

# 熊野川における濁水長期化軽減対策

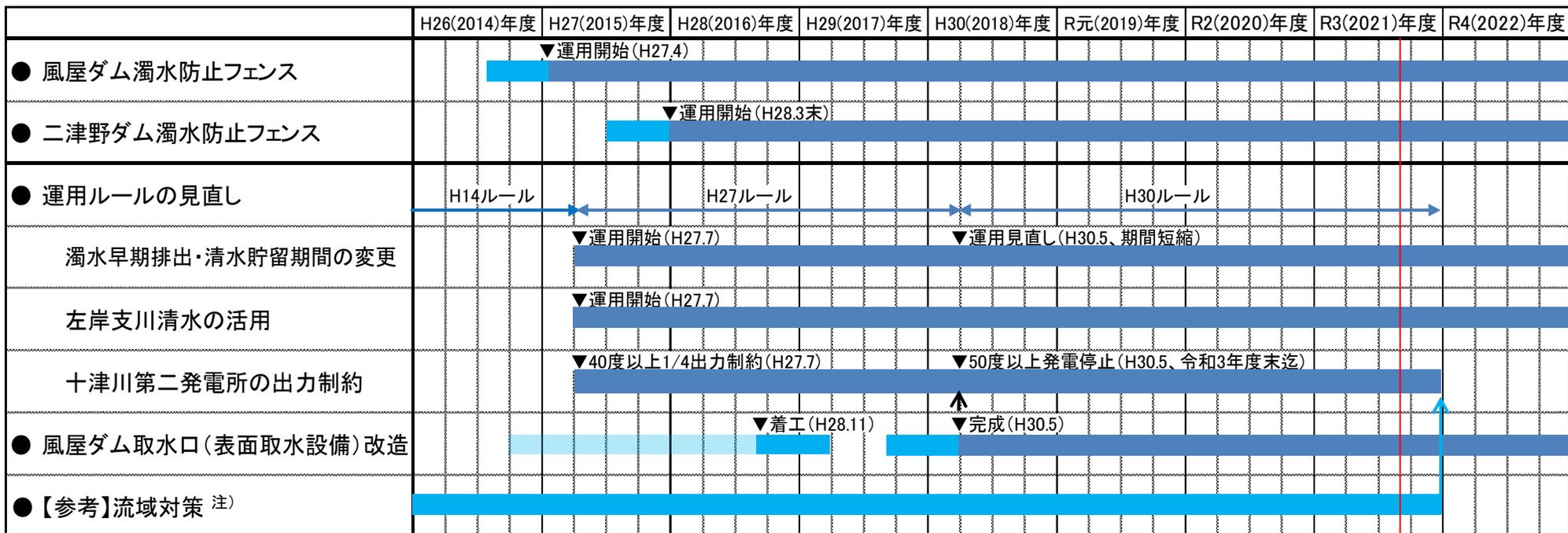
令和3(2021)年12月

電源開発株式会社 西日本支店

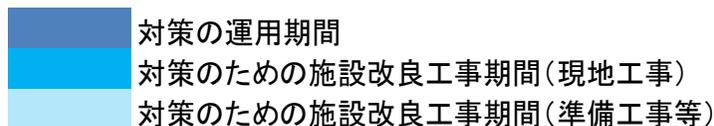
1. 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容
2. 令和3年度の濁水長期化軽減対策の実績および濁度状況
3. 濁水長期化軽減対策の効果
4. 今後の運用について
5. その他(バイパストンネル設置に向けた取組み)

# 1. 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容

## 濁水長期化軽減対策の内容およびスケジュール(当初予定と実績)



※PDCAサイクルを継続的に実施



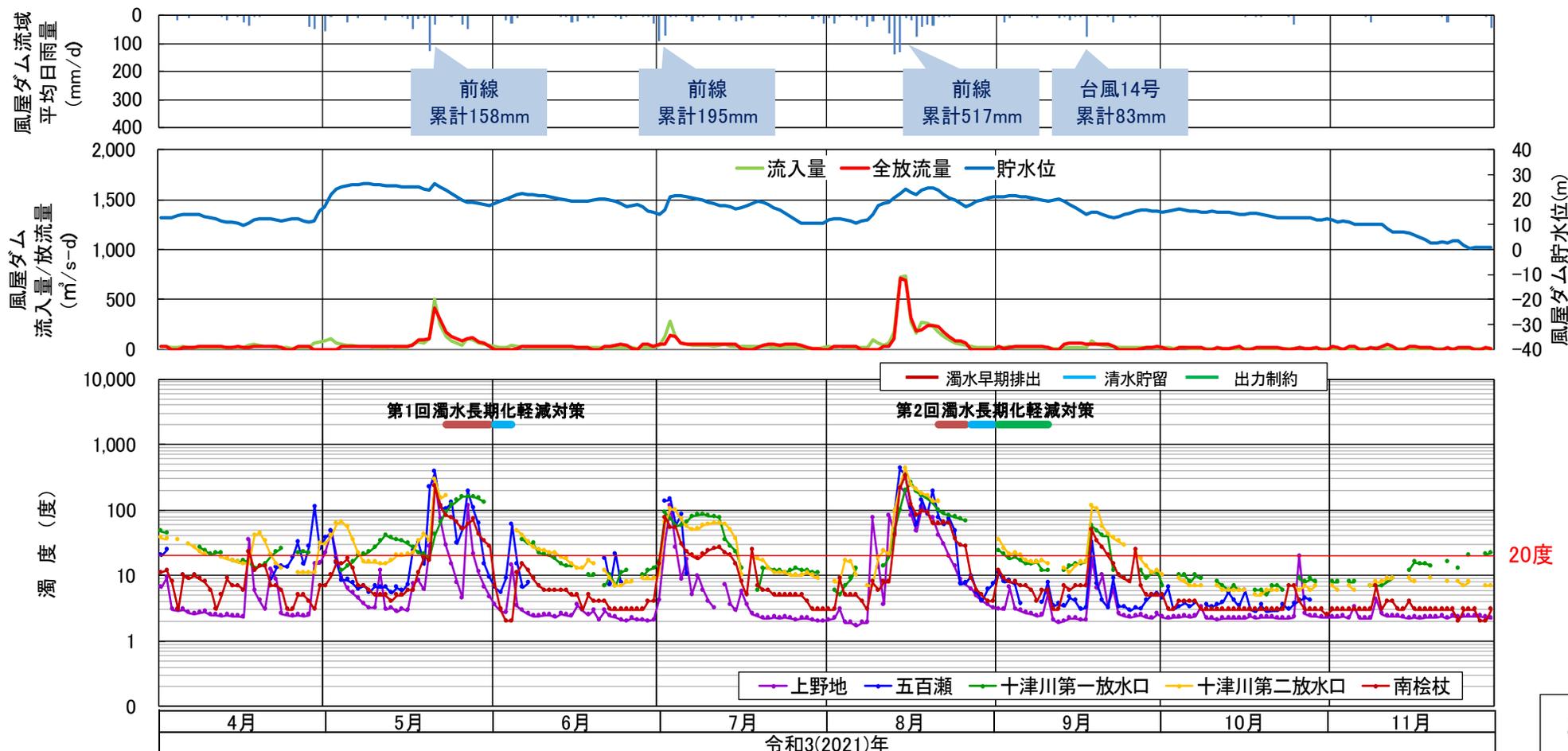
注) 国・県が実施している流域対策については、現状を鑑みて令和4(2022)年度以降も継続して対策を行うとのことである。

※ 濁水長期化軽減対策の具体的な内容はp.19-25を参照。

# 2. 令和3年度の濁水長期化軽減対策の実績および濁度状況

## 濁水長期化軽減対策の実績

- 出水時に濁水長期化軽減対策を2回実施
- 前線および台風の影響で断続的に濁度が上昇
- 出水時を除き、南松杖地点濁度は概ね20度以下



## 2. 令和3年度の濁水長期化軽減対策の実績および濁度状況

### 出水時期における新宮(南桧杖地点)の濁度状況

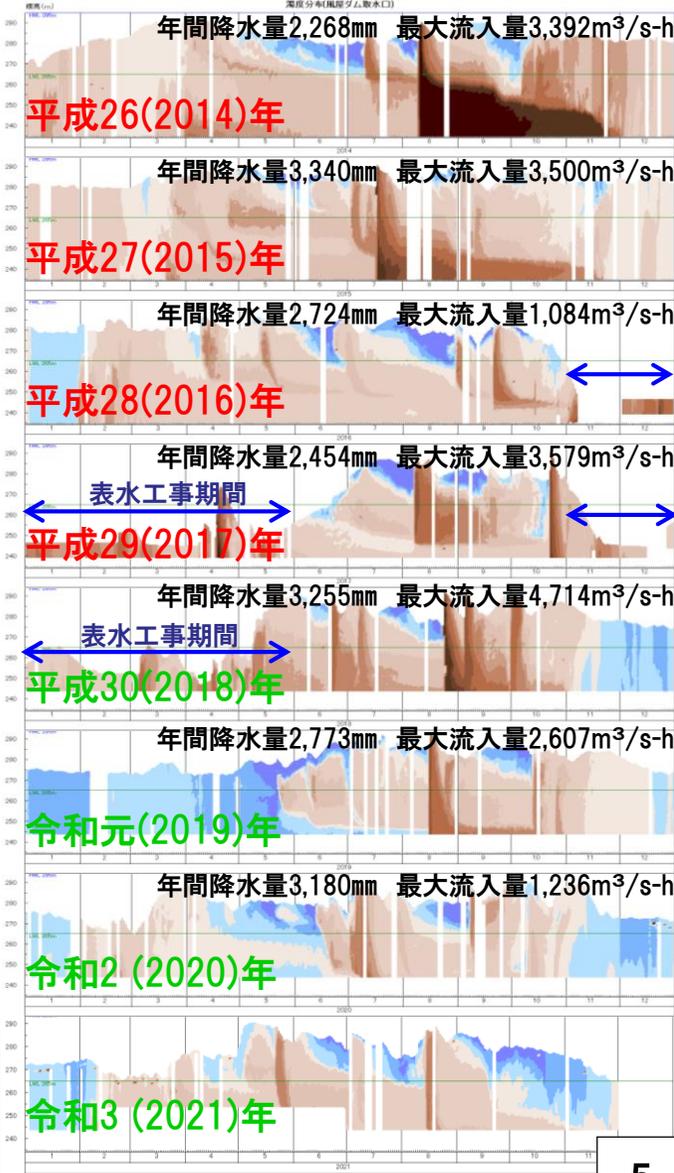
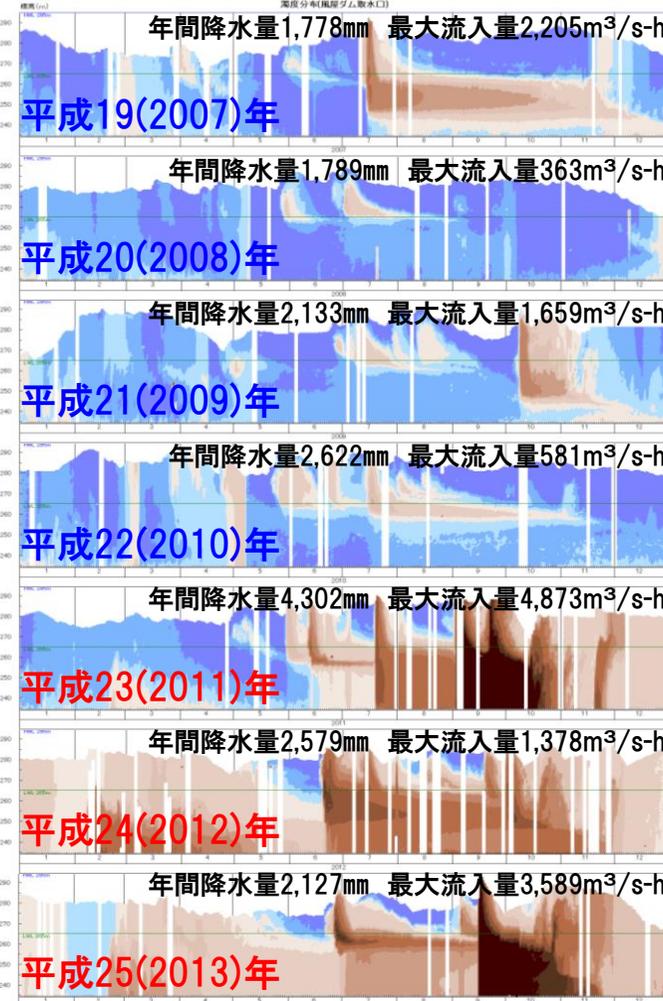
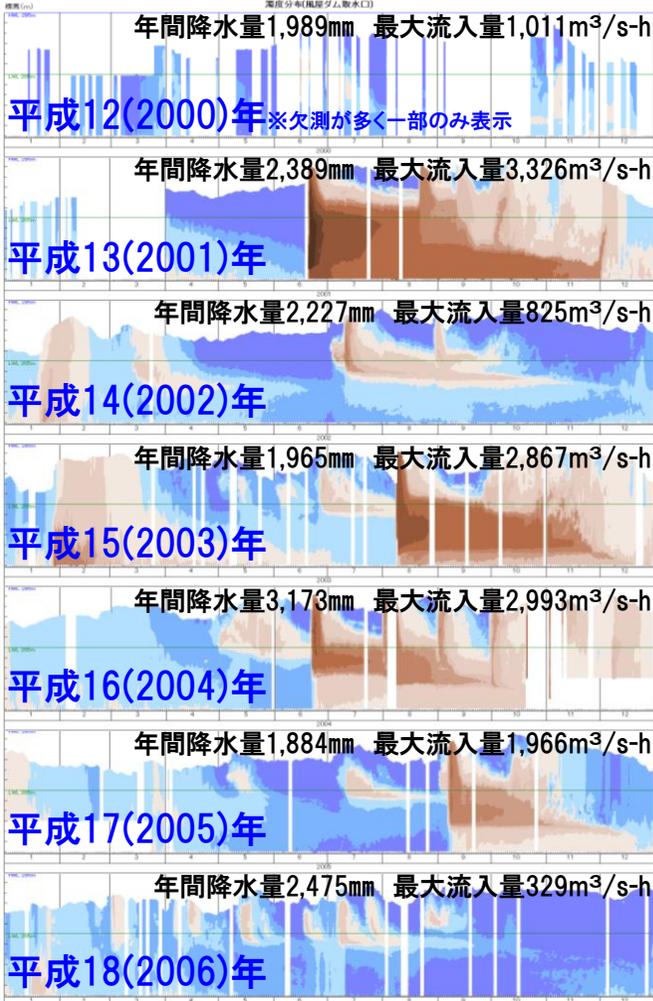
- 対象期間150日(6/1~10/31、欠測日3日除く)のうち、平常時(ゲート放流なし)において十津川第二発電所で発電を実施した日数は96日
- このうち、新宮(南桧杖地点)において濁度20度未満となった日数は93日。濁度20度以上となった3日間は降雨出水による濁度上昇(7/13,14、9/26)

項目		対象日数	新宮(南桧杖地点)濁度			
			10未満	10~20未満	20以上	
ゲート放流あり		35	4	3	28	
ゲート放流なし	発電停止	19	19	0	0	
	発電	フル	計96 [ 62	計93 [ 54	6	2
		1/2				
合計		150	108	11	31	

※6/1~10/31で集計  
「ゲート放流なし」は欠測3日を除く

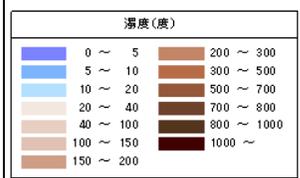
# 3. 濁水長期化軽減対策の効果 (風屋ダム地点濁度①)

## 風屋ダム(取水口)水深別濁度経時変化



・平成23年紀伊半島大水害より前は年間降水量、最大流入量が小さい年が多く、比較的貯水池内の濁度が低いが、出水によっては大水害後と同等に濁度が高くなることもある

・大水害から平成30年表水工事期間までとそれ以降を比較すると、出水規模、回数の違いはあるが、年数の経過とともに貯水池内の濁りが低減している

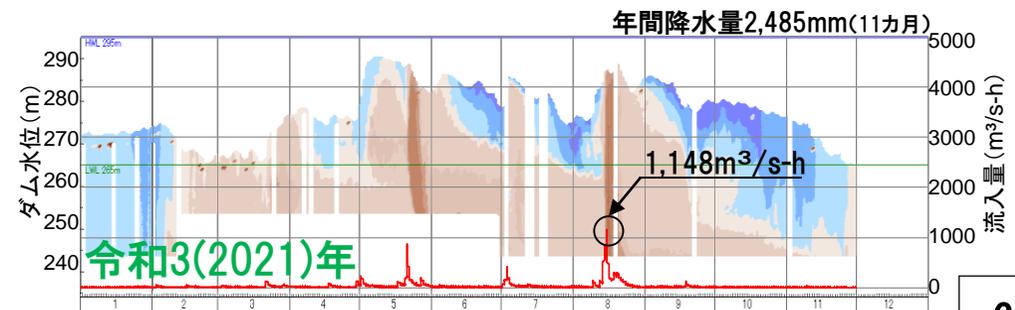
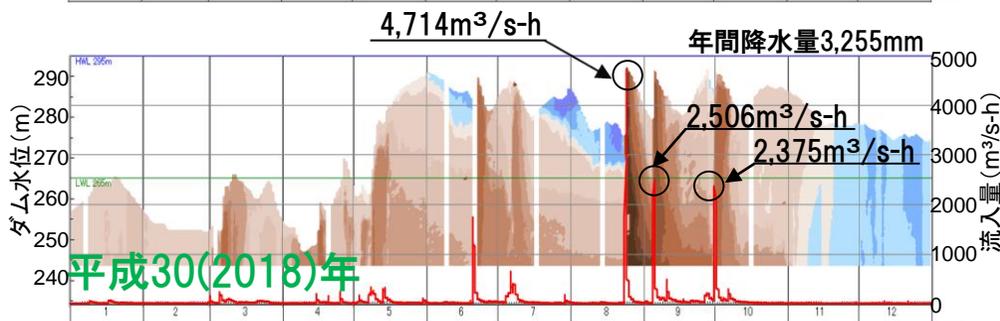
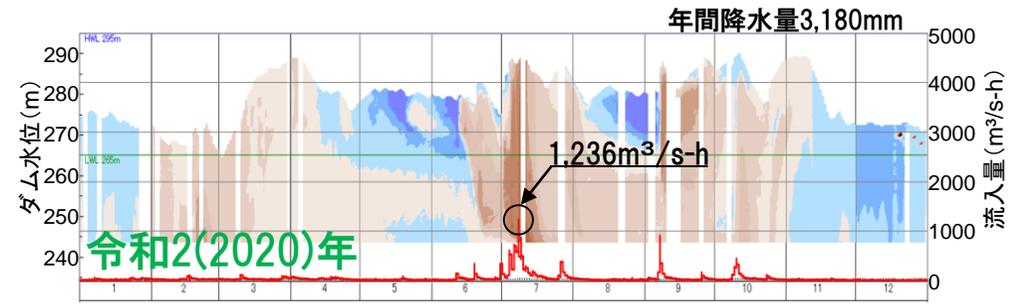
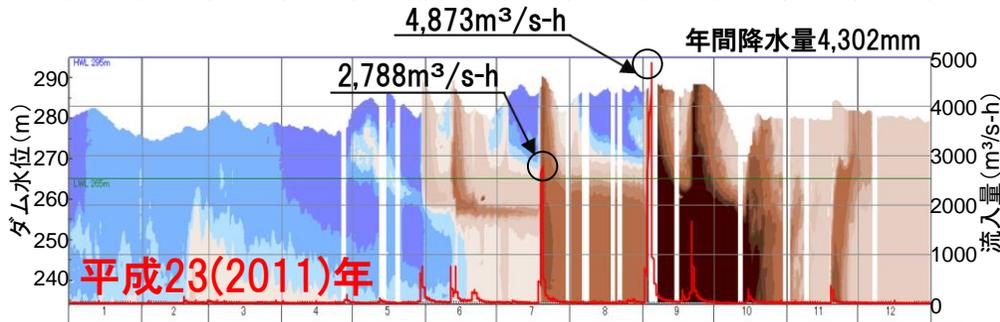
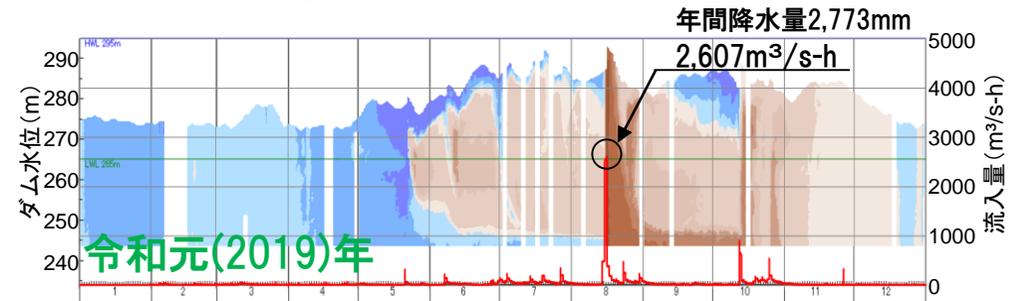
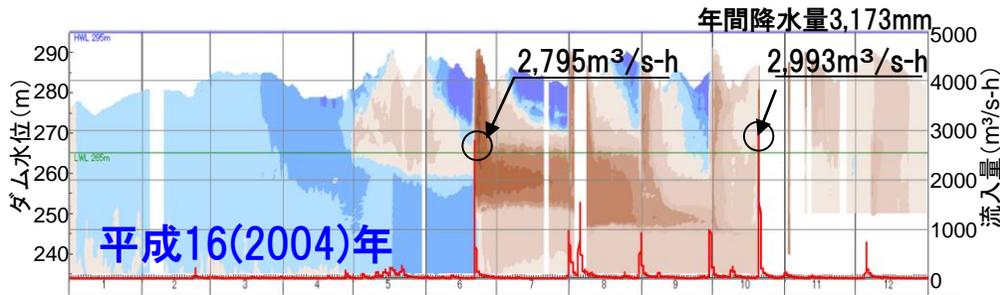
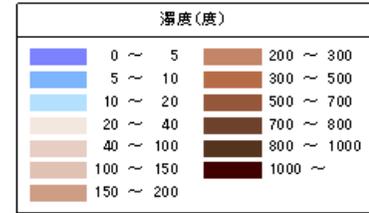


※年間降水量：風屋ダム地点の年間降水量

# 3. 濁水長期化軽減対策の効果 (風屋ダム地点濁度②)

風屋ダム(取水口)水深別濁度の平成23(2011)年前後代表年の比較

- 最近4年と年間降水量、流入量規模が同程度の平成16(2004)年と比較すると、風屋ダム(取水口)濁度は同等の出水規模の場合に流入量ピーク時やその後の減水時に類似の傾向を示し、濁水防止フェンス設置の運用、運用ルールの見直し、風屋ダム取水口(表面取水設備)改造、流域対策等の効果が表れている。

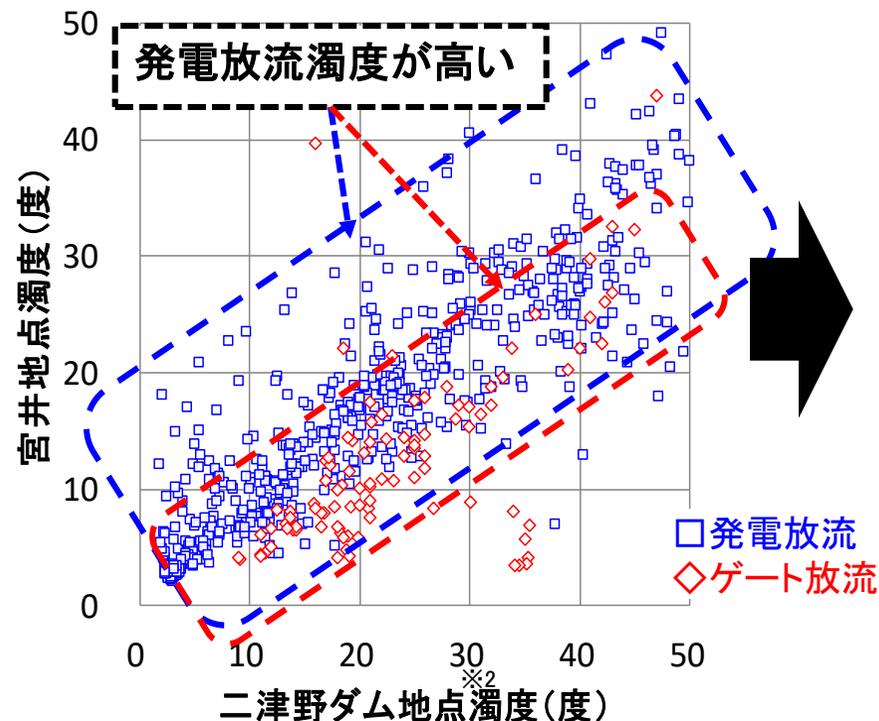


※年間降水量：風屋ダム地点の年間降水量

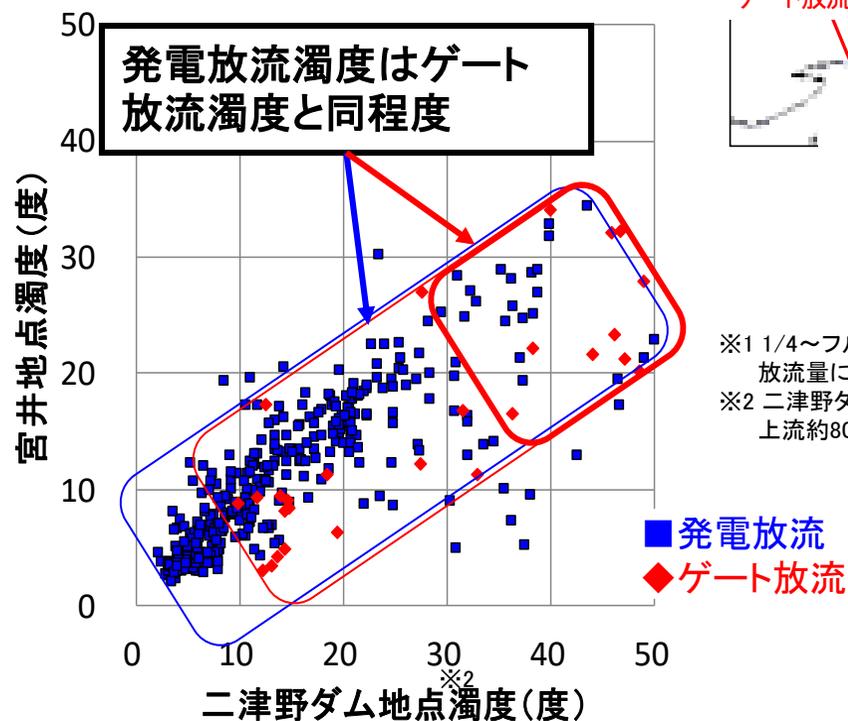
### 3. 濁水長期化軽減対策の効果 (宮井地点濁度)

#### 二津野ダム下流域の濁度状況

風屋ダム取水口(表面取水設備)改造前※1  
(H23(2011)年1月～H30(2018)年4月)



風屋ダム取水口(表面取水設備)改造後※1  
(H30(2018)年5月～R3(2021)年11月)



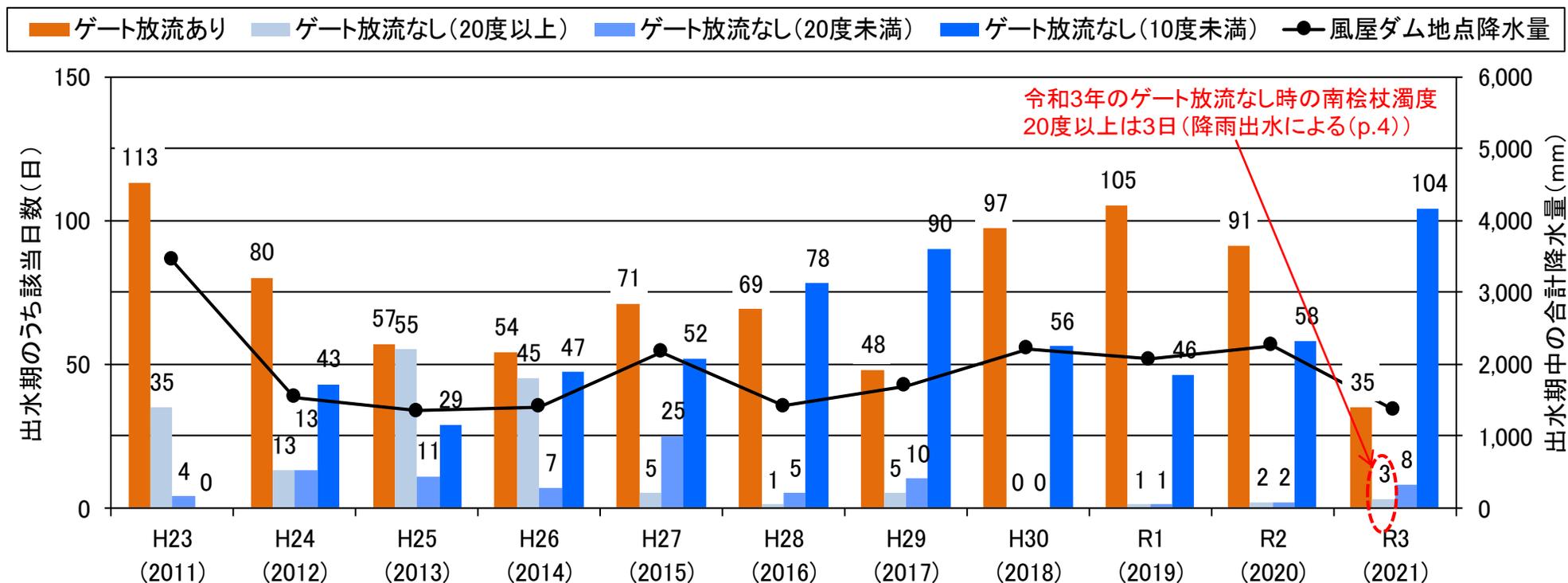
※1 1/4～フル出力に相当する放流量における濁度で比較  
※2 二津野ダム地点濁度はダム上流約80m取水口付近で計測

- 風屋ダム取水口(表面取水設備)改造後、発電放流の濁度は低下している。
- 発電放流とゲート放流の濁度は、二津野ダム地点濁度が約40～50度の範囲内では同程度の傾向。出水時のように濁度が高く流量が多いと河床に濁質分が付着する割合が小さくなり、放流の違いによる下流の濁度差は小さいと考えられる。
- 今後も濁水長期化軽減対策でのデータを収集し効果を検証。

### 3. 濁水長期化軽減対策の効果（南桧杖地点濁度①）

#### 二津野ダム下流域の出水時期における濁度状況

- 令和3年度の出水時期(6/1～10/31)における南桧杖地点の濁度状況について、平常時(ゲート放流なし)の濁度は平成23(2011)年以降と比較し小さい。

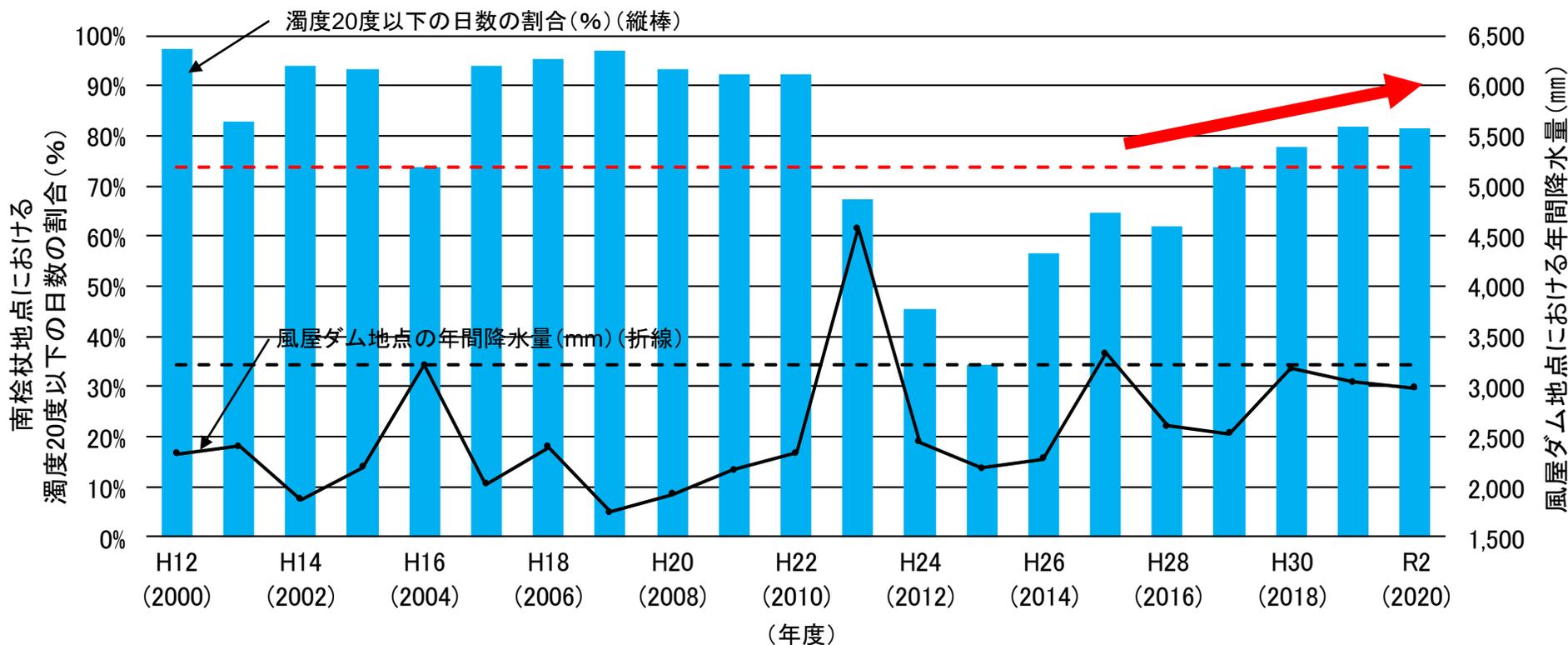


※6/1～10/31で集計  
H23,H24,H25,R3は欠測日を除く

### 3. 濁水長期化軽減対策の効果 (南桧杖地点濁度②)

#### 二津野ダム下流域の濁度状況(南桧杖地点濁度20度以下の日数の割合)

- 風屋ダム取水口(表面取水設備)改造(平成30(2018)年6月)以降、南桧杖地点において濁度20度以下となる日数の割合は増加
- 平成23(2011)年以前で風屋ダム地点の年間降水量が多い平成16(2004)年度と比較し、同程度の年間降水量となった平成30(2018)年度では濁度20度以下となる日数の割合は増加



# 3. 濁水長期化軽減対策の効果 (濁度低減効果の検証①)

## 風屋ダム取水口(表面取水設備)改造による濁度低減効果 (令和3年度の検証はp.26)

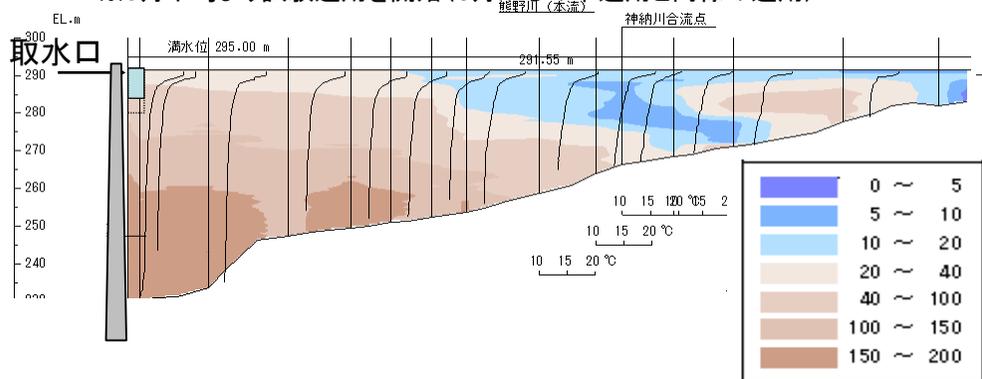
- 改造後に取水範囲の縮小およびゲート移動範囲の拡大による濁度低減効果が確認された

○平成30(2018)年5月下旬の出水後の事例  
十津川第一発電所放水口濁度

- ・発電再開時 : 40度(2018/5/31 9:00)
- ・改造前の推定 : 約70度

⇒効果: 約▲30度

※5月下旬より試験運用を開始(6月からの本運用と同様の運用)

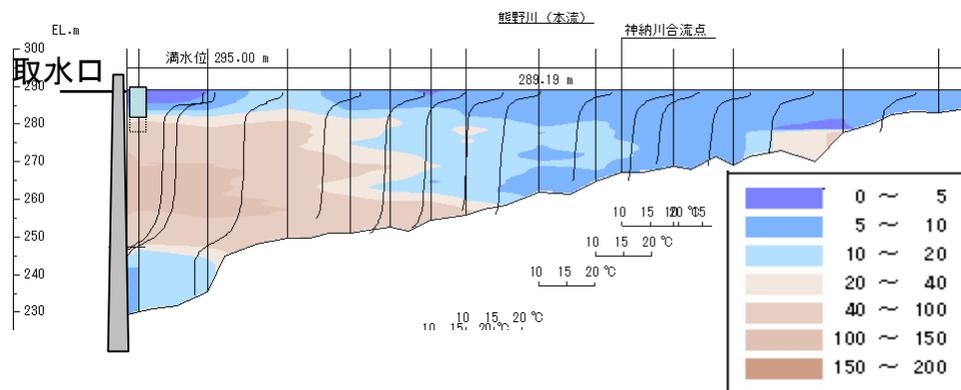


風屋貯水池縦断 濁度分布状況(2018/5/31 9:00)

○令和元(2019)年6月下旬の出水後の事例  
十津川第一発電所放水口濁度

- ・発電再開時 : 17度(2019/6/24 9:00)
- ・改造前の推定 : 約22度

⇒効果: 約▲5度



風屋貯水池縦断 濁度分布状況(2019/6/24 9:00)

※ 濁度分布状況は当該日の濁度実績

※ 濁度低減効果は出水毎の水位・流況・水温等の状況により異なるものと想定

※ 当該評価は貯水池表層へ清水貯留が行われた事例を対象に実施

(水温勾配が小さく濁度が水深方向で一様となる場合は、評価が困難なため未実施)

※ 令和2(2020)年と令和3(2021)年も上記と同様の効果が確認されているが、濁度低減効果が最大の平成30(2018)年5月と濁度低減効果があり運用ルール効果(p.11-12説明)が大きい令和元(2019)年6月の2例を提示



# 3. 濁水長期化軽減対策の効果 (濁度低減効果の検証③)

## 運用ルール変更(濁水早期排出期間短縮)による濁度低減効果

(令和3年度の検証はp.28)

Q: 発電再開を更に2日間待てば、もう少し濁度が低減するか？

A: 清水貯留開始時に清水流入①が始まり、発電再開時には清水が取水口近くに到達する。

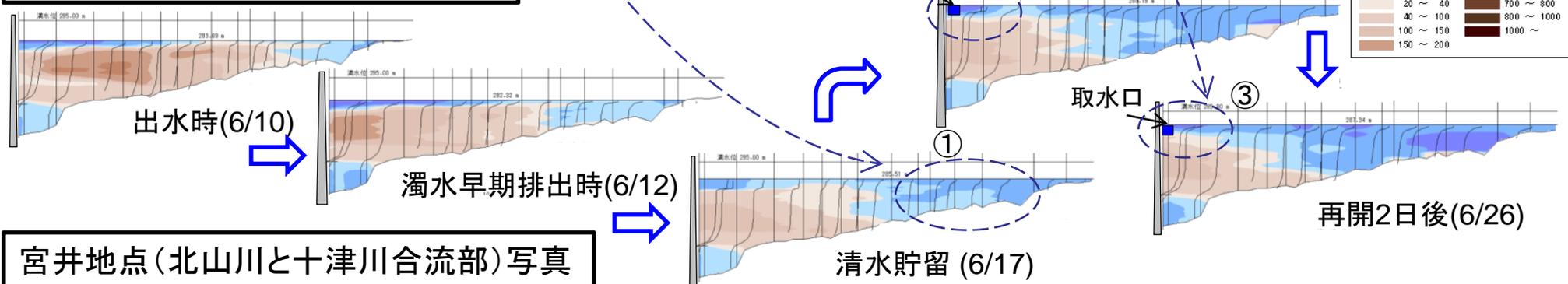
運転再開の2日後も取水口近くの清水状況は変わらない

このため、更に2日待っても発電再開後の濁度は変わらない②③

なお、出水状況によりダム湖内の濁水状況は異なることから、引き続き、モニタリングを行い、濁水早期排出・清水貯留期間は、適切に変更する

風屋貯水池縦断：濁度分布(実績)

(令和元(2019)年6月10日の出水の事例)



宮井地点(北山川と十津川合流部)写真



## 4. 今後の運用について（現時点の評価（まとめ））

### 現時点の評価（まとめ）

- 風屋ダム（取水口）濁度は、平成23年紀伊半島大水害前後で同等の出水規模の場合、流入量ピーク時やその後の減水時に類似の傾向を示しており、濁水防止フェンス設置の運用、運用ルールの見直し、風屋ダム取水口（表面取水設備）改造、流域対策等の効果が表れている。また、ダム下流（南桧杖地点）の濁度は平成30（2018）年度以降、大水害前の水準に概ね回復してきている（p.9）。
- 風屋ダム取水口（表面取水設備）改造後、発電放流とゲート放流の濁度は同程度の傾向であり、宮井地点での濁度に大きな差はみられない（濁度50度以上で十津川第二発電所の運転を停止してもダム放流に振り替えられ下流域の濁度は変わらない）。
- 熊野川の総合的な治水対策協議会（平成30（2018）年6月以降）、熊野川流域対策連合会（同年7月以降）において、濁度50度以上で十津川第二発電所の運転を停止する運用ルールは令和3（2021）年度までとなっている。
- 清水貯留後の発電再開時に濁度50度以上となることを回避するために、流入量100～200m<sup>3</sup>/s程度での濁水早期排出開始や降雨時のやり直しにより、濁水早期排出の頻度が増加することになっている。
- 熊野川は流域が広範囲に及び、上・中・下流で事情が異なるため、土砂排除、流域対策だけでなく、濁水長期化軽減対策に対しても従来からさまざまな意見があり、流域全体の最適化を図る必要がある。

## 4. 今後の運用について（今後の対応(案)）

### 今後の対応(案)

- これまで実施してきた以下の対策については、今後も濁度低減効果が期待できることから変更せず、継続する。
  - 風屋ダム・二津野ダム濁水防止フェンスの運用
  - 濁水早期排出・清水貯留期間の変更(H30ルール)
  - 左岸支川清水の活用
  - 改造した風屋ダム取水口(表面取水設備)の運用
- 濁度50度以上で十津川第二発電所の運転を停止する運用ルールについて、これまでの対策の効果を踏まえ、令和4(2022)年度以降、風屋ダム取水口(表面取水設備)改造や濁水防止フェンス設置の施設改良前の運用である1/2出力運転に戻したいと考えている。
- しかしながら、当初令和3(2021)年度末までの予定であった国・県のダム上流の「流域対策」が完了しておらず今後も継続することを踏まえ、今の当社対策の運用(濁度50度以上で発電所運転停止以外)が、今後の流域対策に関わらず有効であることをデータにより検証し、関係者の合意を得ていく(p.15)。
- 今後も引き続きモニタリングを実施し、対策効果を検証のうえ、更なる改善に努めていく。
- 将来的に濁水長期化軽減・堆砂対策・治水協力・河川環境改善に寄与する「バイパストンネル」を二津野ダムに設置することを計画している(p.16)。

# 4. 今後の運用について (対策の実績と予定(案))

## 濁水長期化軽減対策の実績と予定(案)

● 運用ルールの見直し		H14ルール	H27ルール	H30ルール	変更(案) <sup>※</sup>
出力制約 (十津川第二発電所)	十津川第二発電所 放水口濁度	～平成26(2014)年度	平成27(2015)～ 平成29(2017)年度	平成30(2018)～ 令和3(2021)年度	令和4(2022)年度 <sup>※</sup> 以降～
	～17	フル発電	フル発電	フル発電	フル発電
	17～40	1/2出力運転	1/2出力運転	1/2出力運転	1/2出力運転 <sup>※</sup>
	40～50		1/4出力運転		
	50～			発電停止	
濁水早期排出・清水貯留期間の変更			▼運用開始 H27(2015).7 	▼取水口改造完成に伴い見直し 	
左岸支川清水の活用			▼運用開始H27(2015).7 		
● 風屋ダム濁水防止フェンス			▼運用開始H27(2015.4) 		
● 二津野ダム濁水防止フェンス			▼運用開始H28(2016).3末 		
● 風屋ダム取水口(表面取水設備)改造				▼完成H30(2018).5 	

※関係者の合意を得た後に実施。

● 出力制約の実施条件に合致する場合でも、降雨出水対応、緊急発電対応等の以下事項を優先せざるを得ない場合がある。

- 降雨出水対応(洪水被害軽減対策のための水位確保を含む)
- 需給逼迫時・事故時(電力需要の急増、大規模発電所の事故等)の緊急発電
- 風屋ダム・二津野ダムの水位制約
- 地元行事・舟運等のための発電または発電停止
- 3月～11月の土日祝の十津川第二発電所発電停止のための空き容量確保
- 発電再開時の水路内残留水の放流対応
- 発電機停止作業後の試運転 等

# 5. その他（バイパストンネル設置に向けた取組み）（計画概要(案)）

## バイパストンネル計画概要(案)

※現在計画中であり、変更する可能性有り

目的・期待される効果:

- ①濁水長期化軽減
- ②堆砂対策
- ③治水協力※1

※1:放流量が増加することによる治水効果は出水毎に異なることから、効果が限定的となる可能性がある。

- ④河川環境改善

概要:

- ・出水中に流入する濁水および土砂を通過させる。  
（①濁水長期化軽減、②堆砂対策）  
（長期的に、堆砂量減少により貯水池の空き容量が増大し、治水協力の効果が増す。）
- ・出水時の運用水位を更に低下することができるため、貯留量が増加し、ダム放流量の減少が可能となる。（③治水協力※1）
- ・流砂系の総合土砂管理の観点から、下流への土砂供給により河川環境が改善される。  
（④河川環境改善）





## 5. その他（バイパストンネル設置に向けた取組み）（土砂還元(置土)②）

### ◆二津野ダム下流の環境モニタリング(現況調査・土砂還元影響調査)

- ✓ 土砂還元(置土)に関する影響を評価するため調査を開始・継続
- ✓ 調査範囲は、二津野ダムから北山川合流点までを基本とし、一部調査は土砂還元の影響範囲を確認するために河口付近まで実施
- ✓ 調査対象は、河床(粒度・形状)、水質、付着藻類、底生動物、魚類等



河床の粒度調査イメージ

### ◆二津野ダム下流の土砂還元(置土):調整中

- ✓ 土砂還元(置土)の位置は二津野ダム下流(奈良県内)で計画中
- ✓ 土砂還元(置土)の方法は環境モニタリング結果・学識者意見及び関係機関との連携を踏まえ、順応的かつ段階的な実施に向け調整中



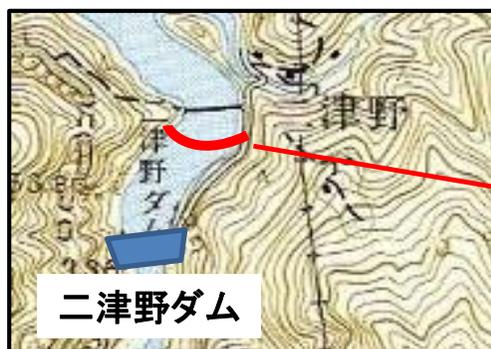
魚類調査イメージ



底生動物調査イメージ

# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (濁水防止フェンス①)

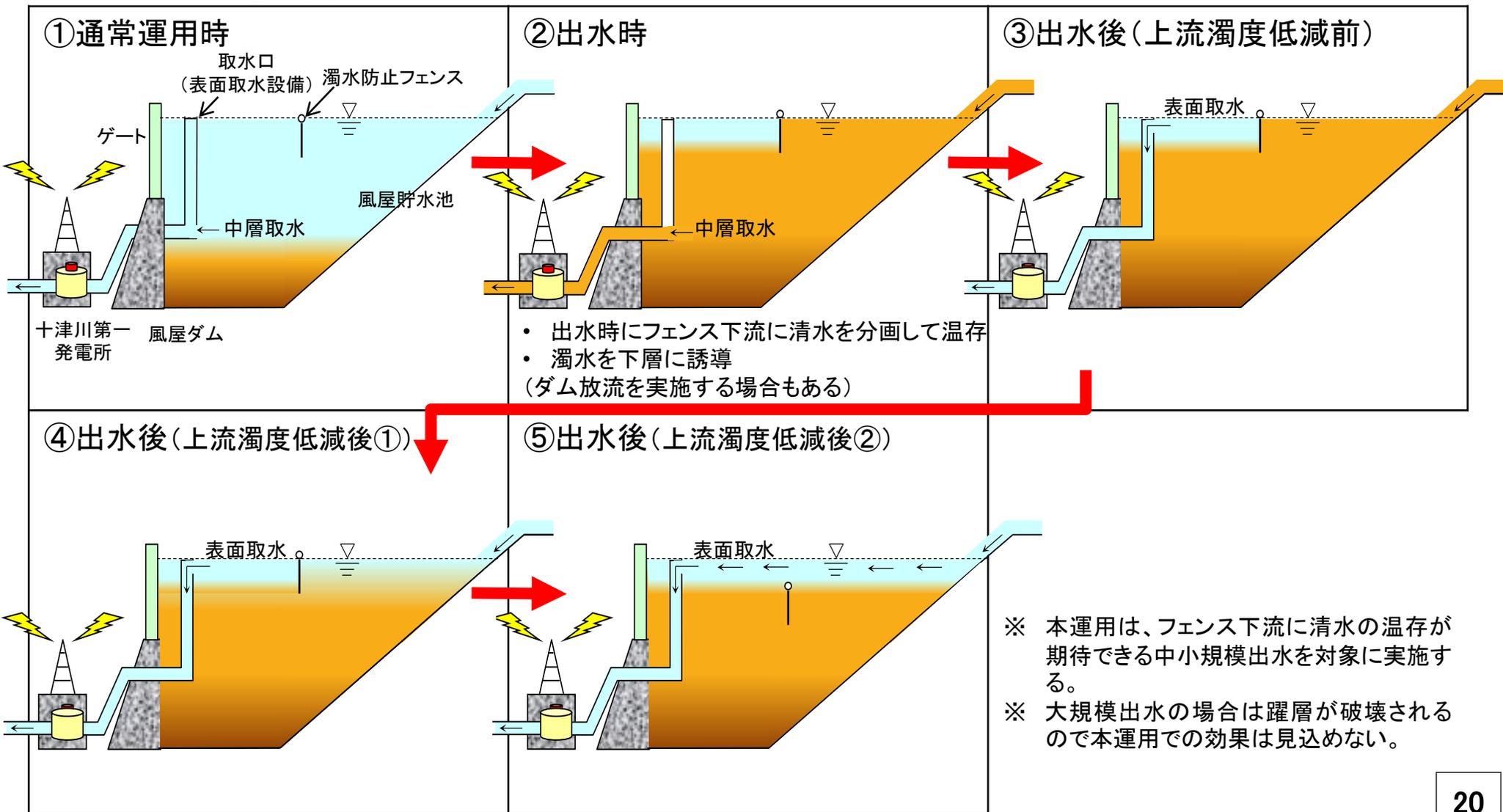
## 濁水防止フェンスの設置



# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (濁水防止フェンス②)

## 濁水防止フェンスの設置

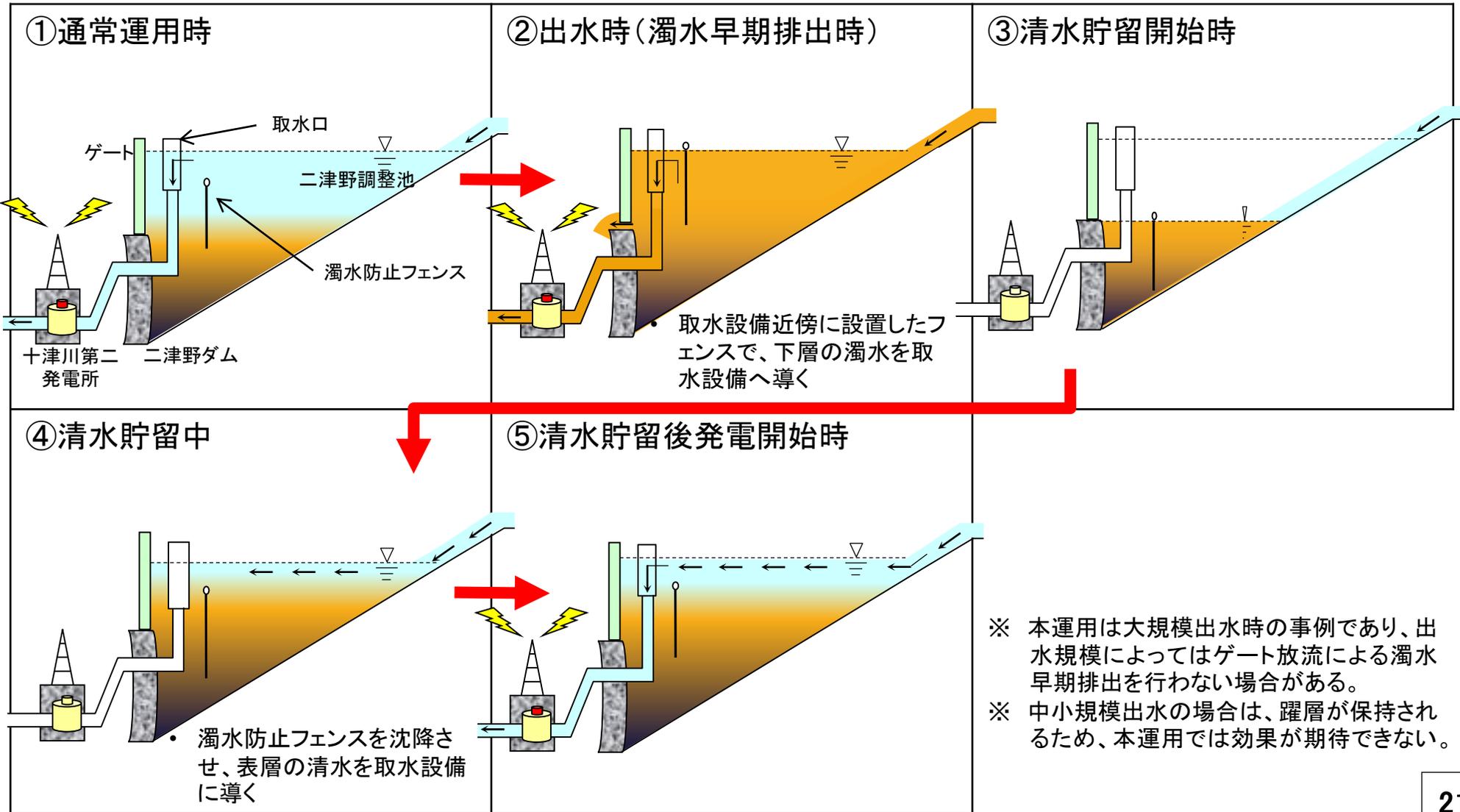
### 風屋ダム濁水防止フェンスの運用例



# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (濁水防止フェンス③)

## 濁水防止フェンスの設置

### 二津野ダム濁水防止フェンスの運用例

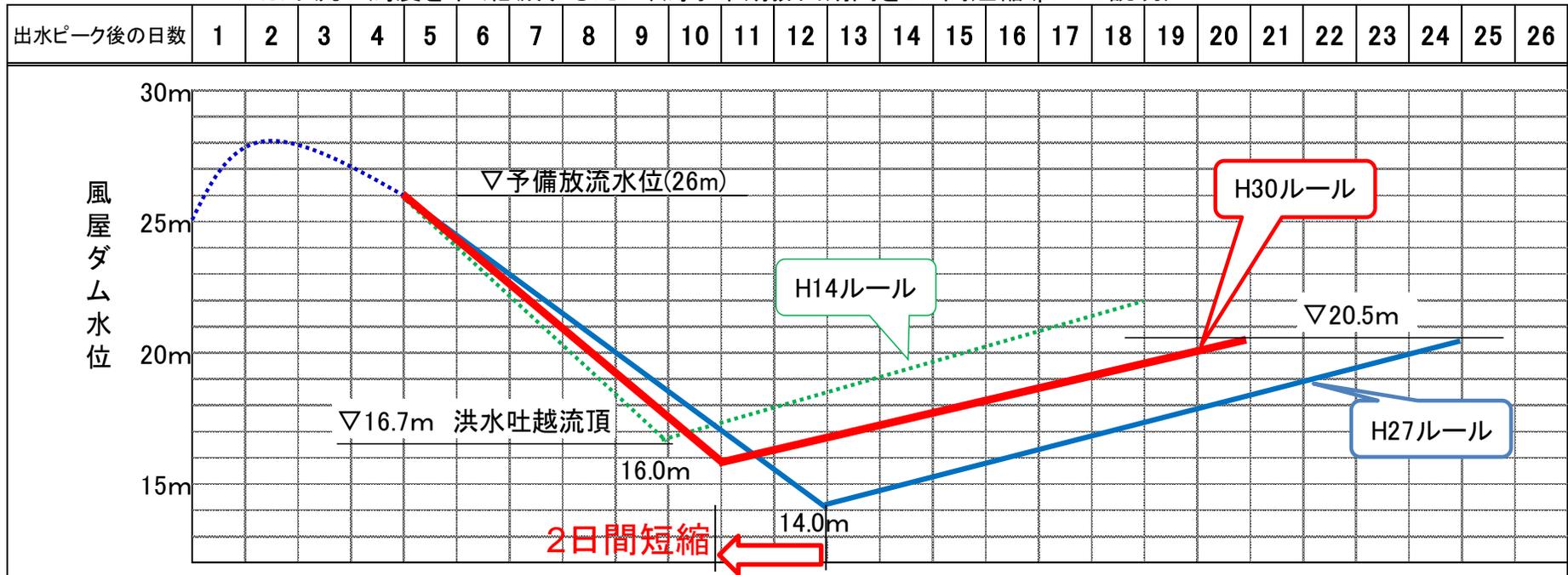


# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (運用ルール見直し①)

## 運用ルールの見直し

濁水早期排出・清水貯留期間の見直し(風屋ダム)

- ✓ H27ルール 平成23年台風12号出水後(~H26)の風屋ダムへの濁質増加(期間・量)に伴い、濁水早期排出を約5日から約8日に延長
- ✓ H30ルール 平成27~29年の風屋ダムへの濁質減少(期間・量)および風屋ダム取水口(表面取水設備)改造に伴い、濁水早期排出・清水貯留期間をそれぞれ2日間短縮  
※下流の濁度を早く低減するため、濁水早期排出期間を2日間短縮(p.11で説明)



運用ルール	出水期間	濁水早期排出 (約)	発電停止及び清水貯留 (約)	通常運用 (表面取水)
H14ルール		濁水早期排出 (約5日間)	発電停止及び清水貯留 (約9日間)	通常運用 (表面取水)
H27ルール		濁水早期排出 (約8日間)	発電停止及び清水貯留 (約12日間)	通常運用 (表面取水)
H30ルール		濁水早期排出 (約6日間)	発電停止及び清水貯留 (約10日間)	通常運用 (表面取水)

※濁水早期排出・清水貯留期間は、濁水状況に応じて適切に変更

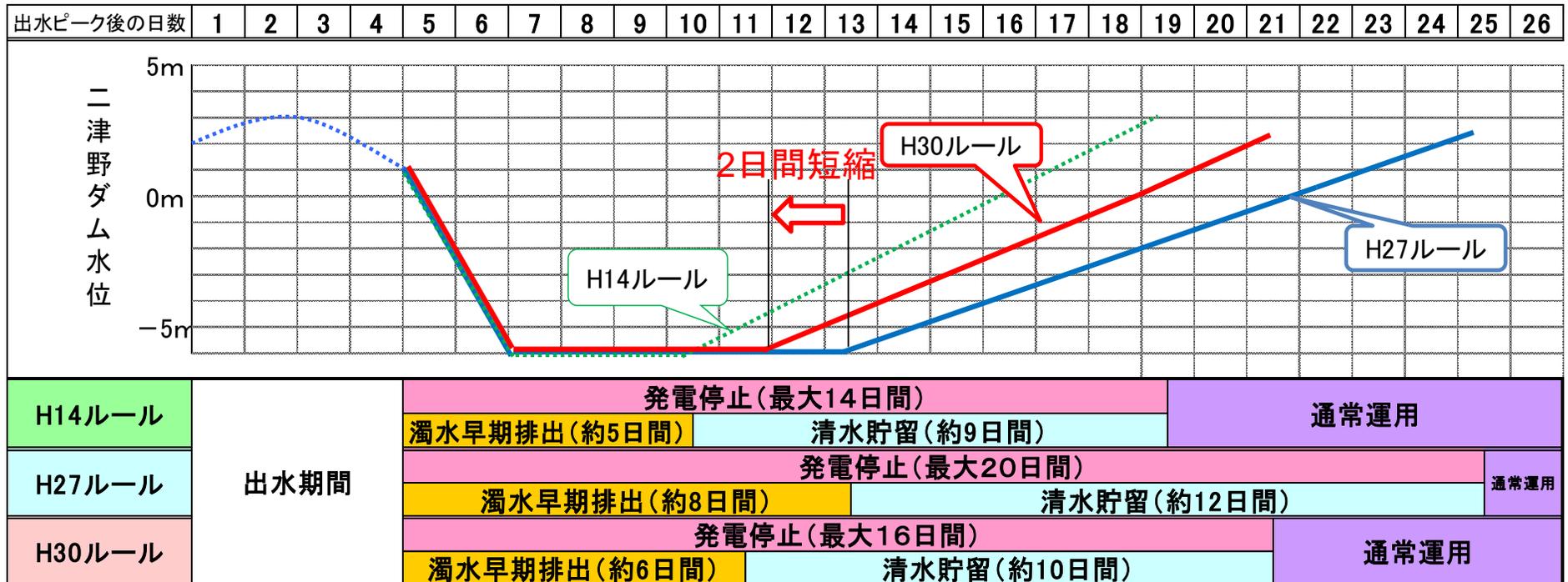
# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (運用ルール見直し②)

## 運用ルールの見直し

濁水早期排出・清水貯留期間の見直し(二津野ダム)

- ✓ H27ルール 風屋ダム濁水早期排出期間の延長を含む二津野ダムへの濁質増加(期間・量)に伴い、濁水早期排出を約5日から約8日に延長
- ✓ H30ルール 平成27~29年の風屋ダムの濁水早期排出期間短縮を含む二津野ダムへの濁質減少(期間・量)および風屋ダム取水口(表面取水設備)改造に伴い濁水早期排出・清水貯留期間をそれぞれ2日間短縮

※下流の濁度を早く低減するため、濁水早期排出期間を2日間短縮(p.11で説明)



※濁水早期排出・清水貯留期間は、濁水状況に応じて適切に変更

(二津野ダム清水貯留は上流からの濁水早期排出状況を考慮して風屋ダムより数時間遅れて開始)

# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (運用ルール見直し③)

## 運用ルールの見直し

### 左岸支川清水の活用

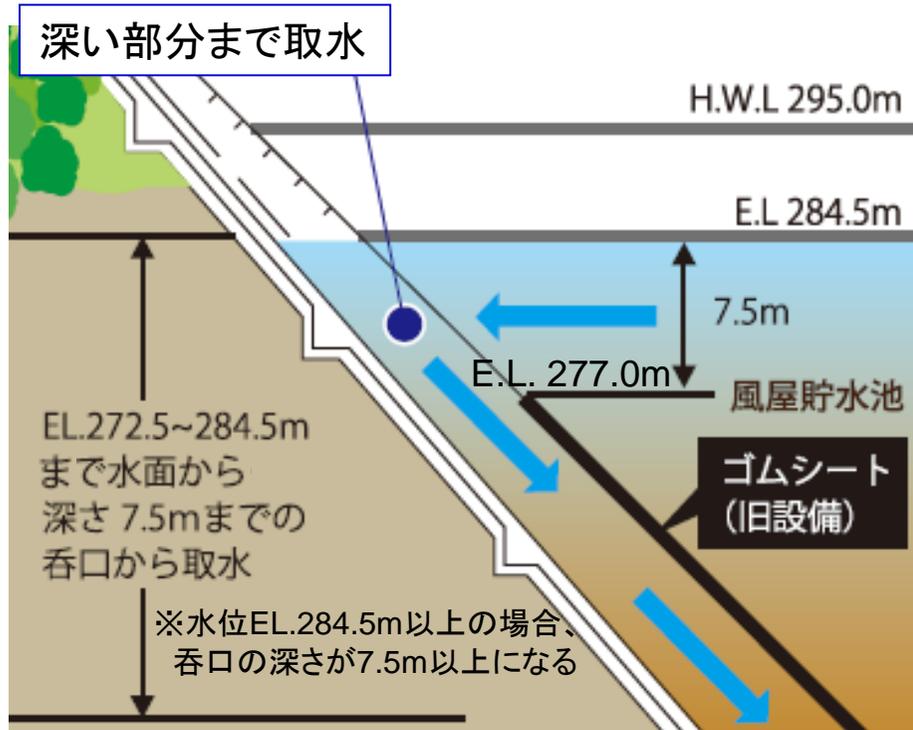
左岸支川の滝川および芦廼瀬川は、出水後に比較的速やかに清水となることから、二津野ダム清水貯留期間中に取水(風屋ダムへの注水)を停止し、直接二津野ダムへ清水を供給する。



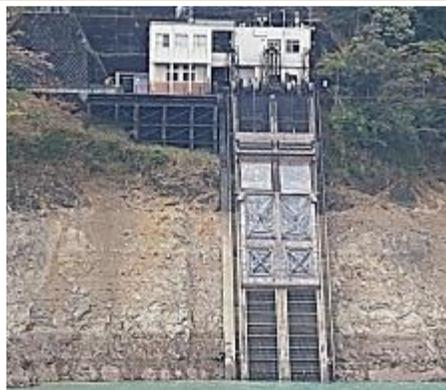
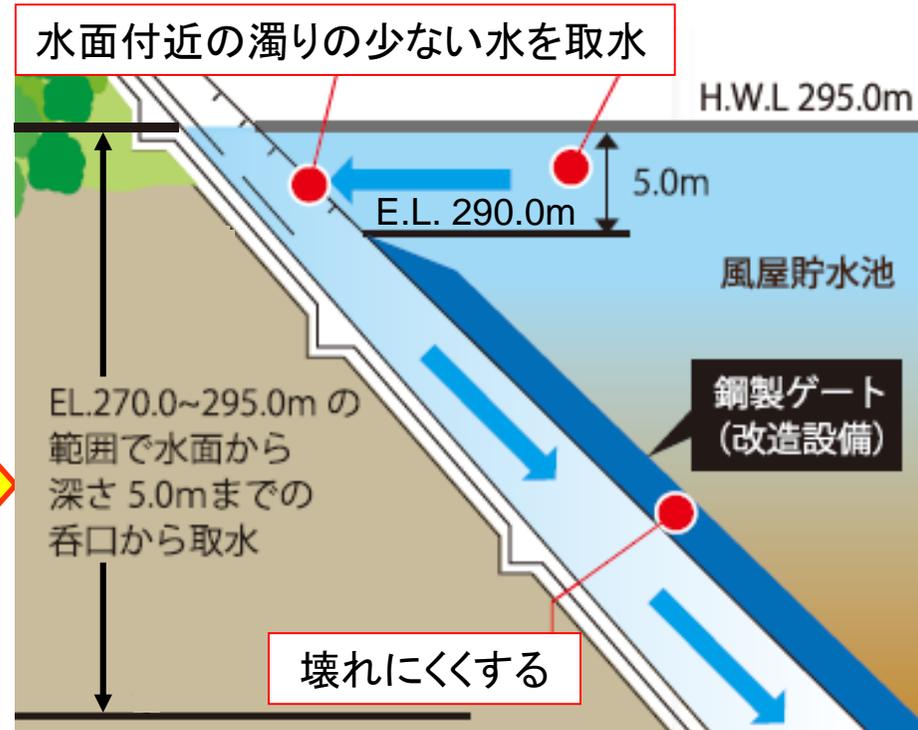
# (参考) 熊野川の濁水長期化軽減対策の内容 (取水口改造)

## 風屋ダム取水口(表面取水設備)改造

### 改造前(旧設備)



### 改造後(現行:平成30(2018)年6月以降)



- ・よりきれいな水を取水できるようにする  
(取水深を7.5mから5.0mに変更)  
(ゲート移動範囲をEL.277m迄から290m迄に変更)
- ・壊れにくくする  
(ゴムシート式から鋼製へ変更)



# (参考) 令和3年度の濁水長期化軽減対策の検証①

## 風屋ダム取水口(表面取水設備)改造による濁度低減効果

- 改造後に取水範囲の縮小およびゲート移動範囲の拡大による濁度低減効果が確認された

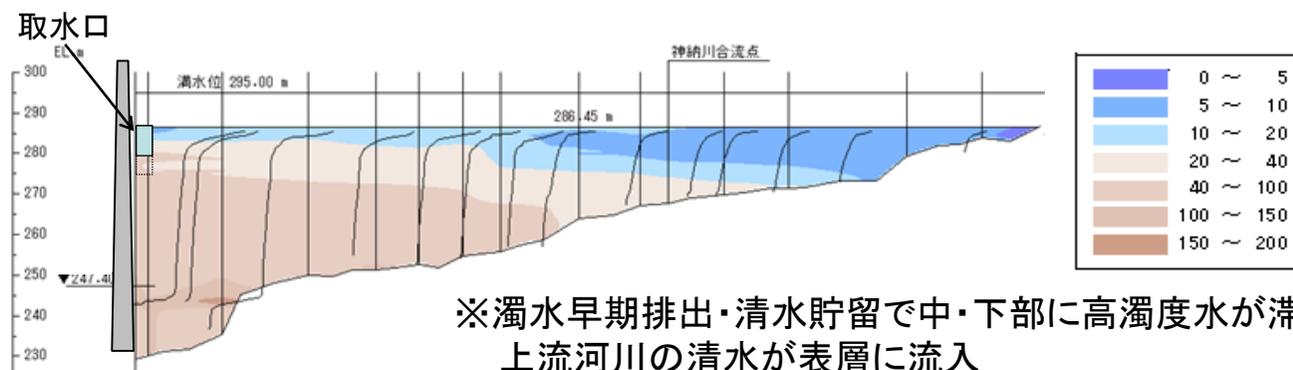
○令和3(2021)年8月中旬の出水後の事例

十津川第一発電所放水口濁度

・発電再開時 : 40度(2021/9/1 9:00)

・改造前の推定 : 約44度

⇒効果:約▲4度



風屋貯水池縦断 濁度分布状況(2021/9/1 9:00)

※ 濁度分布状況は当該日の濁度実績

※ 濁度低減効果は出水毎の水位・流況・水温等の状況により異なるものと想定

※ 当該評価は貯水池表層へ清澄水貯留が行われた事例を対象に実施

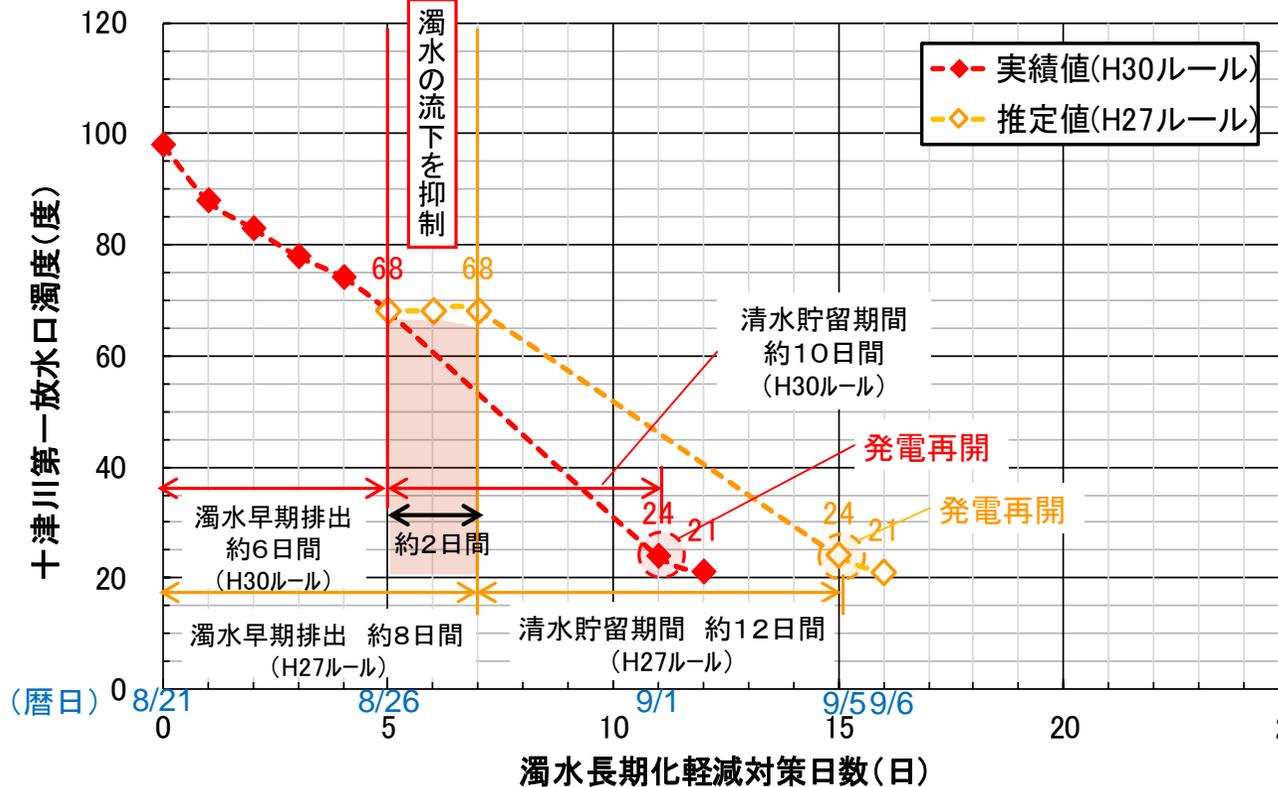
(水温勾配が小さく濁度が水深方向で一様となる場合は、評価が困難なため未実施)

# (参考) 令和3年度の濁水長期化軽減対策の検証②

## 運用ルール変更(濁水早期排出期間短縮)による濁度低減効果

- 下流の濁度を早く低減するために濁水早期排出期間を2日短縮するルールに変更し、変更後に運転再開時の濁度に影響がないことを確認  
(濁水早期排出期間を約2日短縮し、推定約70度の濁水の流下を抑制し、運転再開時の濁度は約20度で変化なし)
- 令和3(2021)年は1事例で対策効果を検証(令和2(2020)年においても効果検証済み)
- 今後もモニタリングを継続し、対策効果を検証のうえ、継続的に改善

(令和3(2021)年8月中旬出水の事例)



濁水早期排出時

変更前約8日間  
変更後約6日間

運用ルールを変更し、  
下流河川の濁度状況を改善



清水貯留中

25 ※出水毎の水位・流況・水温等の状況により効果は異なるものと想定

# (参考) 令和3年度の濁水長期化軽減対策の検証③

## 運用ルール変更(濁水早期排出期間短縮)による濁度低減効果

Q: 発電再開を更に2日間待てば、もう少し濁度が低減するか？

A: 清水貯留開始時に清水流入①が始まり、発電再開時には清水が取水口近くに到達する。

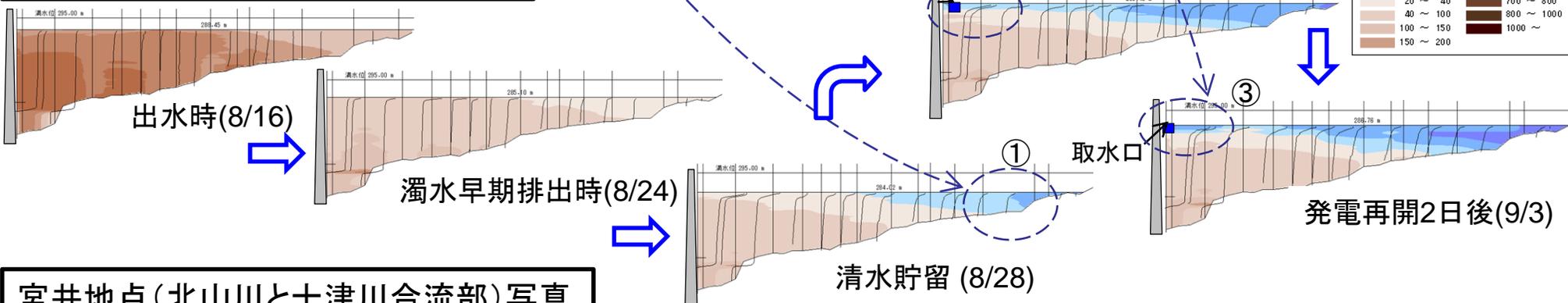
発電再開の2日後も取水口近くの清水状況は変わらない。

このため、更に2日待っても発電再開後の濁度は変わらない②③。

なお、出水状況によりダム湖内の濁水状況は異なることから、引き続き、モニタリングを行い、濁水早期排出・清水貯留期間は、適切に変更する。

### 風屋貯水池縦断：濁度分布(実績)

(令和3(2021)年8月中旬の出水の事例)



### 宮井地点(北山川と十津川合流部)写真

