



【第5回】神戸川の潮発電所水利使用に関する調整会議 説明資料

平成25年11月18日

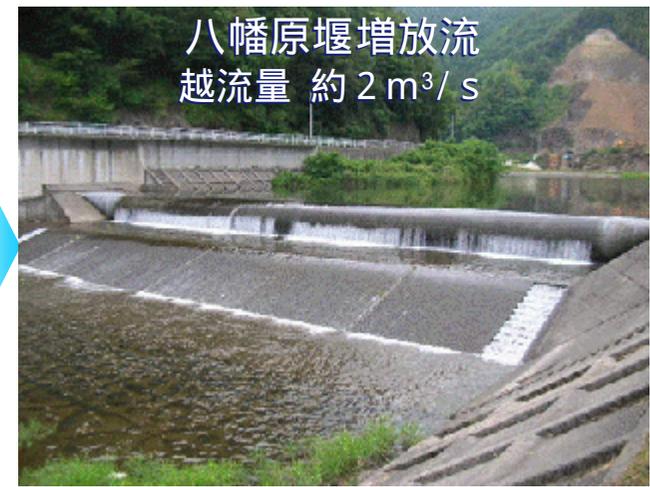
中国電力株式会社

- 1 . 試験放流の検証
- 2 . 水質調査
- 3 . 増放流計画
- 4 . 来島ダムの水質保全対策
- 5 . 減水区間対策
- 6 . 水利使用期間

1 . 試験放流の検証（実施状況）

- 6月4日から魚道流量を増加。
- 6月13日から来島ダムからの試験放流（ $2\text{ m}^3/\text{s}$ ）を開始し，窪田・乙立の各取水堰から増放流相当分を越流させている。

来島ダム



1 . 試験放流の検証（調査概要（1））

（1）河川調査

【月1回の調査は9月で終了，その後は3ヶ月に1回の調査を3月まで実施予定】

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・乙立の減水区間
調査日	6回実施（5月～11月）
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（注） b . 現地調査 減水区間の水面幅と水深を実測

（注）国交省の正常流量検討の手引き(案)によると，W/Bが20%以上あれば水量感が豊かであるとの評価が得られている。

（2）流量データ確認

調査地点	八神・菅田・馬木の観測所，窪田・乙立の取水堰と減水区間
調査日	6月～継続中 （減水区間の流量測定を7月～9月（月1回）実施）
調査内容	観測所での流量，取水堰での流入量・放流量のデータを確認

1. 試験放流の検証（調査概要（2））

（3）魚族調査

調査地点	窪田の減水区間(全域) , 乙立の減水区間(八幡原取水堰～波多川合流地点)
調査日	5回実施(6月～10月)
調査内容	カニ・ウナギ籠および投網により採捕し, 魚種と数量を確認

（4）漁協ヒアリング

調査対象	神戸川漁業協同組合 組合員
調査日	8月, 11月調査
調査内容	試験放流後の河川の状況について聞き取りを実施

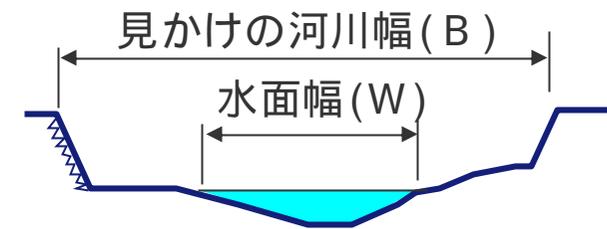
1 - (1). 河川調査 a (写真撮影〔水量感調査〕位置図)

調査地点	
	来島ダム下流丸山地点
	八神観測所橋梁
	横見橋
	窪田取水堰下流ア-子橋
	伊佐川合流後本川
	八幡原橋
	八幡原取水堰下流橋梁
	呑水橋
	立久恵吊橋
	馬木堰



水量感調査 (W/B) の見方

W/Bの河川断面イメージ



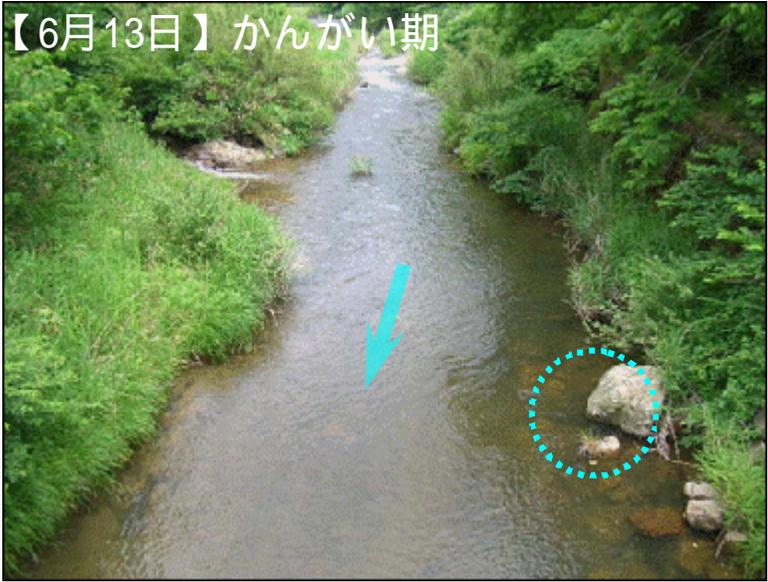
写真イメージ



1 - (1) .河川調査 a (八神測水所)

改善後は水面幅，流量感が増した。
かんがい期より非かんがい期がやや河川幅
が増加した。

年月日	ダム放流量 (m^3/s)	W / B (%)	河川流量(m^3/s) 〔推計値〕
H25.5.30 (改善前)	1.0	42	約1.7
H25.6.13 (かんがい期)	2.0	49	約2.5
H25.11.8 (非かんがい期)	2.0	52	約2.9



1 - (1). 河川調査 a (窪田取水堰下流 : 減水区間)

改善後は水位上昇による転石の水没が顕著に見られ流量感が増した。
かんがい期と非かんがい期との差はない。

年月日	ダム放流量 (m ³ / s)	W / B (%)	河川流量 (m ³ /s) 〔推計値〕
H25.5.30 (改善前)	1.0	8	約0.3
H25.6.13 (かんがい期)	2.0	21	約2
H25.11.8 (非かんがい期)	2.0	21	約2



1 - (1). 河川調査 a (八幡原取水堰下流：減水区間)

改善後は水面幅，水深が増加した。
かんがい期より非かんがい期の水量感がやや増した。

年月日	ダム放流量 (m^3/s)	W / B (%)	河川流量(m^3/s) 〔推計値〕
H25.5.30 (改善前)	1.0	24	約0.1
H25.6.13 (かんがい期)	2.0	約2.7	
H25.11.8 (非かんがい期)	2.0	46	約3.2



1 - (1). 河川調査 a (呑水橋下流 : 減水区間)

改善後は水面幅，水深がやや増加した。
かんがい期より非かんがい期の水量感がやや増した。

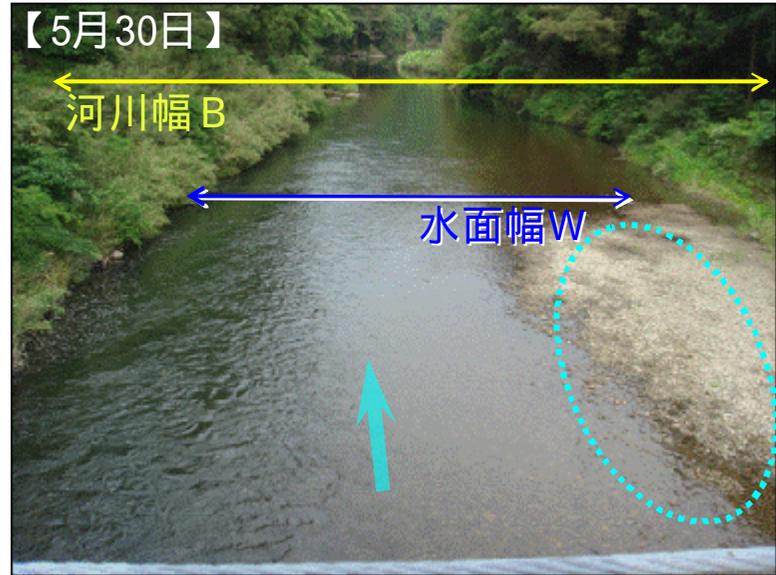
年月日	ダム放流量 (m^3/s)	W / B (%)	河川流量(m^3/s) 〔推計値〕
H25.5.30 (改善前)	1.0	38	約3
H25.6.13 (かんがい期)	2.0	55	約5
H25.11.8 (非かんがい期)	2.0	64	約7



1 - (1). 河川調査 a (立久恵峡吊橋)

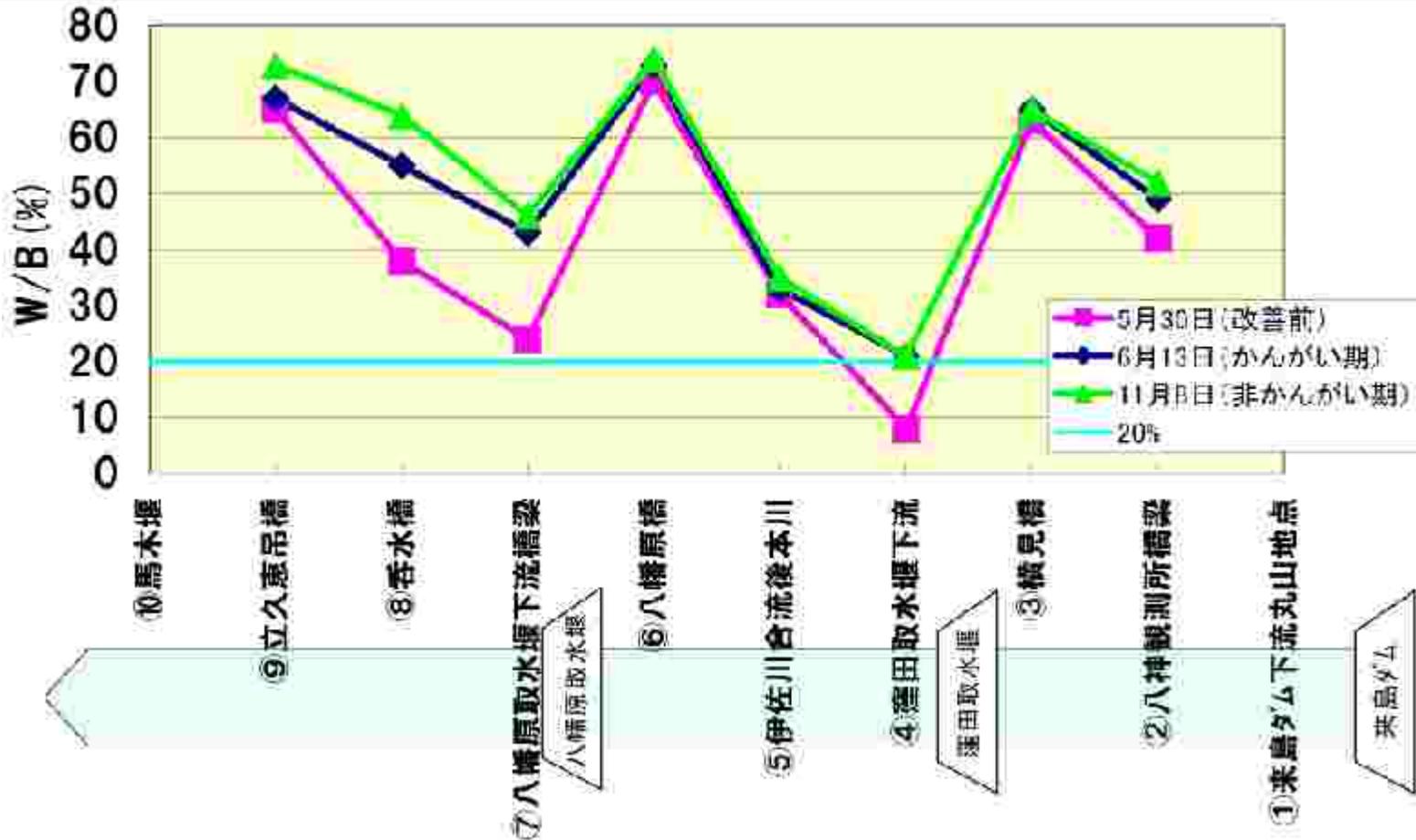
改善前の状態でもある程度の水量感がある。
かんがい期より非かんがい期の水面幅，水量感が増した。

年月日	ダム放流量 (m ³ / s)	W / B (%)	河川流量 (m ³ /s) 〔推計値〕
H25.5.30 (改善前)	1.0	65	約3
H25.6.13 (かんがい期)	2.0	約6	
H25.11.8 (非かんがい期)	2.0	73	約8



1 - (1). 河川調査 a (各調査地点のW / B)

W/Bは、改善前に比べて各地点において大きくなる（流況改善）傾向がみられ特に窪田発電所および乙立発電所減水区間の改善が著しい。
改善後のW/Bは、全ての箇所において水量感が豊富であるとされる20%以上になっている。



1. 試験放流の検証 (1) 河川調査 b (現地調査：窪田発電所 減水区間)

水面幅や水深の増加が見られ，露出していた転石のほとんどが水没した。
水量感が大幅に増加した。



流量観測状況
〔河川流速測定〕
H25年9月27日



年月日	水面幅 (m)	水深 (m)	流量 (m ³ /s)
H25.5.30	10.0	0.34	約0.3
H25.6.13	14.5	0.51	約2.0
H25.7.18	14.0	0.57	2.85 [実測]
H25.8.29	15.1	0.66	4.35 [実測]
H25.9.27	14.0	0.53	1.79 [実測]
H25.11.8	14.0	0.52	約2.0

1. 試験放流の検証 (1)河川調査 b (現地調査：乙立発電所 減水区間)

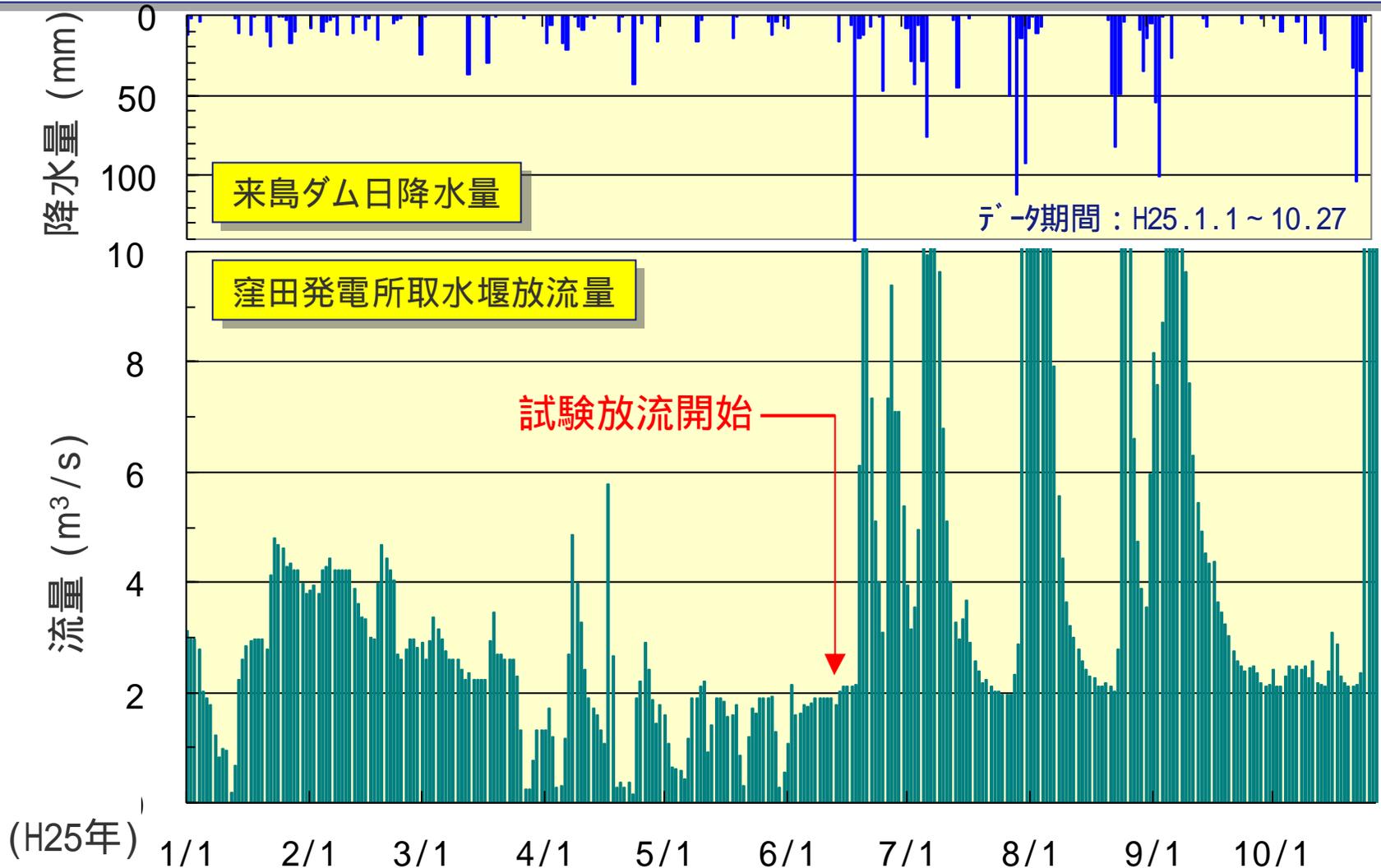
露出していた転石の多くが水没し，水面は河川内の草木の中にまで広がっていることを確認した。
水面幅や水深が増加し，水量感が大幅に増加した。



年月日	水面幅 (m)	水深 (m)	流量 (m ³ /s)
H25.5.30	9.4	0.19	約0.1
H25.6.13	23.8	0.54	約2.7
H25.7.18	22.5	0.55	2.09 [実測]
H25.8.29	21.5	0.59	2.46 [実測]
H25.9.27	21.6	0.63	2.90 [実測]
H25.11.8	21.4	0.55	約3.2

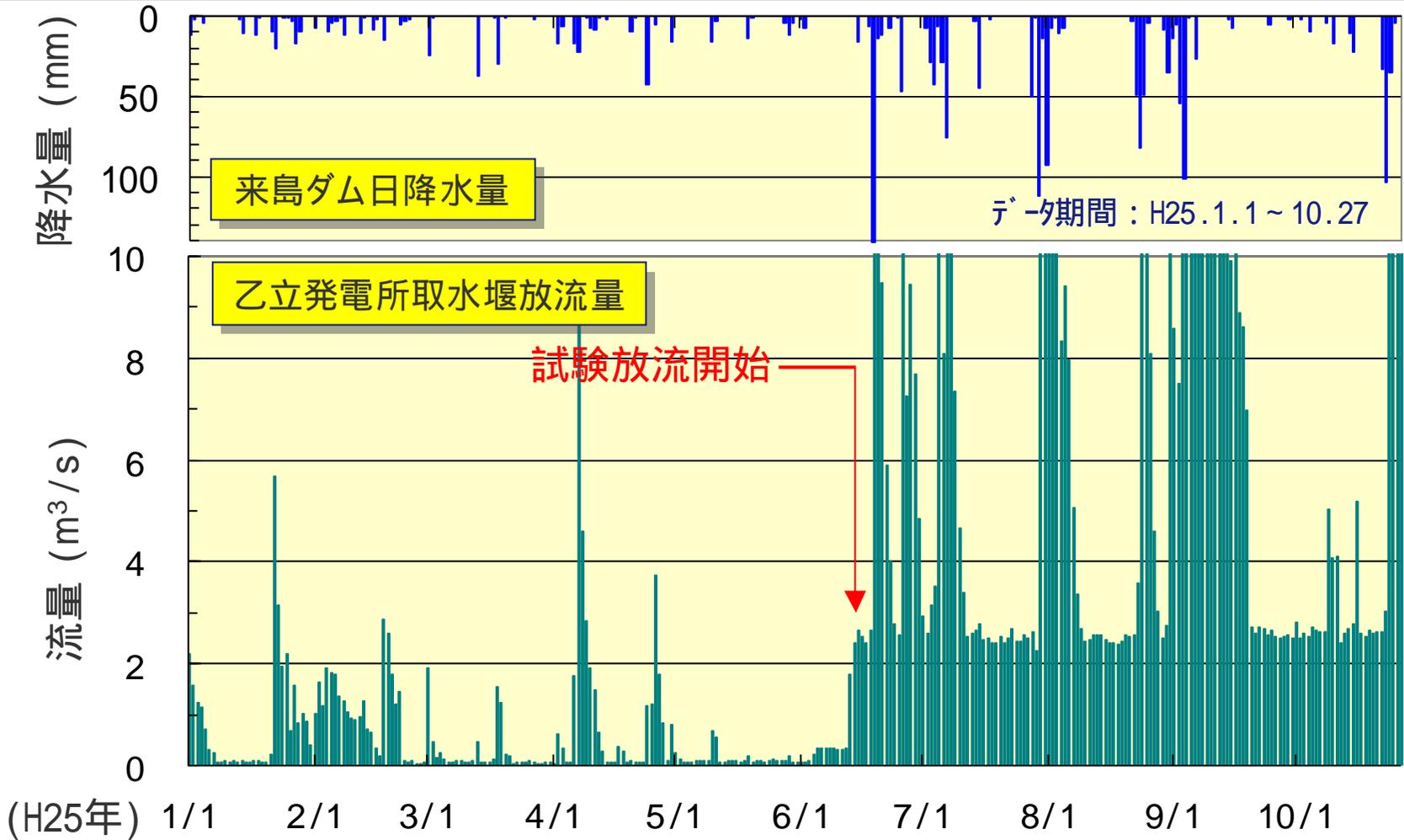
1 - (2) .流量データ確認（窪田発電所取水堰の放流量）

窪田発電所取水堰は，もともと堰越流の頻度が高かったが，増放流後はさらに堰下流への放流量が増加し，河川流況が安定している。



1 - (2) . 流量データ確認 (乙立発電所八幡原取水堰の放流量)

乙立発電所八幡原取水堰では増放流前は越流頻度が低かったが、増放流後は佐田支所前の波多川合流までの減水区間の流況が大幅に改善している。

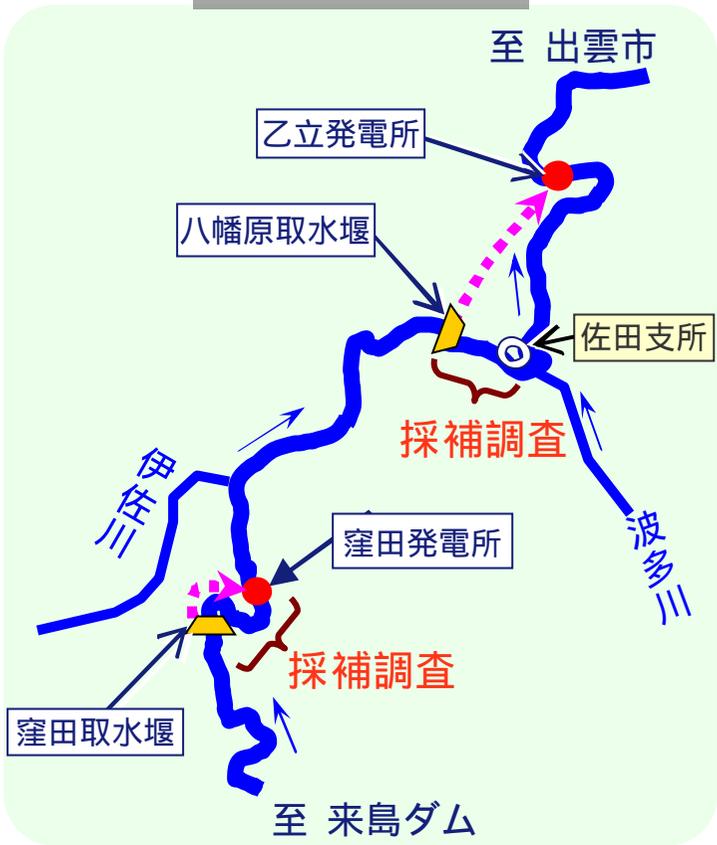


(特記)9/4~9/19および10/9は、ゴム堰の点検倒伏等のため、菅田流量 + 残流域流量により放流量を計算。

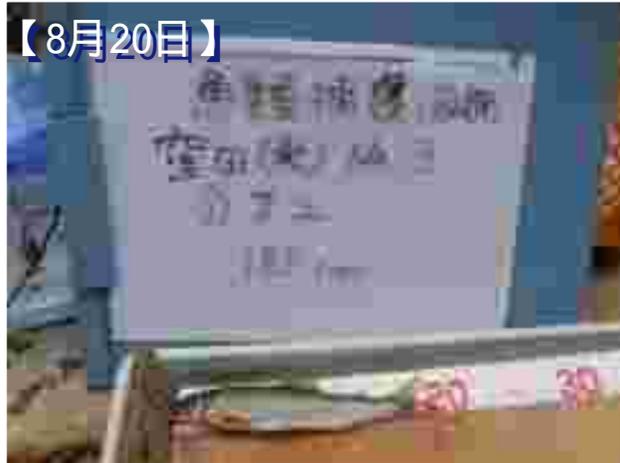
1 - (3) . 魚族調査 (採捕状況)

魚族の採捕による調査範囲は，窪田発電所の減水区間が全域，乙立発電所の減水区間については河道の状況を考慮し波多川合流地点(佐田支所前)までとした。採捕は，神戸川漁協関係者に依頼し，事後調査は島根県の立会で実施した。

調査位置



採捕状況



1 - (3) . 魚族調査 (採捕結果)

事前調査では，うなぎ，カワムツ，オイカワ等は確認されたが，アユは確認されなかった。

増放流前後で大きな差異は見られなかったが，7月～10月の事後調査ではアユ，カニが確認された。

【窪田発電所減水区間】

(単位 : 匹)

魚種	時期	事後調査				
	事前調査	6月10,11日	7月11日	8月20日	9月30日	10月29日
アユ	0	1	2	2	0	
カワムツ	6	0	10	1	1	
オイカワ	3	1	0	0	0	
ウグイ	1	2	3	2	1	
ドンコ	0	0	0	0	0	
ウナギ	1	0	0	1	1	
カニ	0	2	1	1	2	
ギギ	1	22	0	0	0	
カマツカ	0	1	0	0	0	
ニゴイ	0	0	3	1	0	

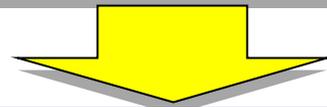
【乙立発電所減水区間】

(単位 : 匹)

魚種	時期	事後調査				
	事前調査	6月10,11日	7月11日	8月20日	9月30日	10月29日
アユ	0	0	1	4	1	
カワムツ	1	2	0	6	0	
オイカワ	0	0	0	0	0	
ウグイ	0	0	0	0	0	
ドンコ	1	0	0	0	0	
ウナギ	3	1	1	5	1	
カニ	0	0	7	1	15	
ギギ	0	1	0	0	0	
カマツカ	0	1	0	0	0	
ニゴイ	0	0	0	2	1	

1. 試験放流の検証（まとめ）

- (1) 河川調査（写真撮影・現地調査）
 - ・ 増放流（ $2 \text{ m}^3/\text{s}$ ）により水面幅がやや増加し水量感が増した。その傾向は、特に中・下流域においてかんがい期よりも非かんがい期の方が顕著に見られた。
 - ・ 特に減水区間の流況改善が顕著である。
- (2) 流量データ確認
 - ・ 増放流後の窪田および乙立発電所取水堰下流の流量は、最低でも、 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ をほぼ下回ることなく安定的に改善している。
- (3) 魚族調査（減水区間）
 - ・ 短期間（7月～10月）の調査のため、増放流前後の大きな差異は見られなかったが、採捕調査ではアユ、カニおよびウナギがほぼコンスタントに確認された。

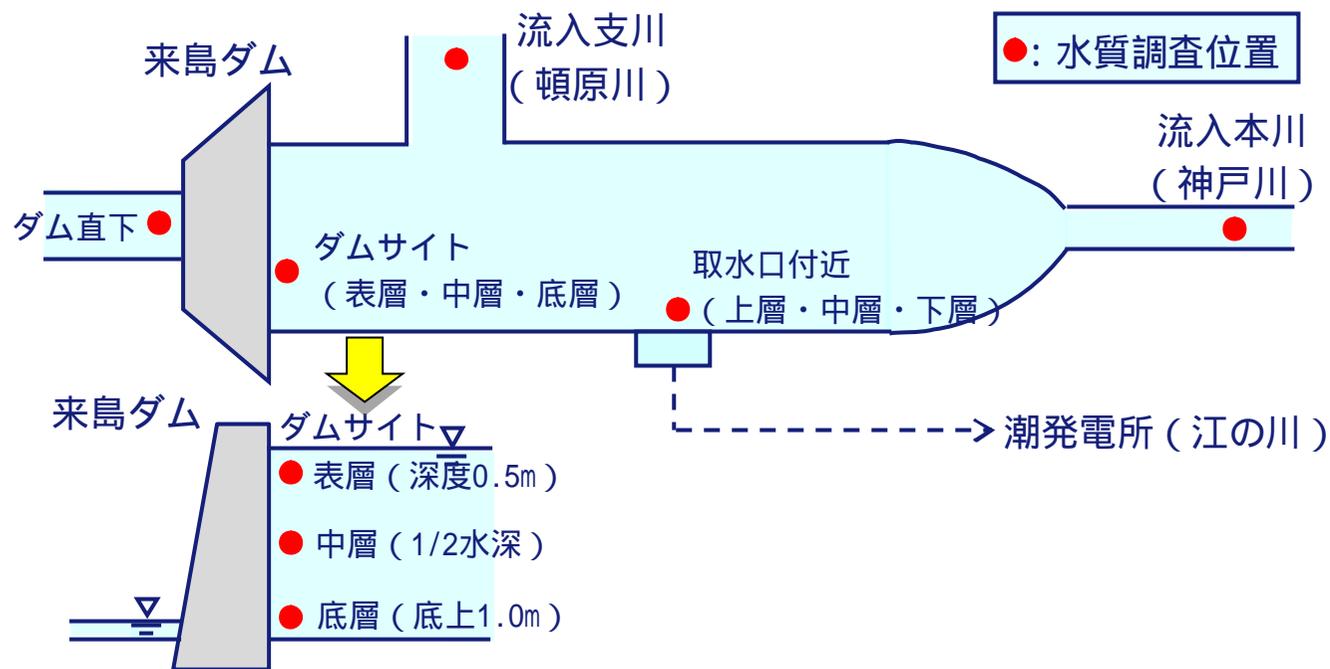


- 約5ヶ月にわたり実施してきた $2 \text{ m}^3/\text{s}$ の試験放流により、下流の各地点において一定の流況改善効果があったものと認識。

2. 水質調査（調査概要）

神戸川河川全体については，河川管理者が水質調査を実施しているため，当社が実施した来島ダムの水質調査結果について代表項目を参考に示す。
平成24年7月～平成25年10月の定期調査結果のデータに基づきとりまとめた。（取水口付近は平成25年4月～10月のデータによる。）

【模式図】



代表項目

溶存酸素 (DO)
化学的 酸素要求量 (COD)
全窒素 (T-N)
全リン (T-P)
鉄
マンガン

2. 水質調査（まとめ）

（１）DO，CODについて

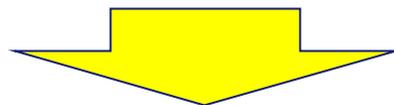
- ・DOは，ダムサイト（中層，底層）で低い時期があり，CODは，ダムサイトおよびダム直下で高い時期がある。

（２）栄養塩類について

- ・全窒素は，ダムサイト底層で高い時期があり，全リンは流入河川およびダムサイト底層で高い時期がある。

（３）石への黒い付着物等の原因と考えられる鉄，マンガンについて

- ・貯水池内に水温の異なる層ができ上下に循環しなくなる季節において，底層の溶存酸素濃度が下がり，底泥から鉄およびマンガンが溶出し値が高くなる時期があると考えられる。



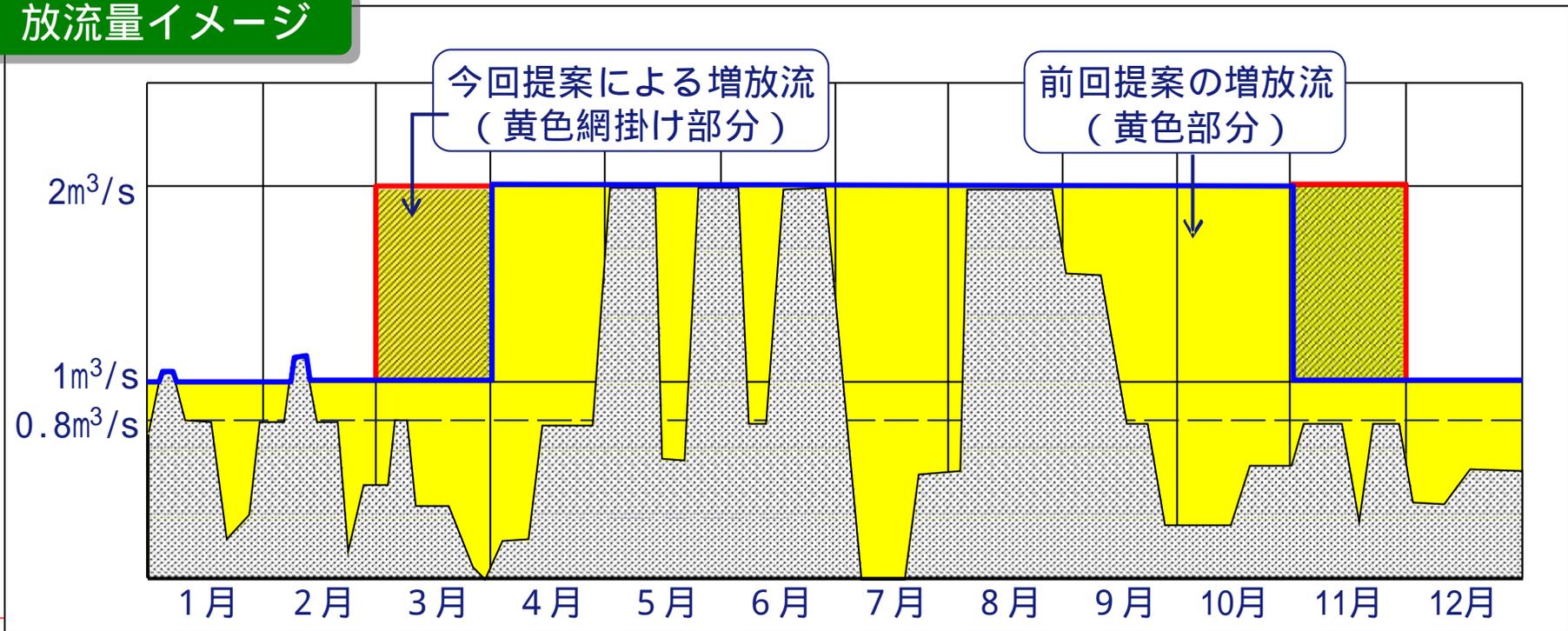
これら貯水池内の水質現象について，原因究明や水質保全対策を検討する組織を設置し評価・対策・検証を行う。

3 . 増放流計画 (1)実施概要

増放流計画

期 間	流 量	備 考
かんがい期，鮎期（遡上・降下時期を含む。）（3月～11月）	2 m ³ /s	
下流での水利用が少なく，水量が比較的豊富な時期（12月～2月）	1～2 m ³ /s （馬木地点での必要流量は維持）	ダムにある程度貯水し，湧水に備える

放流量イメージ

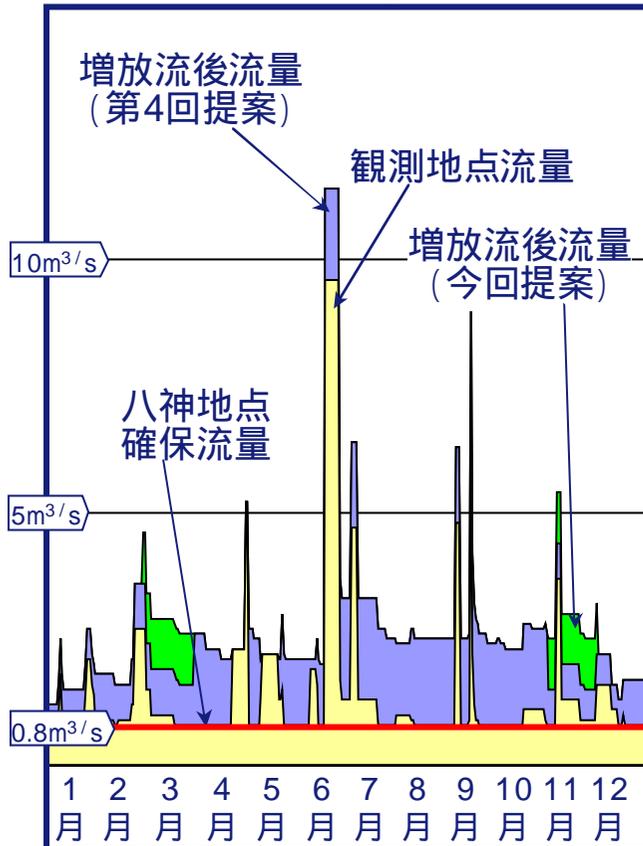


3. 増放流計画

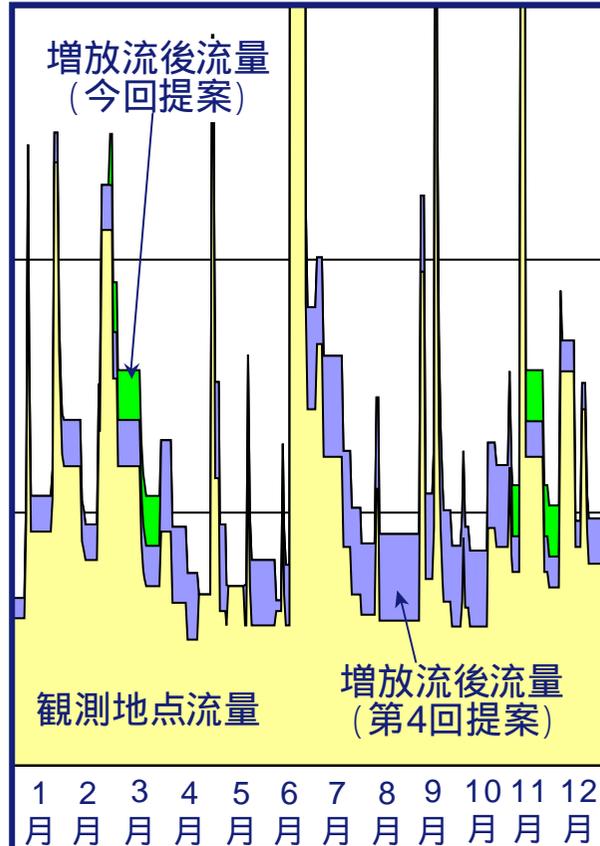
(2) 各観測地点での流量イメージ (増放流後)

- 第4回調整会議の提案に比べて、八神地点、菅田地点、馬木地点とも、11月と3月の流量が増加。
- 各地点とも、流量が少ない時期の安定した流量の維持が図られ、ほぼ通年にわたり安定した流量が確保される。

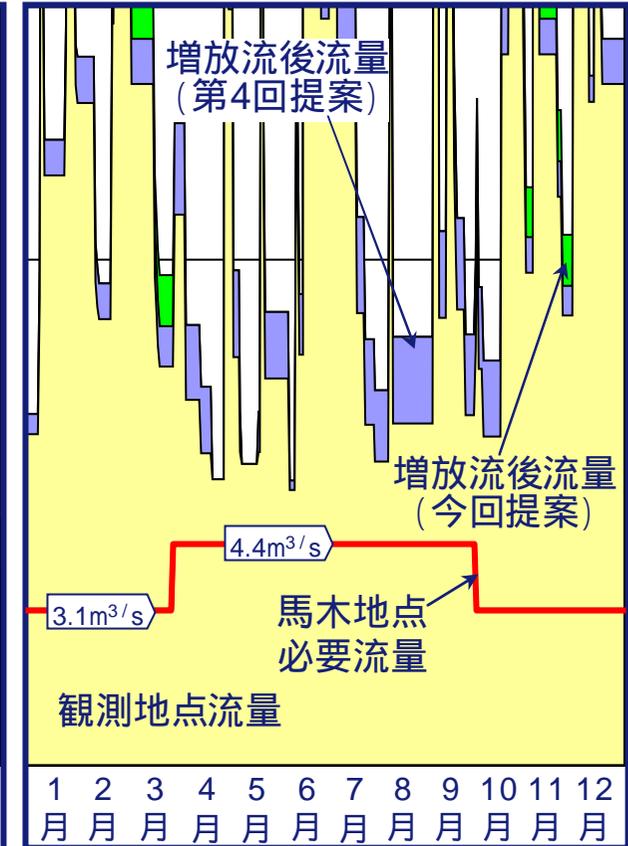
八神 (上流域)



菅田 (中流域)



馬木 (下流域)



() 過去10年の平均的な流量の年である平成13年の流量をイメージ化

4 . 来島ダムの水質保全対策

神戸川の課題

専門委員会の報告では、神戸川の水質について「概ね環境基準の範囲内に収まっている」とされるが、志津見ダム・尾原ダムモニタリング委員会における来島ダム直下における鉄・マンガン、およびダムへの流入河川における栄養塩類についての指摘や、沿川住民や漁業関係者のご意見を踏まえると、課題は次のとおり整理される。

- 来島ダム増放流に伴う水質調査等の継続実施とその検証
 - 来島ダム直下の鉄，マンガンおよび流入河川の富栄養化等の詳細調査
 - 「河床の黒い石，黒っぽい水」や「貯水池でのアオコ発生」等の原因究明
- ➡上記3点を踏まえた河川環境の保全に向けた取組

河川全川の課題

来島ダム増放流に伴う神戸川全川の水質環境の検証が必要

来島ダムの課題と対策

次の課題に対する積極的なアプローチが必要。

- 湖底からの鉄・マンガン溶出による水質への影響
- 来島ダム流入河川からダム直下における栄養塩類（窒素，リン）の高い事象
- 近年のアオコ発生が顕著になる傾向

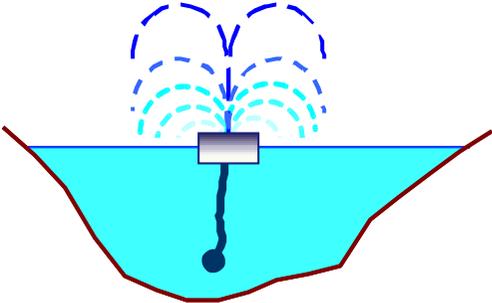
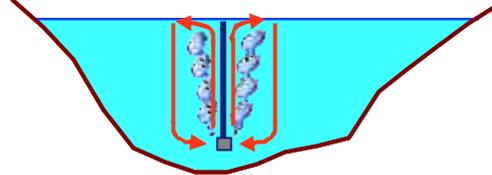
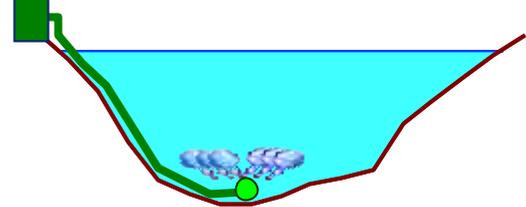
河川管理者へ協力要請のうえ水質調査等を継続

河川管理者および関係機関による検証組織

報告

学識経験者を中心とした水質保全検討組織『来島貯水池水質保全検討会（仮称）』を設置

4 . 来島ダムの水質保全対策（対策例）

対 策	アオコ		鉄・マンガン
名 称	噴水装置	曝気循環装置	微細気泡曝気装置
模式図			
仕 組	下層の冷たい水を散水し，水を循環させる。 水が水面に叩きつけられる際にアオコ細胞を破壊することも期待できる。	気泡を発生させ水を循環させる。	高濃度の酸素を供給することによって，マンガン等の溶出を防止する。

4 . 来島ダムの水質保全対策（導入例）

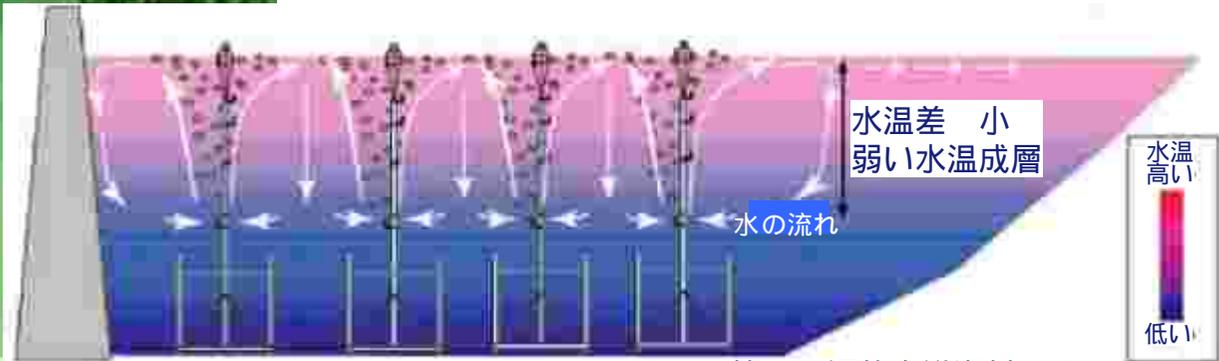
アオコ対策
(噴水装置)



当社導入例	岡山県高梁市備中湖（H3～現在）
装置概要	深層水深さ10m，噴水散布直径3.5m，噴水散布量5m ³ /分
効果	<p>噴水の届く範囲の表面水温が低下し，視覚的にも局所的ではあるがアオコが見られない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表層水温低下が最大0.9 ・クロロフィルa低減：2.8mg/m³ → 2.4mg/m³
その他導入例	草木ダム(群馬)，八田原ダム(広島)，弥栄ダム(山口)ほか (各ダム管理者のホームページによる。)

4 . 来島ダムの水質保全対策（導入例）

アオコ対策 （曝気循環装置）

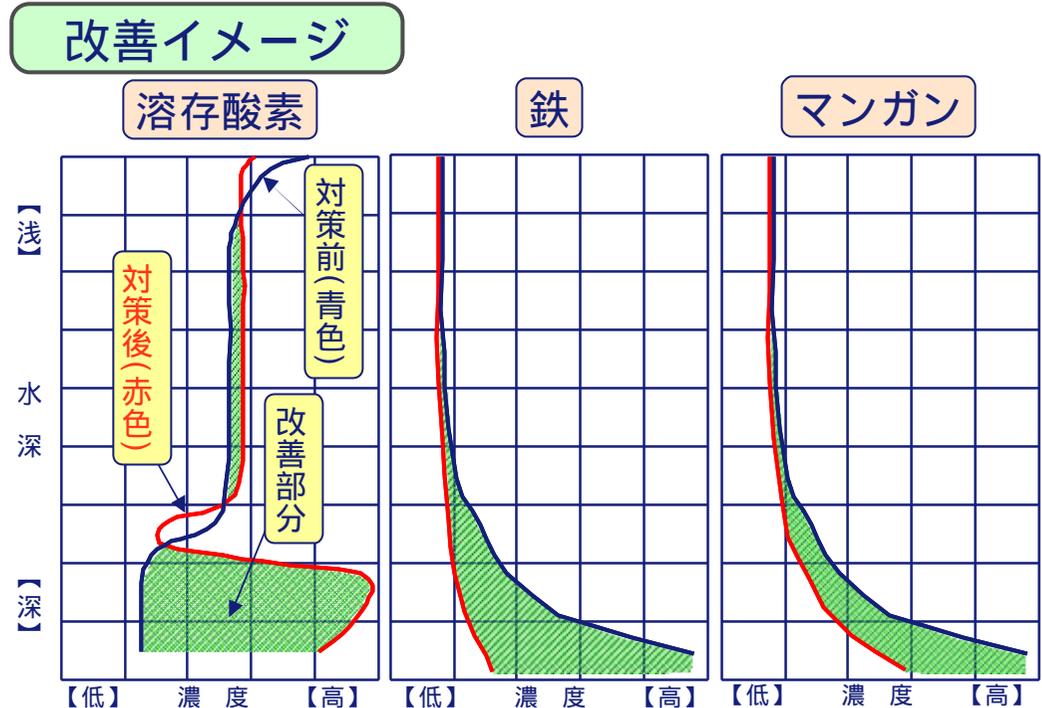


（第4回調整会議資料より）

導入例	千屋ダム(岡山), 魚切ダム(広島), 大門ダム(山梨)ほか (各ダム管理者のホームページによる。)
効果	気泡の浮力により, 周囲の水を巻き込みながら水を循環させることを目的とする装置。アオコ発生対策としてよく用いられる。

4. 来島ダムの水質保全対策（導入例）

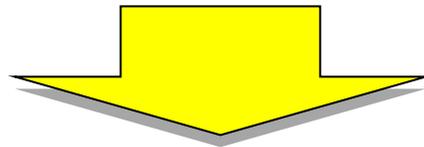
鉄やマンガンの溶出対策 （微細気泡曝気装置）



当社導入例	広島県山県郡安芸太田町竜神湖（H 1 6 ~ 現在）
装置概要	水中部：微細気泡発生装置，水中ポンプ， 陸上部：酸素ガス発生装置（コンプレッサー，酸素発生器）
効果	装置設置以降，従来確認されていた赤褐色の水の発生が改善されている。 <ul style="list-style-type: none"> 溶存酸素量（DO）：最大約18mg/ℓ上昇（前年同時期約0mg/ℓ） 鉄イオン濃度：最大約1.0mg/ℓ（前年最大約20mg/ℓ） マンガンイオン濃度：最大1.8mg/ℓ（前年最大3.2mg/ℓ）
その他導入例	布部ダム（島根）ほか

4 . 来島ダムの水質保全対策（検証体制）

- 来島貯水池の状況分析・評価を行い，その結果を踏まえて対策を検討する。



- 来島貯水池の水質保全対策に係る検討体制は，河川，ダム水質および生物に精通した学識経験者を中心に，水質調査や対策を実施する中国電力の関係者で構成。
- 神戸川や潮(発)に係る河川管理者や関係自治体関係者に対し，情報共有や意見聴取等のため，オブザーバー参加を要請。
- また，調査や対策検討のため研究機関もオブザーバーに加えるよう計画。

5 . 減水区間対策

実施済の対策

- 6/4 魚道の能力を最大限発揮できるように、魚道の角落し（流量）を調整。
- 6/13 増放流相当分について、取水堰等の水位調整により堰を越流。

増放流量決定後の対応

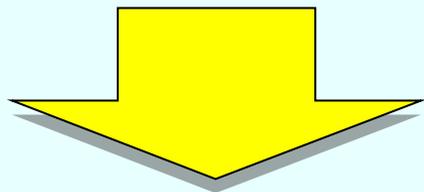
来島ダムからの放流量をそれぞれの堰から減水区間へ放流する。



5 - (1) . 窪田発電所 (1)

窪田取水堰における課題

- ・ 現況では魚道放流に加え堰の切欠から越流させている。



- ・ 魚道出口の構造（勾配）によりアユの遡上への影響が考えられる。
- ・ 魚道出口が堰から離れているため堰直下にアユが迷入し、遡上が阻害される可能性がある。



窪田発電所
取水堰



5 - (1) . 窪田発電所 (2)

今後の対策予定

【H25年～】

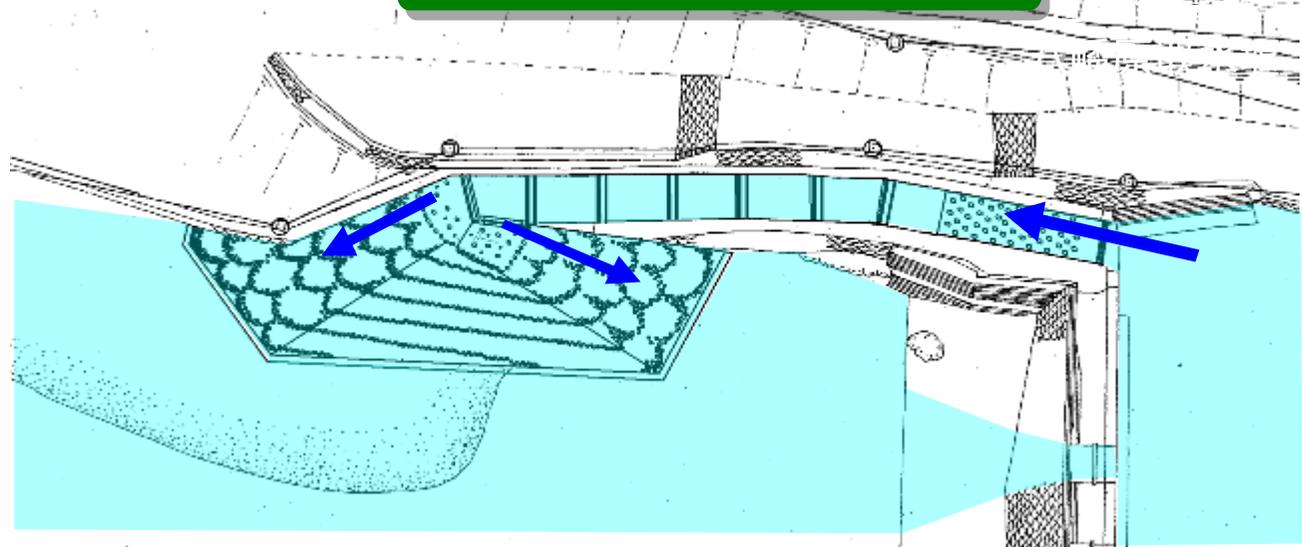
設計検討

【H26年】

非出水期に施工予定

- ・アユ等の魚族が魚道の上下流側から遡上しやすいように扇型植石魚道を既設魚道出口に設置する。
- ・扇型植石魚道は河川の流水障害を考慮して上下流方向を緩い勾配とする。

窪田取水堰部分平面図



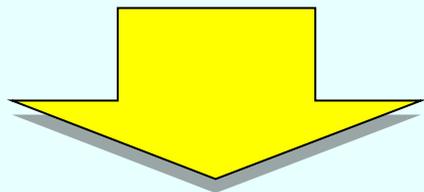
魚道改造イメージ



5 - (2) . 乙立発電所 (1)

八幡原取水堰における課題

- ・ 現況では魚道放流以外はゴム堰から越流させている。



- ・ ゴム堰の特性から，流量が安定しない。
- ・ ゴム堰直下にアユが迷入し，遡上が阻害される可能性がある。



乙立発電所
八幡原取水堰

5 - (2) . 乙立発電所 (2)

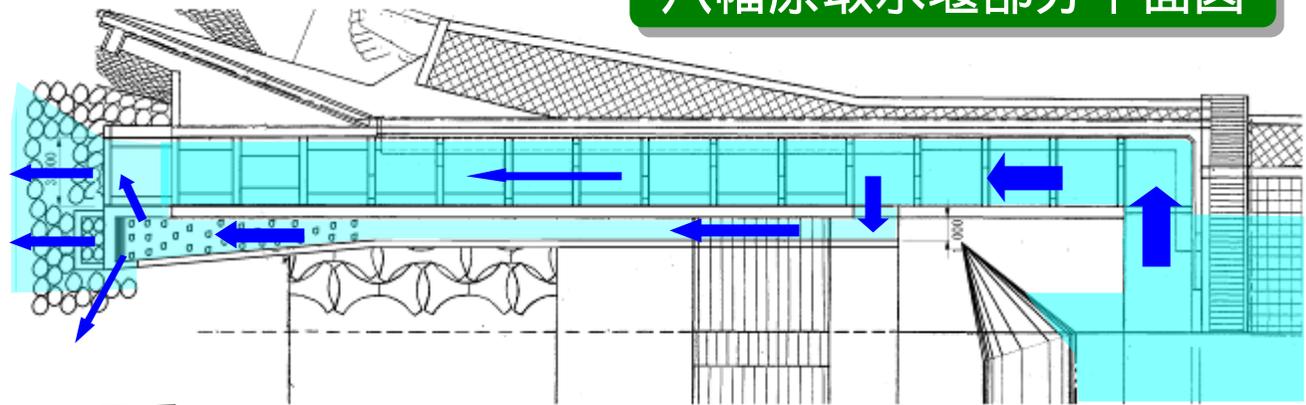
魚道改造

H25年11月着工

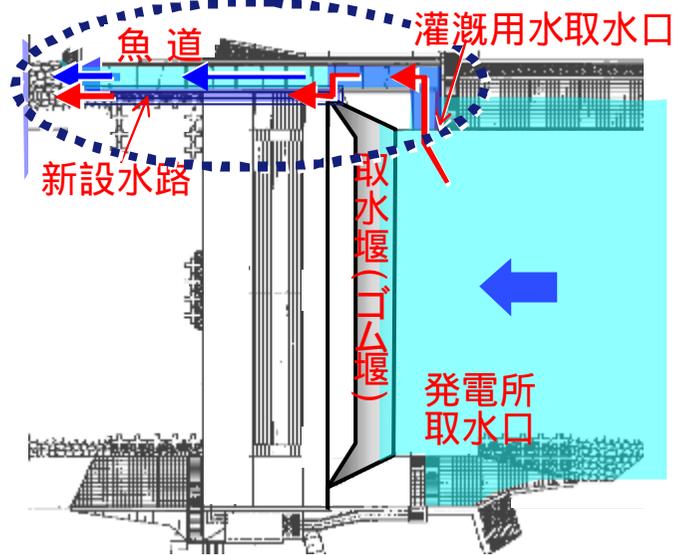
H26年3月 完成

側水路を新設しゴム堰から越流している流量をこの水路から安定的に流し, アユが魚道の直下に向かいやすいようにする。

八幡原取水堰部分平面図



拡大



魚道改造イメージ



5 - (3) . その他の堰

- 現地確認の結果，地元関係者から明谷堰について，魚類の移動を阻害している可能性があり，何らかの対策の必要があるとのご意見をいただいた。
- 調整会議で対策の必要性についてご審議いただき，その結果を踏まえ利水者としての応分の協力を行う。
- 対策の内容，事業主体，協力の内容などの詳細については，今後，井堰の管理者と協議する。
- 川崎堰についても，別途現地確認のうえ，必要に応じて明谷堰と同様の考え方で対応する。



明谷堰

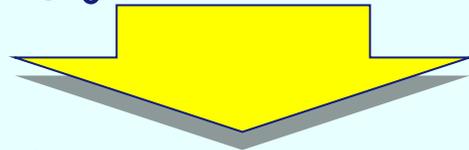


川崎堰



6 . 水利使用期間

- 適正な放流量を検討するには，来島ダムからの放流を増量し，長期にわたりさまざまな気象条件のもとで，水質や生物などの調査データを継続的に採取し，増放流の効果を検証していく必要がある。



- 水利使用期間は20年()とする。
- ただし，毎年，モニタリング結果を報告するとともに，中間年に調査・検証結果をとりまとめ，流域自治体や地域の方々に報告のうえ，ご意見を伺い，放流期間の見直しも含めて改善策を検討する。

() 国土交通省の通達（平成20年8月12日付け）により，概ね20年とされている。