

確認書 第1条に係る取組み状況および 第4条第2項に基づく報告について

神戸川の河川環境等に関する協議会

中国電力株式会社
2023年3月23日

1. 確認書 第1条に係る当社の取組み状況

確認書 第1条		当社の取組みの状況	
(1)	<ul style="list-style-type: none"> 来島ダムからの環境放流量は、常時毎秒2立方メートルとする。 	<ul style="list-style-type: none"> 2013年6月13日の試験的増放流の開始以降、常時毎秒2 m³の環境放流を継続中。 渇水時においてもダム貯留水を利用し、環境放流を最優先し、毎秒2 m³の放流を継続中。 	 P5~6
(2)	<ul style="list-style-type: none"> 渇水時においても前号の環境放流を最優先する。 		
(3)	<ul style="list-style-type: none"> 窪田発電所窪田堰および乙立発電所八幡原堰において、志津見ダム運用開始に伴う流況改善分に、第1号に規定する環境放流量相当分を加えて流下させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 窪田堰から、毎秒2.078m³以上の流下を継続中。 八幡原堰から、毎秒2.059m³以上の流下を継続中。 	 P8~10
(4)	<ul style="list-style-type: none"> 明谷堰及び川崎堰における魚道改修について応分の負担をする。 	<ul style="list-style-type: none"> 出雲市による堰の魚道改修実績なし。 今後の魚道改修時には、応分の費用を負担予定。 	
(5)	<ul style="list-style-type: none"> 来島ダム湖における水質対策を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 湖底の金属溶出対策として高濃度酸素溶解装置(WEP)を設置し、貧酸素対策を継続中。 アオコ対策として、2015年に分画フェンスを設置し、植物プランクトン調査を継続中。 	 P12~26

1. 確認書 第1条に係る当社の取組み状況（確認書原文）

このような経緯を理解したうえで、島根県、関係市町及び中国電力株式会社は、下記条項について了解したことを確認し、中国電力株式会社は、この確認書の内容に沿って国土交通省に更新申請の補正申請をする。

なお、昭和58年12月28日付けで島根県知事、出雲市長、願原町長、佐田町長、大社町長及び中国電力株式会社取締役社長により締結した確認書は廃止する。

記

第1条 中国電力株式会社は、次の取組を行う。

- (1) 来島ダムからの環境放流量は、常時毎秒2立方メートルとする。ただし、設備の保守、点検等により放流できない場合を除く。
- (2) 湯水時においても前号の環境放流を最優先する。
- (3) 壺田発電所壺田堰及び乙立発電所八幡原堰において、志津見ダム運用開始に伴う流況改善分に、第1号に規定する環境放流量相当分を加えて流下させる。
- (4) 明谷堰及び川崎堰における魚道改修について床分の負担をする。
- (5) 来島ダム湖における水質対策を実施する。

第2条 中国電力株式会社が申請する水利使用期限は、平成39年3月31日とする。

第3条 島根県は、環境等を評価する組織を設置し、神戸川の河川環境（湯水、河口遊楽を含む。）に関する情報共有、意見交換等を行い、関係者間の信頼関係の醸成に努める。
2 前項の組織の目的、内容、組織構成などの詳細は、別途検討する。

第4条 島根県、関係市町及び中国電力株式会社は、前条により設置する組織における意見を踏まえ、神戸川の河川環境の保全のために必要な取組を、それぞれの機関において行っていく。

2 中間時点の平成38年度において、前条により設置する組織における意見やモニタリング等の調査報告を踏まえ、調整会議において検討を行い、必要な場合は、それぞれの機関に対し対策を提案する。

第5条 第3条により設置する組織における意見並びに第1条及び前条の取組を踏まえ、調整会議において更新後の水利使用期限までに分水の必要性を含めてさまざまな角度から再検討する。

第6条 島根県は、河川法第35条第1項に基づく国からの意見照会にあたっては、関係市町の意見を聴取するものとする。

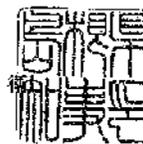
第7条 この確認書に定める条項について疑義を生じたとき、又は不従の事態が生じたときは、島根県、関係市町及び中国電力株式会社は、改めて協議する。

以上について相互に確認した証として、本書5通を作成し、おのおの記名押印の上、各1通を保有する。

平成29年3月10日

島根県知事

瀧口善兵衛



出雲市長

長岡秀



飯南町長

山崎英博



美郷町長

景山良樹



中国電力株式会社

代表取締役
社長執行役員

清水希成



1. 確認書 第1条に係る当社の取組み（対象地点）

神戸川流域図

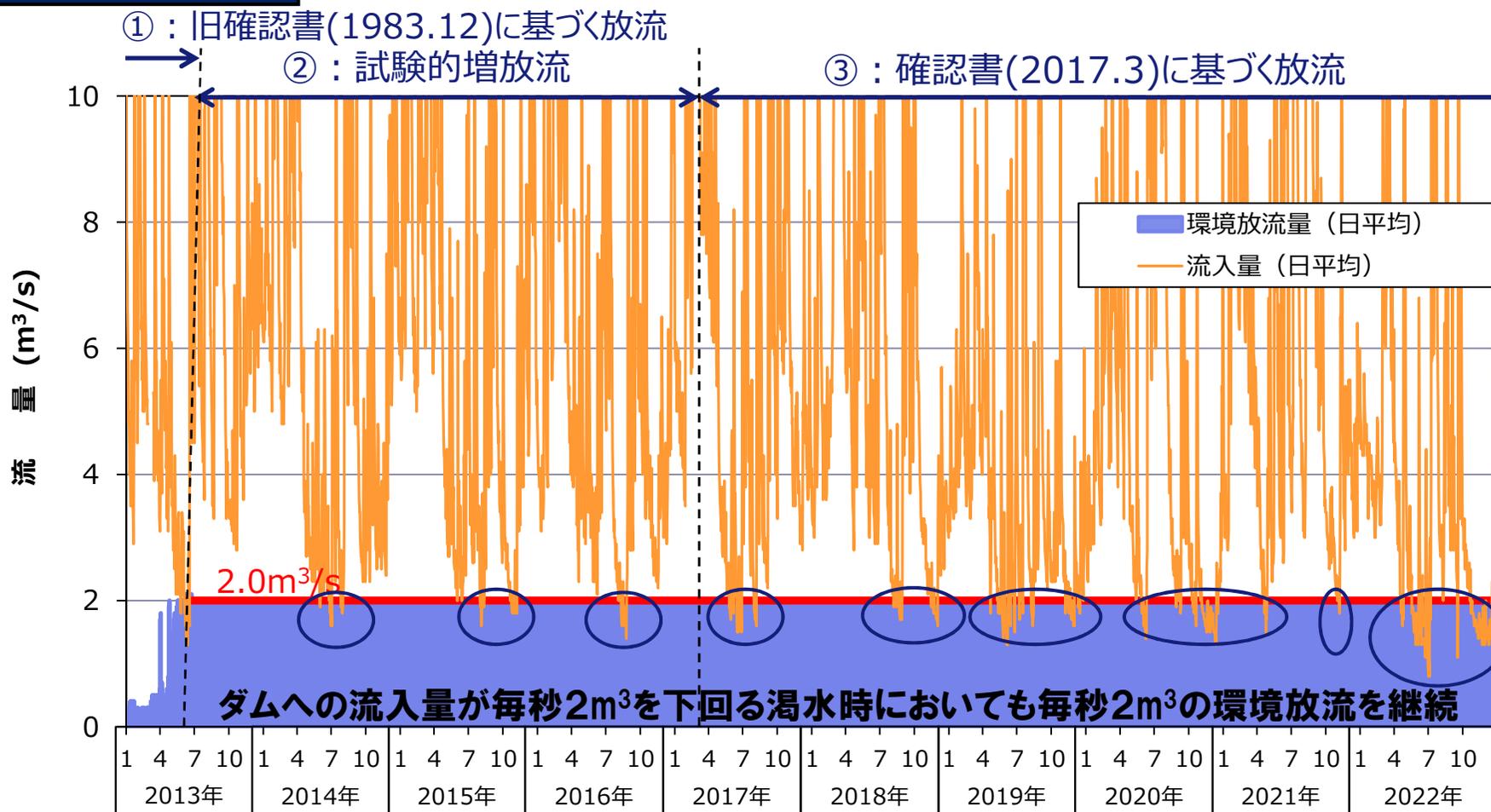


確認書 第1条		当社の取組みの状況
(1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 来島ダムからの環境放流量は、常時毎秒2立方メートルとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2013年6月13日の試験的増放流の開始以降、常時毎秒2 m³の環境放流を継続中。 ■ 渇水時においてもダム貯留水を利用し、環境放流を最優先し、毎秒2 m³の放流を継続中。
(2)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 渇水時においても前号の環境放流を最優先する。 	
(3)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 窪田発電所窪田堰および乙立発電所八幡原堰において、志津見ダム運用開始に伴う流況改善分に、第1号に規定する環境放流量相当分を加えて流下させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 窪田堰から、毎秒2.078m³以上の流下を継続中。 ■ 八幡原堰から、毎秒2.059m³以上の流下を継続中。
(4)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 明谷堰及び川崎堰における魚道改修について応分の負担をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 出雲市による堰の魚道改修実績なし。 ■ 今後の魚道改修時には、応分の費用を負担予定。
(5)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 来島ダム湖における水質対策を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 湖底の金属溶出対策として高濃度酸素溶解装置(WEP)を設置し、貧酸素対策を継続中。 ■ アオコ対策として、2015年に分画フェンスを設置し、植物プランクトン調査を継続中。

2. 来島ダムからの環境放流量（第1条1号・2号）

- 来島ダムからの環境放流は、常時毎秒 2m^3 の環境放流を継続している*。
 - ダムへの流入量が毎秒 2m^3 以下となっても、ダム貯留水を利用し環境放流を最優先として放流している。
- *放流設備の保守点検等は除く

来島ダムの環境放流量



注) 流量は $10\text{m}^3/\text{s}$ 以下をグラフへ表示

2. 来島ダム環境放流状況写真（第1条1号・2号）



2013年6月～



常時毎秒 2 m³の放流

遠景撮影（上流側方向より）



撮影日：2022年10月3日

近景撮影（下流側方向より）



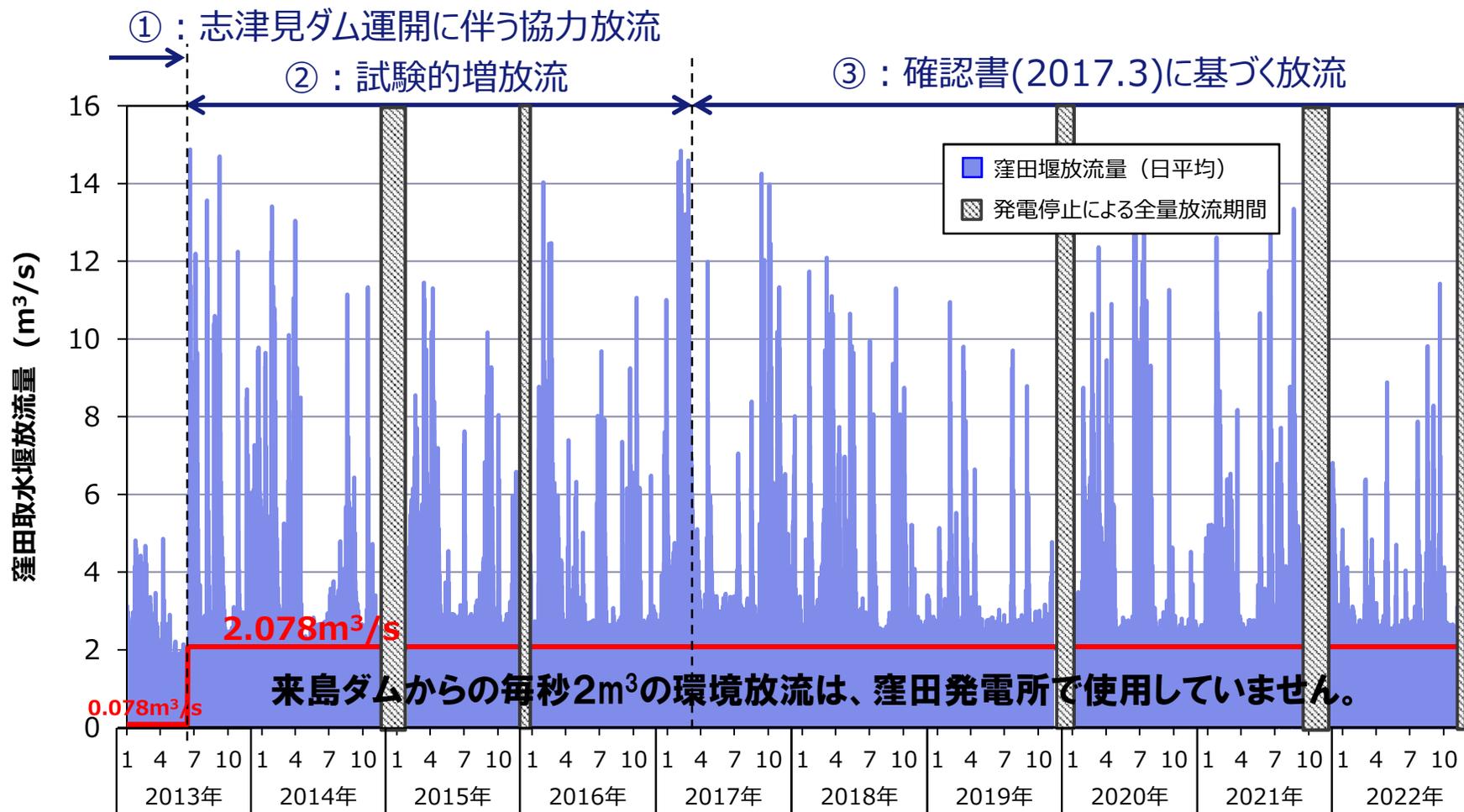
撮影日：2022年10月3日

確認書 第1条		当社の取組みの状況
(1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 来島ダムからの環境放流量は、常時毎秒2立方メートルとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2013年6月13日の試験的増放流の開始以降、常時毎秒2 m³の環境放流を継続中。 ■ 渇水時においてもダム貯留水を利用し、環境放流を最優先し、毎秒2 m³の放流を継続中。
(2)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 渇水時においても前号の環境放流を最優先する。 	
(3)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 窪田発電所窪田堰および乙立発電所八幡原堰において、志津見ダム運用開始に伴う流況改善分に、第1号に規定する環境放流量相当分を加えて流下させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 窪田堰から、毎秒2.078m³以上の流下を継続中。 ■ 八幡原堰から、毎秒2.059m³以上の流下を継続中。
(4)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 明谷堰及び川崎堰における魚道改修について応分の負担をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 出雲市による堰の魚道改修実績なし。 ■ 今後の魚道改修時には、応分の費用を負担予定。
(5)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 来島ダム湖における水質対策を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 湖底の金属溶出対策として高濃度酸素溶解装置(WEP)を設置し、貧酸素対策を継続中。 ■ アオコ対策として、2015年に分画フェンスを設置し、植物プランクトン調査を継続中。

3. 窪田発電所 窪田堰から放流量（第1条3号）

- 試験的増放流以降、窪田堰から毎秒 2.078m^3 以上の水を流下させている。
- 発電所が作業により停止している期間は、全量の水を堰から流下させた。

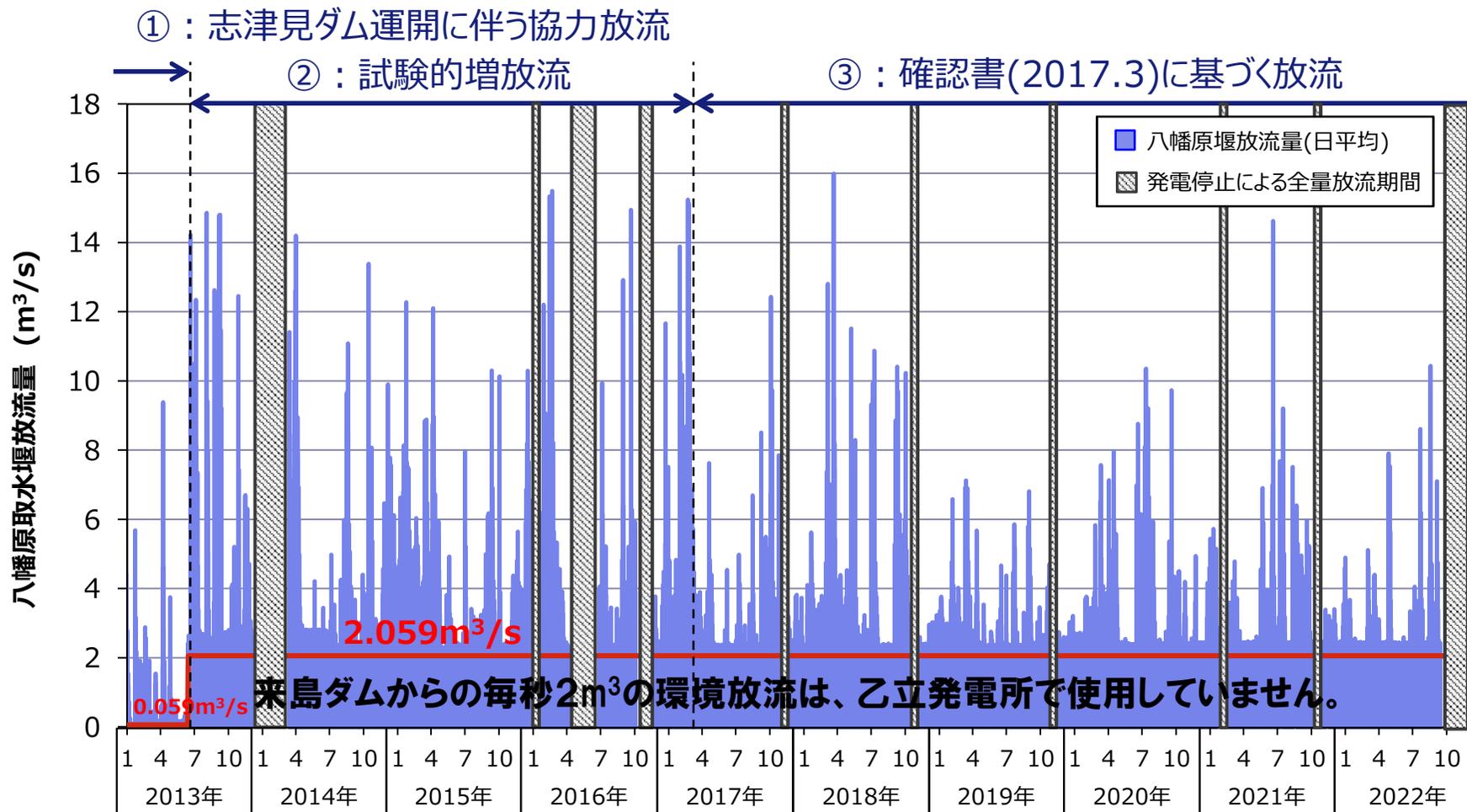
窪田堰放流量



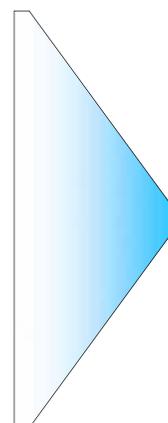
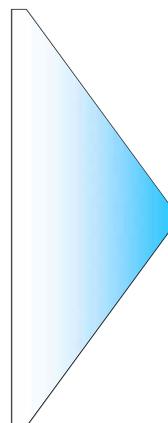
3. 乙立発電所 八幡原堰から放流量（第1条3号）

- 試験的増放流以降、八幡原堰から毎秒2.059m³以上の水を流下させている。
- 発電所が作業により停止している期間は、全量の水を堰から流下させた。

八幡原堰放流量



3. 取水堰の放流量状況写真（第1条3号）

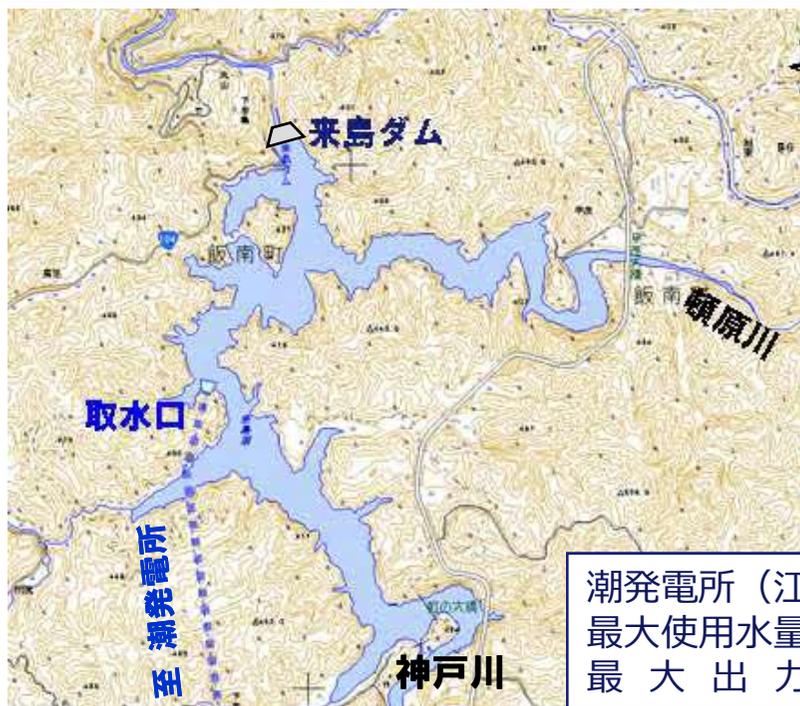


確認書 第1条		当社の取組みの状況
(1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 来島ダムからの環境放流量は、常時毎秒2立方メートルとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2013年6月13日の試験的増放流の開始以降、常時毎秒2 m³の環境放流を継続中。 ■ 渇水時においてもダム貯留水を利用し、環境放流を最優先し、毎秒2 m³の放流を継続中。
(2)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 渇水時においても前号の環境放流を最優先する。 	
(3)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 窪田発電所窪田堰および乙立発電所八幡原堰において、志津見ダム運用開始に伴う流況改善分に、第1号に規定する環境放流量相当分を加えて流下させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 窪田堰から、毎秒2.078m³以上の流下を継続中。 ■ 八幡原堰から、毎秒2.059m³以上の流下を継続中。
(4)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 明谷堰及び川崎堰における魚道改修について応分の負担をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 出雲市による堰の魚道改修実績なし。 ■ 今後の魚道改修時には、応分の費用を負担予定。
(5)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 来島ダム湖における水質対策を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 湖底の金属溶出対策として高濃度酸素溶解装置(WEP)を設置し、貧酸素対策を継続中。 ■ アオコ対策として、2015年に分画フェンスを設置し、植物プランクトン調査を継続中。

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 貯水池の概要について

項目	内容
所在地	飯石郡飯南町下来島
湛水面積	1.60km ²
ダム高さ	63.0m
ダム長さ	250.87m
利用水深	25.0m
総貯水容量	2,347万m ³
有効貯水容量	2,118万m ³

来島ダム水質保全設備



潮発電所（江の川へ送水）
最大使用水量：15m³/s
最大出力：36,000kW

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 水質保全対策検討会について

1. 目的

来島貯水池の水質保全に係る課題に対して、貯水池内の水質現象を的確に把握し効果的な対策を検討するとともに、対策状況の確認を行う。

2. 会議構成

- 河川、水質および生物に精通した学識経験者の委員と当社の委員で構成。
- 国交省出雲河川事務所、島根県、出雲市、飯南町、美郷町にオブザーバー出席を依頼。
- 公開で開催（神戸川漁協、神戸川再生推進会議へ開催案内）。

開催状況		検討概要
第1回	2013年12月15日	来島ダムの課題、水質の現状、取組みの方向性等
第2回	2014年1月20日	対策案の概略検討および取組みの方向性、検証の考え方等
第3回	2014年4月8日	対策案の評価（2次選定）、水質流動解析実施状況等
第4回	2014年10月6日	対策案の評価選定（3次中間報告）等
第5回	2015年3月24日	対策案の決定（高濃度酸素溶解装置、分画フェンス）等
第6回	2015年8月21日、9月1日	【持回り開催】装置試運転時の水質モニタリング方法
第7回	2016年2月23日	装置の試運転結果および装置本運用計画等の報告
第8回	2017年2月28日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 当年度の水質モニタリング結果および次年度装置運用計画他の報告 ➤ 第13回をもって検討会の枠組みとしての取組みを終了 ➤ 2022年度以降は、中国電力において水質保全対策を継続実施
第9回	2018年3月2日	
第10回	2019年3月1日	
第11回	2020年3月6日※	
第12回	2021年3月5日※	※新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から委員のみでの開催とし、オブザーバへは後日説明、希望者へ資料配布を実施。
第13回	2022年3月4日（最終回）	

対策の検討

対策の検証

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 水質保全対策検討会について

- 2011年～2014年頃にかけて「川の水が黒っぽい」「石に黒いコケが付く」とのご意見が寄せられた。また、2012年には来島貯水池内でアオコの発生が確認された。
- 島根県主催の「神戸川の河川環境に関する専門委員会」から「黒っぽい水」の原因究明に向けた取組み等に関する提言を受けた（2013年2月）。
- 本検討会では、来島貯水池水質保全上の課題に対して以下の取組みを9年間にわたり実施。一定の成果が得られたものと判断し、検討会の枠組みとしての取組みは第13回をもって終了。
- 2022年度以降は、中国電力において来島貯水池に係る水質保全対策を継続実施中。

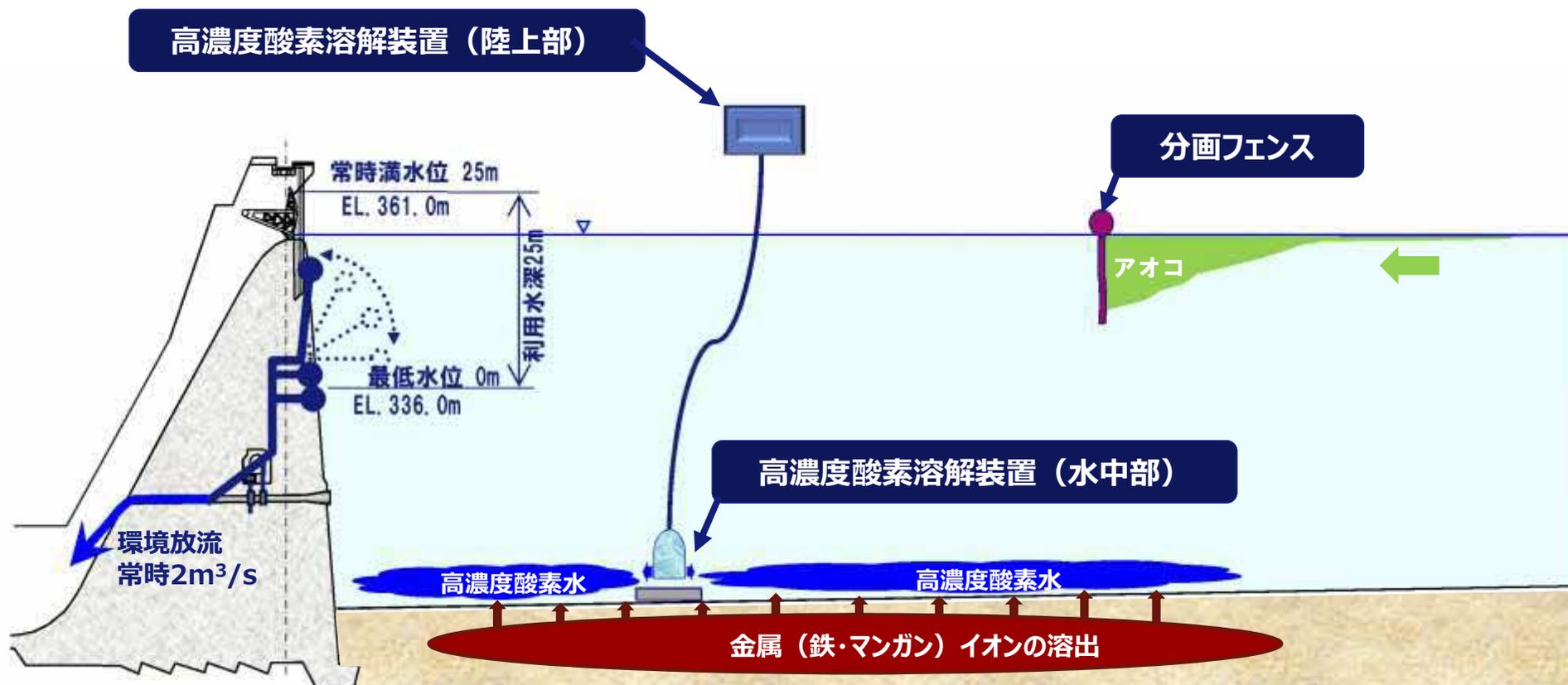
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
検討会	開催	設立準備会 第1・2回	第3回	第4・5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	（最終） 第13回	
	検討概要	対策の検討		対策の検証									
金属溶出	WEP※	※：高濃度酸素溶解装置			設置	底質改善に資する運転（連続運転）				マンガン酸化に資する運転（休止、第2層運転停止）			
	検証状況					鉄濃度が低下	経年的にマンガン濃度が低下						
アオコ	分画フェンス					設置	2012年以降アオコの発生なし、データの蓄積を実施中						
	検証状況					2015年12月以降通年設置							

中国電力で対策を継続

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 水質保全対策（対策設備）

課題	対策
1. 金属（鉄・マンガン）イオン溶出による環境放流水へ影響の懸念	高濃度酸素溶解装置の設置
2. アオコが発生した場合の環境放流水への影響の懸念	分画フェンスの設置

来島ダム縦断面図（対策イメージ図）



4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 水質保全対策（対策設備）

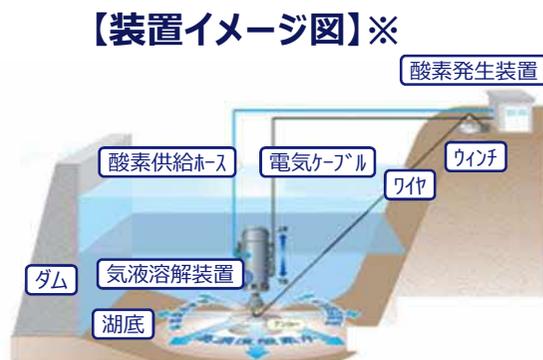
■ 高濃度酸素溶解装置（以下、WEPと記載）および分画フェンスは、2015年12月に現地工事を完了した。

水質保全対策機器の設置状況

1. WEP



【水中設備】



【陸上設備】



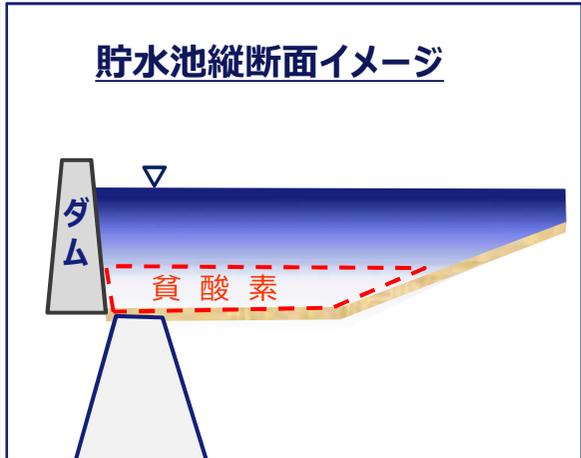
2. アオコ対策(分画フェンス)



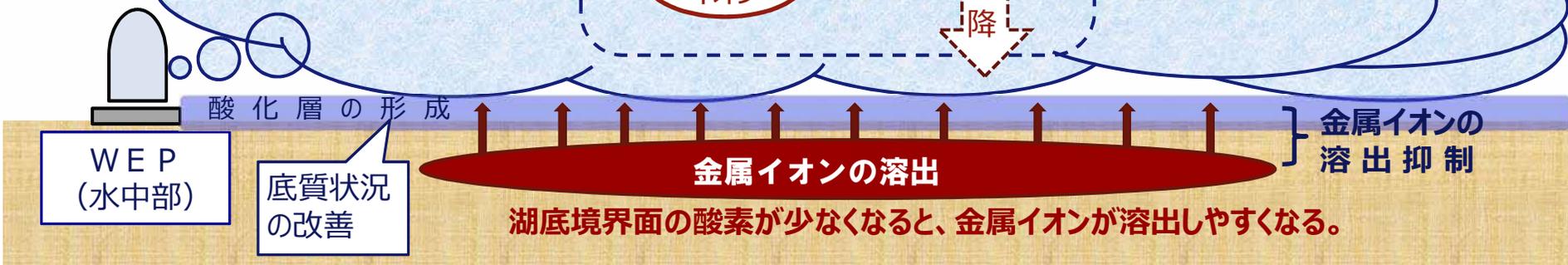
※出典：メーカー資料から抜粋

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 金属溶出対策の概要

- 目的: 金属イオンの溶出抑制
- 対策: WEPによる湖底付近への高濃度酸素水の供給
- 期待する効果
 - ① 溶存酸素（DO）の増加による貧酸素状態の解消
 - ② ①に伴う金属イオンの酸化・沈降
 - ③ 底質状況の改善（酸化層の形成）による金属イオンの溶出抑制

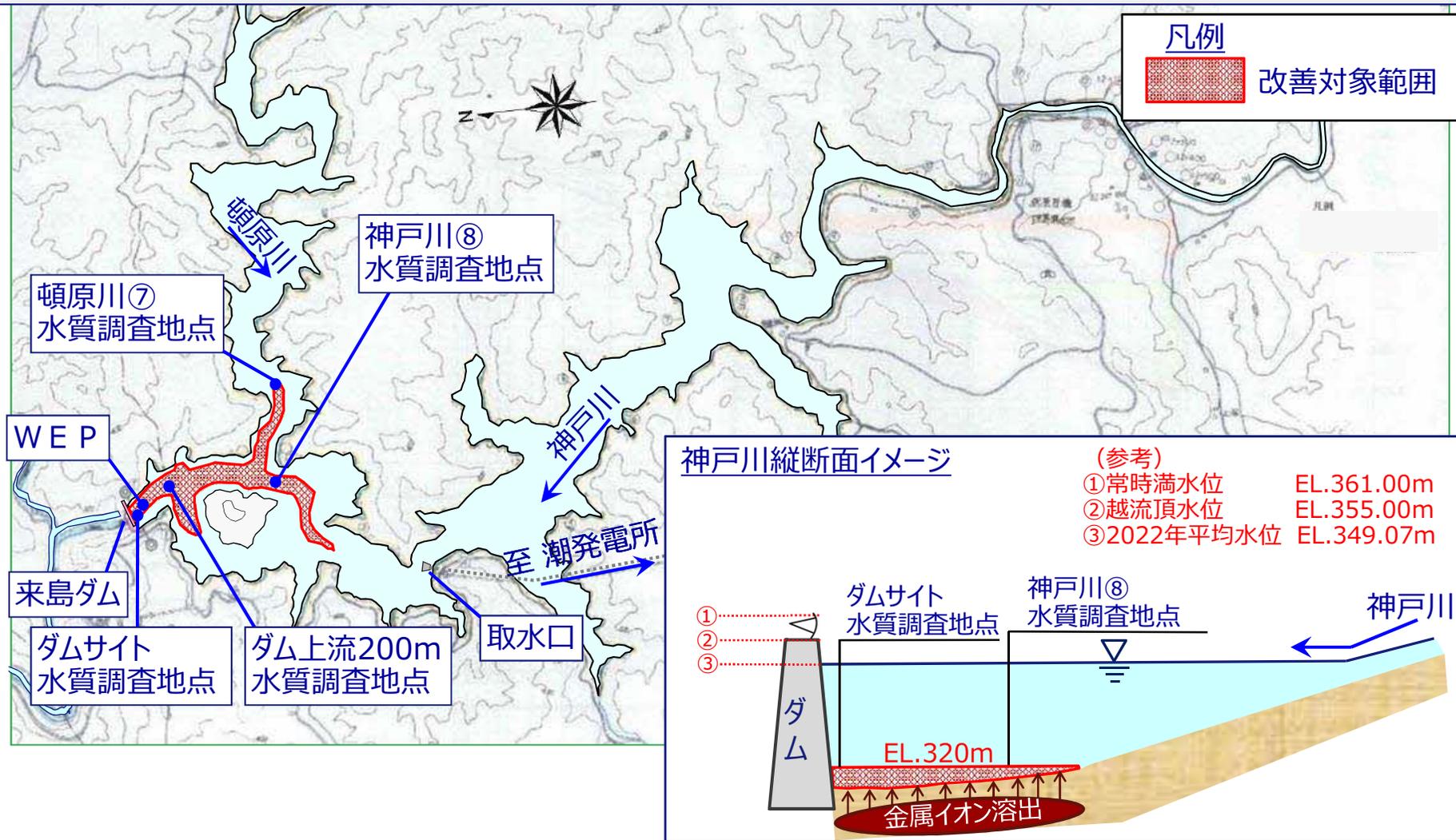


WEPによる金属溶出対策 (湖底付近の拡大イメージ)



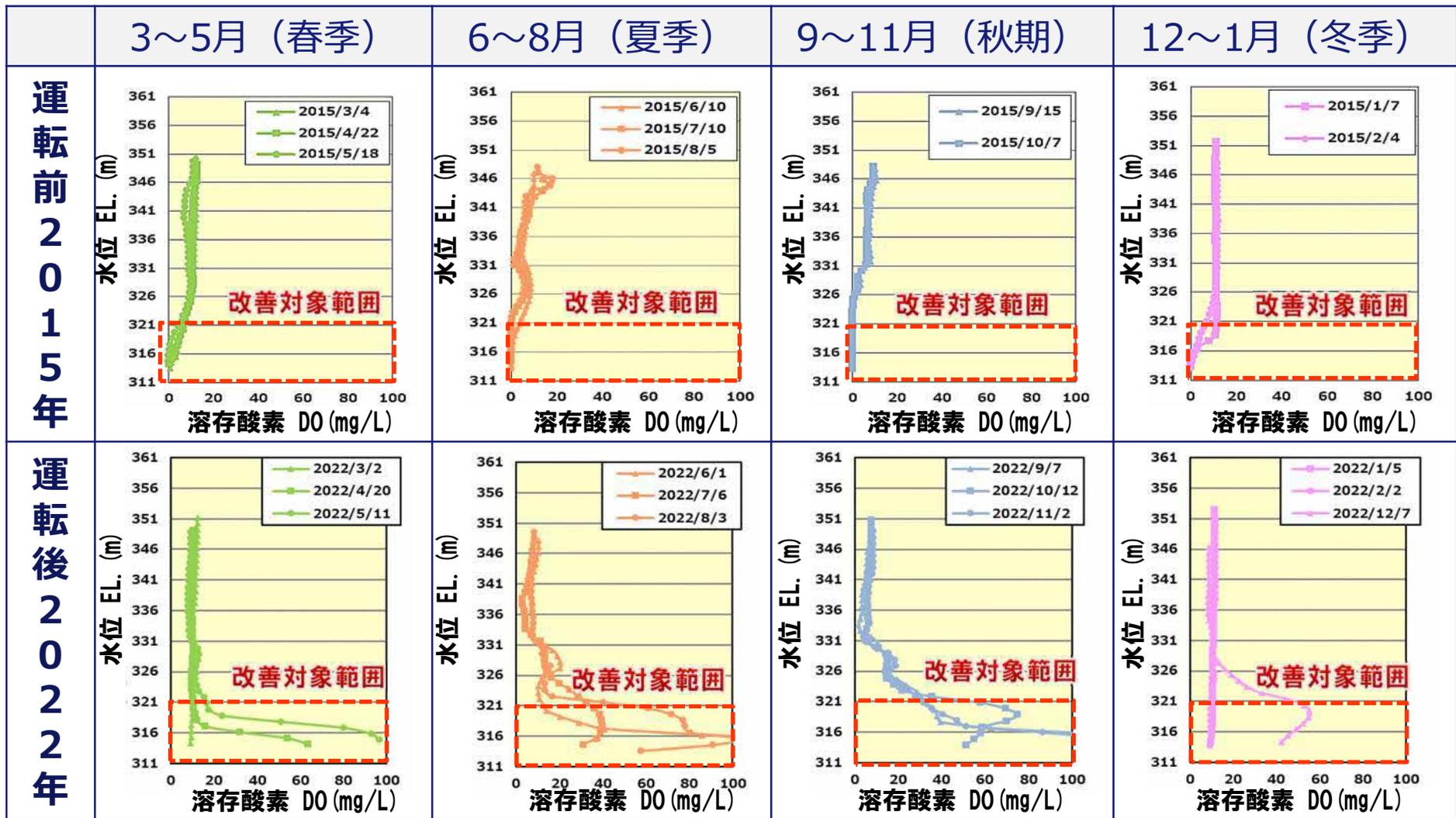
4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 金属溶出対策の範囲

- WEPによる改善対象範囲は、湖底付近（EL.320m以下）で金属イオンの溶出が顕著と想定される範囲を設定した。
- 改善効果については、改善対象範囲内の水質調査ポイントで確認した。



4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 金属溶出対策（底層部の貧酸素状態の改善）

■ W E P 運転開始後、改善対象範囲の底層における溶存酸素は増加し、貧酸素状態は改善された。代表として、ダムサイトのDO状況を以下に示す。

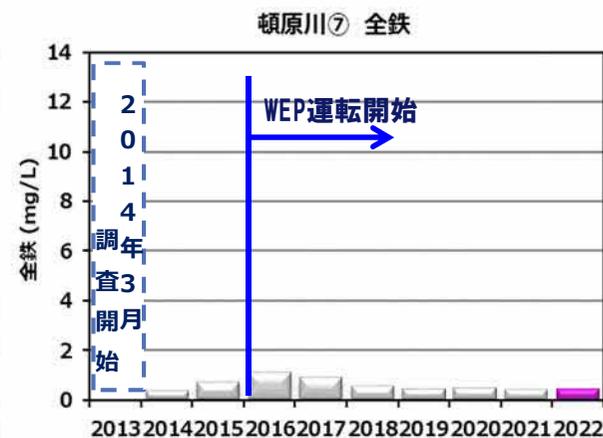


注)DOの計測レンジ (20mg/L) を超える値は参考値

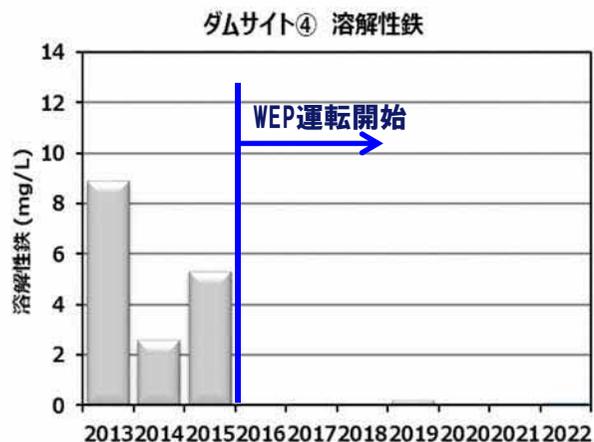
4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 金属溶出対策（底層部の鉄濃度の低下）

■ ダムサイトにおける鉄濃度の平均値は、2016年のWEPの本運用開始以降、大幅に低下した。

① 全鉄（溶解性鉄＋水に溶けていない粒子状の酸化鉄）濃度



② 溶解性鉄（水に溶け込んだ鉄イオンの量）濃度



注1) 2017.10.25の頓原川・神戸川代表ポイントは、出水の影響で異常値と判断したため、平均算定より除外した。

注2) 12～4月は、大循環の影響を考慮し、平均算定より除外した。

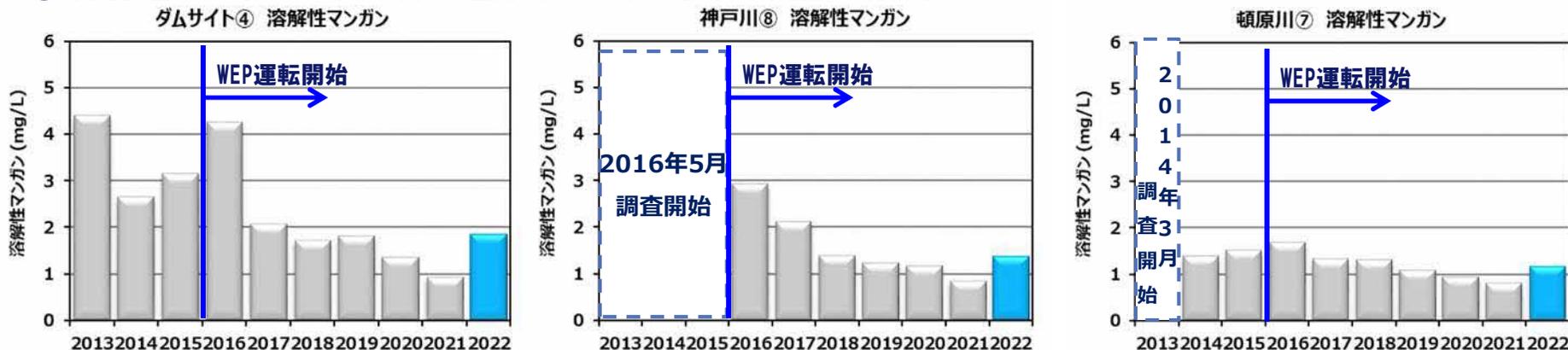
4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 金属溶出対策（底層部のマンガン濃度の半減）

- WEP運転開始以降、ダムサイトおよび神戸川におけるマンガン濃度の平均値は、鉄と比べて低減量は小さいものの運転開始前と比べて概ね半減している。
- なお、2022年は8月に底層部のDO低下が起因したものと推察される一時的なマンガン濃度上昇が生じ、前年と比較してマンガン濃度の平均値が高い値を示す結果となった。

①全マンガン（溶解性マンガン+水に溶けていない粒子状の酸化マンガン）濃度



②溶解性マンガン（水に溶け込んだマンガンイオンの量）濃度

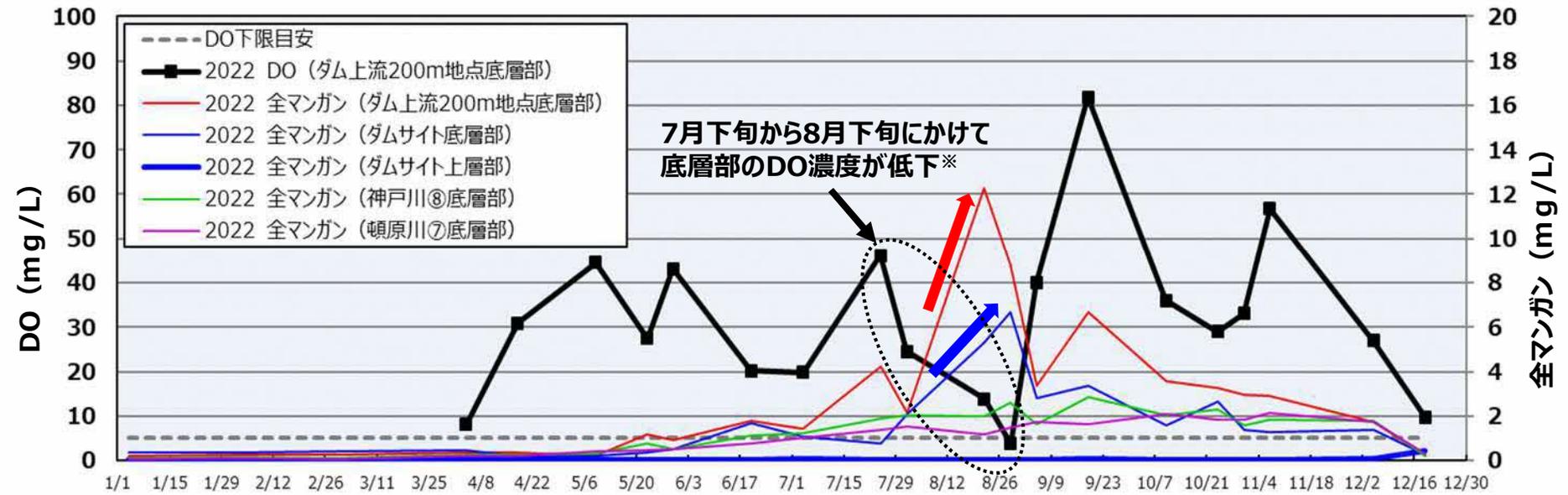


注1) 2017.10.25の頓原川・神戸川ポイントは、出水の影響で異常値と判断したため、平均算定より除外した。

注2) 12～4月は、大循環の影響を考慮し、平均算定より除外した。

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 金属溶出対策（底層部のマンガン濃度の一時的な上昇）

- 2022年8月に生じた底層部マンガン濃度の一時的な上昇について、一因としてダム上流200m地点の底層部DOの低下が起因したものと推察される。
- なお、これに伴うダムサイト上層部のマンガン濃度上昇は生じておらず、表面付近から取水している環境放流水への影響は無いものとする。
- 引き続きマンガン濃度の変化等に注視しながら、必要によりWEP運転計画を見直すなど、金属イオンの溶出抑制を図っていく。



※7月下旬頃に水温二次躍層の明瞭化により底層部DOが消費されやすくなる状態が構築され、同時期（以降8月下旬までの間）にWEPの運転標高も第3層（最も高い位置）および休止期間を迎えたことで、より底層部DOの消費が促進されたものと考えられる。

「上層部」は、水面から-0.5m位置の計測値
 「底層部」は、水面から湖底まで1m間隔で計測したデータの内、最も湖底に近い計測値
 ◆ダム上流200m地点底層部：EL.314m付近 ◆ダムサイト底層部：EL.314m付近
 ◆神戸川⑧底層部：EL.316m付近 ◆頓原川⑦底層部：EL.321m付近

- アオコは、湖沼に窒素やリン等の栄養物質が多く流入し、植物プランクトン※1のうち藍藻類が大量に発生した現象である。
- 藍藻類の大量発生が心配されるのは、腐った時に悪臭を放ったり、有毒の種が存在するためである。
- 来島貯水池水質保全対策検討会では、社外有識者のご意見を踏まえて、藍藻類の細胞数が10万/mL以上となった場合に「アオコ発生」と整理している。
- また、これに該当しない場合を、着色の度合いに応じて以下のとおり整理している。
着色現象：貯水池内全体が緑色に着色している状態。
緑色の浮遊物：貯水池の部分的な範囲にアオコの原因種となる藍藻類と、それ以外の植物プランクトンも含めて水面に漂っている状態。

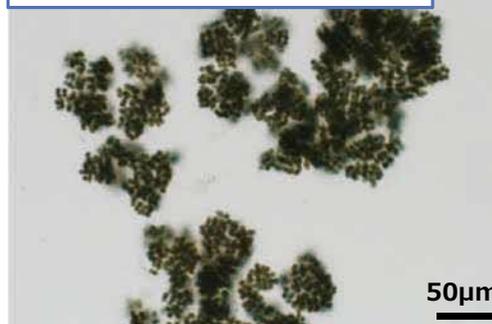
※1 植物プランクトンの代表的な生物群として、藍藻類の他に珪藻類・緑藻類・植物性鞭毛虫類があります。

湖沼で発生したアオコ※2



代表的な藍藻類※1

ミクロキスティス



ドリコスペルマム



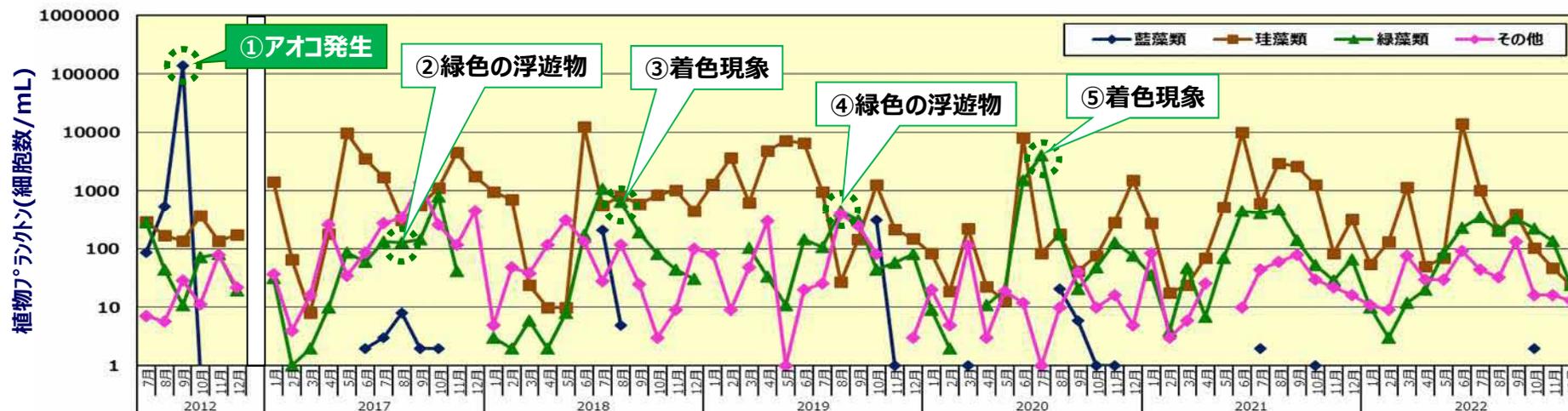
※2 出典：京都大学生態学研究センター「アオコってなに？ーラン藻の大量発生についてもっと知るためにー」

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） アオコ対策

- 2015年に分画フェンスを設置し、環境放流によるアオコの下流流出抑制が期待される。
- 2012年に、アオコの原因種となる藍藻類が優占種として確認されたものの、その後の著しい発生は確認されていない。
- 2021、2022年については、緑色の浮遊物および着色現象ともに確認されなかった。

植物プランクトン：ダムサイト（表層）

注)「その他」： クラフト藻、渦鞭毛藻、黄金色藻、ミドリシ藻・藍藻類は、群体数または糸状体数



事象	原因
①アオコ発生	藍藻類が優占種
②緑色の浮遊物	優占種は確認されず
③着色現象	緑藻類・珪藻類が上位種
④緑色の浮遊物	藍藻類・緑藻類が原因種

事象	原因
⑤着色現象	緑藻類が原因種

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） アオコ対策（過去の湖面の着色）

①2012年 アオコ発生
（原因種となる藍藻類が優占種となる状態）



2015年 着色現象
（緑藻類・藍藻類が上位種）



2016年 緑色の浮遊物
（緑藻類・藍藻類・珪藻類が上位種）

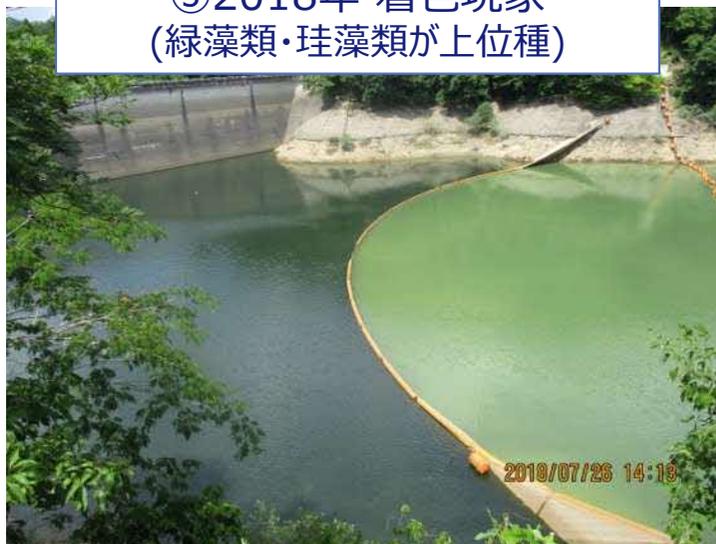


②2017年 緑色の浮遊物
（優占種は確認されず）

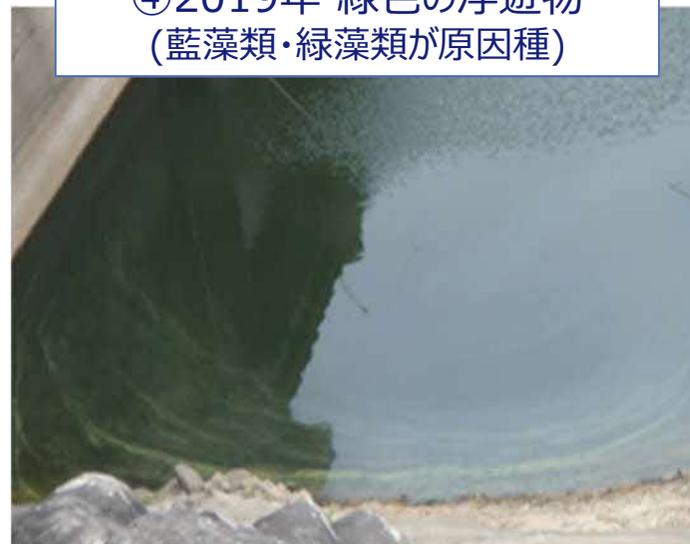


4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） アオコ対策（過去の湖面の着色）

③2018年 着色現象
(緑藻類・珪藻類が上位種)



④2019年 緑色の浮遊物
(藍藻類・緑藻類が原因種)



⑤2020年 着色現象
(緑藻類が原因種)



2021年、2022年
緑色の浮遊物、着色現象
ともに確認されず

4. 来島ダムの水質保全対策（第1条5号） 対策設備の稼働実績



- W E P の運転は、運転実績と水質調査の結果を踏まえた効果的な運転パターンを整理し標準運転パターンを2021年度に構築（第13回水質保全対策検討会の中で承認）。今後も継続的な検証により、水質改善効果の更なる向上に取り組む。
- 分画フェンスは、アオコの発生予測が難しいため年間を通して設置し効果を引き続き確認中。

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
検討会	開催	設立準備会	第1・2回	第3回	第4・5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	(最終) 第13回	中国電力で対策を継続
	概要	対策の検討		対策の検証										
金属溶出	W E P				設置	底質改善に資する運転 (連続運転)			マンガン酸化に資する運転 (休止、第2層運転停止)					
	検証状況				鉄濃度が低下	経年的にマンガン濃度が低下								
アオコ	分画フェンス				設置	2012年以降アオコの発生なし、データの蓄積を実施中								
	検証状況					2015年12月以降通年設置								

【参考】窪田・八幡原堰からの協力放流概要

■ 国土交通省出雲河川事務所からの要請に基づき、志津見ダム運用開始の2011年6月から窪田堰および八幡原堰の魚道から志津見ダム運用開始による流況改善分を協力放流として開始した。

Q₁ = Q₂となる協力放流を通年で実施

