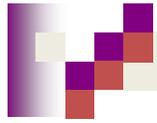


第9回鹿野川ダム水質検討会

アオコ発生抑制

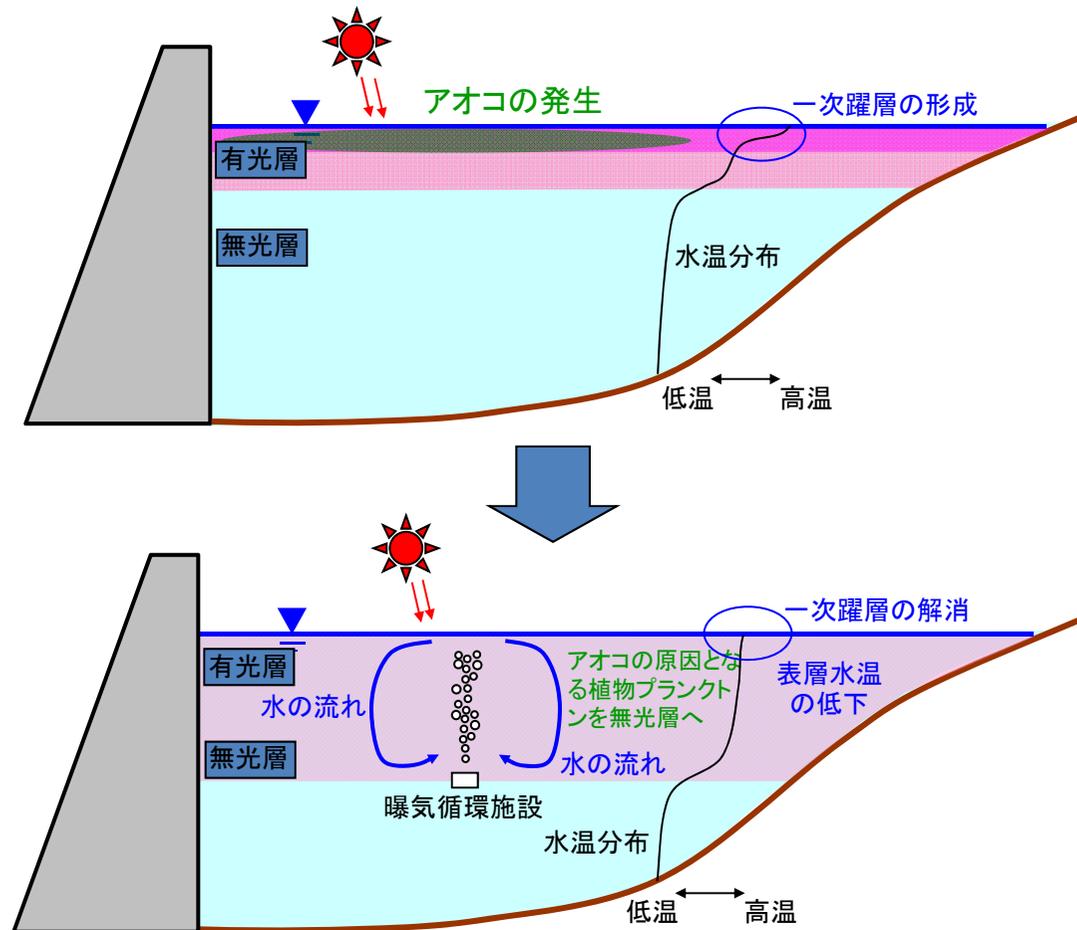
- 1. 曝気循環施設の概要
- 2. 平成25年の水質
- 3. 平成25年の曝気循環施設効果の評価
- 4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法



1. 曝気循環施設の概要

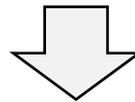
曝気循環施設によるアオコ発生を抑制する原理

- 曝気循環施設により、一次躍層の解消やアオコ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。



アオコの発生を抑制する目標

- 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: 藍藻類(アオコの原因種)に関するクロロフィルa $25 \mu\text{g/L}$ 以下(年最大)。



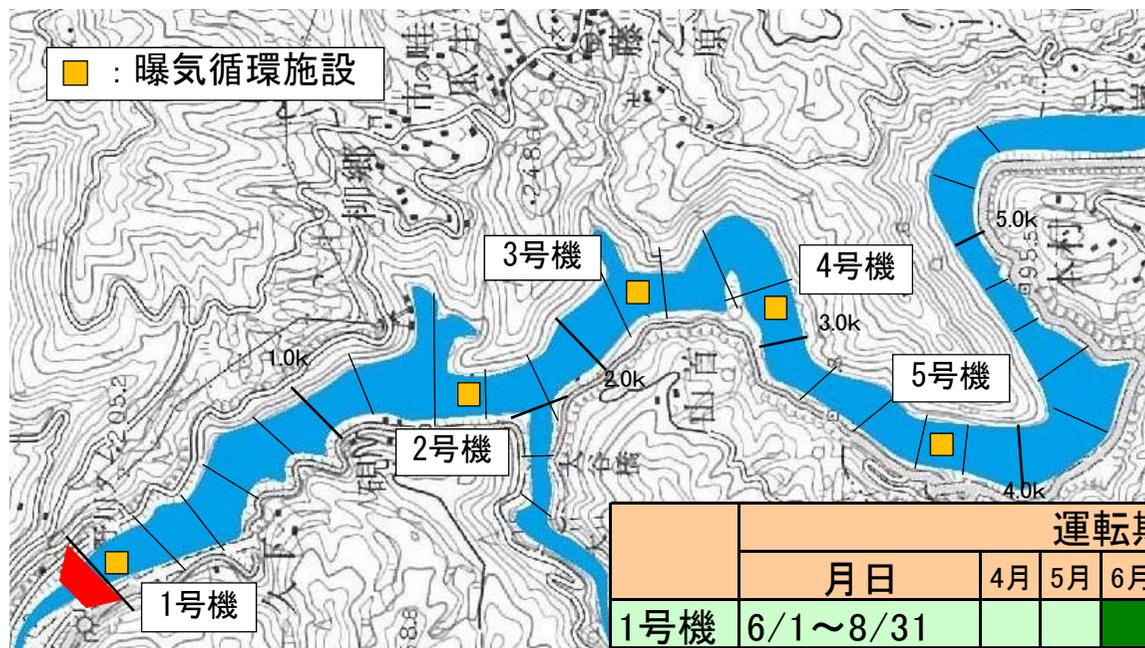
アオコの発生を抑制する手法 ⇒ 貯水池浅層部水温差の解消

- 手 法: 曝気循環施設の稼動により、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: 曝気循環施設の稼動により、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. 曝気循環施設の概要

現行操作規則(案)

- 5月2機、6～8月5機、9月3機、10月2機稼動し、平常時の曝気水深は、20～30m。
- 吐き出し空気量は、6.4m³/分。
- 出水時はあらかじめ停止する。出水後は、発電取水口上濁度が10度以下になった時点から曝気標高をEL.67mとして運転を再開する。

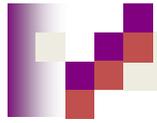


※本資料に掲載している地図は、国土地理院発行の数値地図50000を使用して作成したものである。

曝気循環施設の位置

現行操作規則(案)

	運転期間											曝気水深 (目安曝気標高)
	月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1号機	6/1～8/31											30m(EL.50m以上)
2号機	5/1～10/31											30m(EL.50m以上)
3号機	5/1～10/31											25m(EL.55m以上)
4号機	6/1～9/30											20m(EL.60m以上)
5号機	6/1～8/31											20m(EL.60m以上)

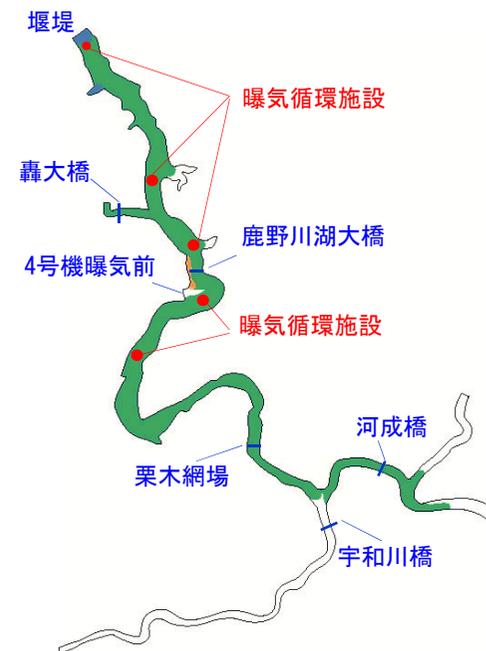


2. 平成25年の水質

2. 平成25年の水質

平成25年のアオコの発生状況②

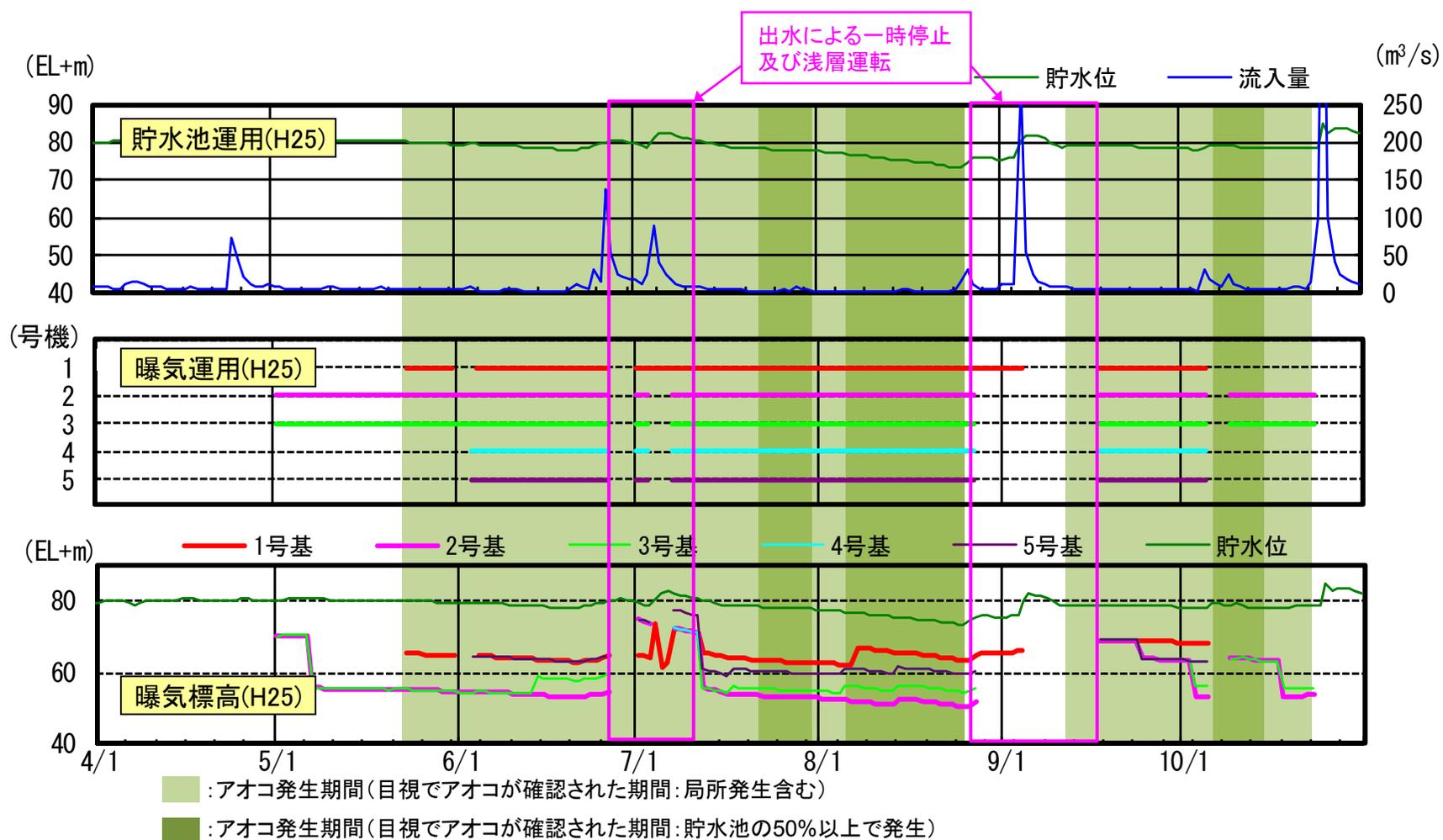
- 7/16より貯水池内の広い範囲でアオコ発生が確認された。(写真は8/12の状況)



2. 平成25年の水質

曝気循環施設の運用状況

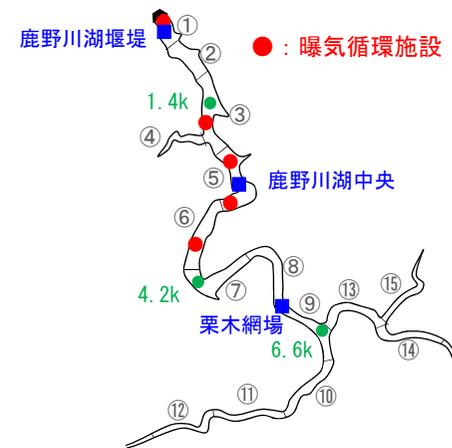
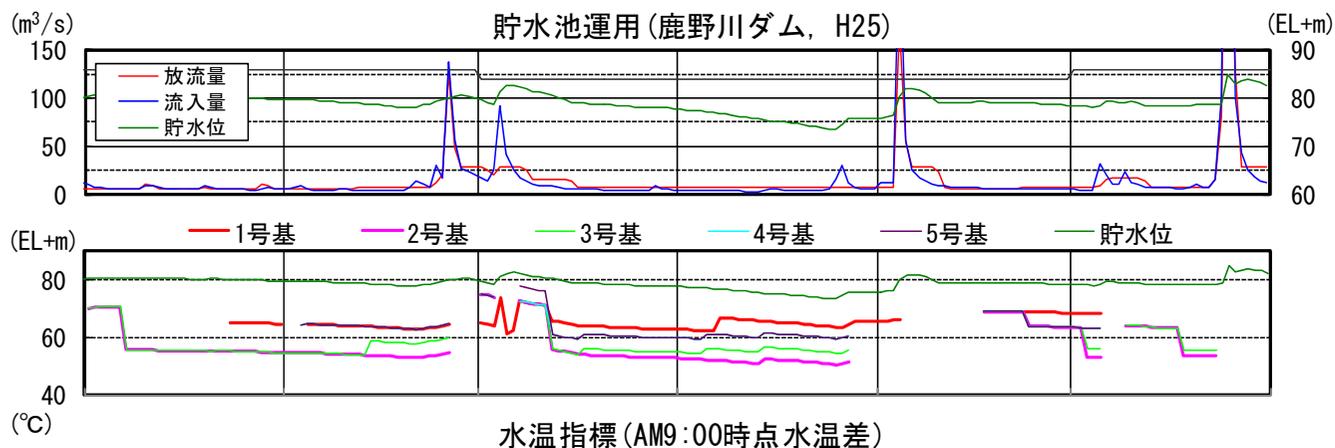
- 平成25年は操作規則(案)に基づき5月始めから運転している。
- 6/27~7/6、8/28~9/16は出水により一時停止したが、それ以外の期間はアオコ発生状況を踏まえ、24時間連続運転を行っている。



2. 平成25年の水質

表層水温差の変化

- 鹿野川湖堰堤付近では、表層水温差※が2℃以下となっており、目標を満足している。
 - 鹿野川湖中央では5月下旬、6月中旬、7月上中旬、栗木網場では5月下旬などで表層水温差が2℃以上となる期間があったが、その他の期間は表層水温差※が2℃以下となっており、目標を満足している。
- ※AM9:00時点の水深0.1mと2.0mの水温差



アオコ発生状況と表層水温差の比較

河川	区間	5				6				7				8													
		1	6	11	16	21	26	1	6	11	16	21	26	1	6	11	16	21	26	1	6	11	16	21	26		
脚川	①																									1号機	
	②																										2号機
	③																										
大谷川	④																										
	⑤																										
	⑥																										
	⑦																										
	⑧																										
脚川	⑨																										
	⑩																										
	⑪																										
黒瀬川	⑫																										
	⑬																										
舟戸川	⑭																										
	⑮																										

表層水温差が2℃以上

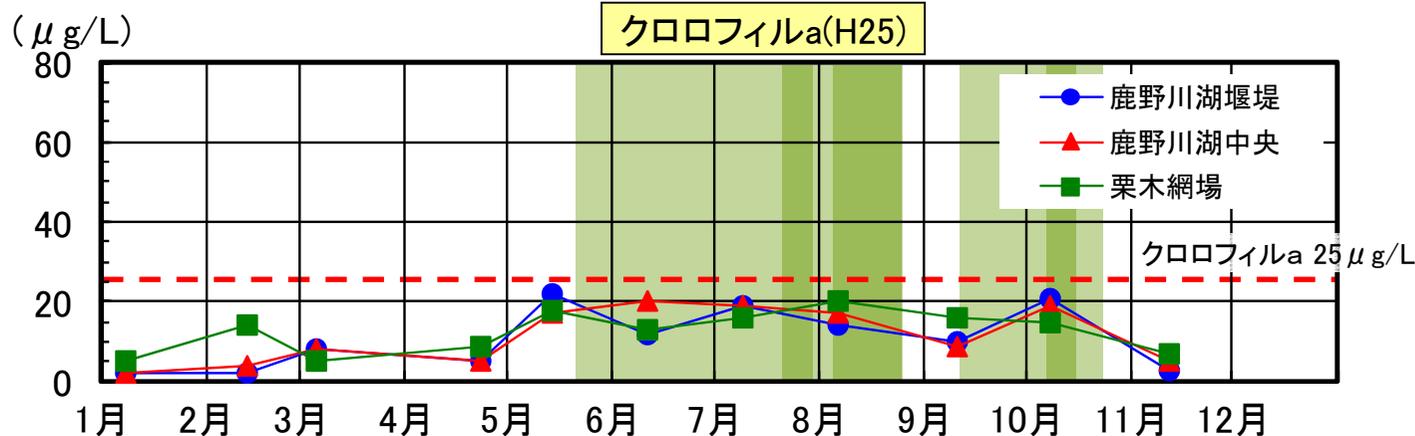
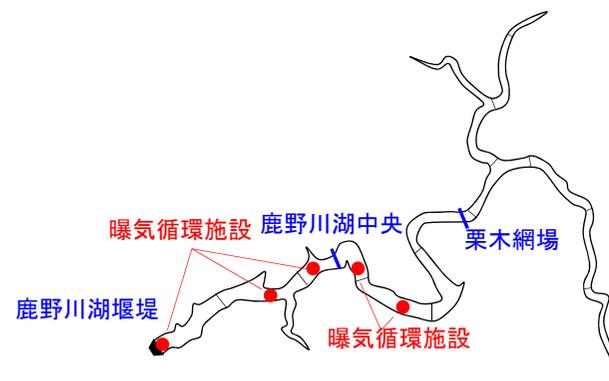
2. 平成25年の水質

クロロフィルa(定期調査結果)

- 平成25年の定期水質調査でのクロロフィルaの最大値は、鹿野川湖堰堤が22 $\mu\text{g/L}$ 、鹿野川湖中央が20 $\mu\text{g/L}$ 、栗木網場が20 $\mu\text{g/L}$ であり、各地点で目標値を下回っている。

クロロフィルa最大値

地点	クロロフィルa 最大値	目標値
鹿野川湖堰堤	22 $\mu\text{g/L}$ (5月)	藍藻類に関する クロロフィルa: 25 $\mu\text{g/L}$ 以下
鹿野川湖中央	20 $\mu\text{g/L}$ (6月)	
栗木網場	20 $\mu\text{g/L}$ (8月)	



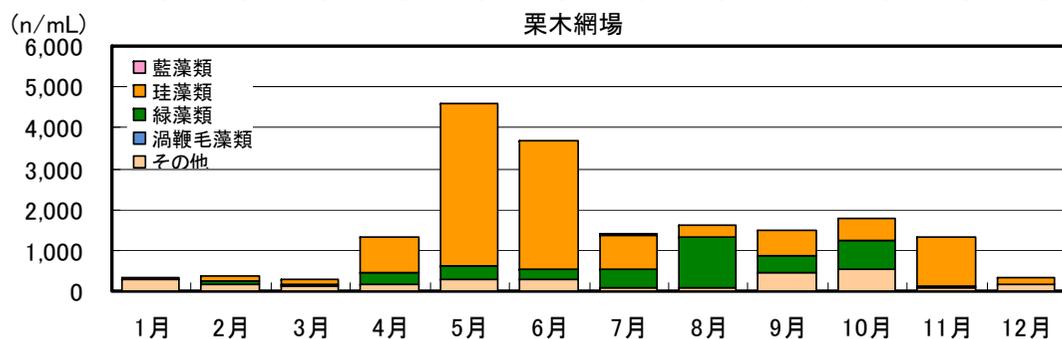
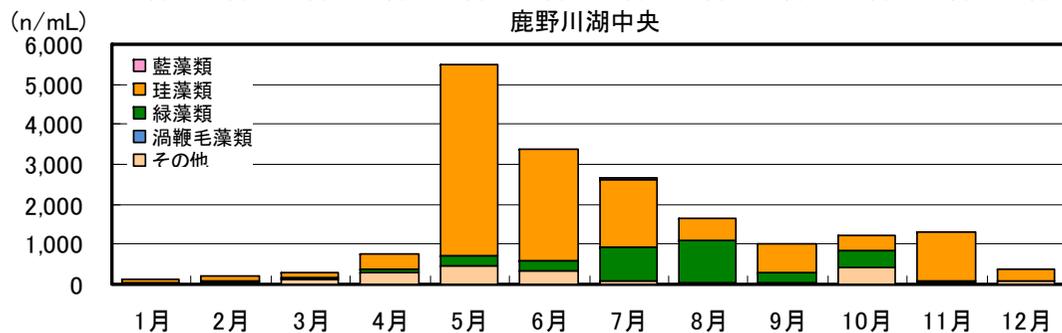
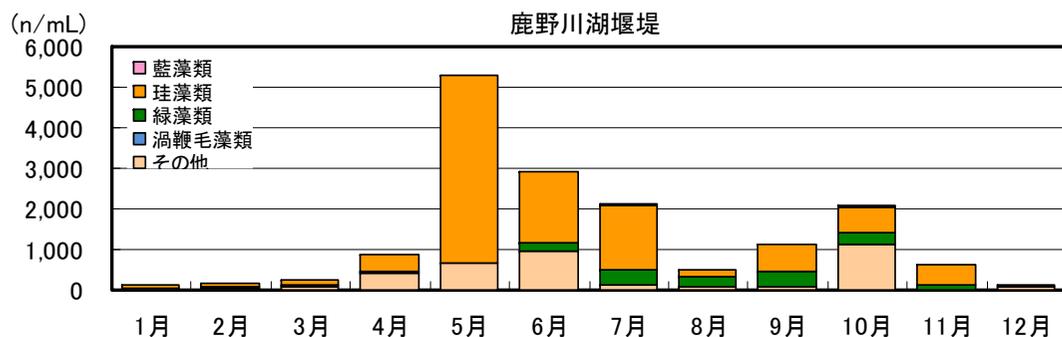
■ : アオコ発生期間(目視でアオコが確認された期間:局所発生含む)

■ : アオコ発生期間(目視でアオコが確認された期間:貯水池の50%以上で発生)

2. 平成25年の水質

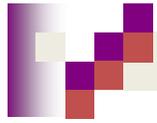
植物プランクトン(定期調査結果)

- 平成25年の定期水質調査では、各地点の優占種はほとんどの月で珪藻類であり、藍藻類が優占種となる月はない。



月	平成25年の月別優占種		
	堰堤上層	中央上層	栗木網場
1月	ステファノディスクスの1種	ステファノディスクスの1種	クリプトモナス
2月	ステファノディスクスの1種	ステファノディスクスの1種	ペリディニウム
3月	ステファノディスクスの1種	ペリディニウム	ステファノディスクスの1種
4月	アステリオネラフォルモサ	アステリオネラフォルモサ	キクロテラ属の1種
5月	アステリオネラフォルモサ	キクロテラ属の1種	キクロテラ属の1種
6月	キクロテラ属の1種	アウラコセイラアンビグア	アウラコセイラアンビグア
7月	キクロテラ属の1種	キクロテラ属の1種	キクロテラ属の1種
8月	ユードリナエレガンス	ユードリナエレガンス	パンドリナモルム
9月	キクロテラ属の1種	キクロテラ属の1種	アウラコセイラアンビグア
10月	クリプトモナス	クリプトモナス	ユードリナエレガンス
11月	キクロテラ属の1種	キクロテラ属の1種	キクロテラ属の1種
12月	クリプトモナス	アウラコセイラグラニューラタ	クリプトモナス

藍藻
珪藻
緑藻
渦鞭毛藻
その他

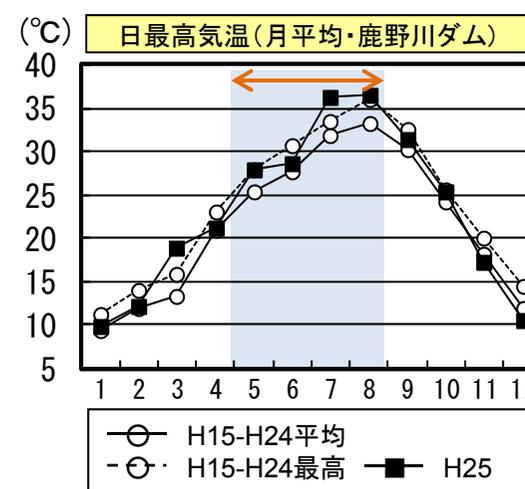
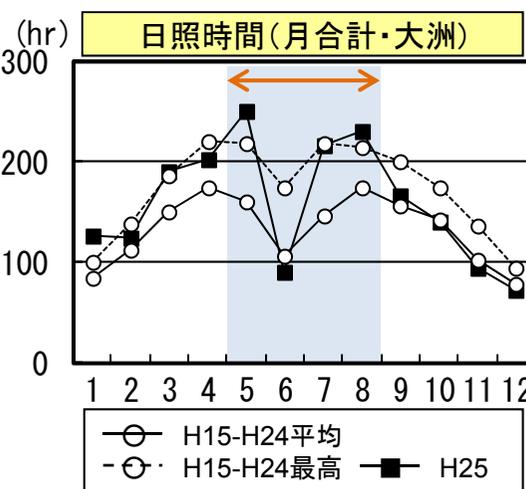
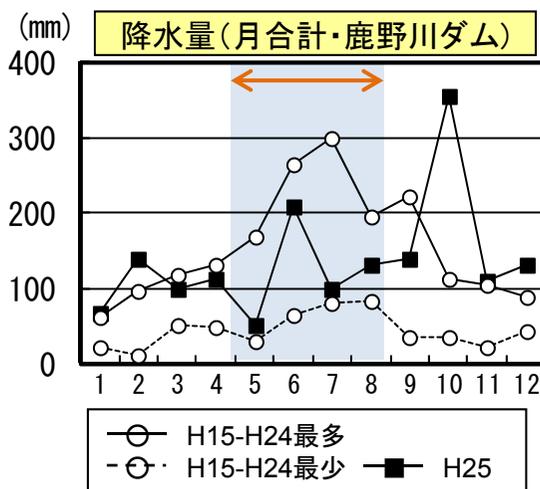
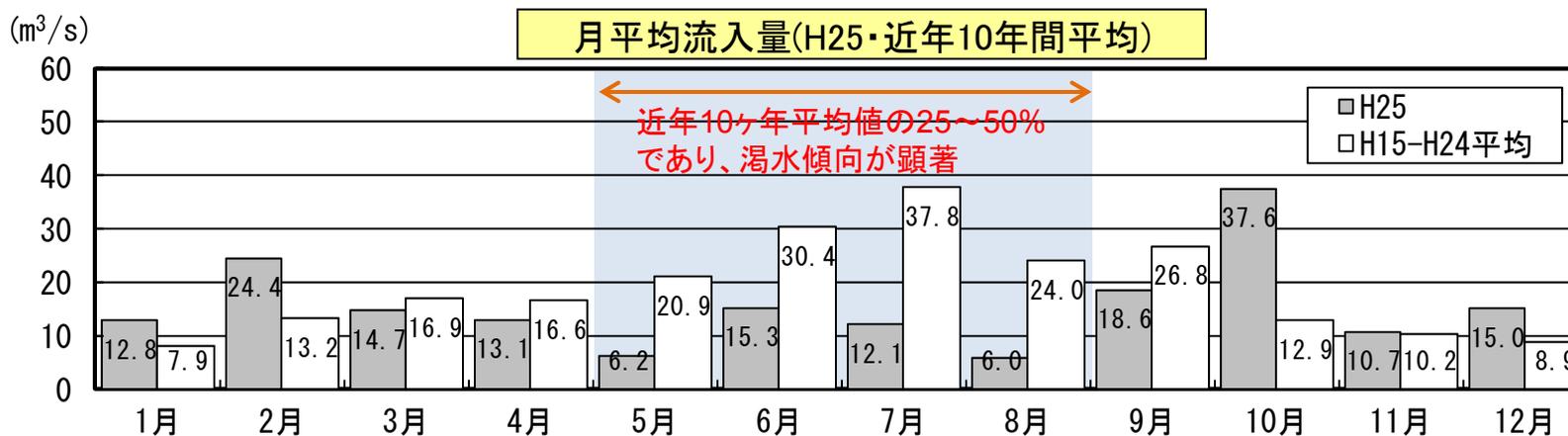


3. 平成25年の曝気循環施設 の効果

3. 平成25年の曝気循環施設の効果

平成25年の気象等の状況①

- 平成25年5～8月の流入量は、近年10ヶ年平均値の25～50%であり、渇水傾向が顕著であった。
- 5月～8月における月間降水量は6月を除き近年10ヶ年の最小程度、日照時間及び日最高气温は近年10ヶ年の最大を超過、もしくは同程度となった。

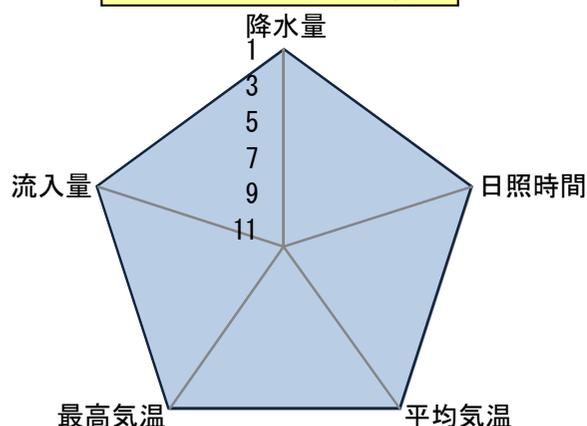


3. 平成25年の曝気循環施設の効果

平成25年の気象等の状況②

- アオコ発生要因と考えられる降水量、気温、日照時間、流入量の5～8月の集計値を近年10ヶ年で順位づけすると、いずれの項目とも平成25年が最もアオコが発生しやすい気象条件となる。

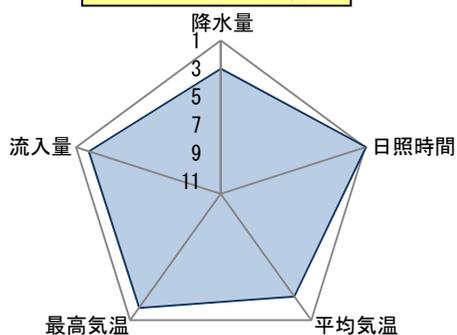
H25(5～8月集計)順位



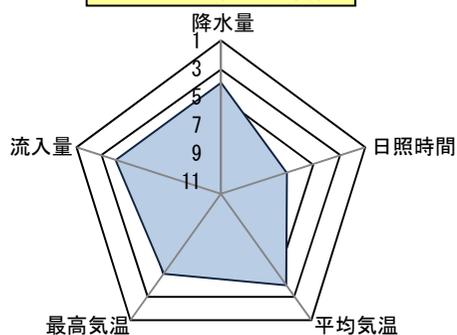
項目別の順に設定

項目	順位	
	1位	11位
降水量	少 ←	→ 多
気温	高 ←	→ 低
日照時間	多 ←	→ 少
流入量	少 ←	→ 多

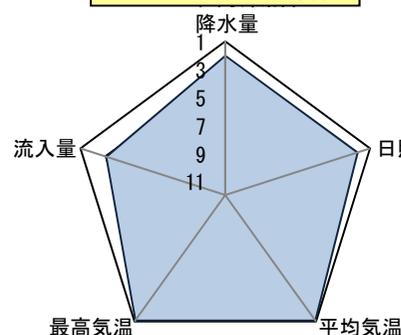
H25(5月集計)順位



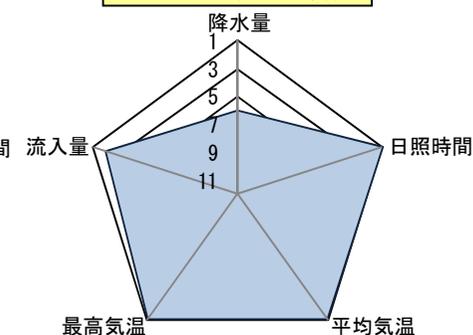
H25(6月集計)順位



H25(7月集計)順位



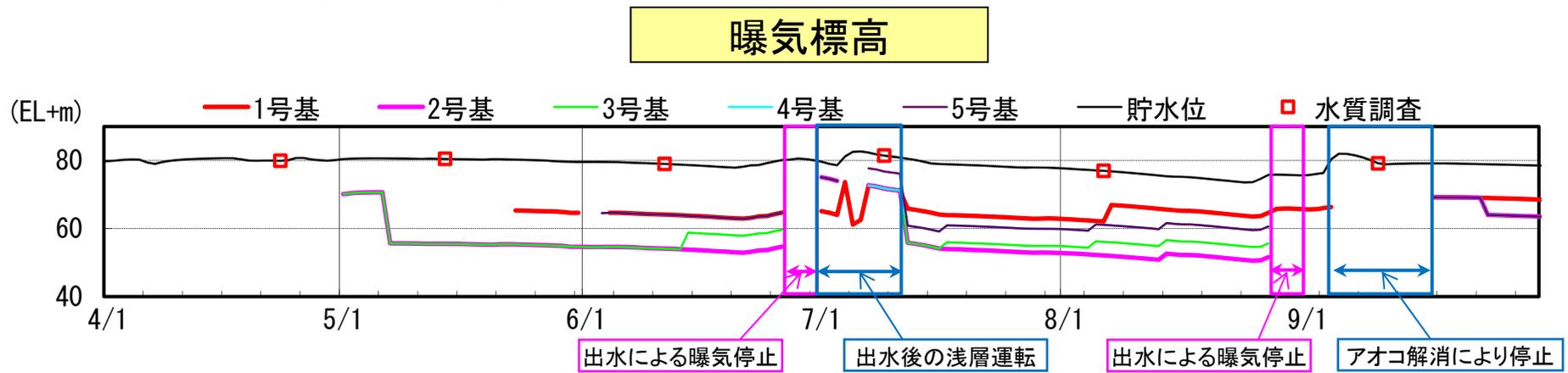
H25(8月集計)順位



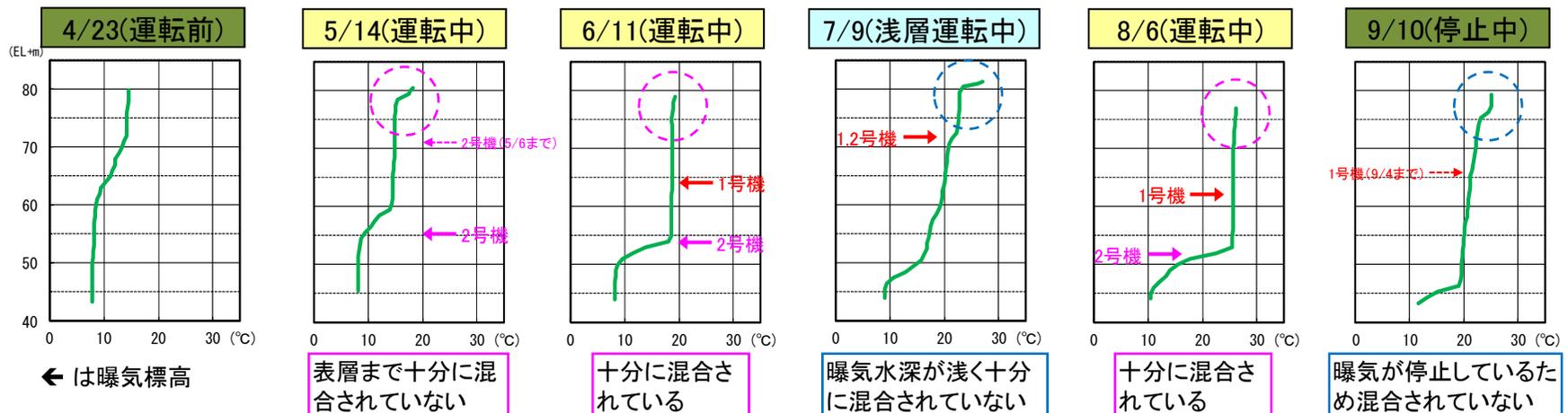
3. 平成25年の曝気循環施設の効果

曝気循環施設による貯水池水温の変化

- 鹿野川湖堰堤では、曝気循環施設の運転期間中は約EL55m以上で水温が混合されている(循環混合層を形成)。
- 一次(表層)躍層は、運転初期(5/14)に残存するが、それ以外の運転期間中は、解消されているのが確認できる。



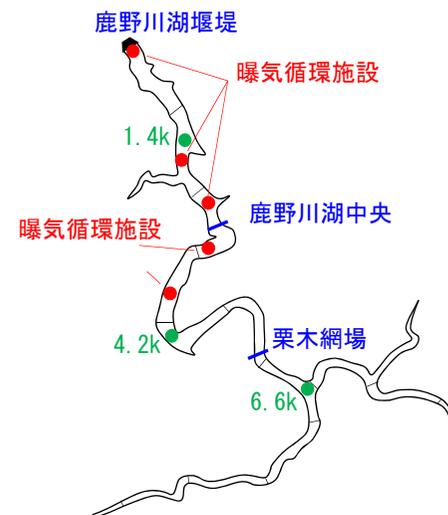
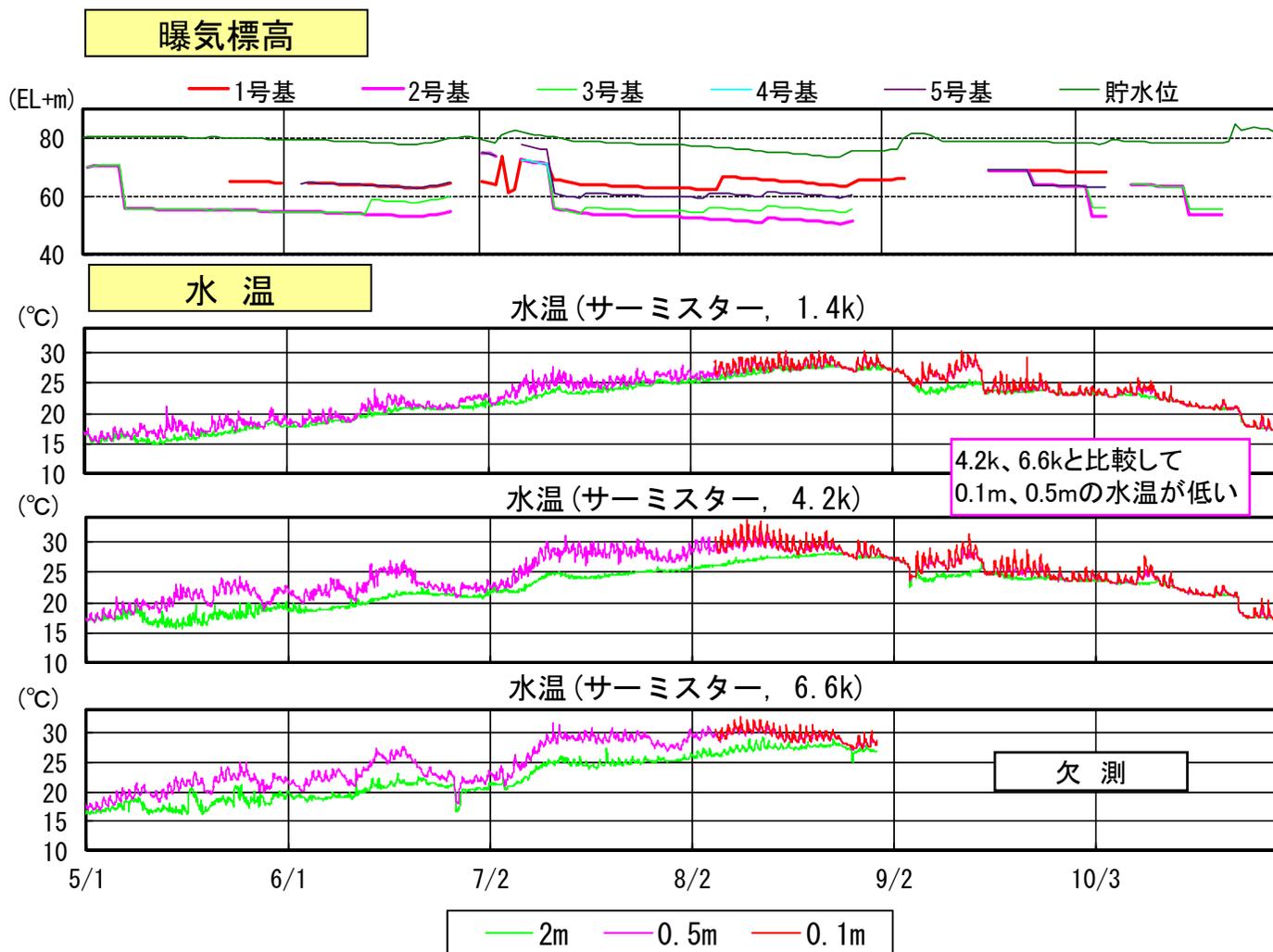
水温鉛直分布(堰堤)



3. 平成25年の曝気循環施設の効果

曝気循環施設による貯水池水温の変化

- サーミスターチェーンによる水温観測結果では、曝気循環施設より上流に位置する4.2k、6.6kに対して、曝気循環施設の近傍に位置する1.4kの表層水温が低くなる傾向がある。
- 曝気循環施設による表層水温の低下効果が確認できる。



3. 平成25年のアオコ発生要因と曝気循環施設の効果

曝気循環施設の効果のまとめ

- 鹿野川湖堰堤では、表層水温差が目標値 2°C 以下を満足し、曝気循環施設による一次躍層の解消効果が確認された。一方、鹿野川湖中央などでは、曝気循環施設による表層水温低減効果が確認できるものの、表層水温差が目標値 2°C を上回る期間があった。
- 平成25年は近年10ヶ年で最もアオコが発生しやすい少雨、高温の気象条件であったため、曝気による表層水温低減効果が確認されたものの、広範囲でアオコが確認された。

【水温】

鹿野川湖堰堤では、曝気循環施設により、表層水温差は目標値 2°C 以下を満足

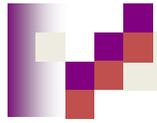
鹿野川湖中央等では、表層水温差 2°C 以下を満足できない期間あり

平成25年は、近年10ヶ年で最もアオコが発生しやすい気象条件

【アオコ発生状況】

7月中旬より貯水池の広範囲でアオコ発生

7月以降、アオコ発生が顕著になり、アオコ抑制を優先し、平成25年の合理的運用試験を中止

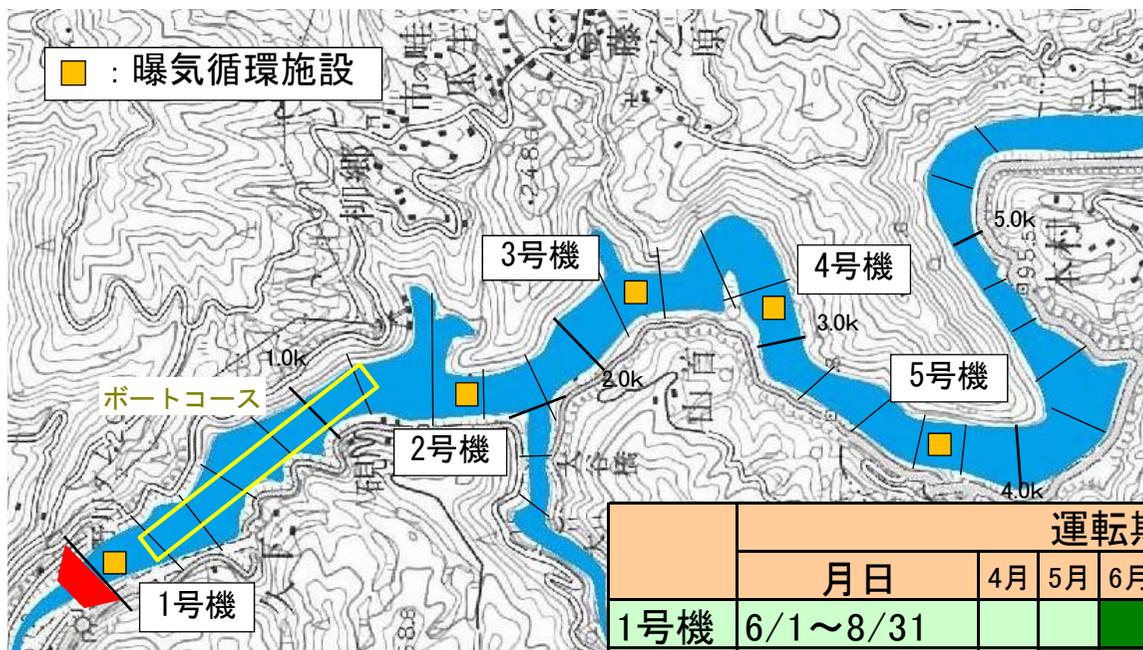


4. 平成26年以降の曝気循環施設の 運用方法

4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

現行操作規則(案) 再掲載

- 5月2機、6～8月5機、9月3機、10月2機稼動し、平常時の曝気水深は、20～30m。
- 吐き出し空気量は、6.4m³/分。
- 出水時はあらかじめ停止する。出水後は、発電取水口上濁度が10度以下になった時点から曝気標高をEL.67mとして運転を再開する。



※本資料に掲載している地図は、国土地理院発行の数値地図50000を使用して作成したものである。

曝気循環施設の位置

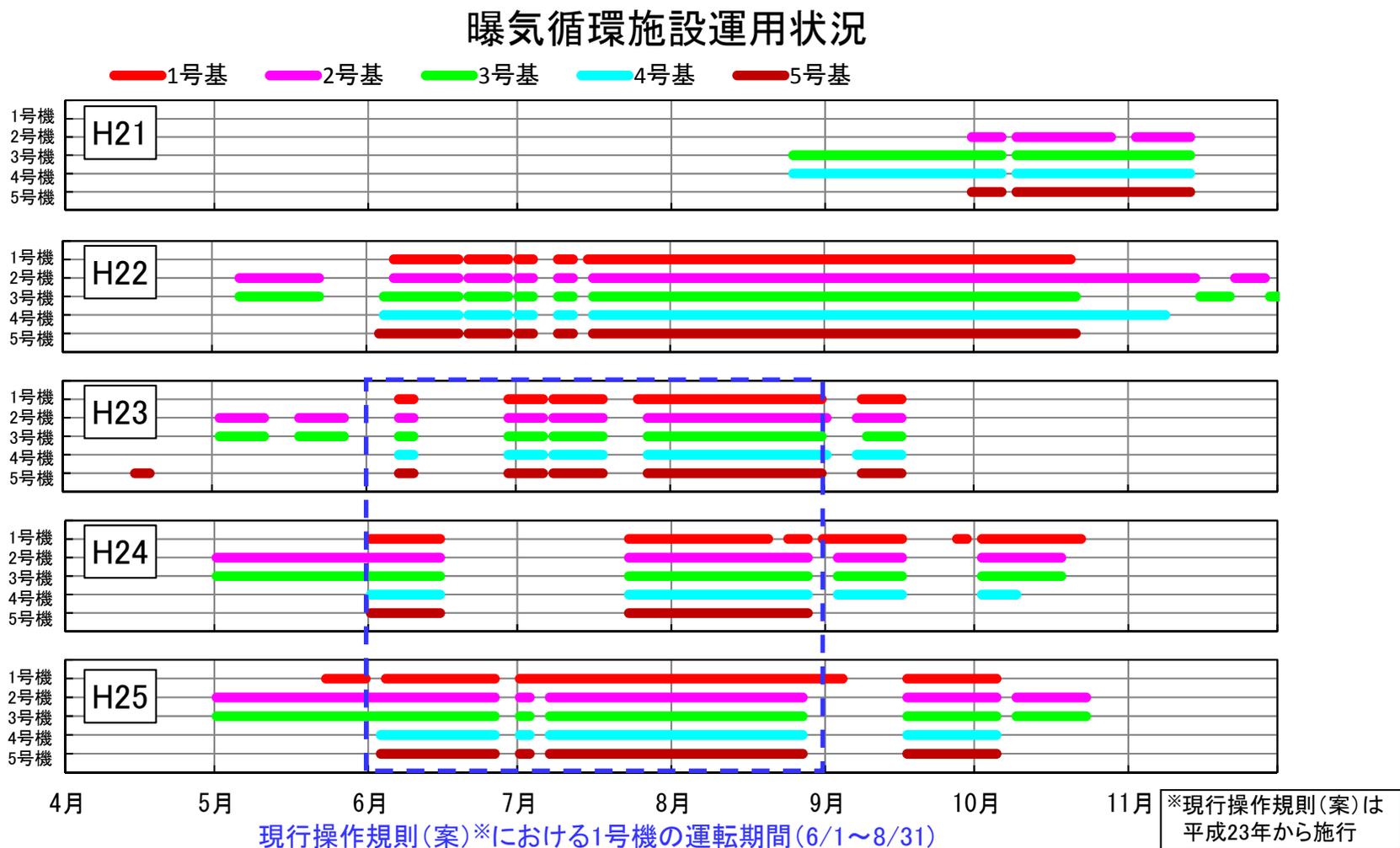
現行操作規則(案)

	運転期間										曝気水深 (目安曝気標高)	
	月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1号機	6/1～8/31											30m(EL.50m以上)
2号機	5/1～10/31											30m(EL.50m以上)
3号機	5/1～10/31											25m(EL.55m以上)
4号機	6/1～9/30											20m(EL.60m以上)
5号機	6/1～8/31											20m(EL.60m以上)

4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

曝気循環施設の運用実績(平成21年～25年)

- 現行操作規則(案)では1号機の運転期間は6月～8月となっている。
- 実績運用では、平成23年、平成24年は6月から運転を開始しているが、平成25年はアオコ発生により5月下旬から運転を開始している。また、運転停止は、9月～10月となっている。

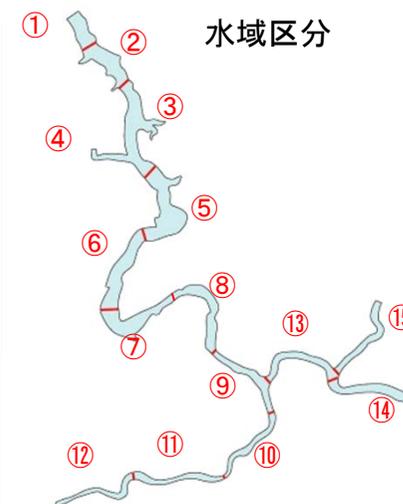
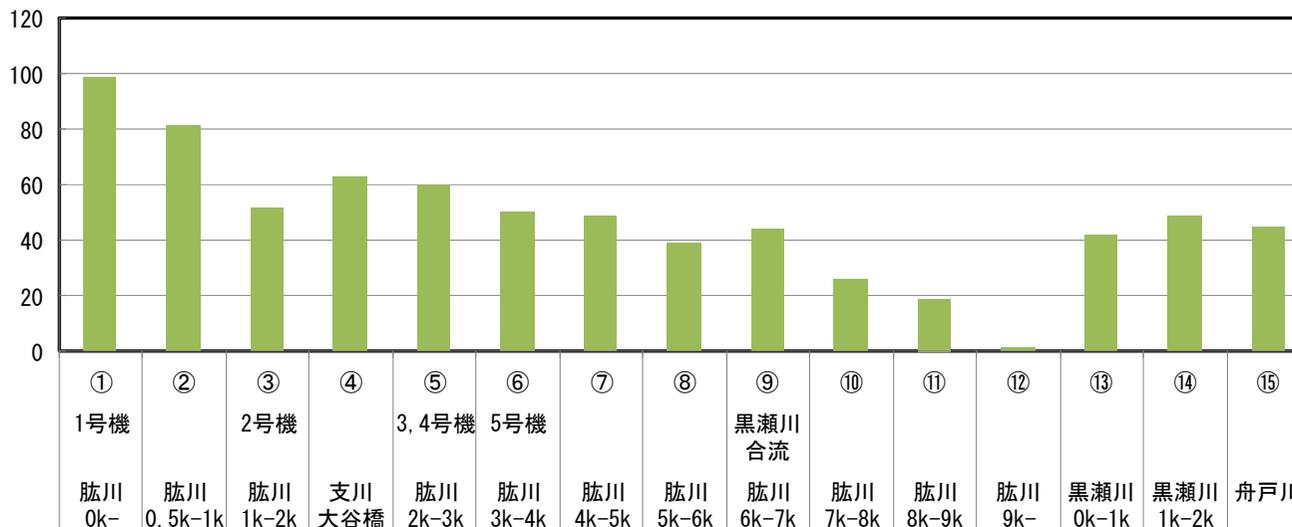


4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

鹿野川ダムのアオコ発生特性(平面分布)

- 鹿野川ダムでは、堰堤付近(①)、船着場(0.5k左岸、②)において、アオコが発生頻度が高いため、堰堤近傍に設置している1号機の運用期間が長くなっている。

(回) 区間別のアオコ発生回数 (H22~H25)



※曝気循環施設の本格運用が開始された平成22年以降において、巡視によりアオコ発生が確認された回数

既往の運用実績、アオコが発生特性(平面分布)を踏まえると、堰堤付近でのアオコ抑制を目的とした運用方法を検討する必要がある。



1号機(堰堤近傍)の運転時期の変更

4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

操作規則(案)の変更

- 1号機の運転期間を5月～10月に延長し、3号機の運転期間を6月～8月に短縮する。

現行操作規則(案)

曝気	運転期間										曝気水深
	月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月		
1号機	6/1～8/31			←→							30m(EL 50m以上)
2号機	5/1～10/31		←→								30m(EL 50m以上)
3号機	5/1～10/31		←→								25m(EL 55m以上)
4号機	6/1～9/30			←→						20m(EL 60m以上)	
5号機	6/1～8/31			←→						20m(EL 60m以上)	



操作規則(変更案)

曝気	運転期間										曝気水深
	月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月		
1号機	5/1～10/31		←→								30m(EL 50m以上)
2号機	5/1～10/31		←→								30m(EL 50m以上)
3号機	6/1～8/31			←→						25m(EL 55m以上)	
4号機	6/1～9/30			←→						20m(EL 60m以上)	
5号機	6/1～8/31			←→						20m(EL 60m以上)	

4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

合理的運用試験の実施

■合理的運用試験の実施 ⇒平成24年の結果

- ・曝気循環施設の効果検証の結果、平成24年に実施した合理的運用試験の結果等を踏まえて、今後の運用(案)を以下のとおりとしている。

- ・アオコ増殖が顕著となる7~8月を除く期間は、月曜日から木曜日までの昼夜間欠運転となる合理的運用を行い、7~8月は合理的運用を行わない(終日運転)。
- ・合理的運用の運転時間は、引き続き効果を検証した上で決定する。

- ・平成24年、合理的運用試験(9時~17時昼夜間欠運転)を実施
⇒水温は8時から上昇し、17時以降も高水温が継続
⇒植物プランクトンは日の出より増殖し始めると推測される。

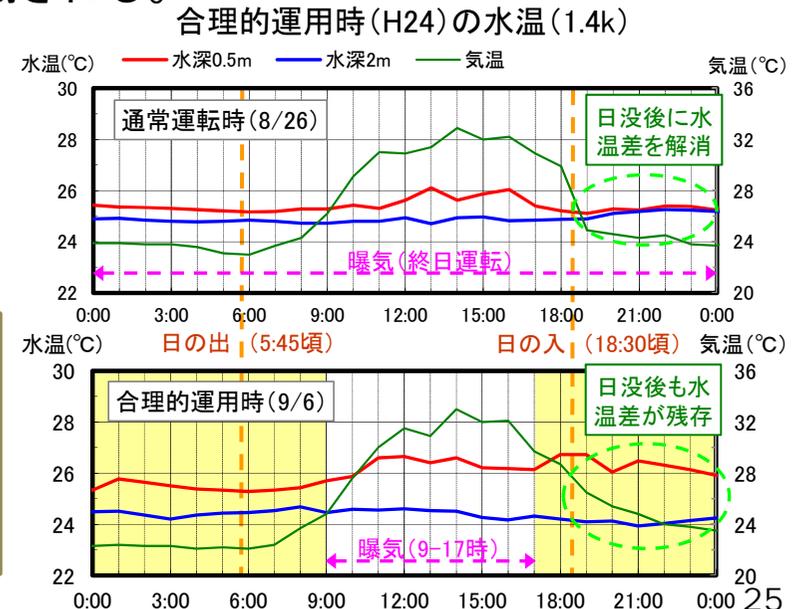
(植物プランクトン増殖特性調査を実施:平成25年)

- ・平成25年は、5月下旬からアオコが発生



水温及び植物プランクトンの時間変化特性を踏まえて、合理的運用の運用方法(運転時間)・導入時期を検討する必要がある。

⇒合理的運用試験を実施(平成26年)



平成26年の合理的運用試験のねらい

- 合理的運用の導入時期検討の基礎資料とするため、実施時期を変えた運用試験を実施し、貯水池水質への影響を把握する。
- 効率的な運用計画策定の基礎資料とするため、運転時間を変えた運用試験を実施し、時間延長による効果を把握する。⇒平成24年からの検討課題

【ねらい①】

実施時期の違いによる影響の把握

水温が比較的低い5,6月における
貯水池水質への影響の把握

水温が高い7, 8月における
貯水池水質への影響の把握

【ねらい②】

運転時間の違いによる影響の把握

9~17時運転(8時間運転)による
貯水池水質への影響の把握

7~19時運転(12時間運転)による
貯水池水質への影響の把握

4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

平成26年の合理的運用試験(案)

- 平成26年は5月、6月に**パターン1**の合理的運用試験、8月に**パターン1**、**パターン2**の合理的運用試験を計画
 - ・ **パターン1**: 9～17時運転(8時間運転)
 - ・ **パターン2**: 7～19時運転(12時間運転)
- 合理的運用試験と合わせて、分布調査、植物プランクトン増殖特性調査を計画

■ 平成26年の合理的運用試験(案)

施設・調査等	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
曝気循環施設		合理的運用試験 2基運転		5基運転		合理的運用試験 (2パターン) 3基運転	予備期間 2基運転	
分布調査		● ●	● ●		● ● ●			
連続観測(サーミスターチェーン)	←—————→							
植物プランクトン増殖特性調査		●	●	●	● ●			

- 5、6月の合理的運用試験(9時～17時運転): 当該時期の合理的運用による効果を確認
- 8月の合理的運用試験: 9時～17時運転に加え、水温上昇時刻(8時)より早く運転を開始する7時～19時運転による効果を確認

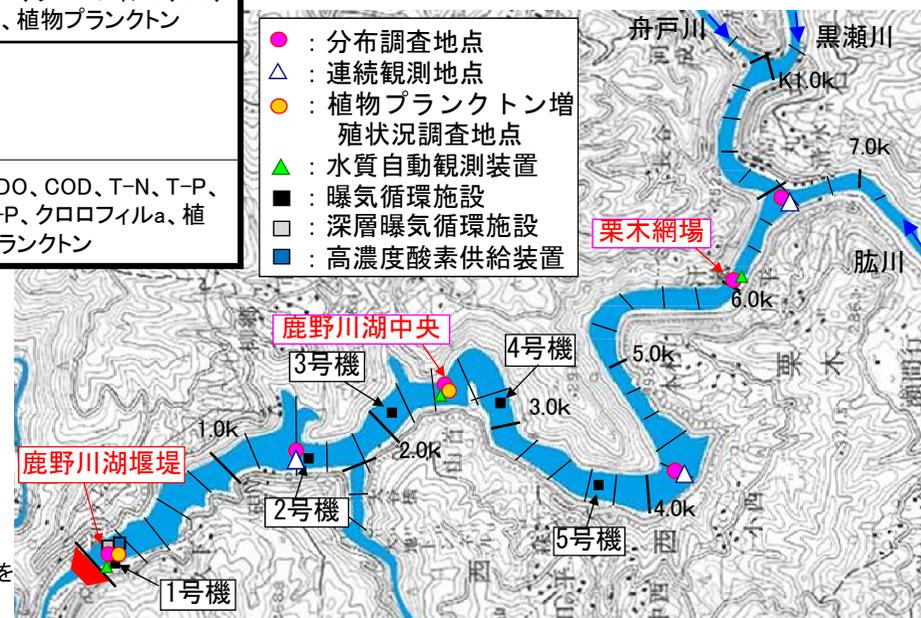
4. 平成26年以降の曝気循環施設の運用方法

合理的運用試験のモニタリング計画(案)

- 合理的運用試験中に、分布調査、連続観測、植物プランクトン増殖状況調査を実施する。

モニタリング(案)

調査名	調査概要	水深等	調査項目
分布調査 (計器観測)	貯水池内複数地点において水温・水質の鉛直分布を計測	多層 0.1m,0.5m,1.0m, 以下湖底まで1m間隔	水温、pH、DO、濁度、電気伝導度、酸化還元電位
分布調査 (採水分析)	貯水池内複数地点において表層水の採水分析	表層 0.5m	pH、COD、T-N、T-P、 PO ₄ -P、クロロフィルa、SS、 濁度、植物プランクトン
連続観測	メモリー式水温計を設置し、水温の連続観測を実施	0層 0.1m,0.5m,1.0m,2.0m, 5.0m,10.0m	水温
植物プランクトン増殖状況調査	アオコが発生している地点(堰堤、中央等)において時間常別の表層水の採水分析	表層 0.5m	pH、DO、COD、T-N、T-P、 PO ₄ -P、クロロフィルa、植物プランクトン



※本資料に掲載している地図は、国土地理院発行の数値地図50000を使用して作成したものである。

モニタリング調査地点(案)