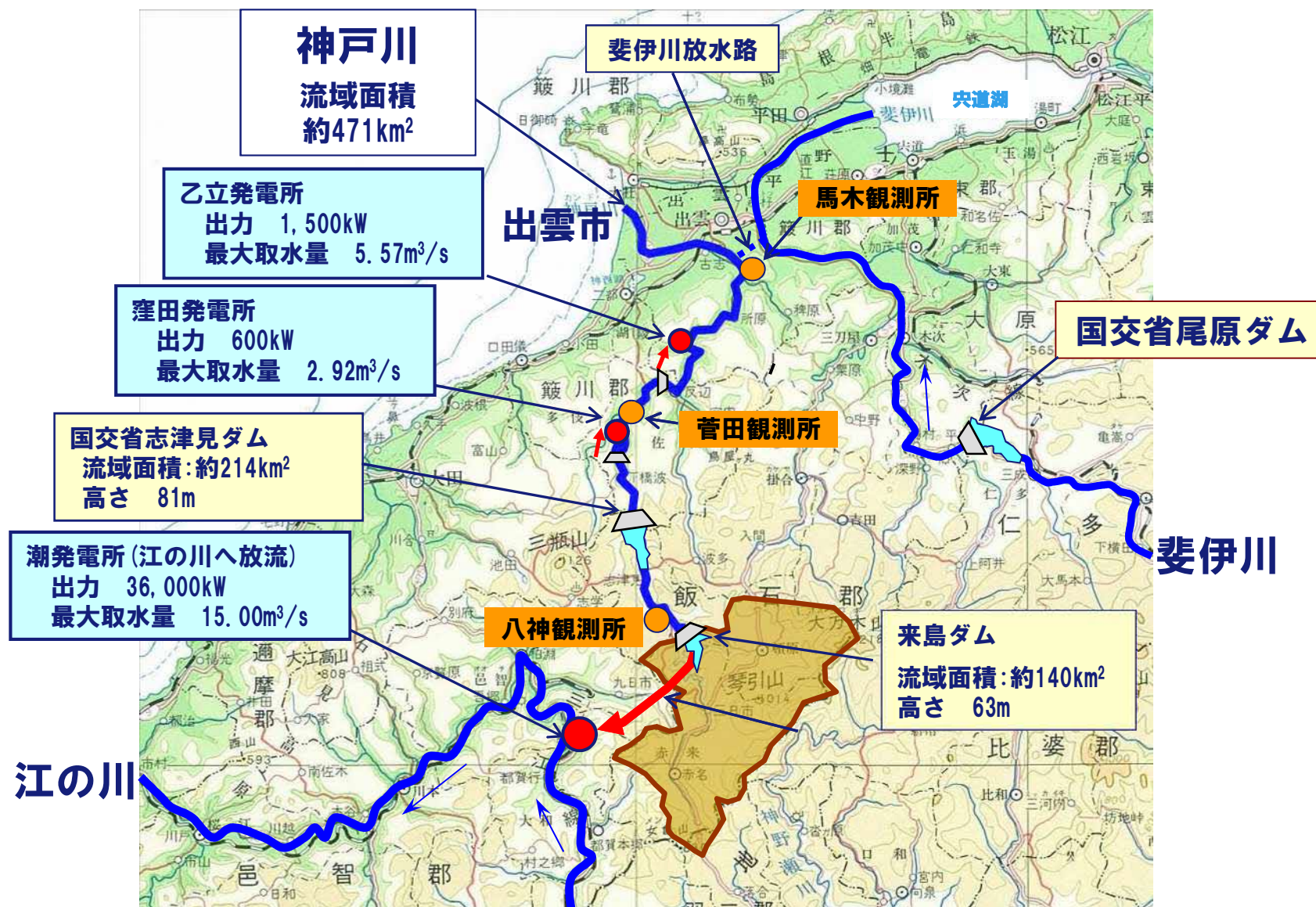


**来島貯水池における水質改善の取組み
および水質・生物に係るモニタリング調査状況について**

神戸川の河川環境調査に関する専門家委員会

**中国電力株式会社
2022年8月25日**

1. 来島ダムの概要（当社設備と神戸川流域との関係）



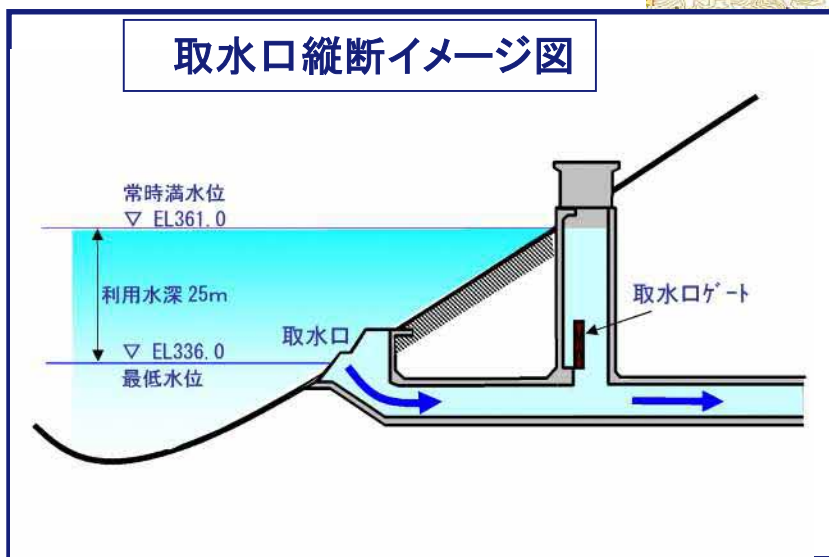
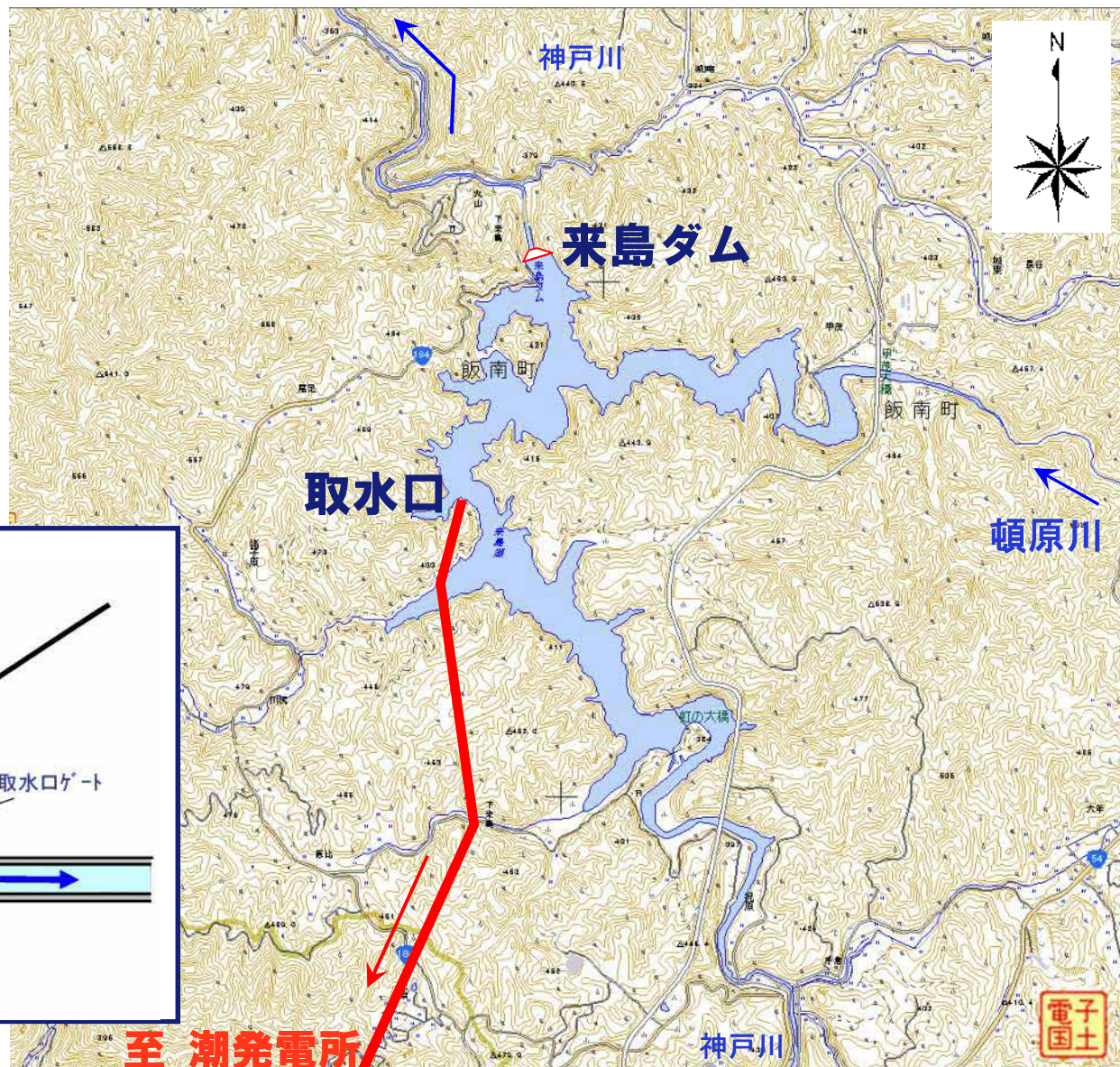
1. 来島ダムの概要（来島ダムと貯水池の全景）



来島ダム概要	
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

1. 来島ダムの概要（来島ダム取水口の位置）

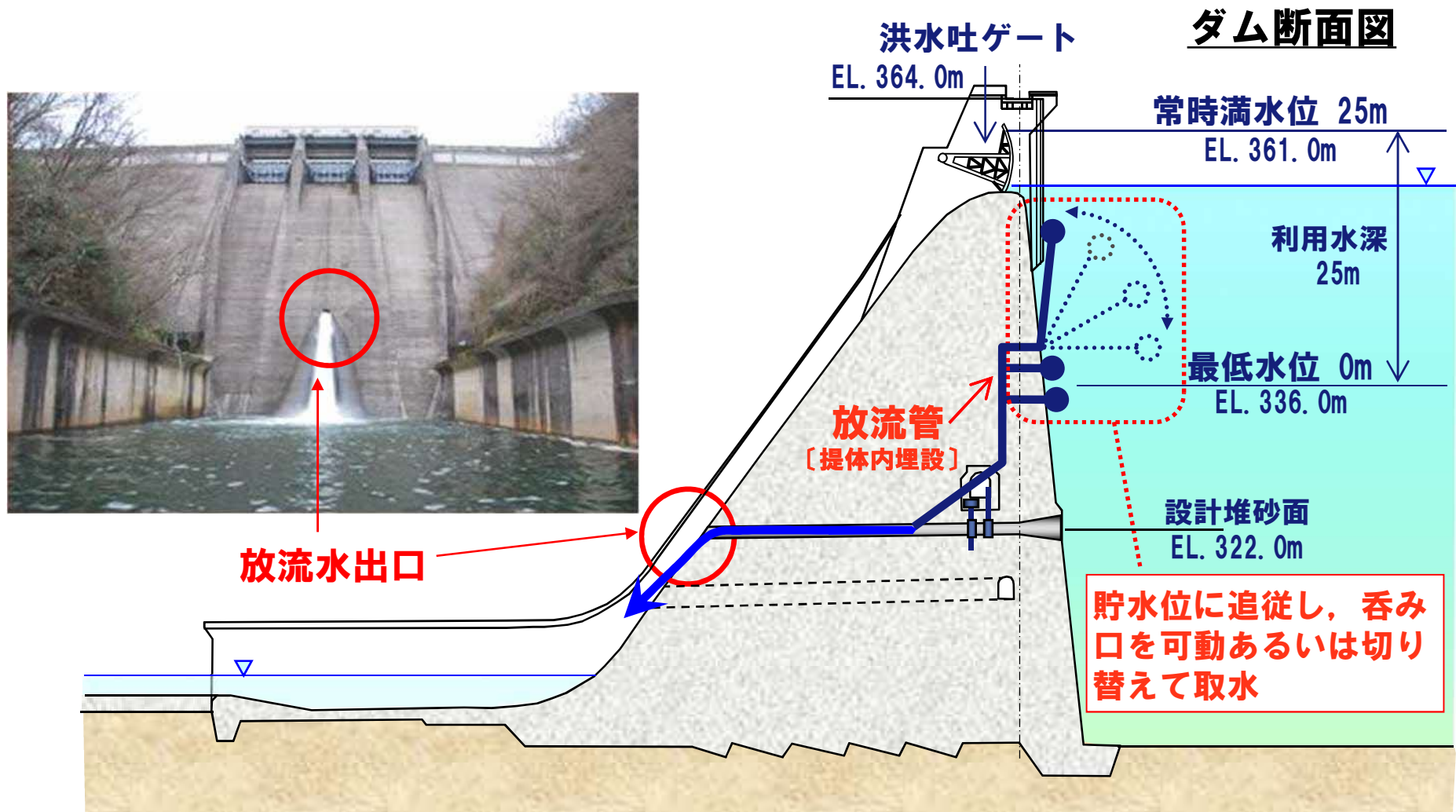
- 総貯水容量
2,347万m³
- 有効貯水容量
2,118万m³
- 取水口位置（ダムから
約1.9km上流）



至 潮発電所

1. 来島ダム の概要（環境放流設備の概要）

■ 環境放流は放流管により貯水表面から 2 m 下り を目標に取水



1. 来島ダムの概要（来島ダムからの常時毎秒 2m^3 の実施状況）

- 2013 (H25) 年6月4日から魚道流量を増加。
- 2013 (H25) 年6月13日から来島ダムからの試験放流 (毎秒 2m^3) を開始し、窪田発電所および乙立発電所の各堰から増放流相当分の放流を開始。
- 2017 (H29) 年3月10日以降は確認書に基づく環境放流として常時毎秒 2m^3 の放流継続中。

来島ダム



2013(H25).6.12以前
窪田堰（魚道）
放流量 毎秒 0.078m^3 以上



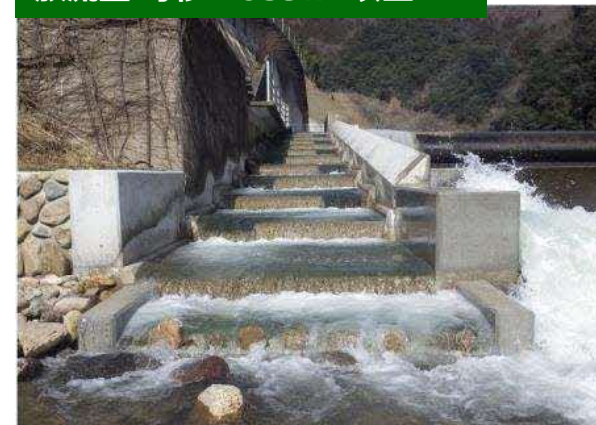
2013(H25).6.13以降
窪田堰（魚道+切欠き部）
放流量 毎秒 2.078m^3 以上



2013(H25).6.12以前
八幡原堰（魚道）
放流量 毎秒 0.059m^3 以上



2013(H25).6.13以降
八幡原堰（魚道）
放流量 毎秒 2.059m^3 以上



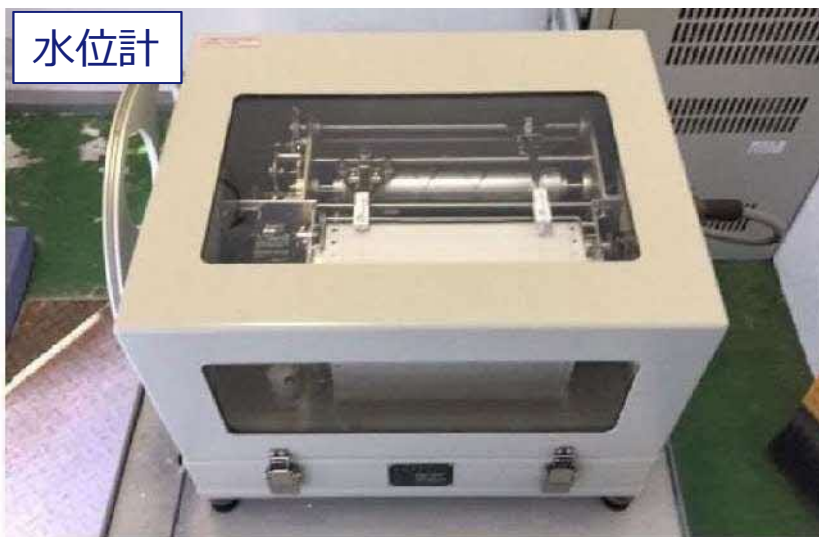
2. 八神水位観測所の概要



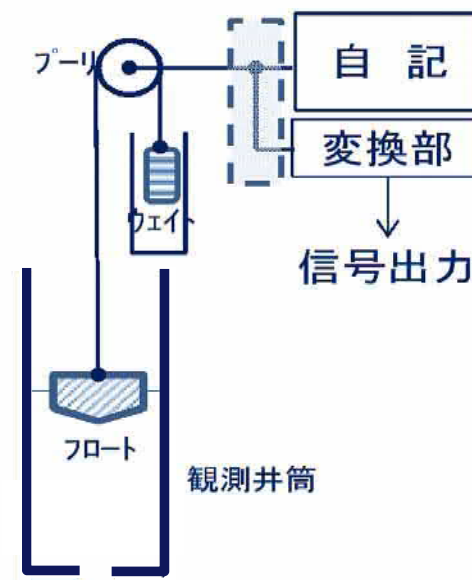
八神水位観測所

量水標

八神水位観測所概要	
設置年月	1984 (昭和59) 年5月
設置者	中国電力
流域面積	159.6km ²
水位観測設備	フロート式水位計 (自記記録計あり)



水位計



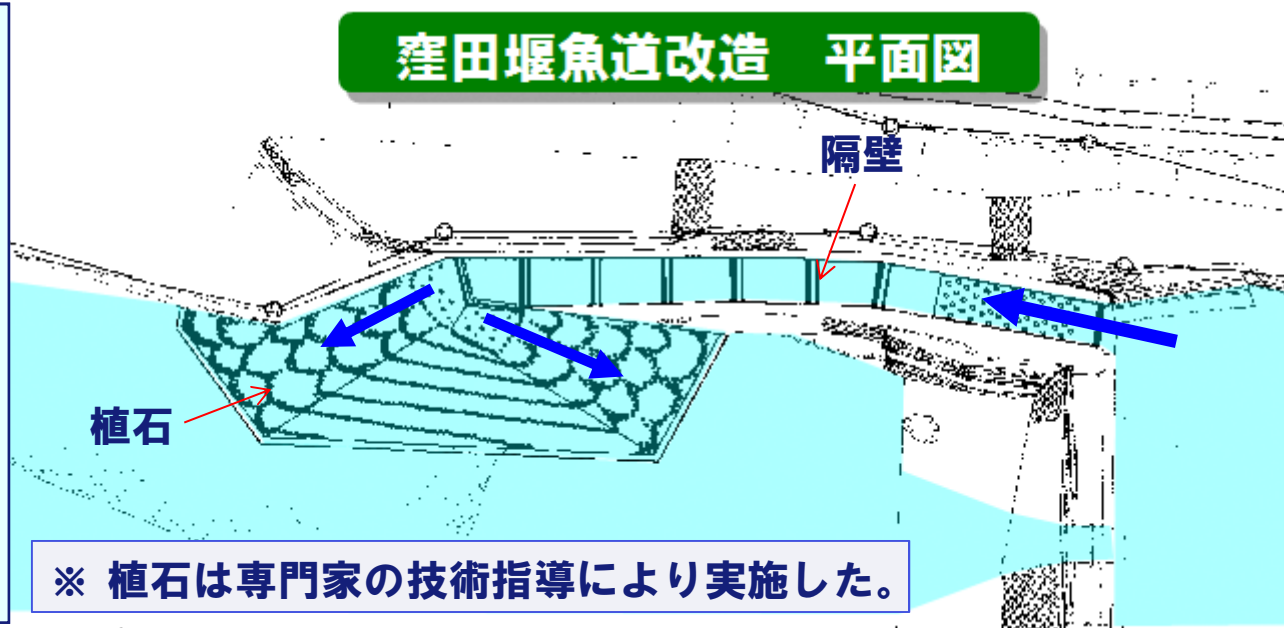
水位計機構イメージ

3. 窪田発電所窪田堰の概要（窪田堰魚道の改造）

○概要

（2014 (H26) 年11月着工
2015 (H27) 年 2月完成）

- ・ 魚族が魚道出口の上下流側から遡上するように扇型植石魚道を設置
- ・ 魚道隔壁天端（上端）をR（弧）型に改造



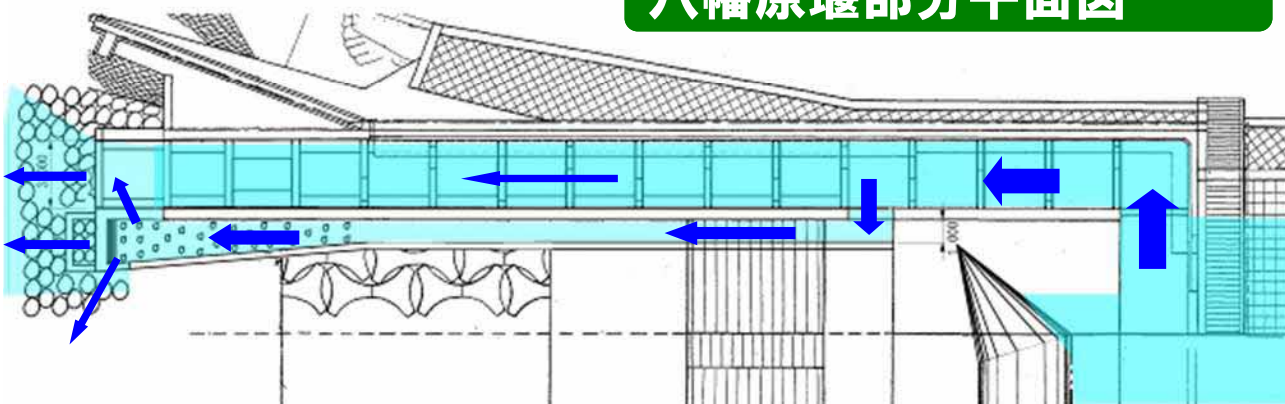
4. 乙立発電所八幡原堰の概要 (八幡原堰魚道の改造_2013 (H25) 年度実施)

○概要

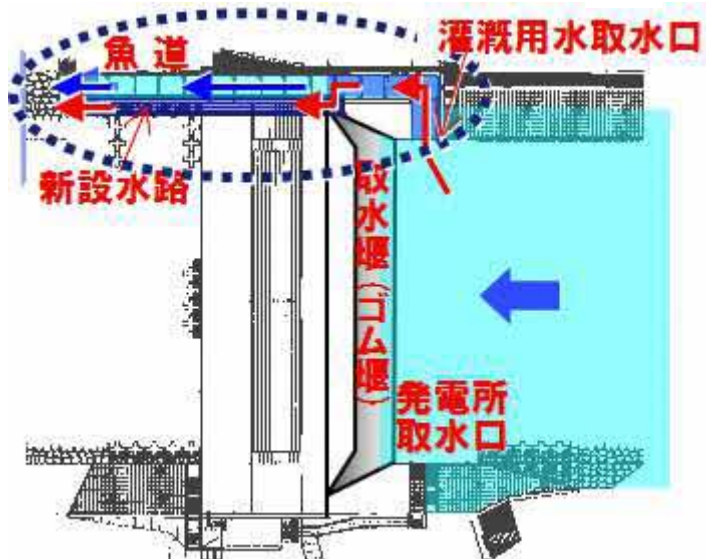
(着工:2013 (H25) 年11月
完成:2014 (H26) 年 3月)

- ・ 魚道に平行して新設水路を設置し，魚道の適正な流量を確保するとともに，呼び水を流下させる。

八幡原堰部分平面図



魚道改造工事状況 (4月17日撮影)



4. 乙立発電所八幡原堰の概要 (八幡原堰魚道の改造_2014 (H26) 年度実施)

○追加改修の概要〔着工:2015 (H27) 年 1月, 完成:2015 (H27) 年 3月〕

- ・魚道出口にプール（1か所）を追加し段差を軽減して魚族の遡上性を向上。
- ・側水路出口の導流壁を延長し呼び水効果をも高めるとともに魚道への干渉を抑制。



5. 来島ダムの水質保全対策（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）。

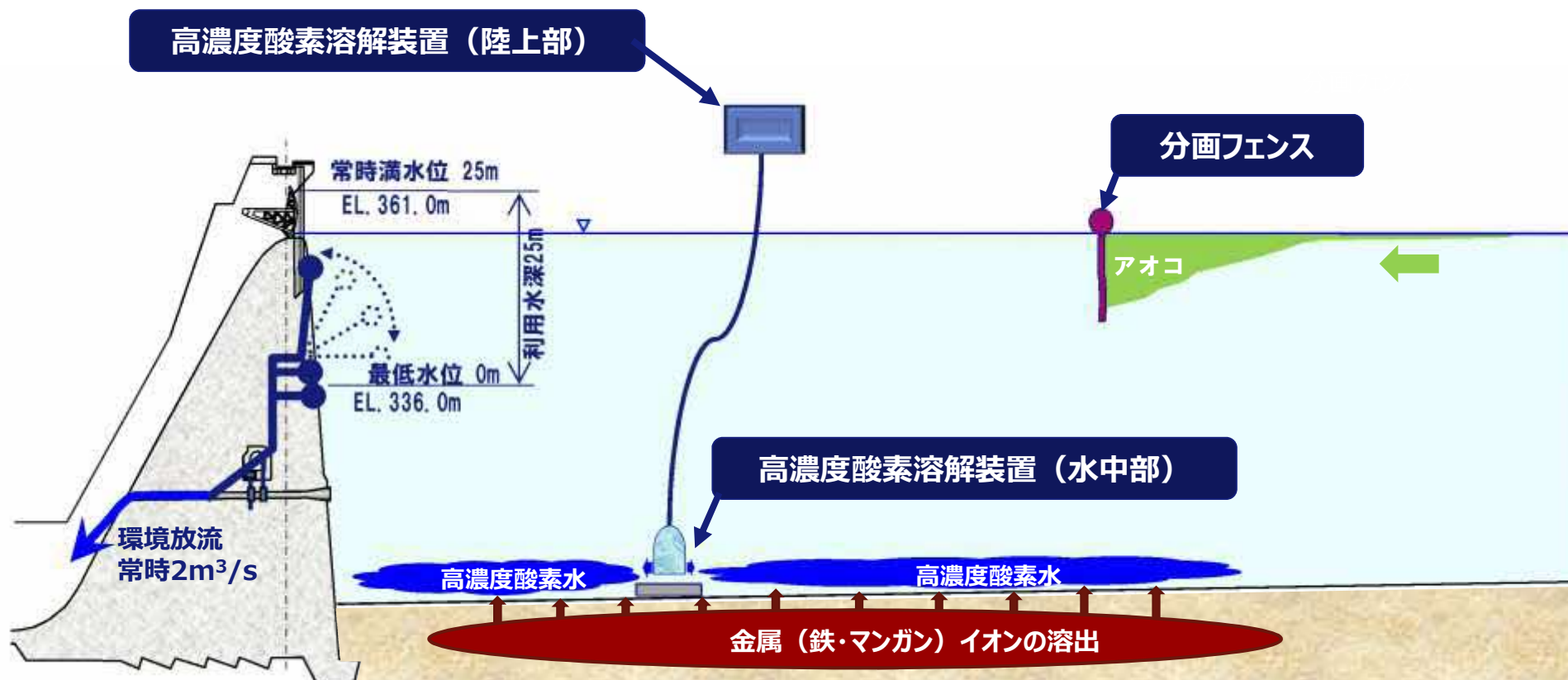
		2013 (H25)		2014 (H26)		2015 (H27)		2016 (H28)		2017 (H29)		2018 (H30)		2019 (H31/R元)		2020 (R2)		2021 (R3)		2022 (R4) 以降					
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下								
検討会	開催	設立準備会	第1・2回	第3回	第4・5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	第13回 (最終回)												
	検討概要	対策の検討						対策の検証																	
金属溶出	WEP							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●	2015(H27)年12月以降設置中																
	検証状況							2012(H24)年以降アオコの発生なし, データの蓄積を実施中																	

中国電力の水力発電保守業務の中で対策を継続

5. 来島ダムの水質保全対策（対策設備について）

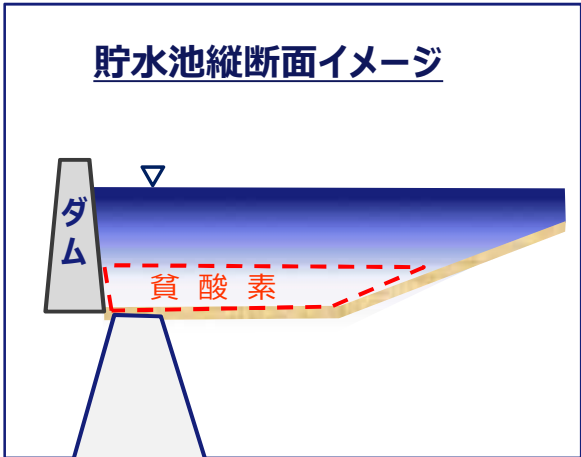
課題	対策
1. 金属（鉄・マンガン）イオン溶出による環境放流水へ影響の懸念	高濃度酸素溶解装置（以下、WEPと記載）の設置
2. アオコが発生した場合の環境放流水への影響の懸念	分画フェンスの設置

来島ダム縦断面図（対策イメージ図）

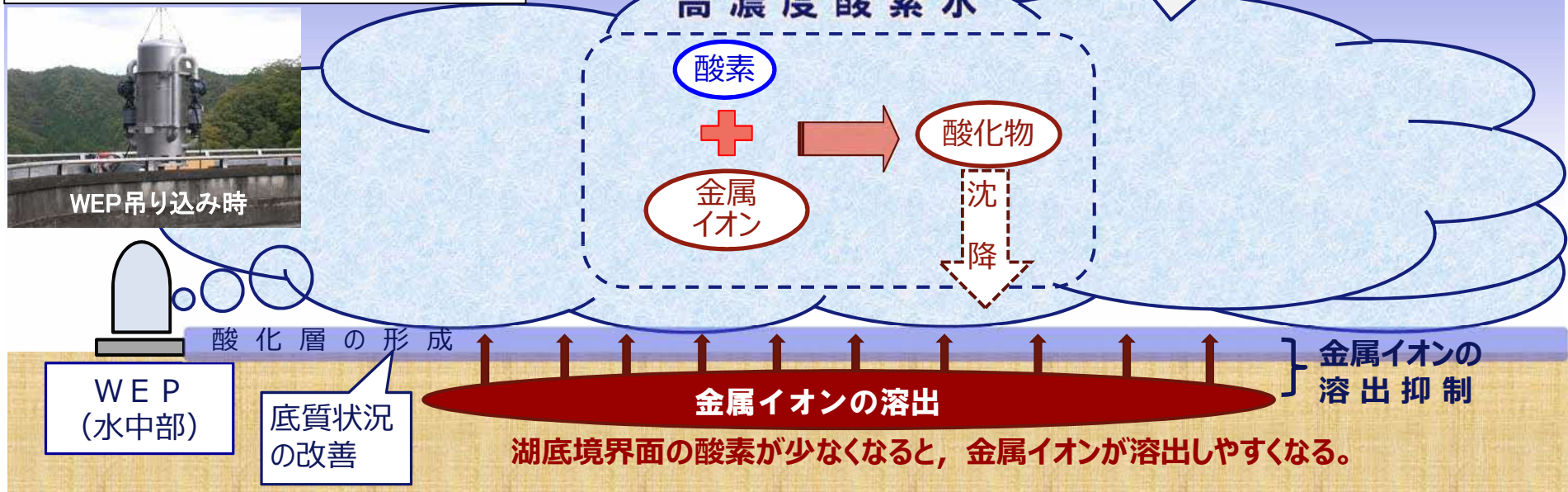


5. 来島ダムの水質保全対策（金属溶出対策の概要）

- 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）



【参考】来島ダムの水質保全対策（対策設備設置状況）

■ W E P および分画フェンスは,2015(H27)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. W E P

陸上設備

水中設備

【装置イメージ図】※

【水中設備】

【陸上設備】

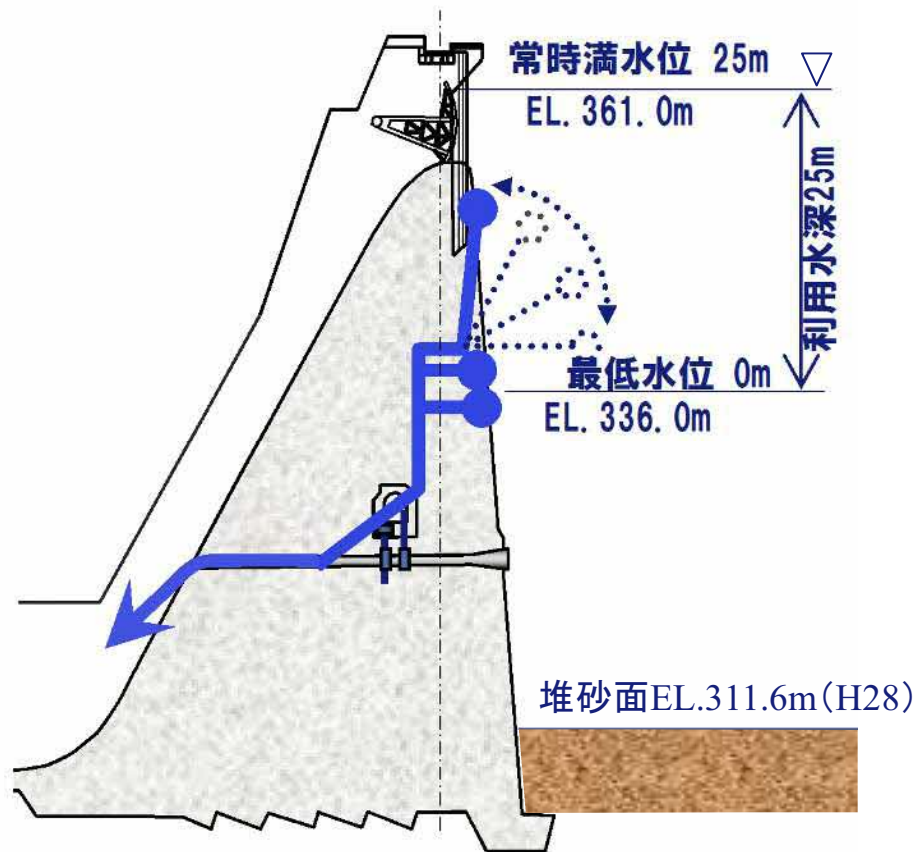
2. アオコ対策(分画フェンス)



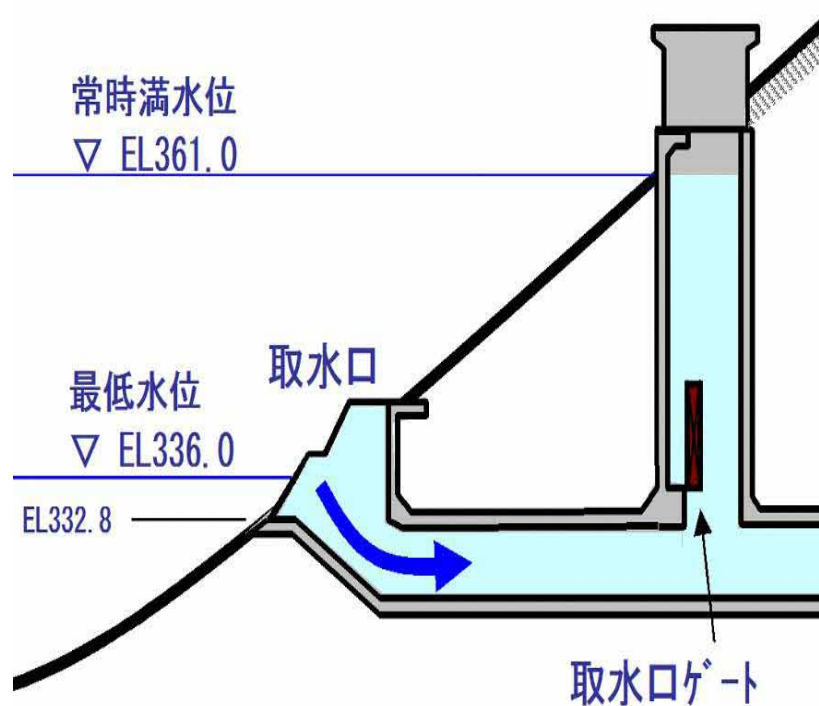
※出典：メーカー資料から抜粋

【参考】来島ダムおよび取水口の高さ比較概要図

来島ダム横断イメージ図



取水口縦断イメージ図



注) 高さを比較するためのイメージ図であり、設備の寸法は加工しています。

6. 来島貯水池水質・底質調査概要

1. 調査・分析方法の準拠

ダム貯水池水質調査要領（平成27年）（国土交通省水管理・国土保全局）

河川水質試験方法(案)(1997年版、2008年版)(国土交通省水質連絡会)

平成28年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【ダム湖版】

（国土交通省河川局河川環境課）

河川砂防技術基準 調査編（平成26年）（国土交通省水管理・国土保全局）

2. 水質調査概要

(1) 定期調査

調査開始年：2013(H25)年

頻度：1回／月（計12回）（国土交通省および島根県の調査と同調して実施）

調査地点・分析項目：資料17、18頁のとおり

(2) モニタリング調査

調査開始年：2016(H28)年

頻度：概ね11回／年

（高濃度酸素溶解装置(WEP)の可動前、稼働中、休止後、停止期間中を選定して実施）

調査地点・分析項目：資料17、18頁のとおり

(3) 採水方法

貯水池内：バンドーン型採水器

ダム流入水・放流水、発電放流水：ポリバケツ等

(4) 使用機器および現地観測項目

多項目水質計(AAQ型)：水温、DO、濁度、pH、クロフィルa、電気伝導度、酸化還元電位

多項目水質計(DS5型)：シアノバクテリア

(参考)定期調査・モニタリング調査に加え、底層のマンガン増加と水質データ(DO、水温)の連続的な関係を確認するため、自動昇降式の連続観測装置による計測を実施。

6. 来島貯水池水質・底質調査概要

3. 底質調査

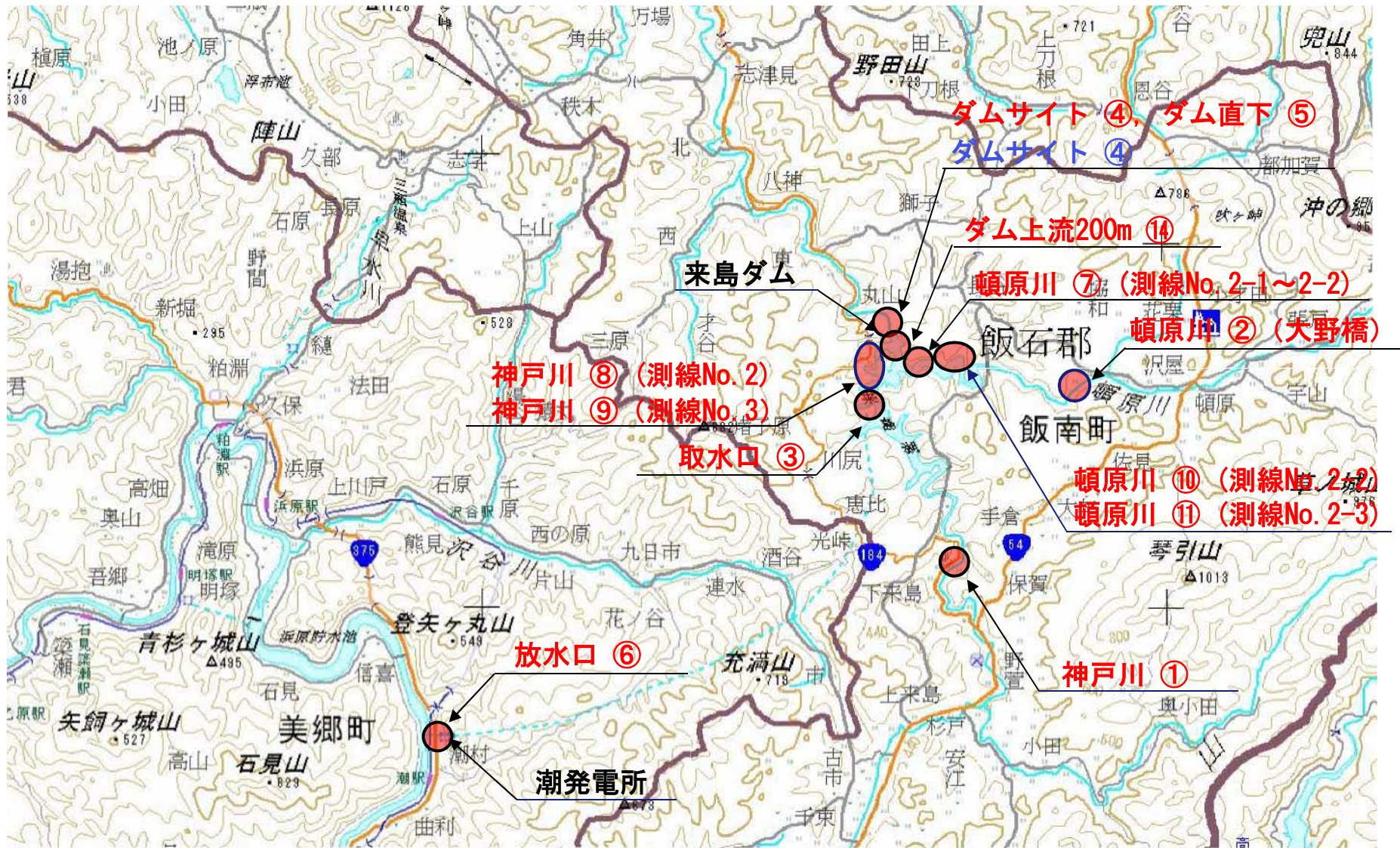
調査開始年:2015(H27)年

頻度:2回/年(6月、12月)

調査地点・分析項目:資料17、18頁のとおり

採泥方法:エクマンバージ型採泥器

6. 来島貯水池水質・底質調査（調査位置図）



赤字：水質調査地点 青字：底質調査地点

6. 来島貯水池水質・底質調査（調査・分析項目）

分析項目	調査地点		取水口③			ダムサイト④				ダム直下⑤	放水口⑥	頓原川⑦(測線2-1~2-2)			神戸川⑧(測線2)		神戸川⑨(測線3)		頓原川⑩	頓原川⑪(測線2-3)	ダム上流200m⑬
	神戸川①	頓原川②(大野橋)	上層	中層	底層	上層	中層	底層	躍層下3点			上層	中層	底層	上層・中層・底層	上層・中層・底層	上層・中層・底層	測線2-2	上層・中層・底層 (中層・底層は現地測定項目のみ)	上層・中層・底層	
水質調査項目																					
水温・D0等(現地測定)	-	-	○			○				-	-	○			○		○		○	○	○
pH	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
DO	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
COD	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
BOD	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
SS	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
VSS(浮遊物質中強熱減量)	12	12	-	-	-	12	12	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
大腸菌群数	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
T-N(全窒素)	12	12	12	12	12	12	12	12	27	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
T-P(全リン)	12	12	12	12	12	12	12	12	27	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
NH4-N(アンモニア性窒素)	12	12	12	12	12	12	12	12	27	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
NO2-N(亜硝酸性窒素)	12	12	12	12	12	12	12	12	27	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
NO3-N(硝酸性窒素)	12	12	12	12	12	12	12	12	27	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
D・T-N(溶解性窒素)	12	12	-	-	-	12	12	12	27	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P04-P(オルトリン酸性リン)	12	12	12	12	12	12	12	12	27	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
D・P04-P(溶解性オルトリン酸性リン)	12	12	-	-	-	12	12	12	27	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D・T-P(溶解性全リン)	12	12	-	-	-	12	12	12	27	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOC(全有機炭素)	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
DOC(溶解性全有機炭素)	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
D・COD	12	12	-	-	-	12	12	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chl-a	12	12	12	-	-	12	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	7	-	
植物プランクトン	-	-	12	-	-	12	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	7	-	
フェオフィチン	12	12	-	-	-	12	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	
濁度	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	12	-	-	-	-	7	-	
亜鉛	12	12	-	-	-	12	12	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
溶解性鉄	12	12	23	23	23	23	23	23	27	12	12	23	23	23	23	12	-	-	-	23	
溶解性マンガ	12	12	23	23	23	23	23	23	27	12	12	23	23	23	23	12	-	-	-	23	
全鉄	12	12	23	23	23	23	23	23	27	12	12	23	23	23	23	12	-	-	-	23	
全マンガ	12	12	23	23	23	23	23	23	27	12	12	23	23	23	23	12	-	-	-	23	
溶解性シリカ	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	-	12	12	12	-	-	-	-	-	-	
硫酸イオン	12	12	12	12	12	12	12	12	-	12	-	12	12	12	-	-	-	-	-	-	
底質調査項目																					
マンガン	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鉄	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
総硫化物	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
酸化還元電位	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
強熱減量	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
水素イオン濃度	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

一覧表内の数字は、年間の調査回数を示す。

 : 5月～11月のみ実施
 : 定期調査+モニタリング
 : 【5月～1月】躍層-1m, EL317m, EL321m

6. 来島貯水池水質・底質調査概要（調査状況）



貯水池内での採水状況



貯水池内での採泥状況

(1) 河川調査

目 的	写真撮影と現地調査により、河川の水量感の変化を確認
調査内容	a. 写真撮影 水面幅 (W) と見かけの河川幅 (B) の割合 (W/B) により水量感を確認 b. 現地調査 減水区間の水面幅と水深を実測
調査地点	a. 写真撮影 来島ダム直下から馬木堰までの10地点 b. 現地調査 窪田・乙立発電所の減水区間
調査日	2013 (H25) 年5月～2017 (H29) 年3月 (1回/月)、 2017 (H29) 年5月～ 継続中 (1回/3箇月)
評価指標	正常流量検討の手引き(案)(平成19年9月)(国土交通省河川局河川環境課)

(2) 流量データ確認

目 的	常時 2 m ³ /s 放流量の流下状況を確認
調査内容	堰の放流量、観測所の流量のデータを確認
調査地点	窪田・乙立発電所の堰、八神・菅田・馬木の観測所
調査日	2013 (H25) 年6月13日～ 継続中

(3) 生物調査

2013 (H25) 年度	目的	発電所減水区間の魚類の分布・生息状況の変化を確認
	調査内容	a. 採捕調査 (神戸川漁協の調査協力により実施)
	調査地点	窪田発電所の減水区間(全域:約2.4km) 乙立発電所の減水区間(八幡原取水堰～波多川合流地点:約1.5km)
	調査日	2013 (H25) 年6月～ 継続中
2014 (H26) 年度	目的	堰上下流の生態系の変化を確認
	調査内容	b. 潜水観察調査, c. 採餌調査, d. 底生動物調査, e. 付着藻類調査
	調査地点	窪田・乙立発電所の堰上下流
	調査日	2014 (H26) 年6月～ 継続中

(3) 生物調査 位置図

調査項目	調査地点	
a. 採捕調査		発電所減水区間 (乙立は波多川合流地点まで)
b. 潜水調査		窪田・八幡原堰上下流地点
c. 採餌調査		
d. 底生動物調査		
e. 付着藻類調査		



(3) 生物調査概要 (a. 採捕調査 ・ b. 潜水観察調査)

○調査方法の準拠

平成28年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]

(国土交通省水管理・国土保全局河川環境課)

○調査方法

【a.採捕調査】

投網・カニかごにより実際に採捕し、採捕した魚類の同定（種類、数、重量等）を行う。

(採捕は、神戸川漁協組合員の協力を得て実施。)

【b.潜水調査】

現地の主たる環境要素である早瀬と平瀬を対象に遊泳範囲（調査定線）を定め、遊泳範囲内をゆっくりと移動しながら、目視確認された魚類の種類と個体数、成長区分（稚魚、幼魚、成魚）を把握する。加えて、平瀬の河岸の草の影や緩流部において、タモ網を用いて稚魚の分布状況を確認する。



採捕調査状況



潜水調査状況

(3) 生物調査概要 (c. 採餌調査 ・ d. 底生動物調査)

○調査方法の準拠

水野俊彦監修 淡水生物の生態と観察 (築地書館株式会社)

沼田真監修 河川の生態学 (築地書館株式会社)

平成28年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]

○調査方法

【c.採餌調査】

捕獲した魚類 (窪田・八幡原堰の上下流でアユ、オイカワ、ヨシノボリ類またはカワムツの3種程度、個体数は各5～10個体程度) の胃の内容物を分析する。

【d.底生動物調査】

定量採取：水深がひざ程度でこぶし大の石のある場所で3回コドラート採取し、得られた検体を室内で同定する。

定性採取：調査地点に分布する水際植生等、底生生物が多く生息しているような環境においてタモ網で生物を採取し、得られた検体を室内で同定する。



定量採取状況



定性採取状況

(3) 生物調査概要 (e. 付着藻類調査)

○調査方法の準拠

平成28年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[ダム湖版]

(国土交通省水管理・国土保全局河川環境課)

○調査方法

採取・同定：水深がひざの高さ程度の早瀬から、こぶし大の石を5個拾い上げ、石の表面をブラシでこすった検体を室内で同定する。

強熱減量分析：上記検体の一部を室内分析する。



付着藻類状況

7. 来島ダムからの常時毎秒 2 m³放流に伴う下流河川の 環境変化の状況について(年間調査計画)

実施項目		発電所	場所	箇所	回数	2022(R4)年度											
調査・測定名	項目					4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
河川状況調査	写真撮影他	共通	代表地点	10+堰2	4		○			○			○			○	
魚類調査	a.採捕調査	窪田	堰下流	1	3			○		○		○					
	b.潜水調査		堰上下流	2	3			○		○		○					
	c.採餌調査			2	1				○								
	a.採捕調査	乙立	堰下流	1	3			○		○		○					
	b.潜水調査		堰上下流	2	3			○		○		○					
	c.採餌調査			2	1				○								
d. 底生動物調査	採取調査	窪田	堰上下流	2	2					○				○			
		乙立		2					○				○				
e. 付着藻類調査	採取調査	窪田	堰上下流	2	3			○		○				○			
		乙立		2				○		○			○				