、池干しの実施により、底泥から溶出する窒素が増加する可能性があるため、窒素が植物プランクトン増殖の制限要因となっている貯水施設では、注意が必要である。 ○非かんがい期の2～3ヶ月間実施 ○貯水施設の運用で対応可能なため、特に費用はかからない。 	
出典	<ul style="list-style-type: none"> *1：多自然研究 No.25（1997-10） *2：自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集（案）平成22年3月国土交通省 河川局河川環境課 http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryousyuu.pdf *3：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012 	

G) 流入栄養塩増加の抑制・削減

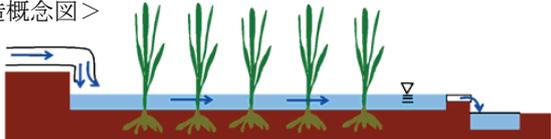
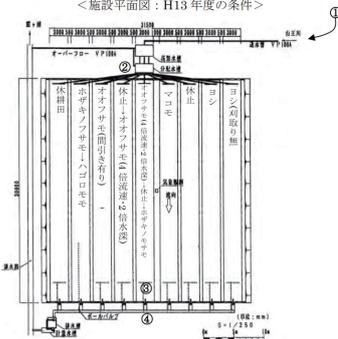
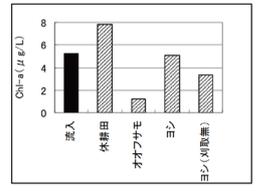
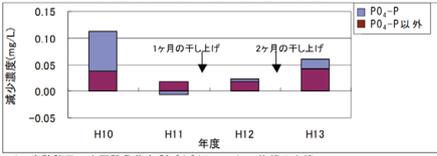
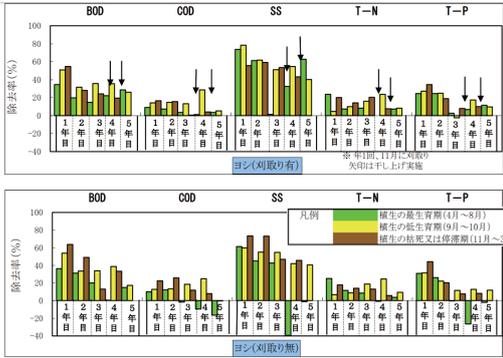
① 河川での直接浄化(沈澱)

事例 No.(H-1-1)	
対象地・種類等	○室生ダム(奈良県)一副ダム
目的	<p>○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。</p>  <p style="text-align: center;">図 3-15 副ダムによる浄化機構</p>
概要(手法等)* 1	<p>○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。</p> <p>○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</p> <p>○建設費: 約30億円、維持管理費: 約2,200万円/年</p> 
期待される効果、結果*1	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○副ダムによる T-P の低減イメージを図 3-16 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。</p>  <p style="text-align: center;">図 3-16 副ダムによる T-P 制限効果のイメージ(倒伏を考慮)*1</p>
留意点*1*2	<p>○沈殿物や流木などの除去が必要。</p> <p>○副ダムに溜まる土砂を定期的に浚渫し、除去する。</p> <p>○副ダム内に沈降させた土砂は天日乾燥後、湖外へ搬出処分する。</p>
出典	<p>*1: 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</p> <p>*2: 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

事例 No.(H-1-2)		
対象地・種類等	○布目ダム (奈良県) 一副ダム	
目的* ¹	○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。	
	 <p style="text-align: center;">図 3-17 副ダムによる浄化機構</p>	
概要 (手法等) * ¹	<p>○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。</p> <p>○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</p>	 <p style="text-align: center;">図 3-18 布目ダム副ダム*¹</p>
期待される効果、結果* ¹	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>○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。</p>	 <p style="text-align: center;">粒子態T-P</p>
留意点* ¹ * ²	<p>○沈殿物や流木などの除去が必要。</p> <p>○副ダムに溜まる土砂を定期的に浚渫し、除去する。</p> <p>○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)。</p>	
出典	<p>*1：布目ダム定期報告書 水資源機構 木津川ダム総合管理所 http://www.kkr.mlit.go.jp/river/followup/jouhou/siryo/pdf/080327/hume_dum/5-6.pdf</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>	

② 河川での直接浄化(植生による浄化)

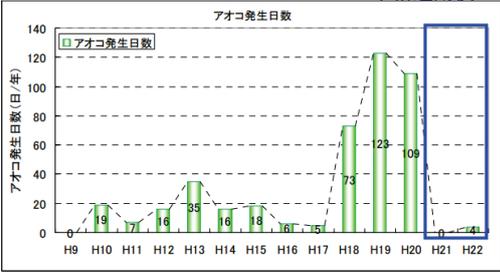
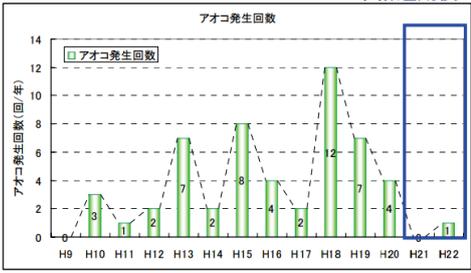
事例 No.(H-2-1)																																																																																											
対象地・種類等	○霞ヶ浦・清明川—植生浄化—																																																																																										
目的	○霞ヶ浦の流入支川からの流入汚濁負荷削減を図る。 ○目標水質は、TN、TP の除去率を 50%と設定。																																																																																										
概要(手法等)* 1	<p>○流入支川(清明川)の河口部に植生浄化施設を設け、流入汚濁負荷削減を図る。</p> <p>○植生は主にヨシを使い、その他にマコモ、クサヨシ、ヒメガマ等が混在する。</p> <p>○計画水量 0.21m³/s(年豊水 0.52m³/s)</p> <p>○流入水質は冬季に高く、夏季に低い傾向にある。</p> <p>○出水時はポンプを自動停止させる。</p>																																																																																										
期待される効果、結果*1	<p>○除去率は、目標を達していないが、右表のとおり得られていることから、<u>水質浄化効果の可能性が伺える。</u></p> <p>○ただし、一時的に(H11-14)除去率が低下している。また COD は除去率が低い。</p> <p>○植生は、建設当初がヨシのみであったが、時間経過とともに、多様化している。また、サギ類、カモ類、セキレイ類等の鳥類や、マジミ等の底生動物が確認されており、<u>生物の生息場としての機能も果たしている可能性が伺える。</u></p> <p>○生息するマジミ等を住民が獲りにきており、<u>住民等の参加の可能性が伺える。</u></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="3">平成7年～9年</th> <th colspan="3">平成11年～14年</th> <th colspan="3">平成15年～19年</th> </tr> <tr> <th>流入水質 (mg/L)</th> <th>放流水質 (mg/L)</th> <th>除去率 (%)</th> <th>流入水質 (mg/L)</th> <th>放流水質 (mg/L)</th> <th>除去率 (%)</th> <th>流入水質 (mg/L)</th> <th>放流水質 (mg/L)</th> <th>除去率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>COD</td> <td>7.5</td> <td>6.9</td> <td>8</td> <td>6.5</td> <td>7.0</td> <td>-9</td> <td>6.0</td> <td>6.0</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>S S</td> <td>21.5</td> <td>12.5</td> <td>42</td> <td>17.9</td> <td>18.4</td> <td>-3</td> <td>19.0</td> <td>14.7</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>T-N</td> <td>2.77</td> <td>2.31</td> <td>16</td> <td>1.73</td> <td>1.66</td> <td>4</td> <td>2.08</td> <td>1.82</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>T-P</td> <td>0.175</td> <td>0.143</td> <td>18</td> <td>0.152</td> <td>0.161</td> <td>-6</td> <td>0.114</td> <td>0.098</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>対象期間</td> <td colspan="9">平成7年9月～平成19年1月</td> </tr> <tr> <td>平均化対象データ数</td> <td colspan="9">H7～H9: n=24, H11～H14: n=32, H15～H19: n=38 (水質データは第2,5,11槽の平均値)</td> </tr> </tbody> </table>	項目	平成7年～9年			平成11年～14年			平成15年～19年			流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	BOD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	COD	7.5	6.9	8	6.5	7.0	-9	6.0	6.0	-1	S S	21.5	12.5	42	17.9	18.4	-3	19.0	14.7	23	T-N	2.77	2.31	16	1.73	1.66	4	2.08	1.82	12	T-P	0.175	0.143	18	0.152	0.161	-6	0.114	0.098	14	対象期間	平成7年9月～平成19年1月									平均化対象データ数	H7～H9: n=24, H11～H14: n=32, H15～H19: n=38 (水質データは第2,5,11槽の平均値)								
項目	平成7年～9年			平成11年～14年			平成15年～19年																																																																																				
	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)																																																																																		
BOD	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																		
COD	7.5	6.9	8	6.5	7.0	-9	6.0	6.0	-1																																																																																		
S S	21.5	12.5	42	17.9	18.4	-3	19.0	14.7	23																																																																																		
T-N	2.77	2.31	16	1.73	1.66	4	2.08	1.82	12																																																																																		
T-P	0.175	0.143	18	0.152	0.161	-6	0.114	0.098	14																																																																																		
対象期間	平成7年9月～平成19年1月																																																																																										
平均化対象データ数	H7～H9: n=24, H11～H14: n=32, H15～H19: n=38 (水質データは第2,5,11槽の平均値)																																																																																										
留意点*1	<p>○除去率が低下する(マイナスになる)ことが見られる。その要因は、ヨシ枯死体等の有機物や流入SSの堆積により、滞留時間減少、リン等の溶出、懸濁成分の遊離・浮上などが考えられる。</p> <p>○堆積物の除去、干し上げ、ヨシ焼きなどの維持管理を試行的に進めている。</p> <p>○施設内にヨシ枯死体や流入SSの堆積を抑制するための適切な維持管理が課題となる。 ※堆積物の除去後は、除去率が大きく改善された(下図)が、干し上げはヨシ枯死体が地表を覆っていたため、十分な効果が認められなかった。 →干し上げに際しては、ヨシ枯死体を除去した上で行うことが課題と考えられる。</p> <p>○外来種(アメリカザリガニ等)の生息が課題である。</p>																																																																																										
[底質 TP 含有量]		<p>[水質 TP 除去率]</p>																																																																																									
	<p>○SS、TN、TP の除去効果の可能性が伺える。</p> <p>○COD は除去率が低い。</p> <p>○生物の生息場、人と自然の触れ合いの場(住民等の参加の場)としても機能している可能性が伺える。</p> <p>○施設内でのヨシ枯死体や流入SSの堆積を抑制するための適切な維持管理(堆積物の除去、干し上げ、ヨシ焼きなど)を図り、水質浄化機能の維持が必要。</p> <p>○本事例は、流入水の水質浄化や生物生息場の創出、住民等の意識高揚などを期待する場合に参考となる。ただし、水質浄化効果の維持や外来種生息の抑制を図るための適切な維持管理が必要である。</p>																																																																																										
出典	<p>*1: (財)河川環境管理財団河川環境総合研究所(2007.12)「植生浄化施設計画の技術資料[2007年版]」(財)河川環境管理財団(現在、(公財)河川財団 河川環境総合研究所)資料第26号、PPV-31～37、PPIV-39～40。</p> <p>*2: 自然浄化対策に関わる取組事例集(資料編) 環境省 2014</p>																																																																																										

事例 No.(H-2-2)																																	
対象地・種類等	○霞ヶ浦・山王川—植生浄化—実験施設>																																
目的*1	○霞ヶ浦の流入支川からの流入汚濁負荷削減の検証実験。																																
概要(手法等)*1	<p>○流入支川(山王川)に植生浄化施設を設け、流入汚濁負荷削減を図る。</p> <p>○植生は主にヨシ(刈取り有無)、マコモ、オオフサモ等を使い、比較実験を行っている。</p> <p>○取水方式はポンプを使用し、出水時も通常どおり取水する。</p> <p><構造概念図></p>  <p><施設平面図: H13年度の条件></p> 																																
期待される効果、結果*1	<p>○除去率は、下表のとおり得られていることから、水質浄化効果の可能性が伺える。</p> <p>○オオフサモケース※では、遮光機能による植物プランクトン発生抑制効果の可能性が伺える(図 3-19)。※平成 13 年に行われた調査結果であり、現在(平成 16 年以降)、オオフサモは外来種(外来生物法で特定外来種として指定)であることから、在来種へ影響を及ぼす懸念がある。</p> <p>○SS、BOD、COD、TN、TP の除去効果の可能性が伺える。</p>  <table border="1" data-bbox="726 869 1372 1095"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>流入水質 (mg/L)</th> <th>放流水質 (mg/L)</th> <th>除去率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>4.7</td> <td>3.3</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>COD</td> <td>7.9</td> <td>7.3</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>12.3</td> <td>5.7</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>T-N</td> <td>3.21</td> <td>2.85</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>T-KN</td> <td>1.51</td> <td>1.14</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N</td> <td>0.90</td> <td>0.67</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>T-P</td> <td>0.417</td> <td>0.348</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table> <p>対象期間 H8 年 10 月～H14 年 1 月 平均化対象データ数 n=83 (T-KN, NH₃-N は n=66)</p>	項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	BOD	4.7	3.3	31	COD	7.9	7.3	8	SS	12.3	5.7	54	T-N	3.21	2.85	11	T-KN	1.51	1.14	24	NH ₃ -N	0.90	0.67	26	T-P	0.417	0.348	17
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)																														
BOD	4.7	3.3	31																														
COD	7.9	7.3	8																														
SS	12.3	5.7	54																														
T-N	3.21	2.85	11																														
T-KN	1.51	1.14	24																														
NH ₃ -N	0.90	0.67	26																														
T-P	0.417	0.348	17																														
留意点*1	<p>○ヨシ槽では、経年的に除去率の低下が見られる(特に、刈取り・干し上げを行っていない場合)(図 3-21)。</p> <p>○刈取り後は除去率が向上し、負の値を示す所も低減した(図 3-22)。</p> <p>○干し上げ後、リン除去量(減少量)が改善されている(図 3-20)。</p> <p>○時間経過とともに、ヨシ枯死体や流入 SS の堆積などに伴い、嫌気化によるリン等の溶出などが見られることから、堆積物の除去、干し上げ、ヨシ刈りなどの適切な維持管理が課題である。</p> <p>○COD は除去率が低い。</p> <p>○堆積物の除去、干し上げ、ヨシ刈りなど適切な維持管理を図り、水質浄化効果の維持が必要である。</p> <p>○本事例は、流入水の水質浄化などを相対する場合には参考にしてください。</p>  <p>*1 実験諸元: 水面積負荷 0.58m³/m²/日、ヨシ、休耕田土壌 *2 減少濃度=流入水質濃度-流出水質濃度(正値が浄化)</p>  <p>* 実験諸元: 水面積負荷 0.58m³/m²/日、休耕田土壌</p>																																
出典	<p>*1: (財) (2007.12) 「植生浄化施設設計画の技術資料[2007年版]」(財)河川環境管理財団(現在、(公財)河川財団)河川環境総合研究所)資料第 26 号、PP97～104。</p> <p>*2: 自然浄化対策に関わる取組事例集(資料編) 環境省 2014</p>																																

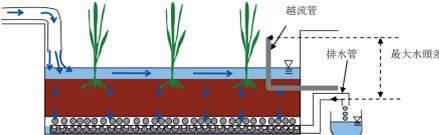
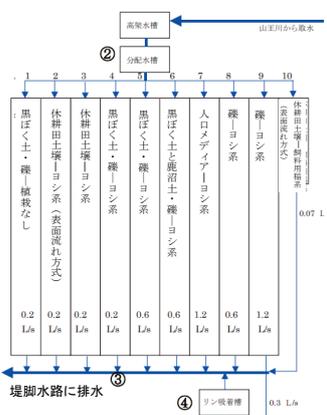
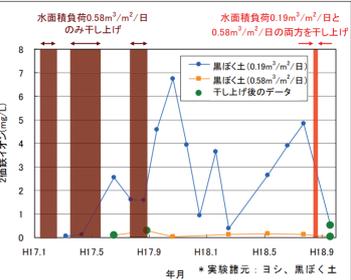
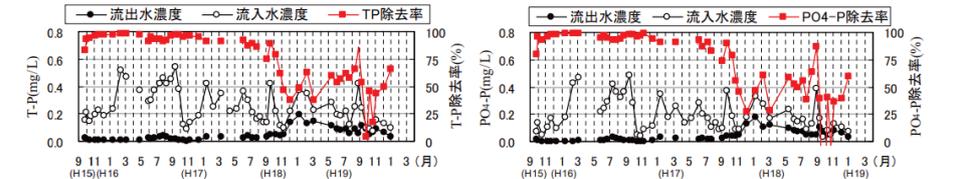
1) 内部生産の抑制

① 曝気

事例 No. (I-1-1)	
対象地・種類等	○千屋ダム（岡山県）—浅層・全層曝気循環装置—
目的	○流動制御による水質改善
概要（手法等）	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <div data-bbox="424 577 1399 898"> </div> <p style="text-align: center;">図 3-23 千屋ダムのプロペラ式循環装置設置状況*1</p> <p>○これにより、フェンス上流側の水温が下流側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。</p> <div data-bbox="440 1128 1382 1570"> </div> <p style="text-align: center;">図 3-24 プロペラ式循環装置による水質改善効果*1</p>
期待される効果、結果	○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	<p>○上昇水流の上層において、船舶等への影響がある。</p> <p>○酸気管、ウィンチ、ワイヤー、エアホース等の点検が必要。</p> <p>○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。</p>
出典	<p>*1：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— ダム水源環境技術研究所所報 2009</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

事例 No. (I-1-2)	
対象地・種類等	○島地川ダム（山口県）—浅層・全層曝気循環装置—
目的	○流動制御による水質改善
概要（手法等）* 2	<p>○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。</p> <p>○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 1800m³ である。</p> <p>○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。</p>
期待される効果、結果	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
	
<p>図 3-25 アオコの発生状況*2</p>	
<p>右：運用前(平成 19 年 10 月)、左：運用後(平成 22 年 8 月)</p>	
<p>○本格運用後のアオコの発生状況は図 3-26、図 3-27 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。</p>	
	
<p>図 3-26 アオコ発生日数*1</p>	
	
<p>図 3-27 アオコ発生回数*1</p>	
留意点	<p>○上昇水流の上層において、船舶等への影響がある。</p> <p>○酸気管、ウィンチ、ワイヤー、エアホース等の点検が必要。</p> <p>○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。</p>
出典	<p>*1：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</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

② 湖水の直接浄化(土壌浄化・植生浄化)

事例 No. (I-2-1)																																		
対象地・種類等	○霞ヶ浦・山王川—土壌・植生浄化—<実験施設>																																	
目的*1	○霞ヶ浦の流入支川からの流入汚濁負荷削減(水質浄化機能)の検証実験。 ○目標水質は、TN、TPの除去率を50%と設定																																	
概要(手法等)*1	<p>○流入支川(山王川)に土壌・植生浄化施設を設け、流入汚濁負荷削減を図る。</p> <p>○植生は主にヨシを使い、透水材には礫、黒ボク土、休耕田土壌等を設け、比較実験を行っている。</p> <p>○ただし、礫や人工メディアでは、溶解性リンの浄化効果が期待できないため、後段にリン吸着材を設けている。</p> <p>○出水時は通常通り取水させる。</p> <p><構造概念図></p> 	<p><施設平面図></p> 																																
期待される効果、結果*1	<p>○例えばヨシ+黒ボク土のケース(右表)のように、除去率が得られており、水質浄化機能の可能性が伺える。</p> <p>○SS、BOD、COD、TN、TPの除去効果の可能性が伺える。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>流入水質 (mg/L)</th> <th>放流水質 (mg/L)</th> <th>除去率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>2.8</td> <td>0.3</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>COD</td> <td>5.7</td> <td>3.5</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>S S</td> <td>7.1</td> <td>2.5</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>T-N</td> <td>3.52</td> <td>0.49</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>T-KN</td> <td>1.19</td> <td>0.24</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>NH₄-N</td> <td>0.38</td> <td>0.08</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>T-P</td> <td>0.225</td> <td>0.013</td> <td>94</td> </tr> </tbody> </table> <p>対象期間 H16年9月~H19年1月 平均化対象データ数 n=40</p>	項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	BOD	2.8	0.3	89	COD	5.7	3.5	38	S S	7.1	2.5	64	T-N	3.52	0.49	86	T-KN	1.19	0.24	80	NH ₄ -N	0.38	0.08	78	T-P	0.225	0.013	94
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)																															
BOD	2.8	0.3	89																															
COD	5.7	3.5	38																															
S S	7.1	2.5	64																															
T-N	3.52	0.49	86																															
T-KN	1.19	0.24	80																															
NH ₄ -N	0.38	0.08	78																															
T-P	0.225	0.013	94																															
留意点*1	<p>○通水開始から約2年で嫌気化による2価鉄イオンが見られるようになっており、干し上げ後に鉄イオンが減少している(図 3-28 の青色線)。これに対し、干し上げを行っているケース(図 3-28 の緑色線)では2価鉄イオンが見られていない。このように時間経過とともに、夏季に鉄の溶出が見られたため、干し上げにより改善が必要。</p> <p>○時間経過とともに、溶解性リンの土壌吸着能力が低下し、リンの除去率が小さくなっていった(図 3-29 の赤色線)。</p>	<p>図 3-28 Fe²⁺経時変化*1</p>  <p>図 3-29 リン除去率経時変化*1</p> 																																
出典	<p>*1: (財)河川環境管理財団河川環境総合研究所(2007.12)「植生浄化施設計画の技術資料[2007年版]」(財)河川環境管理財団(現在、(公財)河川財団 河川環境総合研究所)資料第26号、PP105~111。 *2: 自然浄化対策に関わる取組事例集(資料編) 環境省 2014</p>																																	

③ 水生植生帯の整備及び維持管理

事例 No. (I-3-1)																					
対象地・種類等	○東郷池—水草刈り取り・肥料化の実験—																				
目的* ¹	○近年、ホザキノフサを主とする沈水植物の異常繁茂が見られていた。 ○このため、東郷池では、ホザキノフサ等の水草を刈り取り、肥料化して農地に有効利用すること(資源活用 ² の効果)により、栄養塩類を湖外へ持ち出す取組(水質浄化 ² 効果)が行われている。またその取組を通じ、環境教育の場としての機能を発揮することも期待している。 ○本事例は、地域住民・事業者・行政の協働による浄化活動の一環として行われている。																				
概要(手法等)* ¹	○東郷池の水草分布状況は図 3-30 に示すとおりである。 ○水草は、平成 20 年に約 5t、21 年に約 3.3t、22 年に約 2t の量を刈り取り、その刈り取った水草を乾燥して肥料や土壌改良材として利用した。 ○また、刈り取った水草の窒素、リン酸、カリウムの含有量を分析した。 																				
期待される効果、結果* ¹	○刈り取った水草については、表 3-4 に示すとおり栄養塩類等が含まれており、これらが湖外へ持ち出されることにより、湖内の水質浄化 ² 効果の可能性が伺える。 ○その窒素、リン酸の含有量は、主な有機質肥料と比較して同程度のものであった。このため、刈り取り後の植生の利用として、肥料化等を見込むと、資源活用 ² の効果が期待できる。 ○湖への流入汚濁負荷量と比較すると、平成 20 年の場合、窒素で 0.06 日分、りんで 0.3 日分と換算される。 ○このため、本対策による水質浄化の効果は、この対策だけで湖全体を対象とするものというよりは、湖沼水質保全実現の一部を担う対策の位置づけにあると考えられる。 <p style="text-align: center;">表 3-4 刈り取り後水草・緑肥・有機質肥料の窒素、リン酸等の含有量*¹</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>窒素 N (%)</th> <th>リン酸 P₂O₅ (%)</th> <th>カリウム K₂O (%)</th> <th>苦土 MgO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>刈り取り後水草</td> <td>2.62</td> <td>1.59</td> <td>3.17</td> <td>1.62</td> </tr> <tr> <td>緑肥作物平均</td> <td>1.9</td> <td>0.5</td> <td>2.3</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>有機質肥料平均</td> <td>3.3</td> <td>2.6</td> <td>1.9</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>※緑肥作物、有機質肥料は、「神奈川県作物肥料施用基準—肥料成分表」を基に算出。 ※緑肥作物は、レンゲ、ソルゴー、イタリアンライグラス、トウモロコシが対象 ※有機質肥料は、稲わら、もみがら、牛糞、豚糞、鶏糞、魚かす、菜種油かす、大豆油かす、加工家きん糞、カニ殻、米ぬかが対象</p> ○植生除去により含まれる栄養塩類の湖外への持ち出しに伴う水質浄化 ² が期待される。		窒素 N (%)	リン酸 P ₂ O ₅ (%)	カリウム K ₂ O (%)	苦土 MgO (%)	刈り取り後水草	2.62	1.59	3.17	1.62	緑肥作物平均	1.9	0.5	2.3	0.5	有機質肥料平均	3.3	2.6	1.9	0.8
	窒素 N (%)	リン酸 P ₂ O ₅ (%)	カリウム K ₂ O (%)	苦土 MgO (%)																	
刈り取り後水草	2.62	1.59	3.17	1.62																	
緑肥作物平均	1.9	0.5	2.3	0.5																	
有機質肥料平均	3.3	2.6	1.9	0.8																	
留意点* ¹	○刈り取り量は平成 20 年の刈り取り開始以降、毎年減少している。沈水植物の生育量が減少したのか、刈り取りによる効果と考えるべきなのか、今後の推移が注目される(引き続きモニタリングが必要)。 ○湖沼水質保全実現の一部を担う対策の位置づけであり、この対策だけで湖全体を改善することは困難。 ○水草の繁茂状況などモニタリングを行いながら、その状況に応じ順応的に対応を進めていくことが必要である。																				
出典	*1：(財)河川環境管理財団・河川環境総合研究所(2011.3)「我が国の湖沼での沈水植物の再生及び利活用に関する資料集」(財)河川環境管理財団(現在、(公財)河川財団 河川環境総合研究所)資料第 30 号、PP7-1～19。 *2：自然浄化対策に関わる取組事例集(資料編) 環境省 2014																				

事例 No. (I-3-2)	
対象地・種類等	○木浜内湖—ホテイアオイの異常繁茂抑制対策の調査・検討—
目的* ¹	○平成 15 年に木浜内湖で異常繁殖したホテイアオイは、水質を悪化させるとともに、フナの酸欠死等の問題を引き起こした。 ○このため、本文献は、水草の発生抑制となる水質レベルまでの改善を目指すものではないが、水面一面を覆い尽くしたホテイアオイを除去・抑制することにより、それらの問題低減を図ることを目的としている。
概要（手法等）* ¹	○本事例は対策を検討した事例である。 ○ホテイアオイの異常繁茂に伴う問題点・課題の整理と対策の必要性の提示。 ○水質調査等の実施時に兼ねて、ホテイアオイの株を見つけたら除去する試行を行うとともに、早期の定期的な除去の有効性を考察している。
期待される効果、結果* ¹	○ホテイアオイは、栄養塩類吸収能力の高さ※や、遮光により植物プランクトン光合成を抑制しやすいことから、 <u>水質浄化効果が期待できる</u> が、その反面、 <u>貧酸素化などの問題点も兼ねている</u> 。 ※木浜内湖でホテイアオイの異常繁殖初期は、窒素やリンが低下している。* ² ○ホテイアオイを除去することにより、 <u>異常繁茂に伴う諸処の影響（貧酸素化などの問題点）低減が期待できる</u> 。 ○除去後のホテイアオイは、肥料等での利用（ <u>資源活用</u> の効果）が期待できる。 ○外来種駆除や魚類酸欠死抑制に伴う <u>生物生息場の改善が期待できる</u> 。
留意点* ¹	○ホテイアオイの異常繁殖初期は、窒素やリンが低下したが、しばらくして底層が無酸素状態に陥ったことから、底泥からの溶出により T-N が 4mg/L、T-P が 0.25mg/L と高い数値を示していた。 →水面を覆い尽くすホテイアオイは、水面を通じた大気からの DO 供給の抑制、流況阻害、枯死体の分解による DO 消費・栄養塩の蓄積、底泥からの栄養塩の溶出等の問題点を起こしていることが懸念されている。 ○ホテイアオイは、繁殖力が強い外来種であるため、 <u>生物生態系への影響が懸念される</u> 。 ○また、ホテイアオイが風により吹き寄せられ、囲まれた網生け簀内のフナが酸欠死する現象が見られた。 ○以上のことから、ホテイアオイに関して刈り取り等による <u>適切な植生管理</u> 、刈り取り後の植生利用（ <u>資源活用</u> ）が課題となる。 ○また、ホテイアオイの除去については、成長率の大きい 7 月（～9 月）を迎える前（ホテイアオイが問題を引き起こす前）に株の状態で除去しておくことが有効であることから、 <u>効率的な刈り取り手法（早期の段階での定期的な除去）に留意することが課題となる</u> 。 ○本事例は、ホテイアオイ等の異常繁茂が水質や魚類などへ影響を及ぼすことから、異常繁殖を抑制するための適切な植生の維持管理が必要であることを示している。このため、植生の異常繁茂による問題を低減することや、植生刈り取りに伴う湖内の水質浄化などを期待する場合に参考となる。ただし、効率的・効果的に対策を講じるためには、刈り取り方法、刈り取り後の利用の検討が課題となる。
出典	* ¹ ：上野邦雄（2005）「木浜内湖におけるホテイアオイの異常繁茂の障害と抑制対策について」国土交通省近畿地方整備局、平成 17 年度国土交通省近畿地方整備局管内技術発表会資料、環境・景観部門 No.13。 * ² ：（社）農村環境整備センター（1995.8）「農村に適した水質改善手法」PP98。 * ³ ：自然浄化対策に関わる取組事例集（資料編）環境省 2014

事例 No. (I-3-3)																																																								
対象地・種類等	○ハス群落管理対策（刈り取り）の事例を整理した文献*1の紹介																																																							
目的	○ハスの異常繁殖は、船舶の航行阻害をもたらすほか、生産性が高く拡大速度が大きく、他の水生植物の生育阻害をもたらし、生態系の多様化を損ねるおそれがある。またハスは、浮葉により水面を覆うので貧酸素化現象（底層は無酸素化状態）が生じるほか、秋季～冬季に一斉に枯死するため、その枯死体の堆積に伴う水質悪化をもたらす。これらの影響を低減するためにハス対策を講じることが挙げられる。 ※ハス群落管理手法をとりまとめた知見も乏しいことから、ここではその事例を整理している文献を紹介する。																																																							
概要（手法等）	○国内でのハス管理対策（下表）は、地方自治体やNPO 団体等の個々の団体が独自に行っている場合が多い。 表 3-5 国内でのハス管理対策事例*1																																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>水域名</th> <th>管理者</th> <th>水域面積 (㎡)</th> <th>ハス群落面積 (㎡)</th> <th>刈り取りの有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>弘前公園 蓮池</td> <td>弘前市商工観光部公園緑地課</td> <td>11,000</td> <td>8,000</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>伊豆沼</td> <td>宮城県環境生活部自然保護課自然再生事業担当/ 財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団</td> <td>2,890,000</td> <td>560,000</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>内沼</td> <td></td> <td>980,000</td> <td>247,500</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>古代蓮の里公園</td> <td>行田市役所まちづくり推進課 公園担当</td> <td>14,350</td> <td>14,350</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>内牧黒沼公園</td> <td>春日部市役所建設部公園緑地課 公園緑地担当</td> <td>5,694</td> <td>5,694</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>荒川花ハス園</td> <td>秩父観光協会荒川支部 事務局 荒川商工会</td> <td>6,000</td> <td>6,000</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>上野恩賜公園</td> <td>東京都建設局 東武公園緑地事務所</td> <td>110,000</td> <td>55,000</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>水郷佐原水生植物園</td> <td>香取市経済環境部商工観光課</td> <td>734</td> <td>734</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>赤野井湾</td> <td>滋賀県河港課/滋賀県琵琶湖再生課</td> <td>1,400,000</td> <td>160,000</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>穴塚大池</td> <td>土浦市環境保全課/ NPO 法人 穴塚の自然と歴史の会</td> <td>30,000</td> <td>不明</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	水域名	管理者	水域面積 (㎡)	ハス群落面積 (㎡)	刈り取りの有無	弘前公園 蓮池	弘前市商工観光部公園緑地課	11,000	8,000	○	伊豆沼	宮城県環境生活部自然保護課自然再生事業担当/ 財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団	2,890,000	560,000	○	内沼		980,000	247,500	○	古代蓮の里公園	行田市役所まちづくり推進課 公園担当	14,350	14,350	○	内牧黒沼公園	春日部市役所建設部公園緑地課 公園緑地担当	5,694	5,694	×	荒川花ハス園	秩父観光協会荒川支部 事務局 荒川商工会	6,000	6,000	○	上野恩賜公園	東京都建設局 東武公園緑地事務所	110,000	55,000	○	水郷佐原水生植物園	香取市経済環境部商工観光課	734	734	○	赤野井湾	滋賀県河港課/滋賀県琵琶湖再生課	1,400,000	160,000	○	穴塚大池	土浦市環境保全課/ NPO 法人 穴塚の自然と歴史の会	30,000	不明	○
水域名	管理者	水域面積 (㎡)	ハス群落面積 (㎡)	刈り取りの有無																																																				
弘前公園 蓮池	弘前市商工観光部公園緑地課	11,000	8,000	○																																																				
伊豆沼	宮城県環境生活部自然保護課自然再生事業担当/ 財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団	2,890,000	560,000	○																																																				
内沼		980,000	247,500	○																																																				
古代蓮の里公園	行田市役所まちづくり推進課 公園担当	14,350	14,350	○																																																				
内牧黒沼公園	春日部市役所建設部公園緑地課 公園緑地担当	5,694	5,694	×																																																				
荒川花ハス園	秩父観光協会荒川支部 事務局 荒川商工会	6,000	6,000	○																																																				
上野恩賜公園	東京都建設局 東武公園緑地事務所	110,000	55,000	○																																																				
水郷佐原水生植物園	香取市経済環境部商工観光課	734	734	○																																																				
赤野井湾	滋賀県河港課/滋賀県琵琶湖再生課	1,400,000	160,000	○																																																				
穴塚大池	土浦市環境保全課/ NPO 法人 穴塚の自然と歴史の会	30,000	不明	○																																																				
期待される効果、結果	○ハスの異常繁殖に伴う影響（貧酸素化現象、他の水生植物の生育阻害、船舶の航行阻害等）の低減 ○刈り取り後のハスの利用による資源活用の効果が期待できる。 ○刈り取り後のハスは、バイオマスとしての利用が見込まれる。伊豆沼、内沼ではハスを堆肥化して農家に配布しており、土浦市の穴塚大池も堆肥化利用している。しかし、多くの団体では、刈り取り後のハスを廃棄物として処分している。 ○国内湖沼の大半のハス群落は食用ではなく、観賞用の栽培品種が自生していることが多いので、レンコンが小さく採取に労力を要し、持続的な食用利用として適していない。 ○その他の利用としては、伊豆沼、内沼で植物体から和紙の製作、荒川ハス園でハスの葉身から茶葉や線香の製作などが行われている。 ○今後、刈り取り後のハスの利用を容易にする技術開発が必要である。またハスには薬効効果が見込まれるので、健康食品等の新たな産業展開などに貢献できる可能性がある。																																																							
留意点	○ハスの刈り取り作業は、効果をもたらすまでに負担が大きく、持続的にやっていくことが重要である。このため、効果的・効率的なハスの刈り取り手法の検討が必要である。以下に事例を紹介する。 ○ハスの刈り取りでは、地下茎を刈り取ることが群落の縮小という面で有効的である。ただし、地下茎は底泥表面から 30cm 以深に存在するため、深部での地下茎刈り取りには、潜水士が必要になるなど、労力が嵩む。このため、水面付近の葉柄、葉身、花托を刈り取る例がある。 ○刈り取り時期は、7～8月に行うことにより完全に群落を消失させることができ、琵琶湖・赤野井湾でも 6 月、8 月に刈り取った結果、翌年の新芽抑制効果が見られていた。しかし、その時期は群落が繁茂するため、刈り取り作業の負担が大きく、立葉前の 4～6 月や枯死体堆積低減のために秋季～冬季に行う例も多い。 ○またハスは冠水すると窒息により枯死することが見込まれ、伊豆沼、内沼では 4 日間の冠水で群落全体が消失した（1980 年、1998 年）。 ○ハス生育域拡大を抑制する対策として、柵（金網等）の設置も有効であると考えられる。																																																							
出典	*1：平塚智子・山室真澄（2013）「国内におけるハス群落管理対策の事例」水草研究会、水草研究誌 No99、PP38～39。 *2：自然浄化対策に関わる取組事例集（資料編） 環境省 2014																																																							

④ 藻類の除去(直接除去)

事例 No. (I-4-1)	○霞ヶ浦（茨城県）—アオコ回収—
対象地・種類等	○霞ヶ浦（茨城県）—アオコ回収—
目的	○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。
概要（手法等）	○霞ヶ浦ではアオコ発生・集積時に、ハンドスキマーを用いてアオコの除去作業を実施。アオコはドラム缶に回収して処理した。 ○風による吹き寄せなどの影響で、アオコが集積したときに、実施する。
 <p data-bbox="502 772 845 795">アオコ回収船『みずすまし号』</p> <p data-bbox="981 772 1348 795">集積したアオコを回収している様子</p> <p data-bbox="438 1075 933 1097">ハンドスキマーを使用してアオコを除去する様子</p> <p data-bbox="965 1075 1348 1097">ドラム缶にアオコを回収している様子</p> <p data-bbox="766 1120 1029 1142">図 3-31 アオコの回収*1</p>	
期待される効果、結果	○応急処置対策や局所的なアオコ発生に対して有効である。 ○アオコとともに、アオコに含まれる窒素・リンを併せて除去できる。
留意点	○対処療法であり、アオコの抑制とはならない。 ○汚泥の処分が必要となる。 ○バキュームによるアオコの回収は、アオコが層状にならないと効果的に吸引できない。 ○ポンプ吸込部ストレーナの清掃やポンプの点検整備が必要。
出典	*1：国土交通省 霞ヶ浦河川事務所資料（平成 23 年 7 月） *2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012

J) 良好な水質の水道水の確保

事例 No. (J-1-1)	
対象地・種類等	青蓮寺ダム（三重県）一分画フェンスー
目的	<p>○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。</p> <p>○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。</p>
概要（手法等）	<p>○フェンスを設置することによりフェンス上流で発生した藻類が表層流や風により下流に流下することを防ぐ。</p> <p>○窒素（T-N）やリン（T-P）等の栄養塩類を多く含んだ河川からの流入水をフェンス上流側に滞留させるとともに藻類に消費させる。</p> <p>○窒素（T-N）やリン（T-P）等の栄養塩類を多く含んだ流入水を光の届かない下層に潜らせる。</p> <p>○分画フェンスの設置位置はフェンス上流の滞留時間が、3日～1週間程度となる位置とする必要があるが、貯水施設の立地や周辺環境に応じて異なる。滞留時間を知るためには、施設ごとにシミュレーションを行う必要がある。また、フェンスの深さは、有光層の深さや水温の鉛直方向の分布等を考慮して決定する必要がある。</p> <p>○運転操作の必要がない。維持管理が容易である。</p>
	
	<p align="center">図 3-32 分画フェンスの設置状況と設置位置</p>
期待される効果、結果	<p>○栄養塩濃度の高い流入水を無光層に導き、植物プランクトンの発生を抑制する。</p> <p>○選択取水設備を併用し、下層に導入した流入水を速やかに排出することで効果が增大する。</p> <p>○青蓮寺ダムにおいては、分画フェンス上流のみでアオコが発生するようになった。</p>
留意点	<p>○アオコが貯水施設全体で発生する場合、複数箇所のフェンスが必要となる場合がある。</p> <p>○水面を分断するため、通航ゲートを設置するなど、ボート・ヨット等の湖面利用に配慮する必要がある。</p> <p>○アオコの発生を抑制する対策ではないため、別途、集積したアオコ除去の対策が必要な場合がある。</p> <p>○出水時にアオコがフラッシュされる可能性があるため、その程度によっては、下流への配慮する必要がある。</p> <p>○設置してから水質改善効果を発揮するまで一定の期間必要になる。</p> <p>○フェンスに捕捉されたゴミ等の排除の必要がある。</p> <p>○洪水後の点検が必要である。</p> <p>○予防的対策としてアオコ発生前に設置する。</p>
出典	<p>*1：水資源機構 木津川ダム総合管理所青蓮寺ダム定期報告書（案）概要版 平成 18 年 12 月 7 日 水資源機構 関西支社</p> <p>*2：農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農林水産省 2012</p>

K) 観光客数の維持

事例 No. (K-1-1)	サイクリングロードの整備—諏訪湖—
対象地・種類等	サイクリングロードの整備—諏訪湖—
目的	○地域の観光資源でもある諏訪湖の水辺整備の推進、湖辺面の利活用として、諏訪湖周におけるサイクリングを推進し、国内外から諏訪湖周、長野県へサイクリストの誘致を図り、サイクリング観光を活性化すること。
概要	<p>快適で安全安心にサイクリングができる環境の整備</p> <p>○自転車走行空間の整備 ・2018年より自転車走行空間整備に着手【2023年までを目標】 自転車専用道路の設置(整備済延長 約0.8km(2019年7月)) 路面標示:走行中のサイクリストを誘導 自立型サイン:目的地への案内や誘導</p>  <p>(自転車専用道路整備イメージ)</p> <p>○「小径の駅」の整備 ・2018年から湊湖畔公園など8箇所を候補にサイクリストの休憩施設を整備 トイレ、サイクルラック、案内サインの整備</p>   <p>(諏訪湖畔公園のトイレ) (案内サインイメージ)</p> <p>サイクルツーリズム推進のための取組</p> <p>○サイクルラック・サイクルスタンドの整備 諏訪湖周と関連施設含め48基設置済み 2019年度30基設置予定</p> <p>○自転車を利用して地域の魅力を伝える「サイクリングガイド」養成 2018年度:養成講座(第1期) 2019年度:養成講座(第2期予定 座学6回、実技2回)</p> <p>○サイクルガイドによるガイドサイクリングツアーの実施 2019年度:ロゲイニング、グルメサイクリング、こどもの日の親子ライド等2018に続き実施予定</p> <p>○諏訪湖「河川空間オープン化」セミナーの開催 2018.8.30.実施</p>    <p>サイクルラックの設置例 (諏訪湖カヤック・スワヤツサイクル) 親子で諏訪湖一周ライドツアー (スワヤツサイクル) 「河川空間オープン化セミナー」 行政や事業者等によるグループセッション</p>
出典	諏訪湖周サイクリングロード 国土交通省 https://www.mlit.go.jp/road/bicycleuse/good-cycle-japan/model_route/pdf/09.pdf

L) 土砂流出増加の抑制

事例 No. (L-1)	
対象地・種類等	琵琶湖森林づくり条例 滋賀県
目的	<p>○森林の多面的機能（水源涵養、県土の保全、木材等の供給、地球温暖化防止など森林の多様な働き）の持続的発揮</p> <p>○琵琶湖の保全および県民の健康で文化的な生活の確保に寄与</p>
概要	<p>滋賀県では、琵琶湖森林づくり県民税を活用し、琵琶湖と森林の関係を重視しながら、公益的機能の高度発揮に重点を置いた環境重視の森林づくりを推進することと、広く県民が森林に対する理解と関心を深め、県民との協働による森林づくりを推進するという、新たな視点に立った「琵琶湖森林づくり事業」を展開している。</p> <p>みんなで森づくり 県民の皆さんの森林づくりへの参画を促し、地域の活動団体や企業による森づくり活動などを支援します。</p> <p>森林環境学習 木育や森林環境学習「やまのこ」、林業体験などを通じて、森林を守る大切さへの理解を促します。</p> <p>木の良さを活かす 滋賀県でとれた「びわ湖材」を、住宅や公共建築物や家具などに積極的に活用しています。</p> <p>林業活動 森林資源の循環利用(植える→育てる→使う→植える)を進め、森林整備と将来にわたる木材の利用を確保し、地球温暖化の防止にも貢献します。</p> <p>琵琶湖の水源地を守る 森林管理を行うとともに、高い水源涵養機能を有した森林を作るための調査研究や水源林の保全巡視活動を行っています。</p> <p>里山を整備 荒廃している里山を手入れして、防災や獣害防止機能を高め、地域住民が安心して利用できる場所を整備しています。</p>
出典	<p>森林づくりガイド 2020 年度版リーフレット 滋賀県 https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kankyoshizen/shinrinhozen/312565.html</p>