

第12回 鹿野川ダム水質検討会

アオコ抑制対策

四国地方整備局 山鳥坂ダム工事事務所

平成29年2月6日



アオコ抑制対策

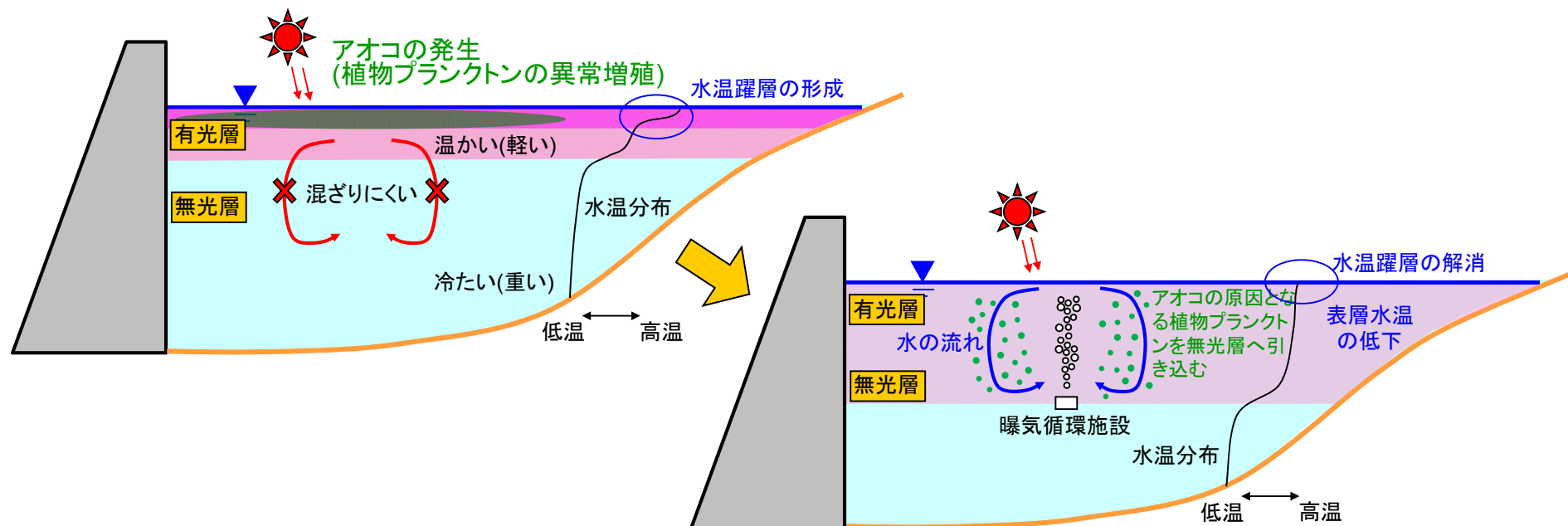
- 1.曝気循環装置の概要
- 2.曝気循環装置の運用実績(H28)
- 3.曝気循環装置の効果
- 4.アオコ発生抑制のまとめ

1.曝気循環装置の概要

曝気循環装置によるアオコ発生抑制の原理

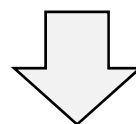
- 春から秋にかけての日中は、貯水池表層水が温められて軽くなるため、貯水池の水が鉛直方向に混ざりにくくなる(水温躍層の形成)。
- 滞留した表層水に生息する植物プランクトンは光合成を行いやすく、上流河川から流入する栄養塩類を利用して増殖する。
- 植物プランクトンのうち、藍藻類が異常増殖するとアオコとなり、貯水池広域で発生すると景観障害や腐敗臭が発生する。
- 曝気循環装置により、水温躍層の解消やアオコの原因となる植物プランクトンの無光層への引き込み等を行い、アオコが発生しにくい環境を形成する。

■ 曝気循環装置によるアオコ発生抑制の原理(イメージ図)



アオコ発生抑制の目標

- 目 標：一年を通じて、アオコの発生を抑制し、景観障害、アオコ死滅に伴う腐敗臭の発生を防止する。
- 目標値：**クロロフィルa の年最大値 $25 \mu\text{g/L}$ 以下**
(定期水質調査の貯水池表層(水深0.5m)観測値)



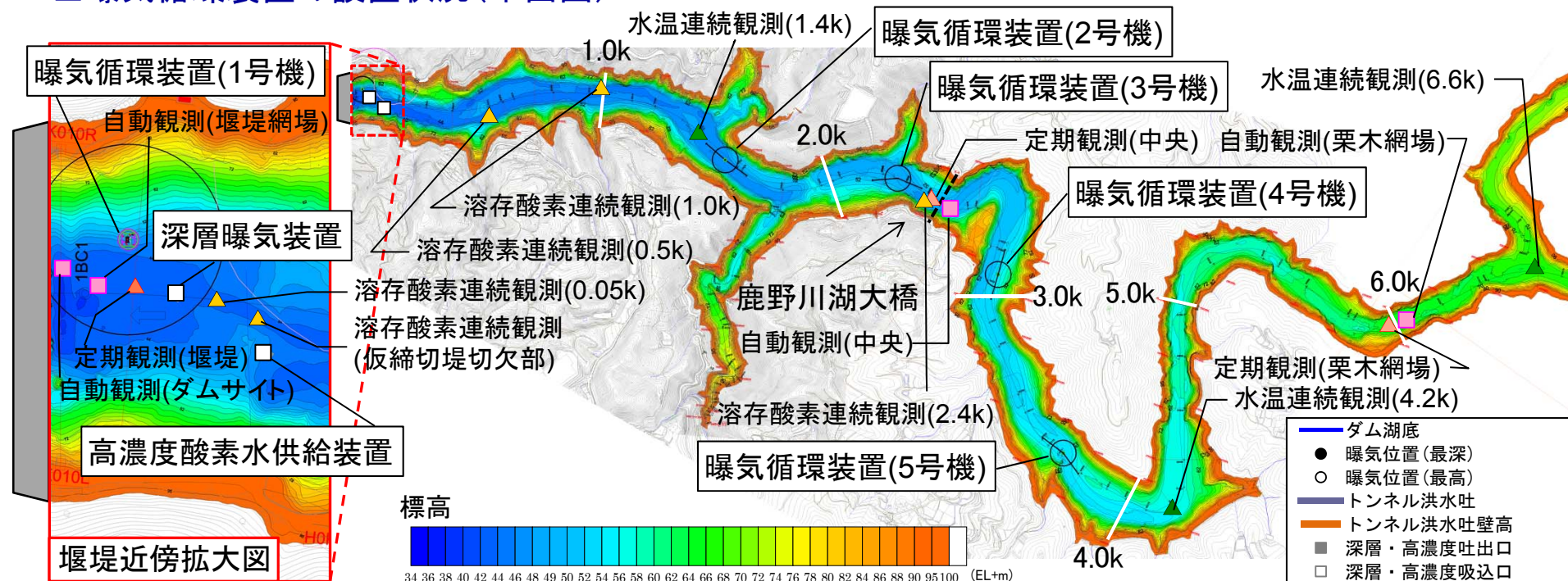
アオコの発生を抑制する手法 ⇒春から秋にかけての貯水池浅層部水温差の解消

- 手 法：曝気循環装置の稼動により、浅層部の水温躍層を破壊することでアオコの発生を抑制する。
- 目安値：曝気循環装置の稼動により、**浅層部水温差※を 2°C 以下**とする。
※水深0.1m地点と2.0m地点の水温差

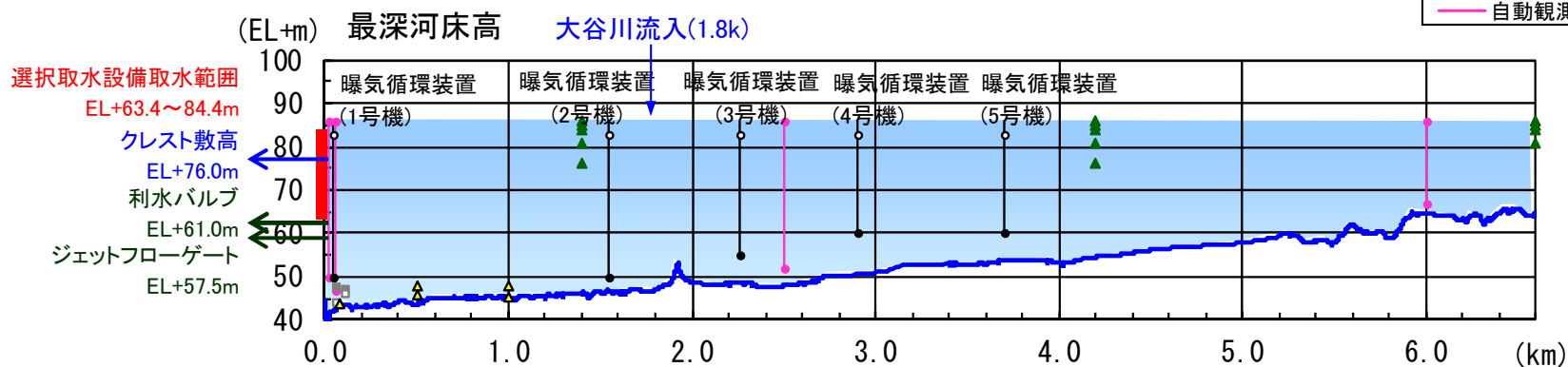
1.曝気循環装置の概要

曝気循環装置の設置状況

■曝気循環装置の設置状況(平面図)



■曝気循環装置の設置状況(縦断図)

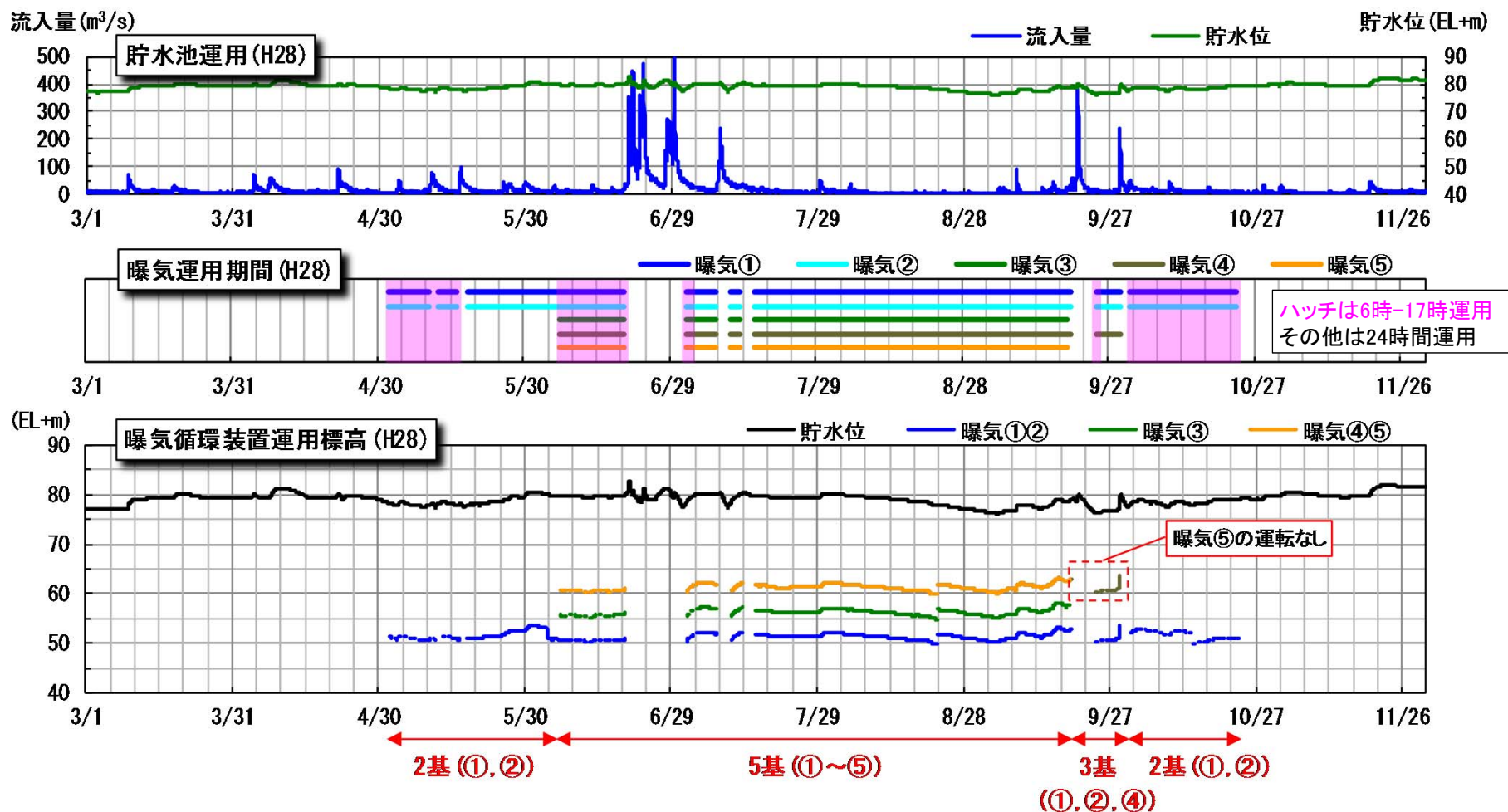


2.曝気循環装置の運用実績(H28)

曝気循環装置の運用実績(H28)

- 曝気循環装置は5月～10月に運用し、7月～9月中旬は5基、その他は2～3基を運用した。
- 時間短縮運用は、5月上旬、6月、9月下旬以降に行った。

■ 曝気循環装置の運用実績(H28)



2.曝気循環装置の運用実績(H28)

(参考)曝気循環装置の運用ルール

- 運用期間は4月中旬～12月上旬とし、気温、流入量、アオコ発生状況を確認して運用する。
- 運用時間は、7月～9月中旬が24時間運用、その他期間は時間短縮運用を基本とする。

■ 曝気循環装置の運用ルール

曝気	運用期間	4月			5月				6月				7月				8月					9月				10月				11月				12月			
		11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12
			① 起動移行期間 (6-17時運用)				② 短縮運用期間 (6-17時運用)				③ コア期間(24時間運用)										④ 短縮運用期間 (6-17時運用)				⑤ 停止移行期間 (6-17時運用)												
1号機	4/18～12/9																																				
2号機	4/18～12/9																																				
3号機	6/6～9/16																																				
4号機	6/6～9/30																																				
5号機	6/6～9/16																																				

週始まりを月曜日とし、二月にまたがる週(月始・月末)は前月(月曜日時点の月)に含んで運用を区分

- **起動移行期間** (①) : 起動条件(気温15℃以上かつ流入量10m³/s未満)に適合したら装置を起動、
起動後は時間短縮運用を基本とし、アオコ条件に適合したら24時間運用に変更
アオコ条件: アオコレベル3以上を確認(巡視)もしくは日平均気温20℃以上
- **短縮運用期間** (②④) : 曝気装置は必ず運用、時間短縮運用(6～17時運用)を基本とし、アオコ条件に適合したら
24時間運用に変更
- **停止移行期間** (⑤) : 時間短縮運用を基本とし、停止条件に適合したら装置を停止
停止条件: 気温20℃未満もしくは流入量10m³/s以上
- **出水時の運用** : 台風の接近・通過等により出水が予想される場合は曝気装置を停止し、出水後に再起動
洪水吐閉門後濁水の顕著な影響が発生しない範囲で、可能な限り速やかに運用を再開

曝気循環装置の効果検証視点

- 定期水質観測結果、水質自動観測装置、サーミスターチェーンによる水温・水質観測結果に基づき、曝気循環装置によるアオコ抑制効果を検証する。

■ 曝気循環装置の効果検証の視点

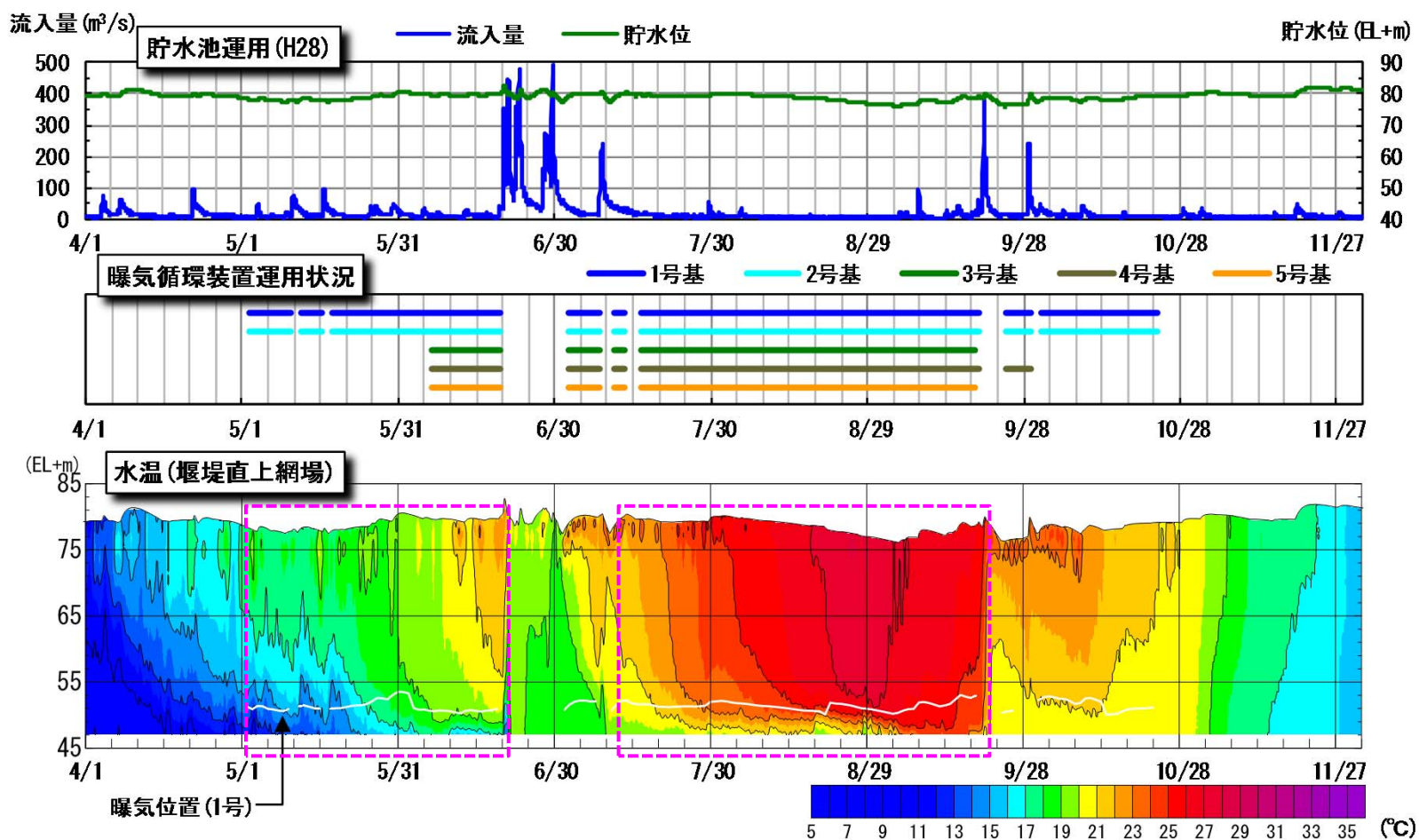
- 表層水温の低減効果(表層水温差0.1～2m):運用目標(2.0℃以下)の達成状況
- クロロフィルa低減効果:改善目標(25 μ g/L以下)の達成状況
- 植物プランクトンの構成種(藍藻類の発生抑制)
- アオコ発生日数

3.曝気循環装置の効果

曝気循環装置による貯水池水温の変化

- 曝気運用期間は水面から曝気位置までの水温が概ね一様であり、アオコが発生しにくい環境（循環混合層）が形成できている。
- 曝気循環装置運用開始後、数日間で表層と中層の水温差が小さくなっている。

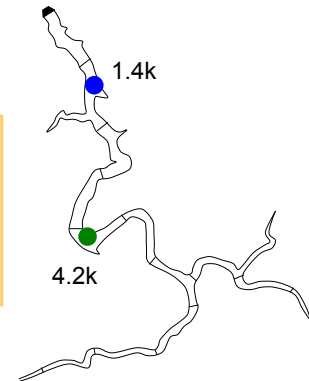
■ 曝気運用と貯水池水温の時間変化



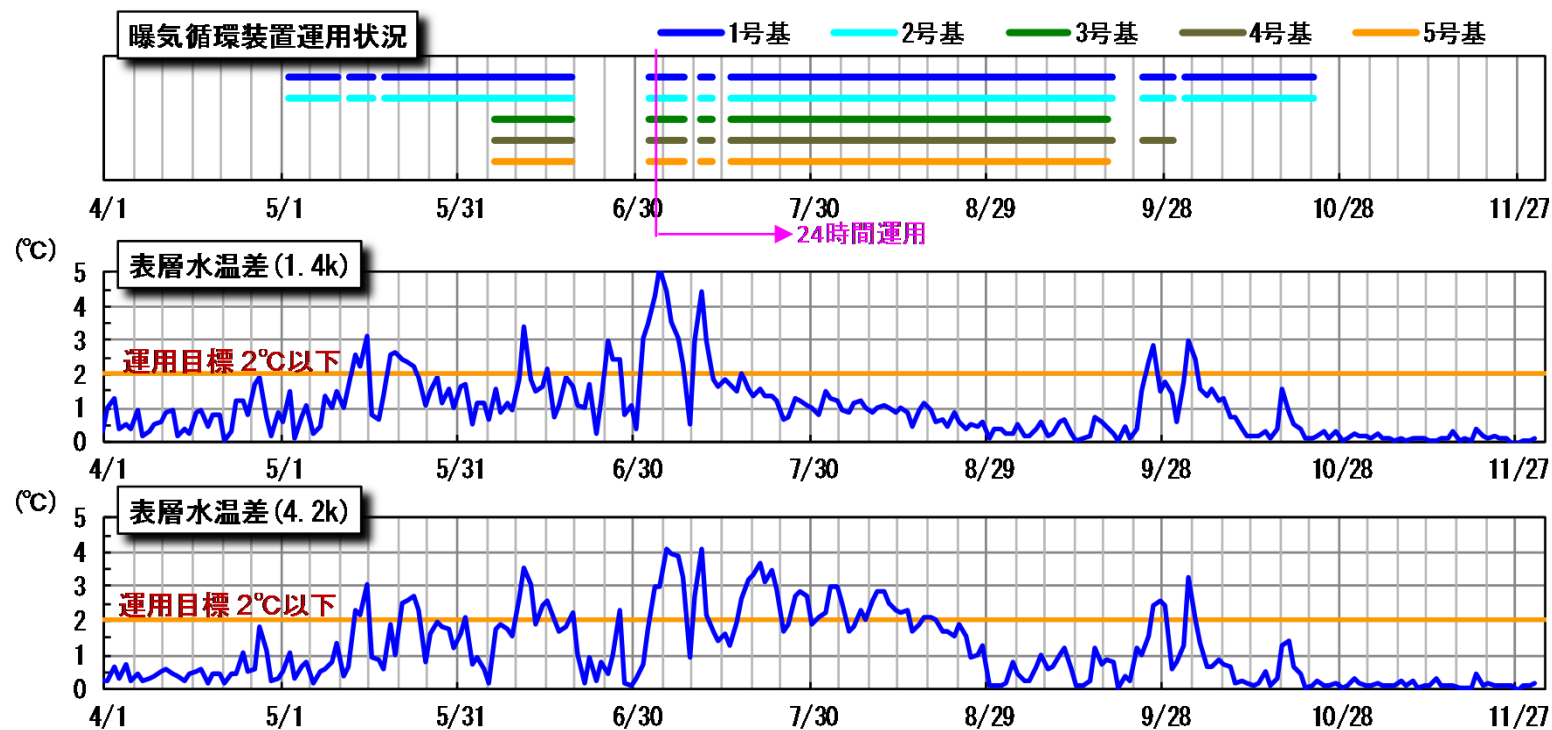
3.曝気循環装置の効果

表層水温差の変化

- 1.4k地点は、運用目標(表層水温差 2°C 以下)を概ね満足した。
- 4.2k地点は、7月上旬～8月上旬以外の期間において運用目標を概ね満足した。



■ 表層水温差の時間変化(サーミスターチェーン)



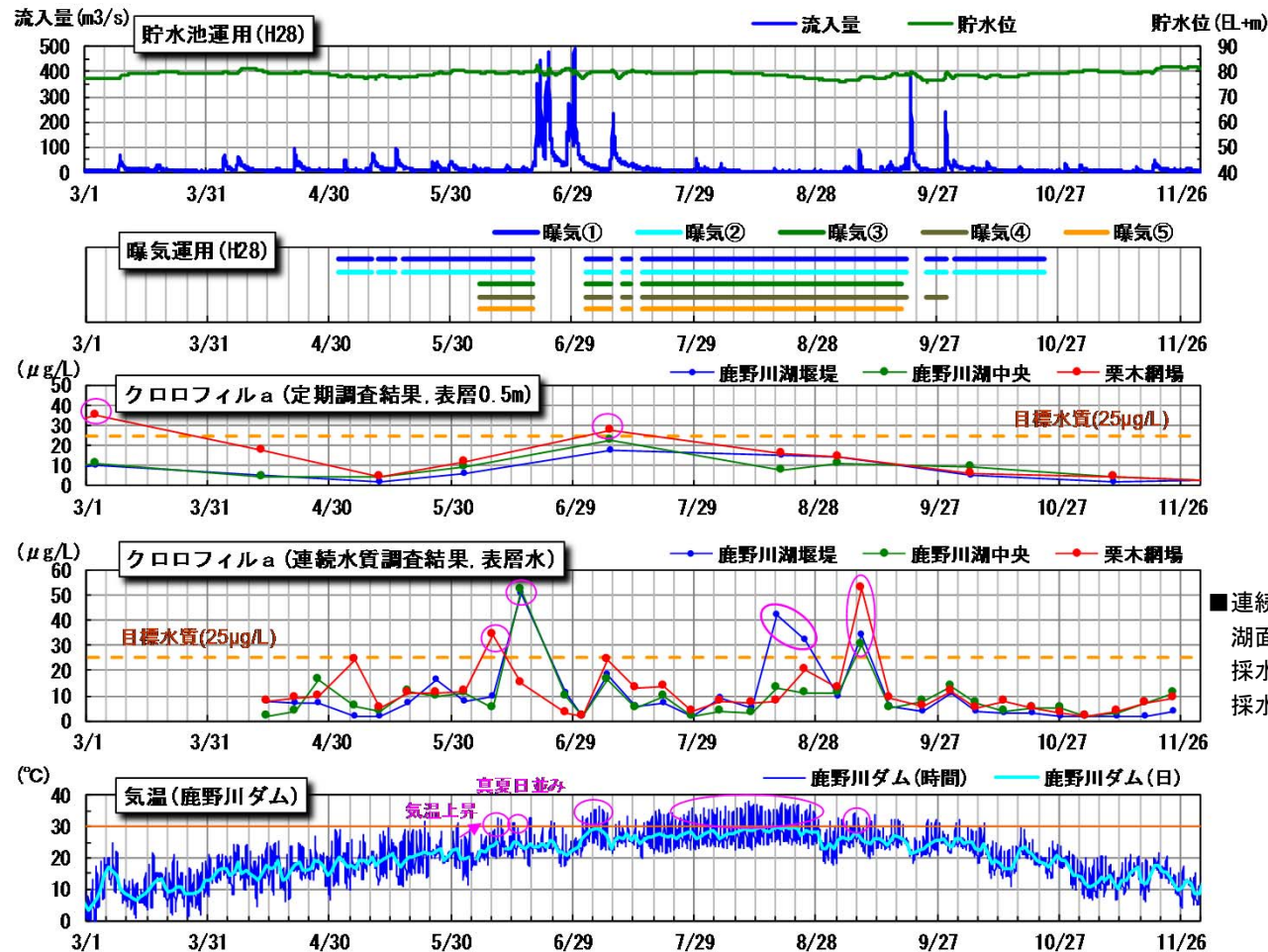
※水温差は毎9時のデータを抽出

3.曝気循環装置の効果

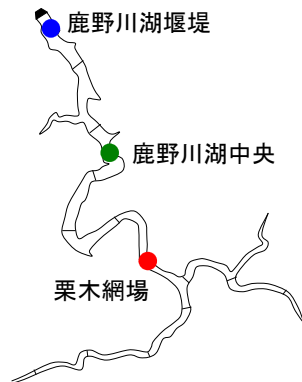
貯水池水質(クロロフィルa)の変化

- 定期水質調査地点において、改善目標(クロロフィルa 25 μ g/L以下)を概ね満足した。
- クロロフィルaが改善目標を上回った期間は、降水量が少なく、高気温で、植物プランクトンが増殖しやすい環境であった。

■ 貯水池水質 (クロロフィルa) の状況



■ 連続水質調査
湖面巡視(1週間に1回)時に
採水し、分析した結果
採水深は10cm程度

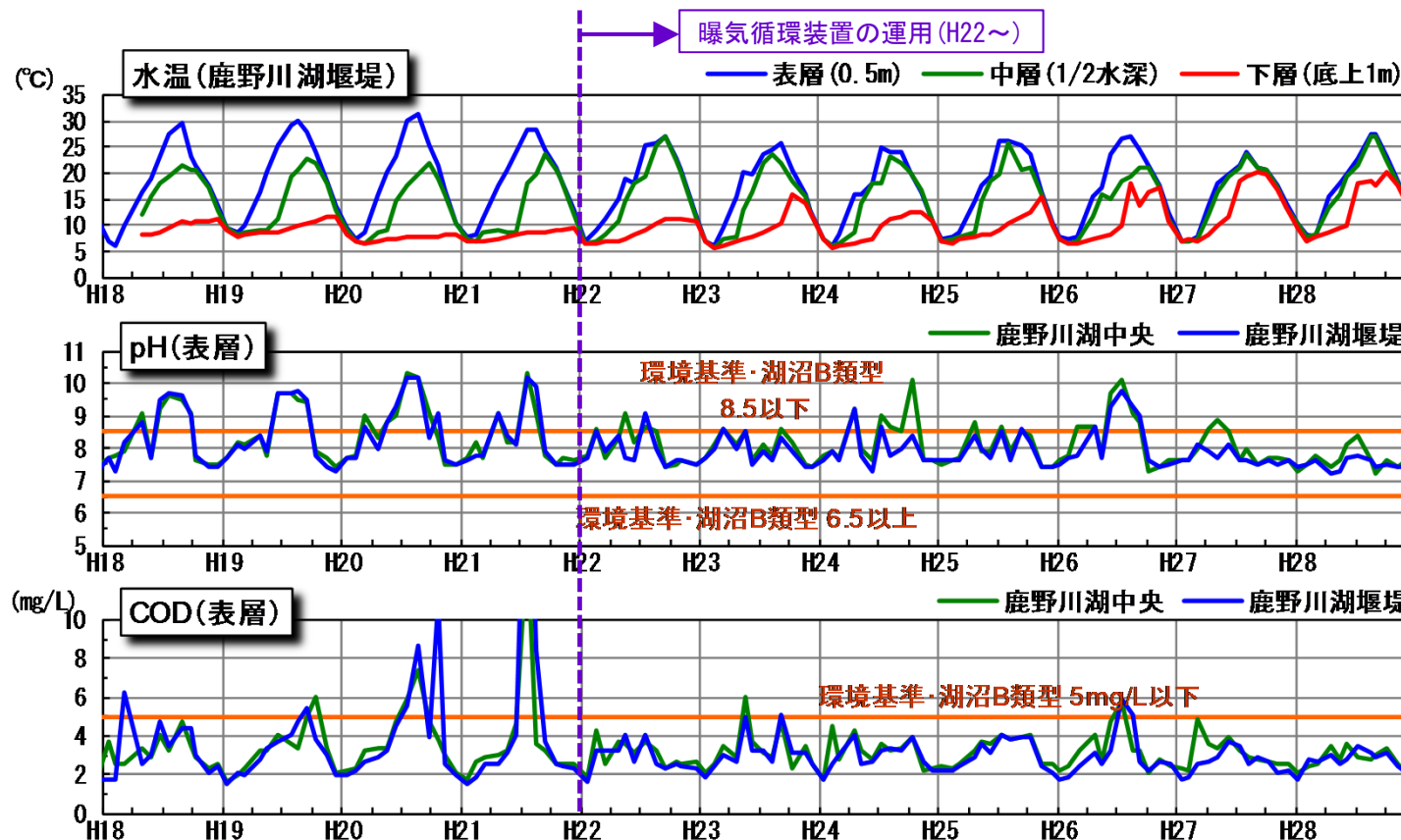


3.曝気循環装置の効果

貯水池水温・水質の経年変化

- 曝気循環装置の運用開始(H22)以降、表層と中層の水温差が小さくなり、**アオコが発生しにくい環境が形成されている。**
- pH、CODは、曝気循環装置の運用後、**概ね環境基準値以下**となっている。

■ 貯水池水温・水質の経年変化



H22以降、表層・中層の水温差が縮小
表層～中層が混合

植物プランクトンが光の届きにくい中層まで沈む
光合成しにくい環境を形成
(アオコが発生しにくい環境)

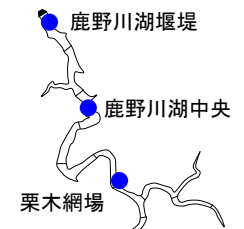
光合成が活発になるとpHが高くなる
光合成の抑制によりpHが低下

光合成が活発になるとCODが高くなる
光合成の抑制によりCODが低下

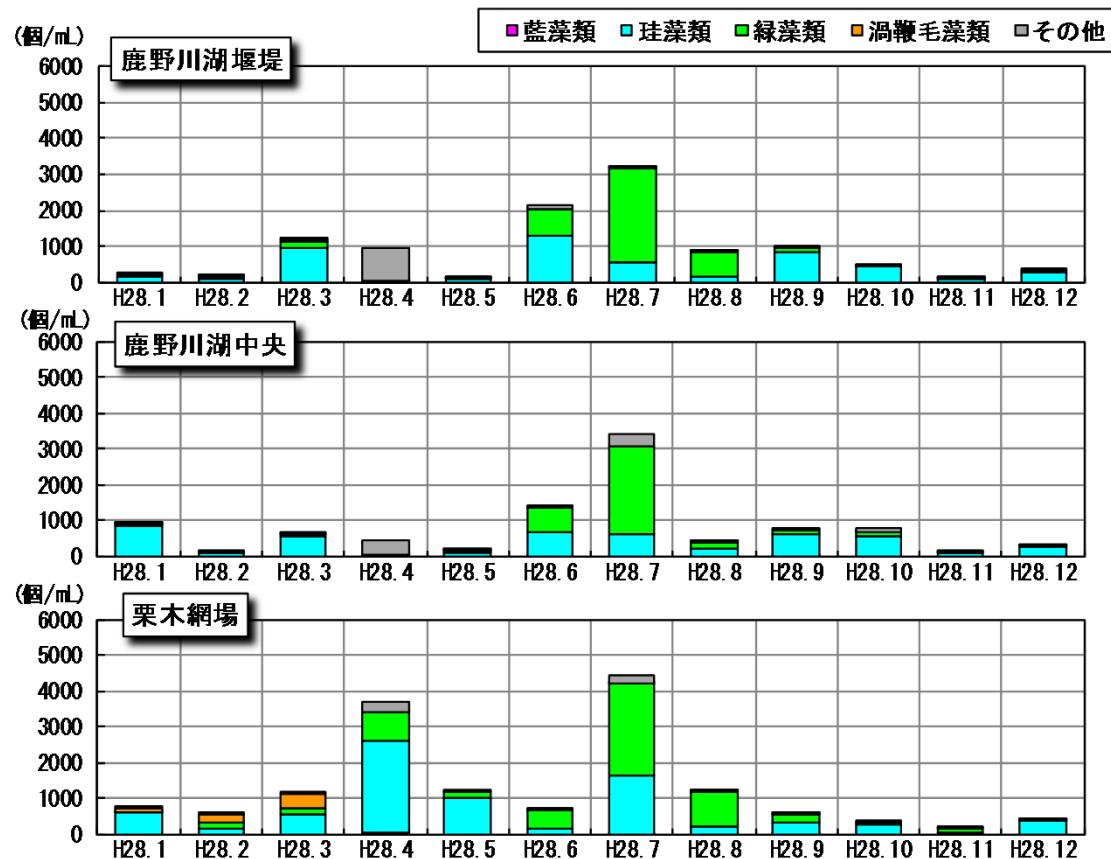
3.曝気循環装置の効果

植物プランクトンの種別細胞数

■ アオコの原因となる藍藻類はほとんど出現していない。



■ 植物プランクトンの種別細胞数 (H28、定期水質調査)



■ 植物プランクトンの優占種

月	鹿野川湖堰堤	鹿野川湖中央	栗木網場
1月	タラシオシラ科の一種	タラシオシラ科の一種	タラシオシラ科の一種
2月	タラシオシラ科の一種	クリプトモナス科の一種	ペリディニウム科の一種
3月	タラシオシラ科の一種	タラシオシラ科の一種	タラシオシラ科の一種
4月	クリプトモナス科の一種	クリプトモナス科の一種	タラシオシラ科の一種
5月	タラシオシラ科の一種	タラシオシラ科の一種	タラシオシラ科の一種
6月	タラシオシラ科の一種	ボルボックス科の一種	ボルボックス科の一種
7月	オオヒゲマワリ科の一種	オオヒゲマワリ科の一種	オオヒゲマワリ科の一種
8月	パルメラ科の一種	メロシラ科の一種	パルメラ科の一種
9月	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種
10月	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種
11月	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種	クリプトモナス科の一種
12月	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種	メロシラ科の一種

※各調査において細胞数が最大の藻類を抽出

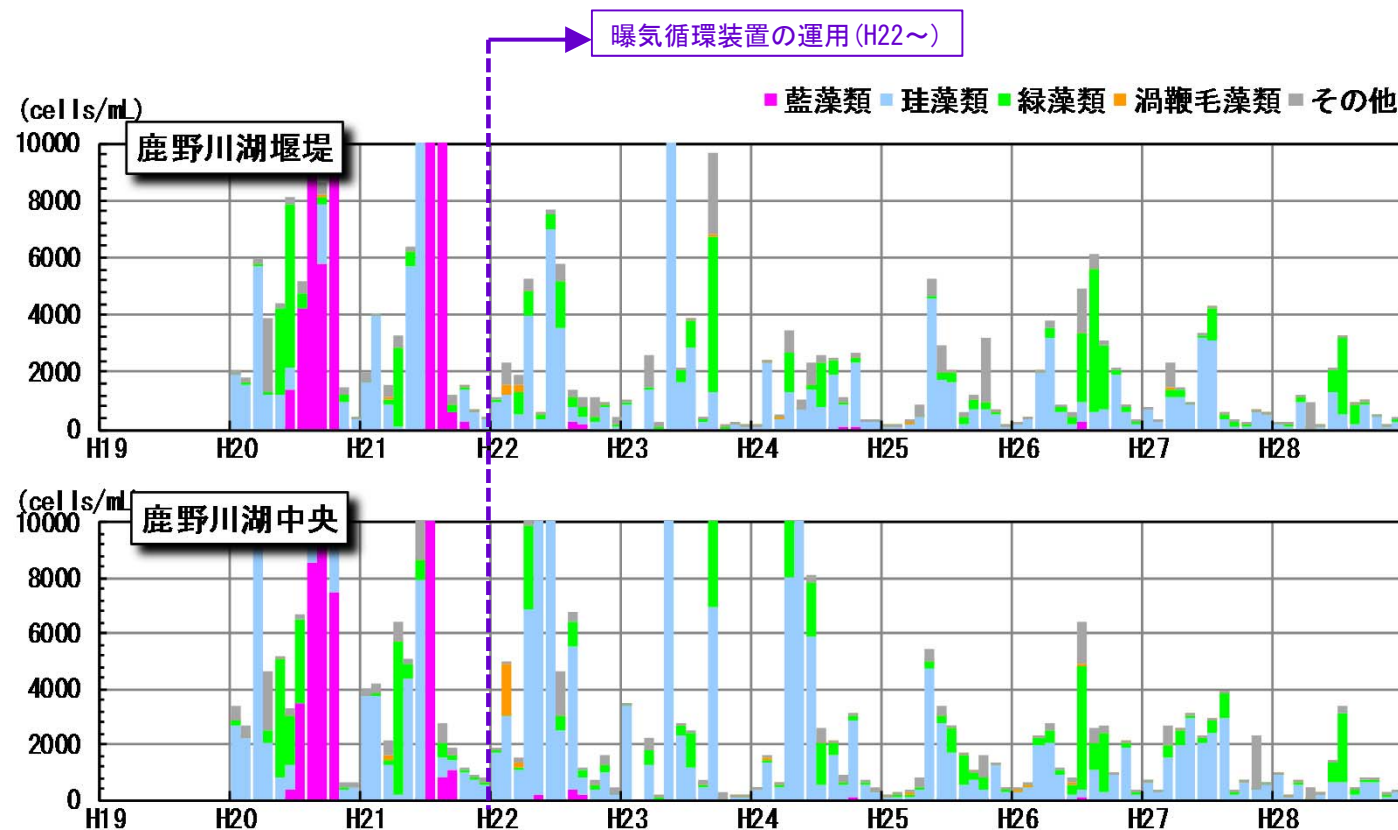
珪藻類 緑藻類 その他

3.曝気循環装置の効果

植物プランクトン種別細胞数の経年変化

- 曝気運用後は植物プランクトンの出現細胞数が減少し、アオコの原因となる藍藻類の出現頻度が減少している。

■ 植物プランクトン種別細胞数の経年変化(H28、定期水質調査)



※月に1回の定期調査で
採水分析
(水面から0.5mで採水)

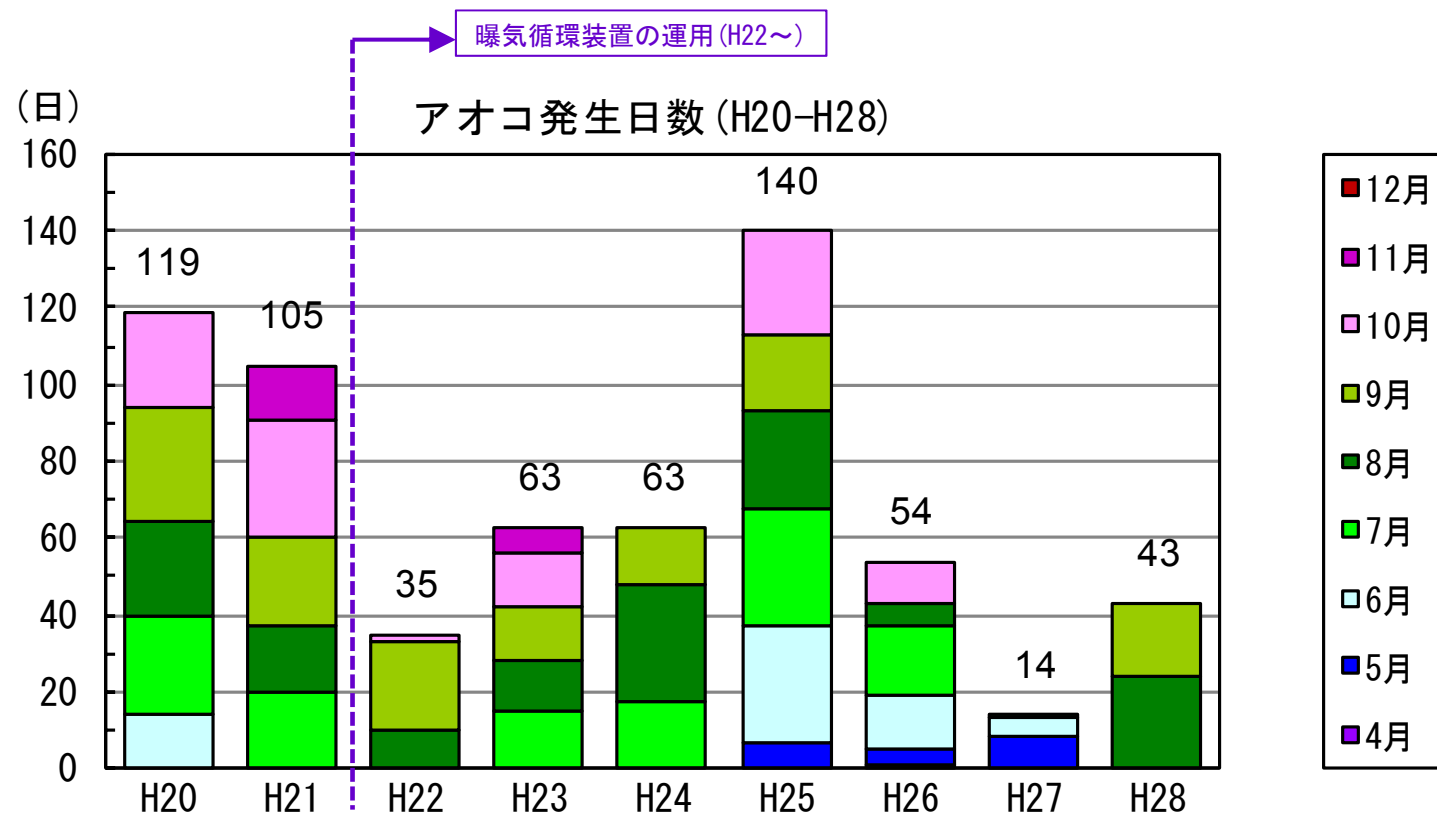


3.曝気循環装置の効果

アオコ発生状況の経年変化

■ 曝気運用後(H22以降)は、H25を除き、アオコ発生日数が減少している。

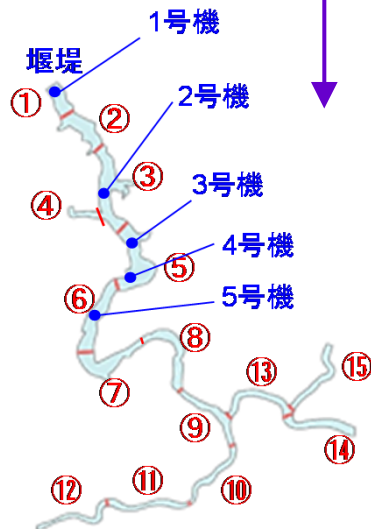
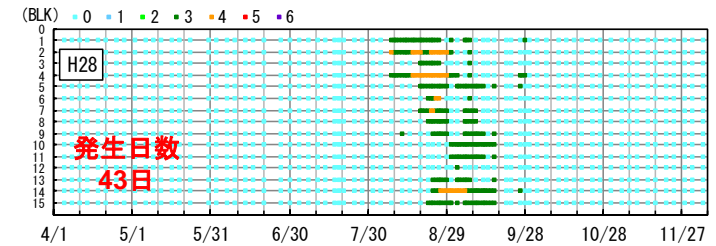
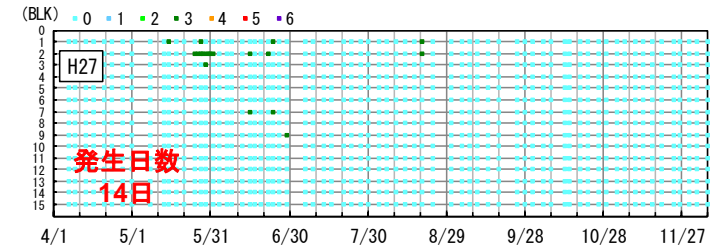
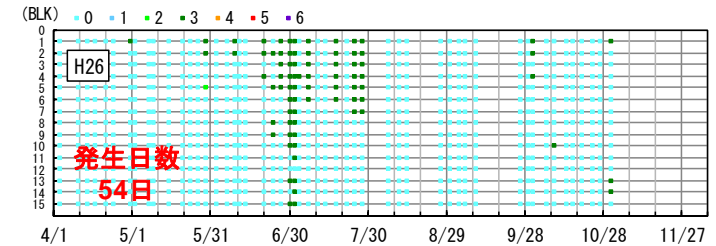
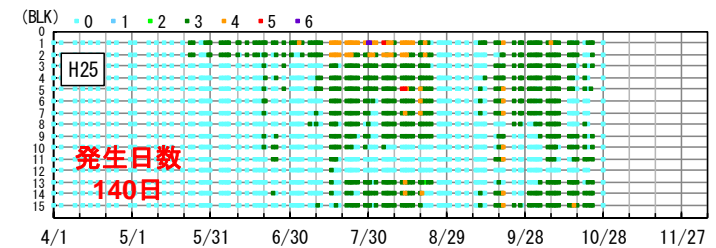
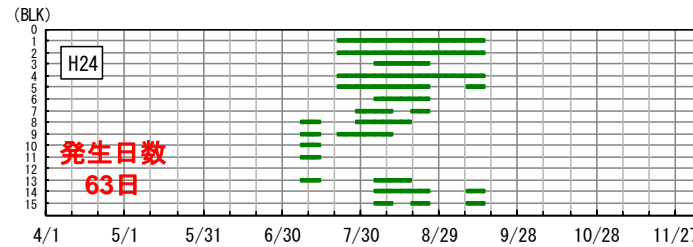
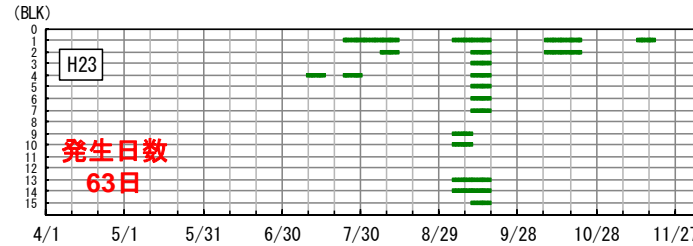
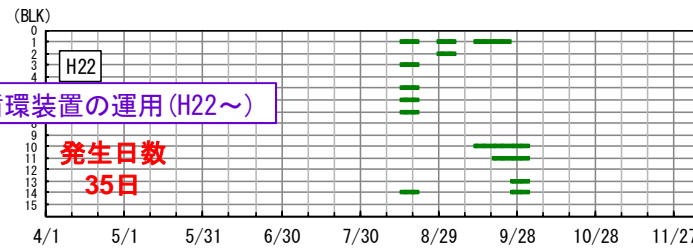
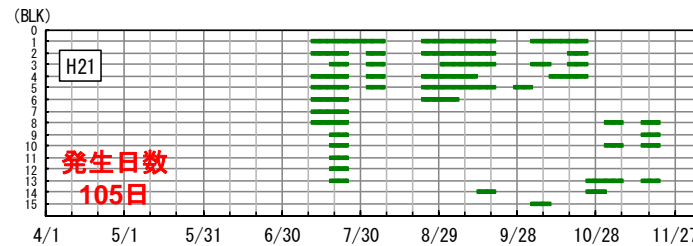
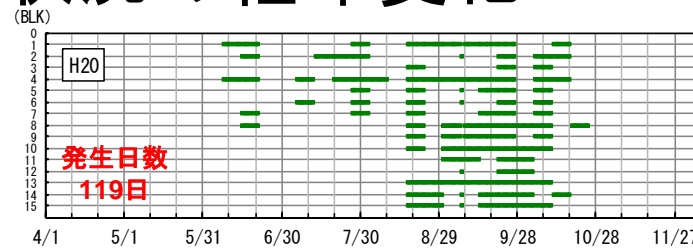
■ アオコ発生日数の経年変化



3.曝気循環装置の効果

アオコ発生状況の経年変化

■ブロック別 アオコ発生状況



発生なし レベル1 レベル2 レベル3 レベル4 レベル5 レベル6

H24以前はレベル区分の記録がないため、発生確認がされている日（アオコレベル3以上の日）をすべてレベル3としている

※H25は、近年10年間で5～8月の気温・日照時間が最大、流入量が最小であり、最もアオコが発生しやすい年であった。また、出水後の長期間において、曝気装置を効果が十分に発揮できないような浅い位置(水深10m)で運用を行っていた。

曝気循環装置によるアオコ抑制効果のまとめ

【平成28年の状況】

- H28のアオコ発生日数は曝気循環装置運用開始以前(H21)と比較して少なく(43日)、7月まで発生が確認されなかった。
- 貯水池内全域でアオコの発生が見られたのは、6日程度であった。
- アオコの発生が確認された8～9月は、例年より気温が高くアオコの発生しやすい気象条件であった。

【曝気循環装置の効果】

- 曝気循環装置の運用中は、表層水温差は運用目標(2℃以下)を概ね達成しており、クロロフィルaについても改善目標(25 μ g/L以下)を概ね達成した。
- 植物プランクトンは大部分で珪藻類が優占し、アオコの原因となる藍藻類の出現はわずかで、優占することはなかった。

4.アオコ発生抑制のまとめ

曝気循環装置の評価基準の達成状況

- 表層水温差: 貯水池下流部は概ね2℃以下を達成、中上流部は7月、8月以外で概ね達成
- クロロフィルa: 貯水池全域で25μg/L以下を概ね達成
- 植物プランクトン: 貯水池全域で藍藻類が優占せず(目標達成)
- アオコ: 8～9月以外はアオコが発生せず(目標達成)

■ 曝気循環装置の評価基準の達成状況(H28)

評価項目	水域	対象地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	備考
表層水温差 (2℃以下)	貯水池下流部	1. 4k地点	○	○	△	△	○	○	○	○	サーミスターチェーンによる自動観測結果より判断 △: 一時的な超過はあるが概ね目標を達成 7月は曝気停止中(出水時)に超過
	貯水池中流部	4. 2k地点	○	○	△	×	×	○	○	○	
	貯水池上流部	4. 2k地点	○	○	△	×	×	○	○	○	
クロロフィルa (25μg/L以下) (定期水質調査)	貯水池下流部	鹿野川湖堰堤	○	○	○	○	○	○	○	○	定期水質調査(月1回測定)結果より判断
	貯水池中流部	鹿野川湖中央	○	○	○	○	○	○	○	○	
	貯水池上流部	栗木網場	○	○	○	×	○	○	○	○	
クロロフィルa (25μg/L以下) (表層水質調査)	貯水池下流部	鹿野川湖堰堤	○	○	△	○	△	△	○	○	表層水質調査(月4回測定)結果より判断(試行運用中のみの実施となり、本運用後の評価は定期水質調査結果を用いる) △: 一部未達成あり
	貯水池中流部	鹿野川湖中央	○	○	△	○	○	△	○	○	
	貯水池上流部	栗木網場	○	○	△	○	○	△	○	○	
植物プランクトン (藍藻類が優占しない)	貯水池下流部	鹿野川湖堰堤	○	○	○	○	○	○	○	○	定期水質調査結果より判断
	貯水池中流部	鹿野川湖中央	○	○	○	○	○	○	○	○	
	貯水池上流部	栗木網場	○	○	○	○	○	○	○	○	
アオコ発生 (レベル3未満)	貯水池下流部	ブロック1～4	○	○	○	○	×	△	○	○	河川巡視結果より判断 △: 単発的・局所的な発生あり
	貯水池中流部	ブロック5～7	○	○	○	○	×	×	○	○	
	貯水池上流部	ブロック8～15	○	○	○	○	△	×	○	○	