

【資料－4】

徳山ダムの弾力的な運用の試行について

【令和4年度における弾力的な運用の試行の結果報告】

令和5年9月

中部地方整備局河川部
水資源機構中部支社

《目 次》

1. 徳山ダムの弾力的な運用の試行

- 1- 1. 目的と進め方
- 1- 2. 具体的なテーマ
- 1-3. 増量放流のパターン
- 1-4. 弾力的な運用の試行の実施状況
- 1-5. 前回検討会での主な指摘事項

2. 令和4年度における徳山ダムの管理

3. 令和4年度の弾力的な運用の試行の実施状況・効果等

- 3- 1. 付着藻類の剥離・更新の促進
- 3- 2. 汽水域の底生動物の生息環境改善
- 3- 3. 弾力的な運用の試行（新たな取り組み）について
- 3- 4. 河川全域の水温変化の影響・放流水の流達時間

1. 徳山ダムの弾力的な運用の試行

1-1. 目的と進め方(1)

■目的

徳山ダムの弾力的な運用は、揖斐川の河川環境をより改善することを目的に、ダム管理へ移行後に瀬切れの解消等の流水の正常な機能の維持を図っていることに加え、更に生態系等に考慮し、ダムからの放流を可能な範囲において時期や量を変化させる等の弾力的な運用を行い、河川環境の保全・向上に努めるものです。

■進め方

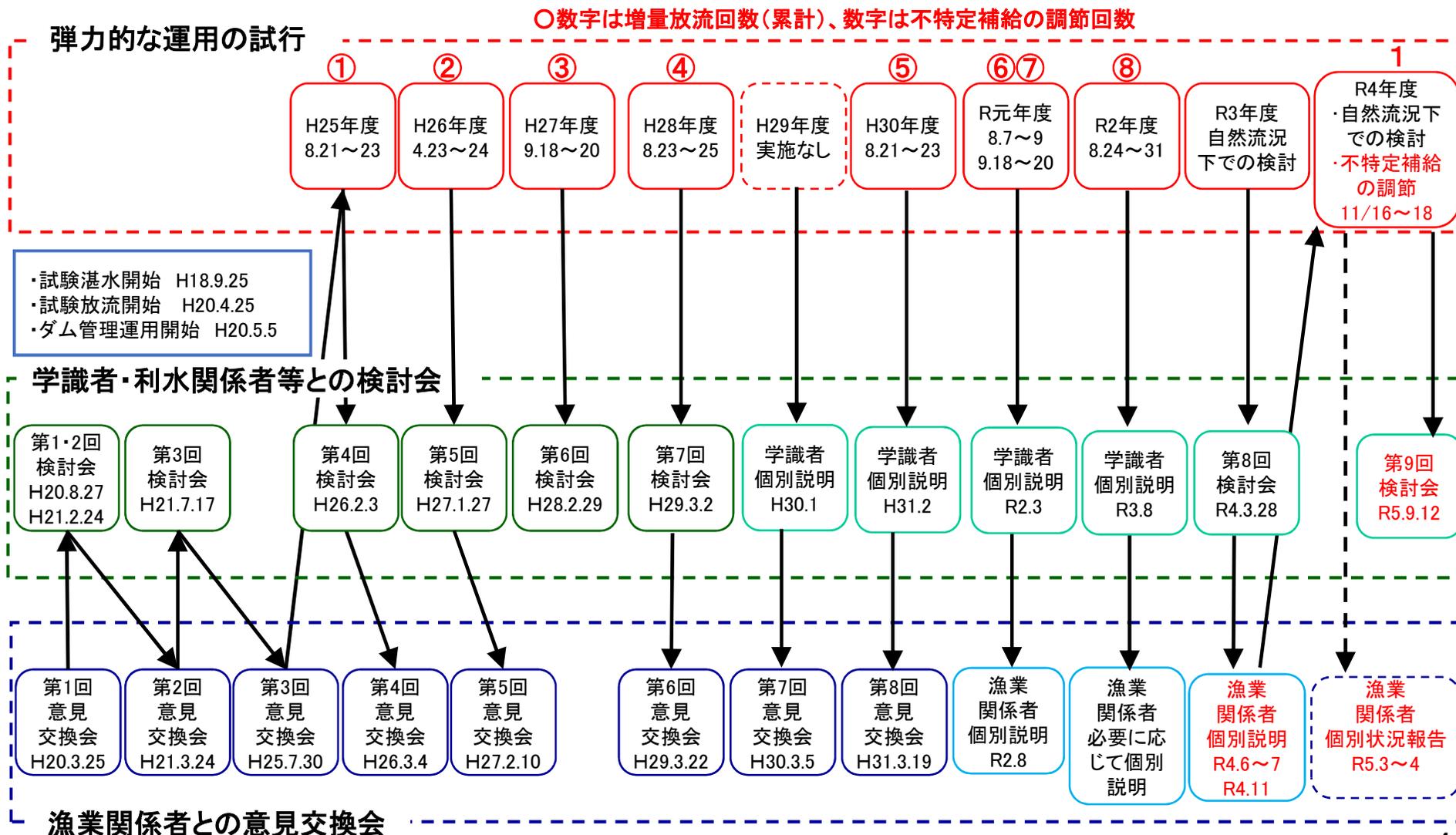
徳山ダムの弾力的な運用の検討及び試行は、揖斐川における初めての試みであり、次のとおり、学識経験者等の意見も踏まえ、河川利用者への安全に配慮したうえで試行・試験等を行い、河川環境の一層の改善等を進めます。

- 専門分野の学識経験者や関係機関で構成する「徳山ダムの弾力的な運用検討会」の指導・助言
- 長年の経験に裏付けられた知識を有する揖斐川沿川の漁業関係者で構成する「徳山ダムの弾力的な運用を考える意見交換会」の意見
- 河川利用者への安全配慮

1-1. 目的と進め方(2)

◎検討会および意見交換会の経過

□学識者及び利水関係者等から構成される検討会と、漁業関係者から構成される意見交換会での意見を踏まえ、平成25年度から増量放流等による検討を開始。令和3年度からは自然流況下での検討を進めるとともに、令和4年度は新たに不特定補給の調節を行った。



1-2. 具体的なテーマ

- 揖斐川の弾力的な運用におけるメニュー及び具体的なテーマは「第3回徳山ダムの弾力的な運用検討会」において改善メニューと影響メニューとして14項目を設定。
- このうち、「弾力的な運用による効果を把握するために調査を重点化する項目」、及び「弾力的な運用による影響を把握するために調査を継続する項目」として各2項目について、重点的に調査・検討中。
- 令和4年度より「弾力的な運用による効果を把握するために調査を重点化する項目」において、汽水域の底生動物の生息環境改善に「塩分濃度の変動範囲の拡大」を追加し調査・検討を行っている。

調査項目	改善メニュー	具体的なテーマ	調査項目	影響メニュー	具体的なテーマ
①	水質改善の促進	徳山ダム放流水(清水)の希釈効果により、横山ダム貯水池の洪水後の濁水長期化を軽減できるか。	⑧	河川全域の水温変化の影響	徳山ダム貯水池の状況から、季節・時期毎によって、流入水温相当の放流水がどの程度確保できるか。
②	付着藻類の剥離・更新の促進	上中流域において魚類の餌となっている付着藻類の剥離・更新を促すことができるか。			徳山ダムからの放流水温が同じでも、放流量の大小によって、下流の各地点の河川水温がどの程度変化するか。
③	淵や淀み、ワンド内の水循環、一時水域の保持	揖斐川(28k~61k)に点在する淵や淀み、ワンド内の水の循環を促すことができるか。	⑨	河床変動による河床形態の改変	上中流の河川形態が大きく改変されることがないか。
④	攪乱域に生育する植物の再生促進	河岸の冠水頻度を高めることで、攪乱域に生息する貴重な植物の生育を促すことができるか。	⑩	中洲で繁殖する鳥類の卵や雛の流失	中洲で営巣しているか。営巣場所はどのような条件のところか。
⑤	落ちアユ・仔アユの降下支援	落ちアユが滞留する状況が発生することがある場所における流れを変化させることで、落ちアユの降下を促すことができるか。	⑪	放流水の流達時間	徳山ダムからの放流水が下流の各地点に流達する時間はどの程度か。
		現在の運用で、仔アユの降下に問題があるか。	⑫	魚類等の生息状況の変化	一時的な増量により、魚類等の生息する位置などが、どのように変化するか。
⑥	汽水域の底生動物の生息環境改善	汽水域の塩分濃度の上昇抑制、塩分濃度の変動範囲を拡大、DO改善ができるか。また、河口域に発生する赤潮等を抑制できるか。	⑬	ノリ漁場等への影響	河口域における、ノリ漁場等の水環境がどのように変化するか。
⑦	回遊魚の遡上や移動路の確保	(魚道や落差工の現況水理機能の把握に努める。)	⑭	ヤナへの影響	ヤナの構造を損ねることがないか。

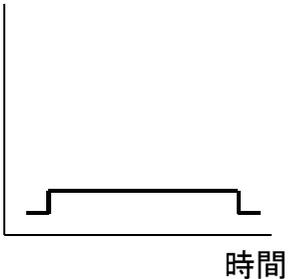
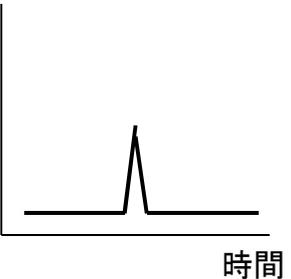
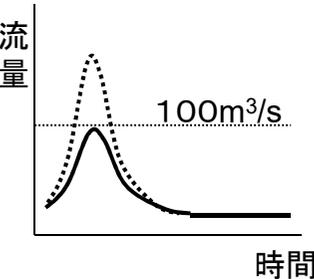
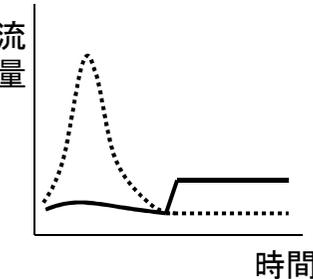
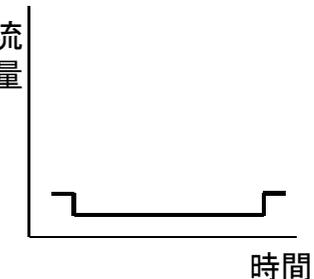
□ 弾力的な運用による効果を把握するために調査を重点化する項目

□ 弾力的な運用による影響を把握するために調査を継続する項目

1-3. 増量放流のパターン (イメージ)

- 増量放流は、「第3回徳山ダムの弾力的な運用検討会」において4パターンを設定。
- 平成25年度以降、パターンIで弾力的な運用の試行を実施している。
- 令和4年度より新たにパターンVの弾力的な運用の試行を追加した。

《 3つの運用方法・5つのパターンを想定 》

貯留水を放流する運用		中・小出水に合わせて放流する運用		不特定補給を調節する運用
I	II	III	IV	V
		<p>洪水貯留準備水位に対し、貯水位が低い場合</p>  <p>凡例: 実線: 放流量、点線: 流入量</p>	 <p>凡例: 実線: 放流量、点線: 流入量</p>	
適時放流可	適時放流可	出水時	出水直後	不特定補給時
日単位	時間単位	日単位	数日単位	日単位
≤50m³/s(万石)	≤100m³/s(万石)	≤100m³/s(徳山)	≤50m³/s(徳山)	<20m³/s(万石)
河川利用への影響 <中>	河川利用への影響 <大>	河川利用への影響 <小>	河川利用への影響 <中>	河川利用への影響 <小>

1-4. 弾力的な運用の試行の実施状況

□ 増量放流の試行

- ・ 弾力的な運用の試行を開始した平成25年度以降、季節別に春季1回、夏季5回、秋季2回の計8回実施。

□ 不特定補給量の調節の試行

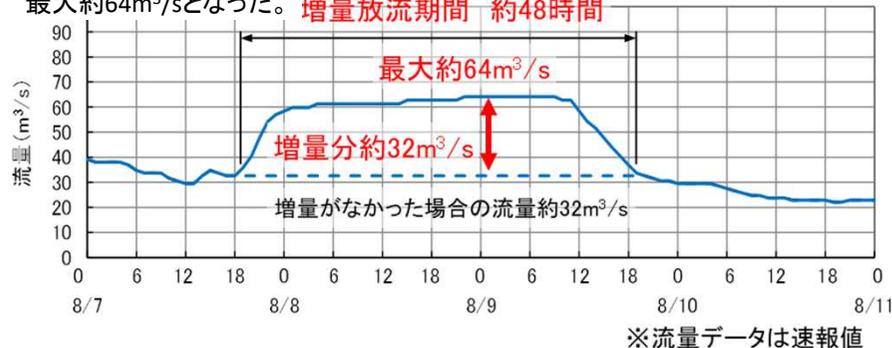
- ・ 令和4年度は、揖斐川汽水域の底生動物の生息環境改善を目的に、可能な範囲で徳山ダムからの不特定補給量を調節して、流量変動による塩分濃度の変動範囲の拡大等を把握する運用の試行を追加し、11月中旬に実施。

実施状況

H25	【夏期】 8/21~22 万石58m ³ /s (31m ³ /s増) (パターン I)	H30	【夏期】 8/21~23 万石68m ³ /s (45m ³ /s増) (パターン I)
H26	【春期】 4/23~24 万石79m ³ /s (44m ³ /s増) (パターン I)	R1	【夏期】 8/ 7~ 9 万石64m ³ /s (32m ³ /s増) 【秋期】 9/18~20 万石70m ³ /s (44m ³ /s増) (パターン I)
H27	【秋期】 9/18~20 万石90m ³ /s (5m ³ /s増) (パターン I)	R2	【夏期】 8/24~31 万石30m ³ /s (10m ³ /s増) (パターン I)
H28	【夏期】 8/23~25 万石46m ³ /s (23m ³ /s増) (パターン I)	R3	自然流況下での検証
H29	中止	R4	【秋期】 11/16~18 万石11.5m ³ /s (パターン V : 不特定補給を最大8.5m ³ /s調節)

□ 放流実績(R1夏季)【パターン I : 増量放流】

- ・ 万石地点における流量は、増量がなかった場合の流量に約32m³/s増量し、最大約64m³/sとなった。増量放流期間 約48時間



1-5. 前回検討会での主な指摘事項

【前回(第8回)徳山ダムの弾力的な運用検討会(令和4年3月28日開催)の主な指摘事項】

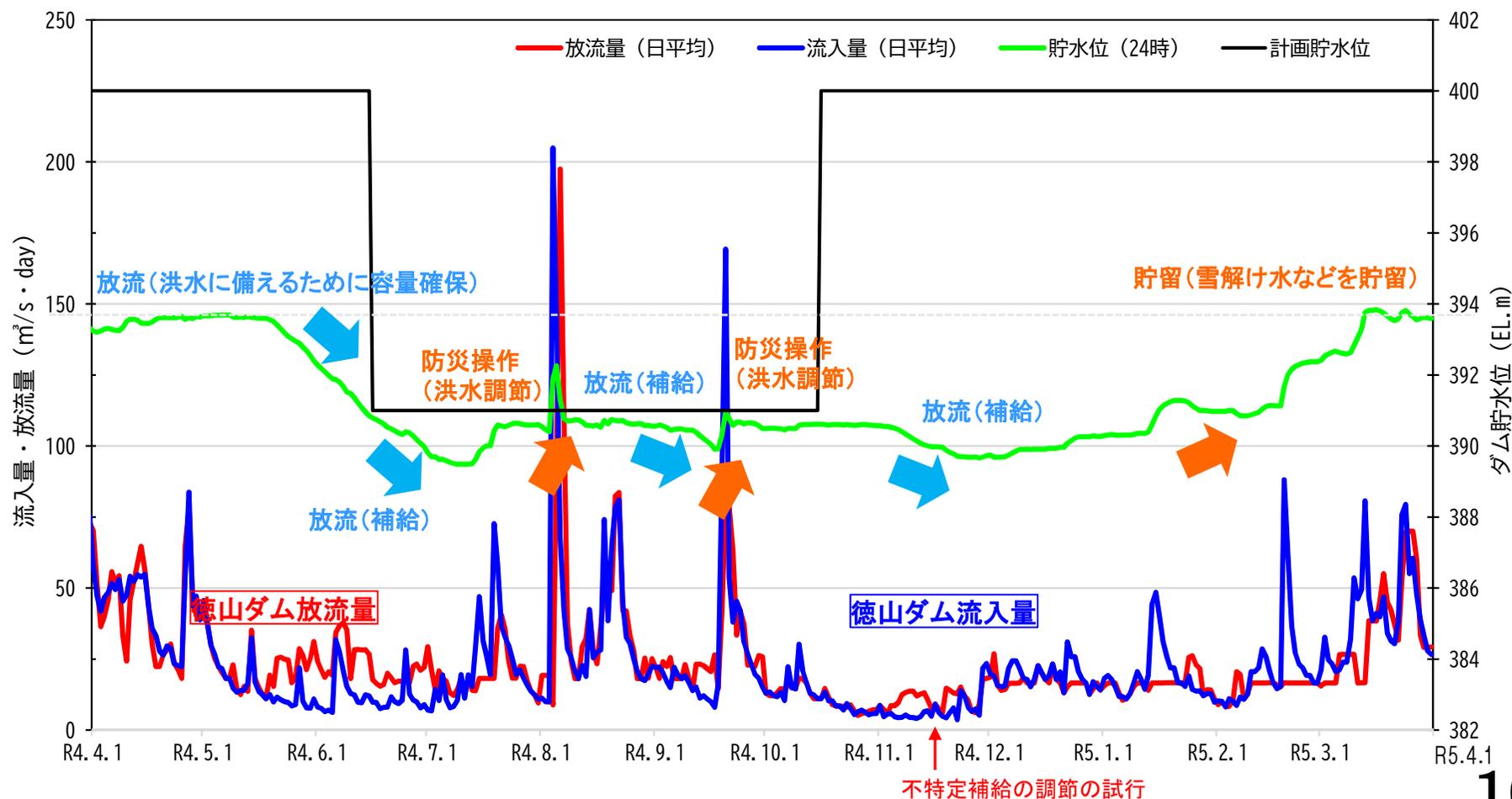
項目	指摘事項
付着藻類の剥離・更新の促進について	付着藻類の剥離・更新の促進については、生息するアユとの関係も検討すること。
	面的に川の状態がどう変わっているのか、全体的にどのようにひどくなってくるのかを見るためにも河川の横断方向データと比較、違いに着目することが大事である。
汽水域の底生動物の生息環境改善	汽水域底層の溶存酸素の低下と塩水遡上の関係について、タイダルプリズムで評価しているが、更にタイダルプリズムと河川総流量の比率を指標に整理されたい。
河川環境の改善に関する取り組みについて	今回の試行（不特定補給の調節）はぜひ実施されたい。
	ヤマトシジミ減少等に関する仮説については、慎重に取扱いつつ、関連するデータをしっかりと見て、検討を進める必要がある。
	河床の状況、特に平面的なものも含めて経年的にどう変わってきたか、地形とか底質、質的な変化も含めて検討されたい。
	ある種のデータに相関があるからといってそれが因果関係に結びつく訳ではないということ、安易に結論づけないように気をつけて、検討する必要がある。
	データの取り方や整理方法については、専門の先生方に指導いただき、さらに検討を進めていただきたい。
令和4年度の弾力的な運用の試行計画(案)について	データの取り扱いにはいろいろ注意して実施されたい。

2. 令和4年度における徳山ダムの管理

2. 徳山ダムの管理(1) R4年度運用(貯水位・流入量・放流量)状況

- ・徳山ダムは、防災操作(洪水調節)時や春先の雪解け水など河川の流量が多いとき等に貯留し、河川の流量が少ないときには貯留をしない。
- ・防災操作で貯留した水は、次の洪水に備えて必要な容量を確保するために放流する。
- ・貯留した水は、かんがい用水の補給や河川の水が減少したときの補給、発電運用のため必要な時に放流している。
- ・令和4年度(R4.4.1~R5.3.31)の徳山ダムへの総流入量751百万m³に対して総放流量は748百万m³であり、総流入量が総放流量より多くなっている。

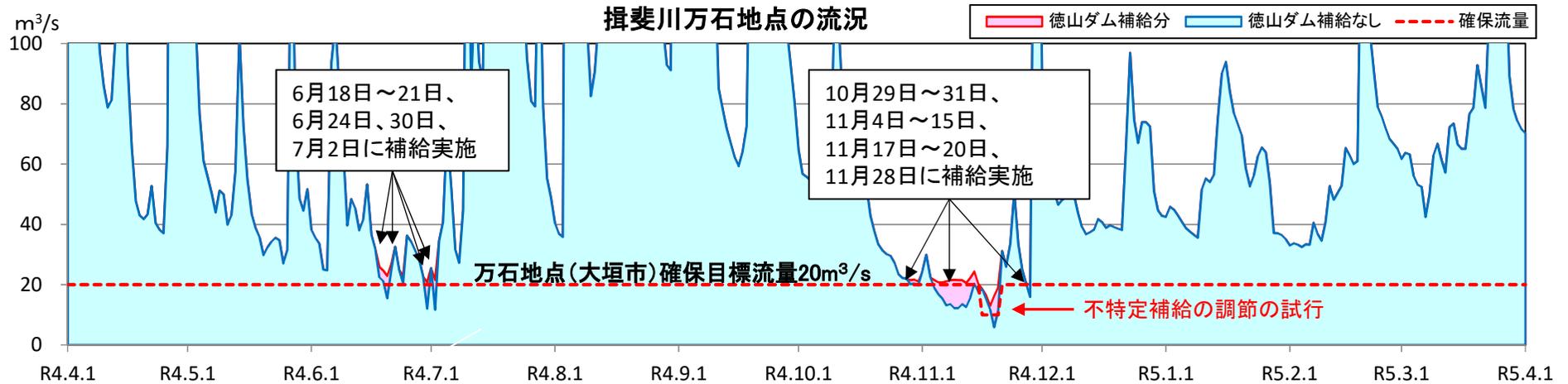
徳山ダム 貯水位・流入量・放流量 (令和4年度)



2. 徳山ダムの管理(2) R4年度不特定補給の実績

◎不特定補給の実績

揖斐川万石地点(大垣市)において、 $20\text{m}^3/\text{s}$ (確保目標流量)を確保するため、徳山ダムは令和4年度に、延べ27日間(6月18日～21日、6月24日、6月30日、7月2日、10月29日～31日、11月4日～15日、11月17日～20日、11月28日)、計 $1,224\text{万m}^3$ (速報値)の不特定補給を実施した。



徳山ダム運用開始前後の揖斐川平野庄橋地点(49.6km 神戸町・大野町)の状況比較



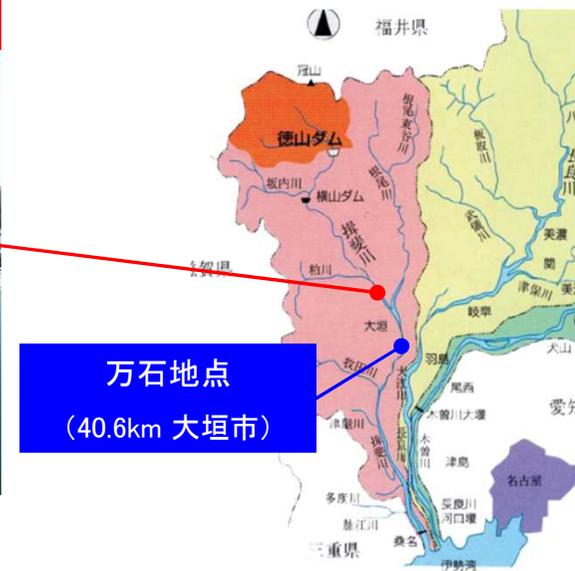
平成12年9月撮影

徳山ダムの管理運用開始前の揖斐川では、渇水になると川の流水が途絶える「瀬切れ」が発生していました。(上の写真)

徳山ダム運用開始後は瀬切れの発生は確認されていません(右の写真)



令和4年11月11日撮影

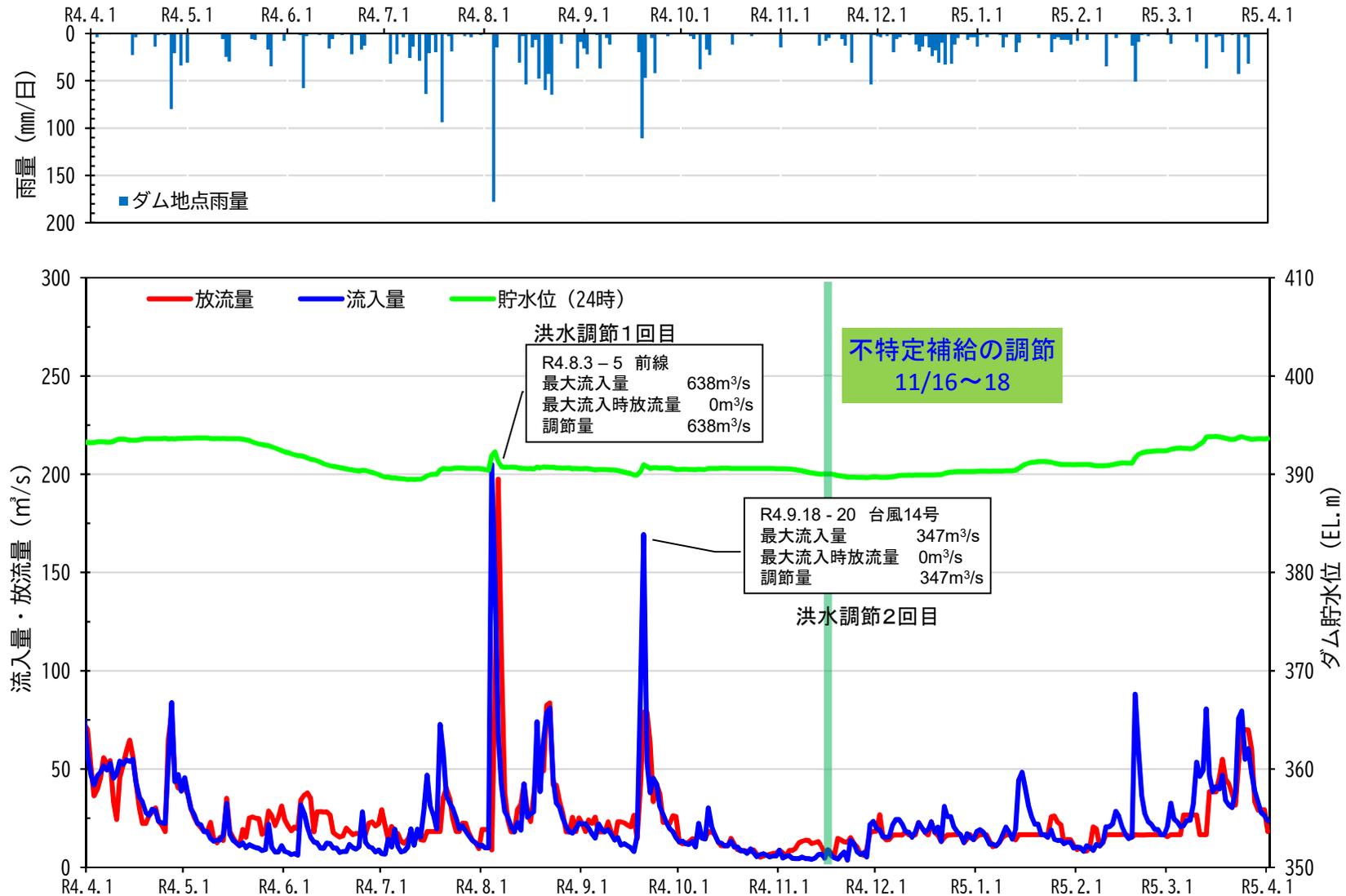


2. 徳山ダム の管理(3) R4年度防災操作の実績

◎防災操作の実績

徳山ダムは、令和4年度にダム流入量が洪水量 $200\text{m}^3/\text{s}$ を超える防災操作(洪水調節)を2回実施。

令和4年度 徳山ダム流入量-放流量 実績



注) グラフは、日平均の流入量、放流量をプロットしているため、最大流入量の表示と異なることがある。

3. 令和4年度の弾力的な運用の試行の実施状況・効果等
3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(1)

【前回(第8回)徳山ダムの弾力的な運用検討会(令和4年3月28日開催)の主な意見の結果】

項目	指摘事項	対応結果	該当ページ
付着藻類の剥離・更新の促進について	付着藻類の剥離・更新の促進については、生息するアユとの関係も検討すること。	・ 生息するアユとの関係について、調査石におけるアユの食み跡に注視して、整理を行った。	P28
	面的に川の状態がどう変わっているのか、全体的にどのようにひどくなってくるのかを見るためにも河川の横断方向データと比較、違いに着目することが大事である。	・ 付着藻類調査結果は、河岸部から流心部にかけての環境傾度(河岸からの距離、水深等)に応じた違いも読み取れるように取りまとめた。 ・ 地形データ(ALB)を活用して、複数の流況に対して面的な掃流力(摩擦速度)の分布状況を整理した。	・ P21~P24 ・ P31~P33

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(2)

□平成25年度以降に計8回実施した増量放流（汽水域の底生動物の生息環境改善含む）では明確な効果を確認出来ておらず、令和3年度から自然流況下での剥離・更新の状況について調査・検討を行っている。

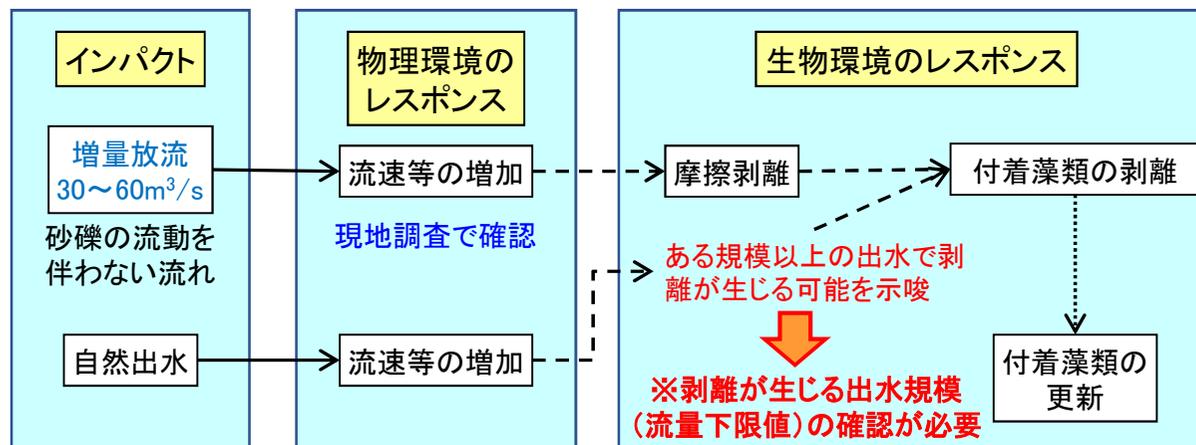
■これまで判っていること

- 付着藻類は、春季から夏季における水温上昇や日射の増加など、藻類の生長要因が高まる時期に生長する。
- 出水による攪乱、枯死による剥離・更新が行われない場合は、藍藻から珪藻、緑藻へと遷移し、アユが摂餌するには困難な状態に生長する場合がある。

■これまでの検討課題

- 河道砂礫の流動を伴わない流れ（増量放流30～60 m³/s）による、付着藻類の明確な摩擦剥離は確認できない。
- 自然出水での剥離が生じている可能性が示唆されたが、剥離を生じさせる流量下限値を把握するためにはデータ蓄積が必要。

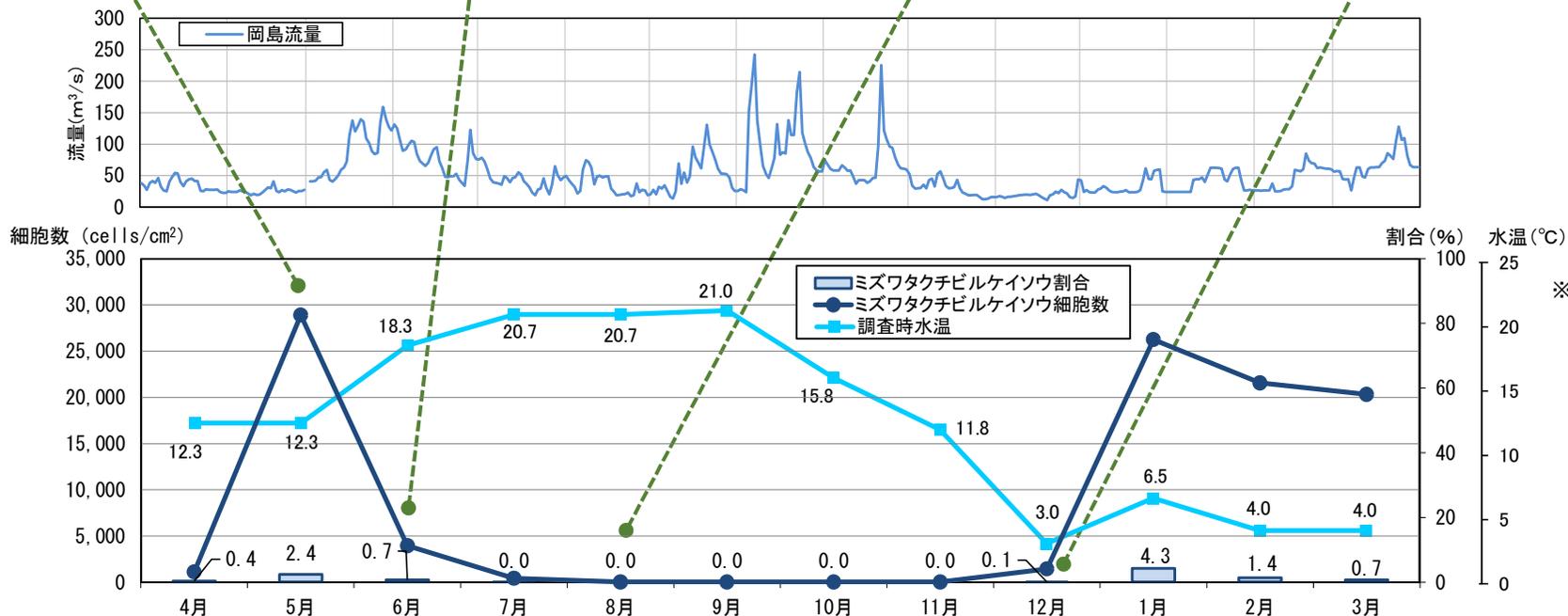
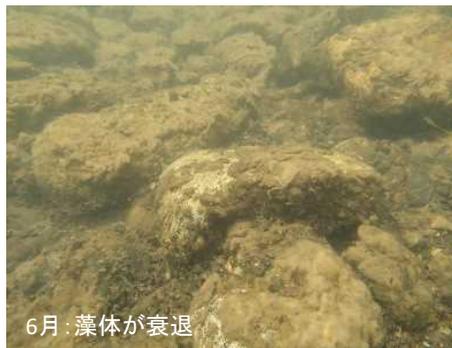
※第6回徳山ダム弾力的な運用検討会
(H28. 2. 29)



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(3)【定量的調査+定性的調査(視覚的な評価)】

◎ ミズワタクチビルケイソウについて

- ・外来種であり、近年中部地方の河川への侵入が認められているミズワタクチビルケイソウは、群落が発達すると石礫や河床をミズワタ状の付着物で被覆するため、水辺景観の悪化やアユをはじめとする藻類食の魚類、水生昆虫類への摂餌障害が危惧されている。
- ・粕川合流点上流において令和4年度に実施した付着藻類の毎月調査の結果、ミズワタクチビルケイソウは4月から見られ、5月をピークとして7月までに減少し、8月～11月は生育がみられなかった。12月から再び出現し、1月～3月までは多い傾向にあった。
- ・水温の変化と合わせて考えると、概ね水温15℃以上になるとミズワタクチビルケイソウの繁茂が抑制される可能性がある。



※ミズワタクチビルケイソウ割合は、全付着藻類の細胞数に対するミズワタクチビルケイソウ細胞数の割合

ミズワタクチビルケイソウの細胞数と出現割合の変化(R4年度粕川合流点上流)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(4) 【調査の概要】

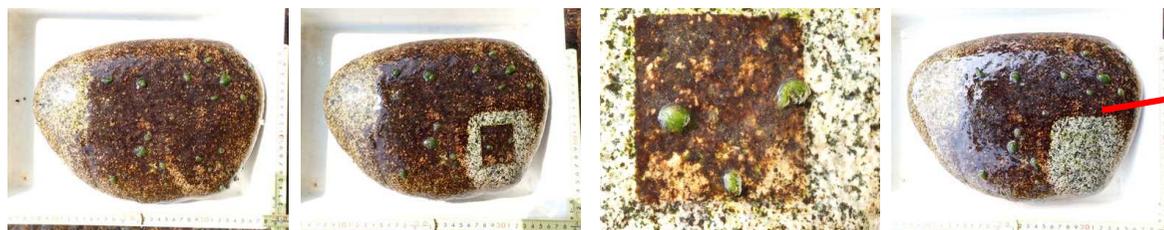
◆令和3~4年度の調査・検討内容

□ 付着藻類調査

- ・付着藻類の生育サイクルが把握できるように一週間毎に定量的調査・定性的調査(視覚的な評価)を実施。
- ・定量的調査・定性的調査(視覚的な評価)結果を出水前後で比較し、出水による剥離の状況を整理。
- ・付着藻類の生長と剥離状況の関係の把握結果から、付着藻類の剥離が必要となる時期を検討。



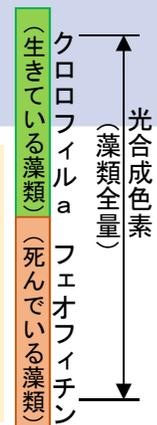
期間・頻度	定量的調査	定性的調査(視覚的な評価)
7月~9月 1回/1週間(6回程度) 5検体/回/地点	付着藻類：クロロフィルa・フェオフィチン・強熱減量・無機物量・種別細胞数 水質：pH・電気伝導度・濁度・DO・透視度	・河床景観写真(動画) ・採取石の写真 ・見た目の評価



調査石の回収 コドラートの作成 (コドラートの拡大写真) コドラート部の剥ぎ取り(採集)

■ 付着藻類の量に関する分析

- 強熱減量：付着物に含まれる有機物量の目安であり生物に由来する量
 - クロロフィルa：右図
 - フェオフィチン：右図
- 無機物量：土や砂などの量の目安
- 種別細胞数：藻類の種毎の細胞の数



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(5) 【調査の概要】

◆令和3~4年度の調査・検討内容

期間・頻度	定量的調査	定性的調査(視覚的な評価)
7月~9月 1回/1週間(6回程度) 5検体/回/地点	付着藻類：クロロフィルa・フェオフィチン・強熱減量・無機物量・種別細胞数 水質：pH・電気伝導度・濁度・DO・透視度	<ul style="list-style-type: none"> ・見た目の評価を数値化 ・河床景観を写真と動画で記録 ・採取石の状態を写真で記録

□定性的調査(視覚的な評価)で用いる指標

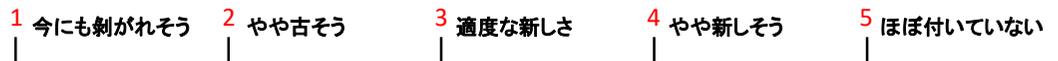
剥離更新が必要な状況 ←

出水直後

調査地点の河床において、以下の項目を記録し、視覚的な評価を行う。

- 河床景観写真(動画)
- 採取石の写真
- 見た目の評価
 - ・見た目の新しさ
 - ・シルトの少なさ
 - ・滑りやすさ
 - ・石の見た目のきれいさ
 - ・アユの食み跡の多さ

■付着藻類の見た目の新しさ



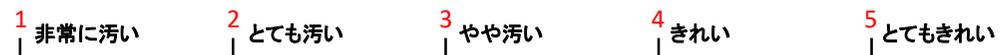
■シルトの少なさ



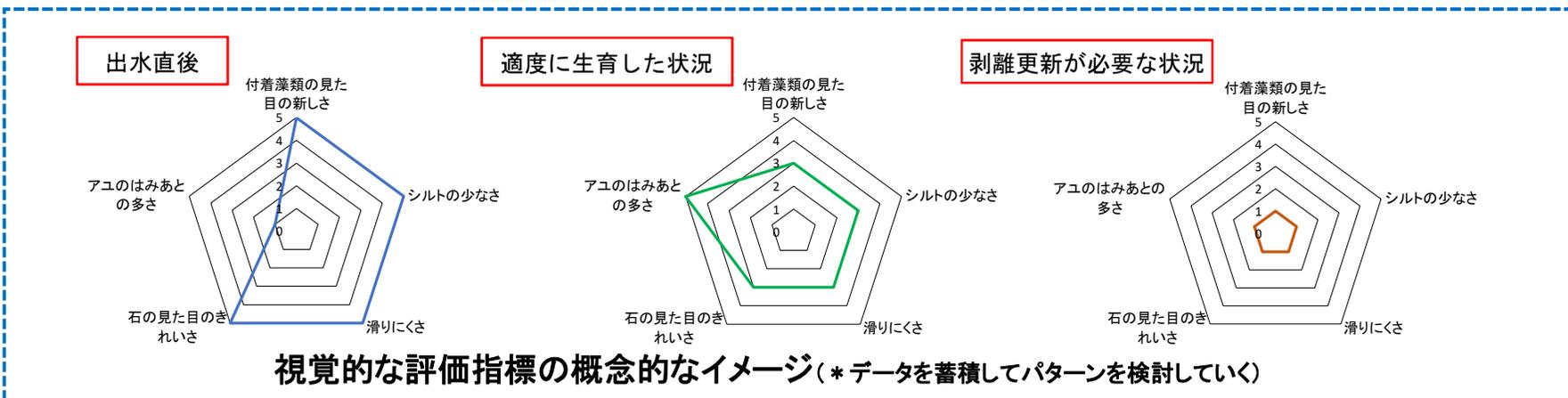
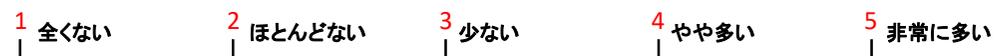
■滑りにくさ



■石の見た目のきれいさ



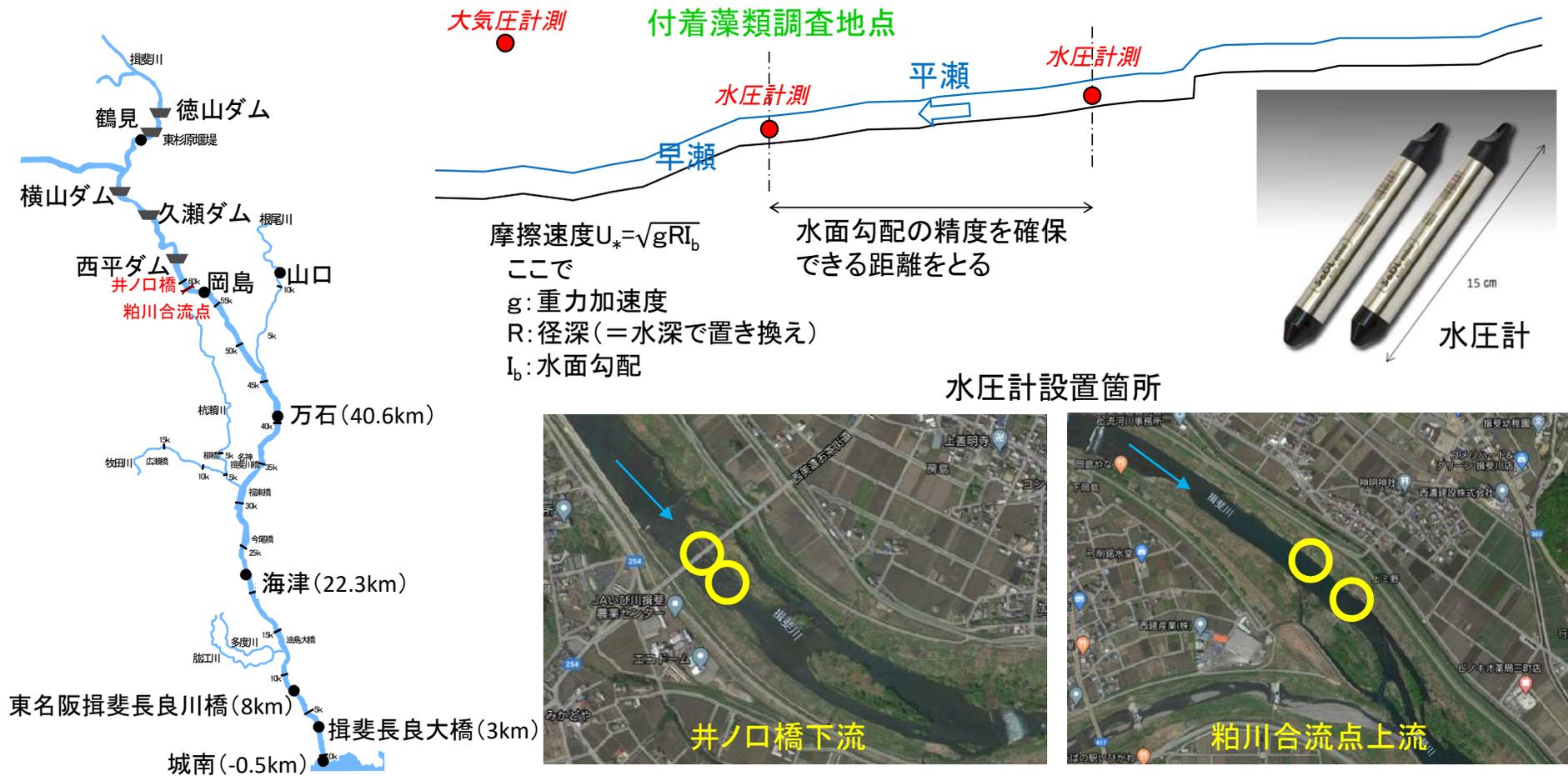
■アユの食み跡の多さ



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(6) 【調査の概要】

□ 掃流力を把握するための調査 (付着藻類調査地点の水位の連続観測)

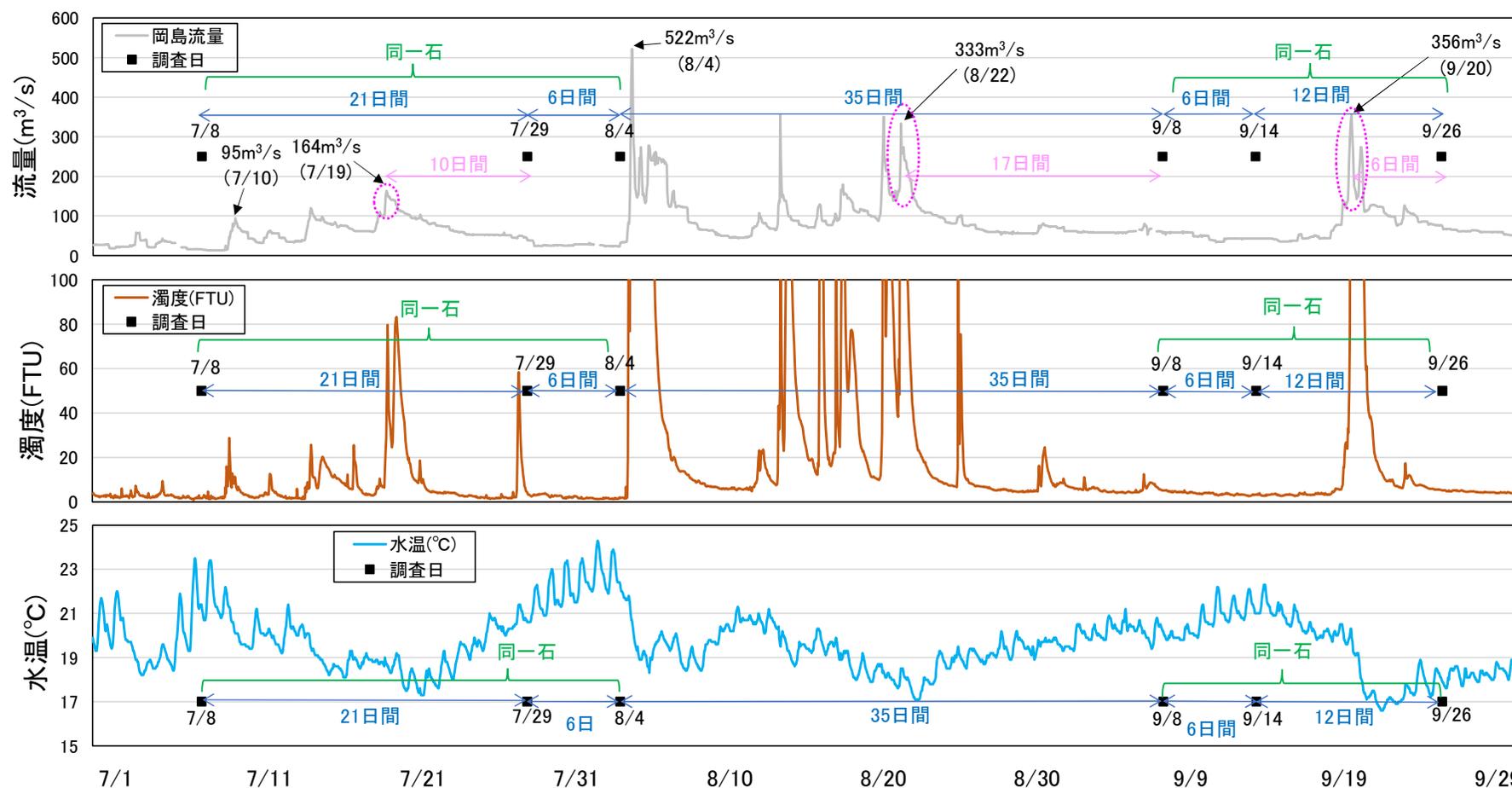
- ・付着藻類調査地点の摩擦速度を算定するために、調査断面の水位及び水面勾配を連続観測した。
- ・水圧と大気圧の差分から水深を求め、水圧計設置地点の測量を実施することにより水位を算出。二点間の水位差から水面勾配を算出した。
- ・水深と水面勾配から掃流力 (U_*^2) を算出し、付着藻類の剥離に必要な流量を検討した。



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(7) 【調査の実施状況】

◎令和4年度付着藻類調査実施状況

- ・初回調査を7/8に実施したが、7/10以降水位が高い状態が続いたため、7/29調査までに21日間の期間があいた。6日後に8/4調査を実施したが、同日の出水から水位が高い状態が続いたため、次回調査(9/8)まで35日間の期間があいた。
- ・前半3回(7/8調査、7/29調査、8/4調査)は同一石より剥ぎ取り箇所を変えて試料を採集し、後半3回(9/8調査、9/14調査、9/26調査)では、新たな石に変えて試料を採集した。
- ・7/29調査の10日前、9/8調査の17日前、9/26調査の6日前に明瞭な水位上昇を伴う出水または流量増加がみられた。

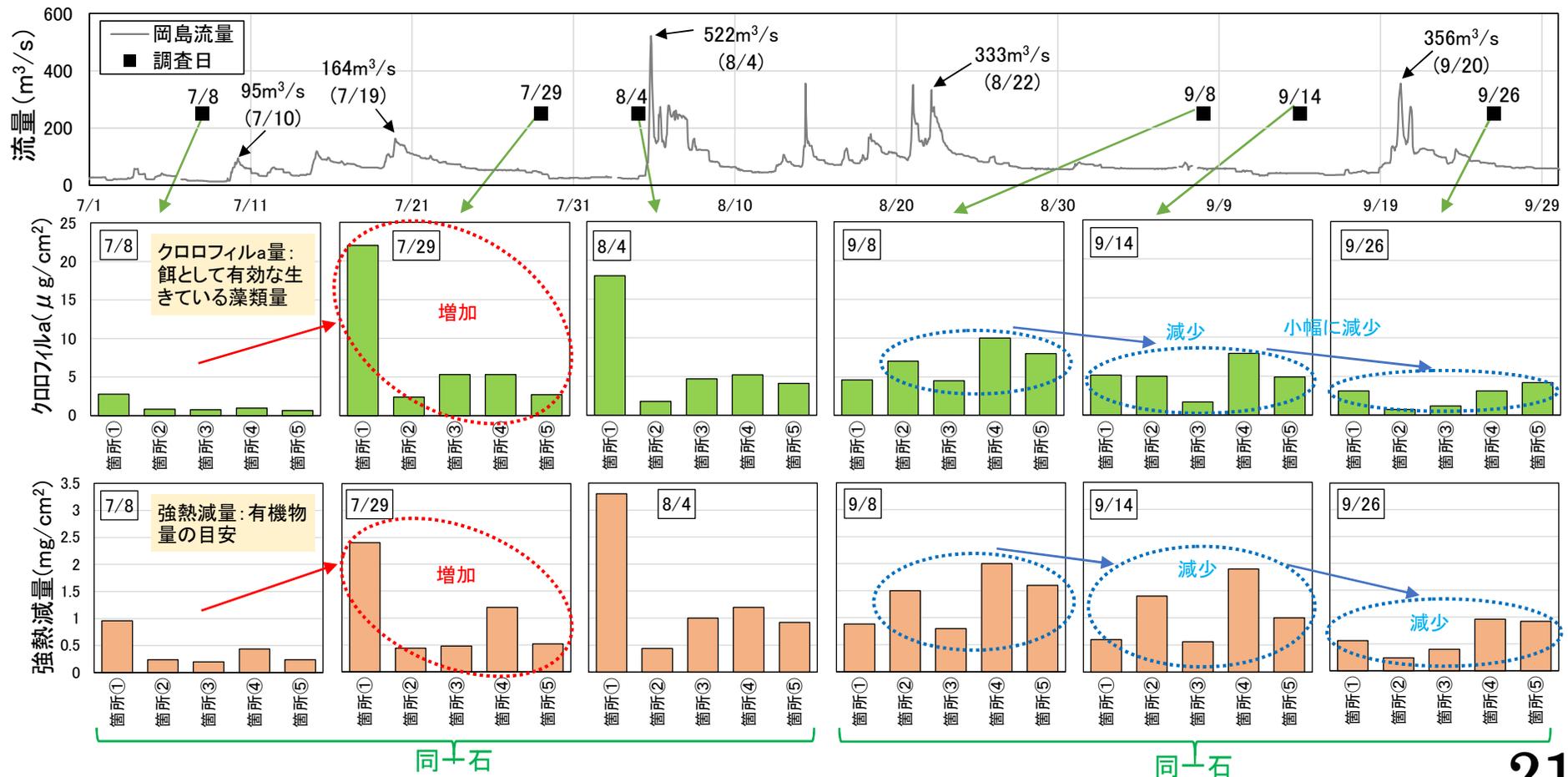


調査日と岡島流量、濁度、水温との関係図

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(8)【定量的調査結果】

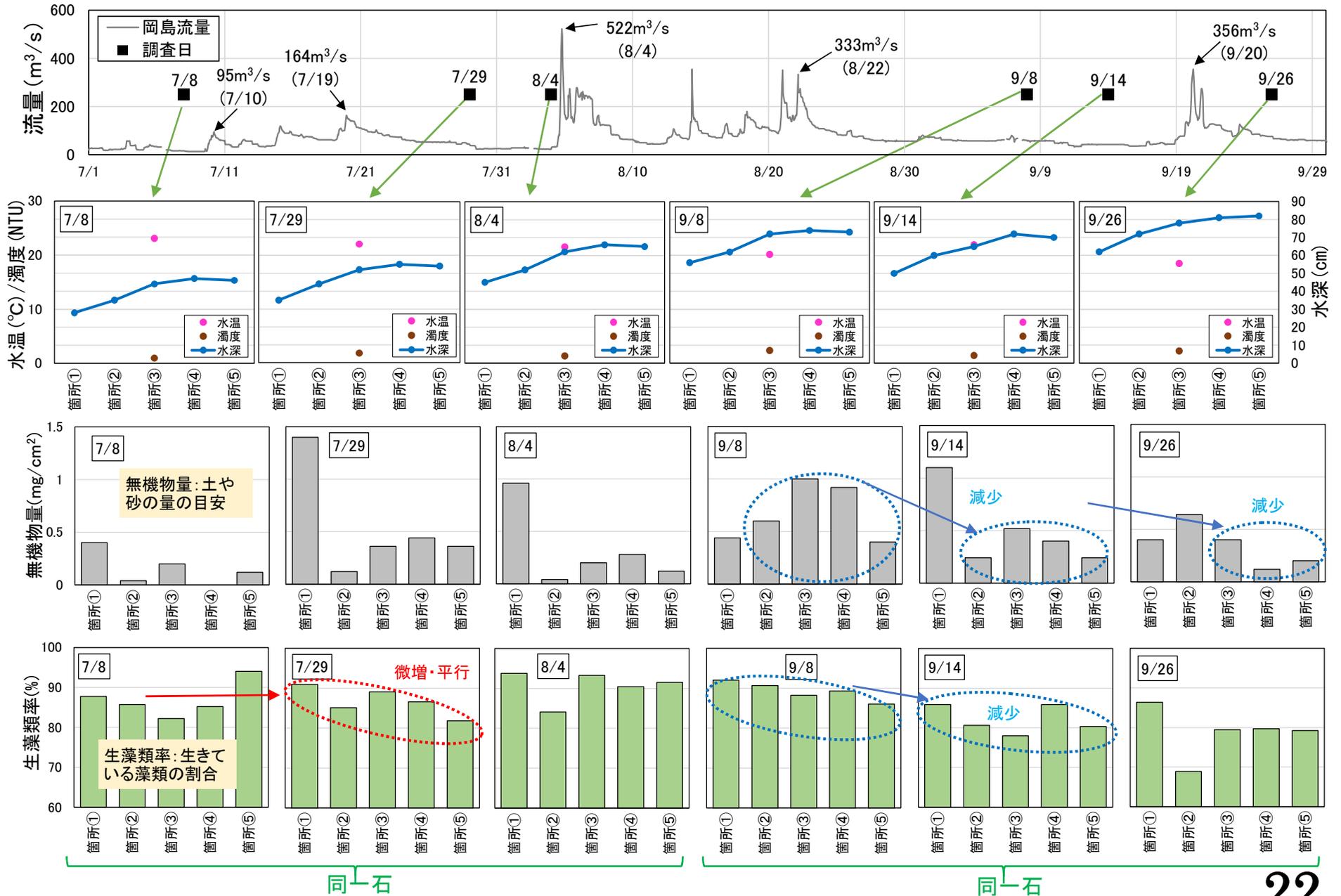
◎自然出水前後の剥離状況【井ノ口橋】 定量的調査項目(1)

- ・7/8調査と7/29調査の比較では、クロロフィルa量、強熱減量ともに増加した。7/10から7/19にかけて95~164m³/sと流量の多い状態がみられたが、強熱減量に占めるクロロフィルa量の増加がみられ、生藻類率が高い状態で維持されていたことから、剥離は起こらずに藻類の生長が盛んだったと考えられる。
- ・9/8調査と9/14調査の比較では、クロロフィルa量、強熱減量、生藻類率が減少しており、付着藻類の活性がやや低下していたと見られる。また、無機物量も減少しており、付着物の総量が減少したと考えられる。これは前回8/4調査以降に起きた522m³/sの出水とその後に333m³/sの出水や50m³/s以上の流量の日が続いたことが付着物の総量の減少に作用した可能性が考えられる。
- ・9/14調査と9/26調査の比較では、クロロフィルa量、強熱減量、無機物量が小幅に減少している。9/20に356m³/sの出水が発生したが、出水前調査(9/14)のクロロフィルa量が剥離の目安となる5μg/cm²を下回っており、減少幅が小幅にとどまった可能性が考えられる。



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(9)【定量的調査結果】

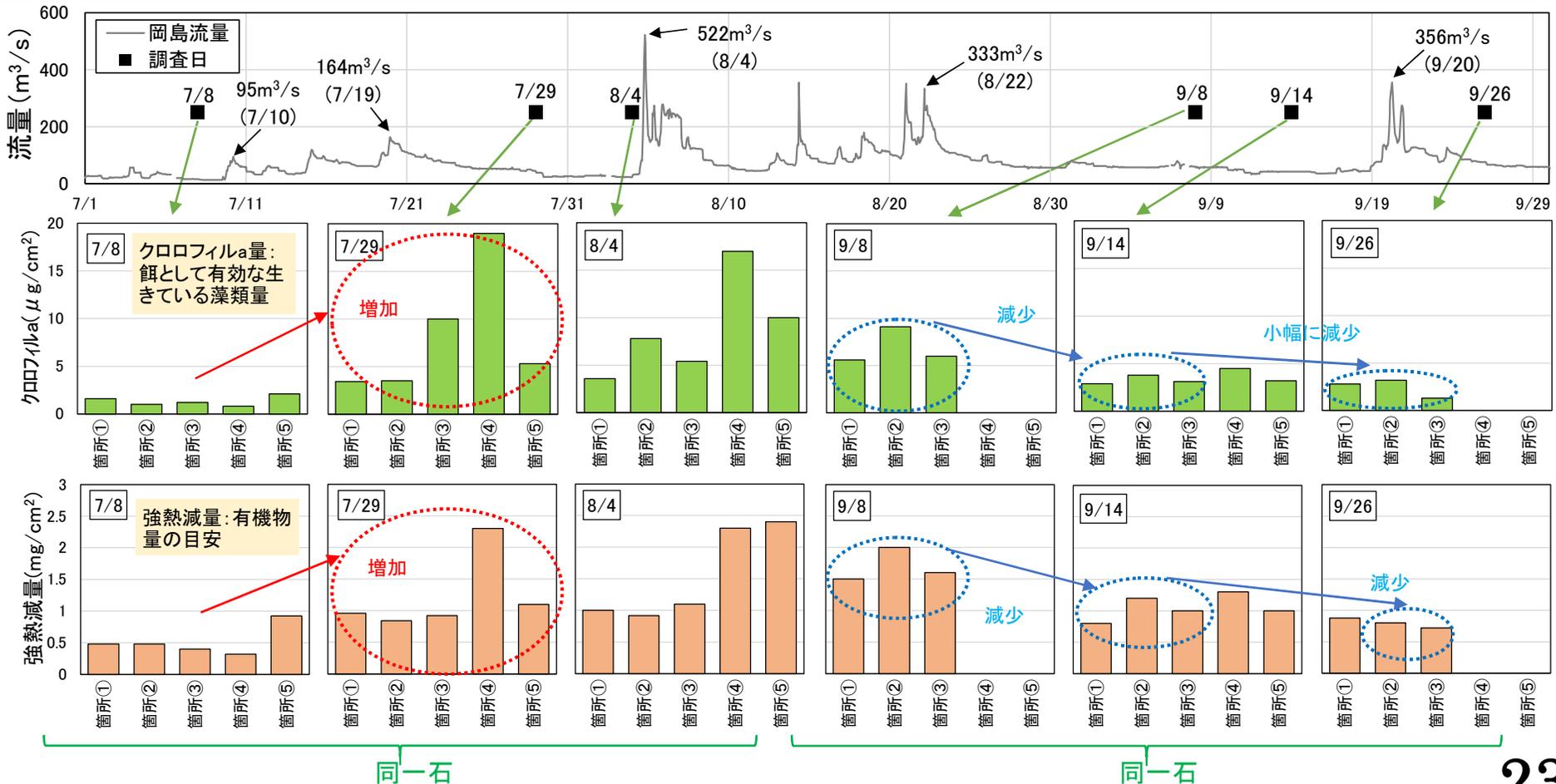
◎自然出水前後の剥離状況【井ノ口橋】 定量的調査項目(2)



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(10) 【定量的調査結果】

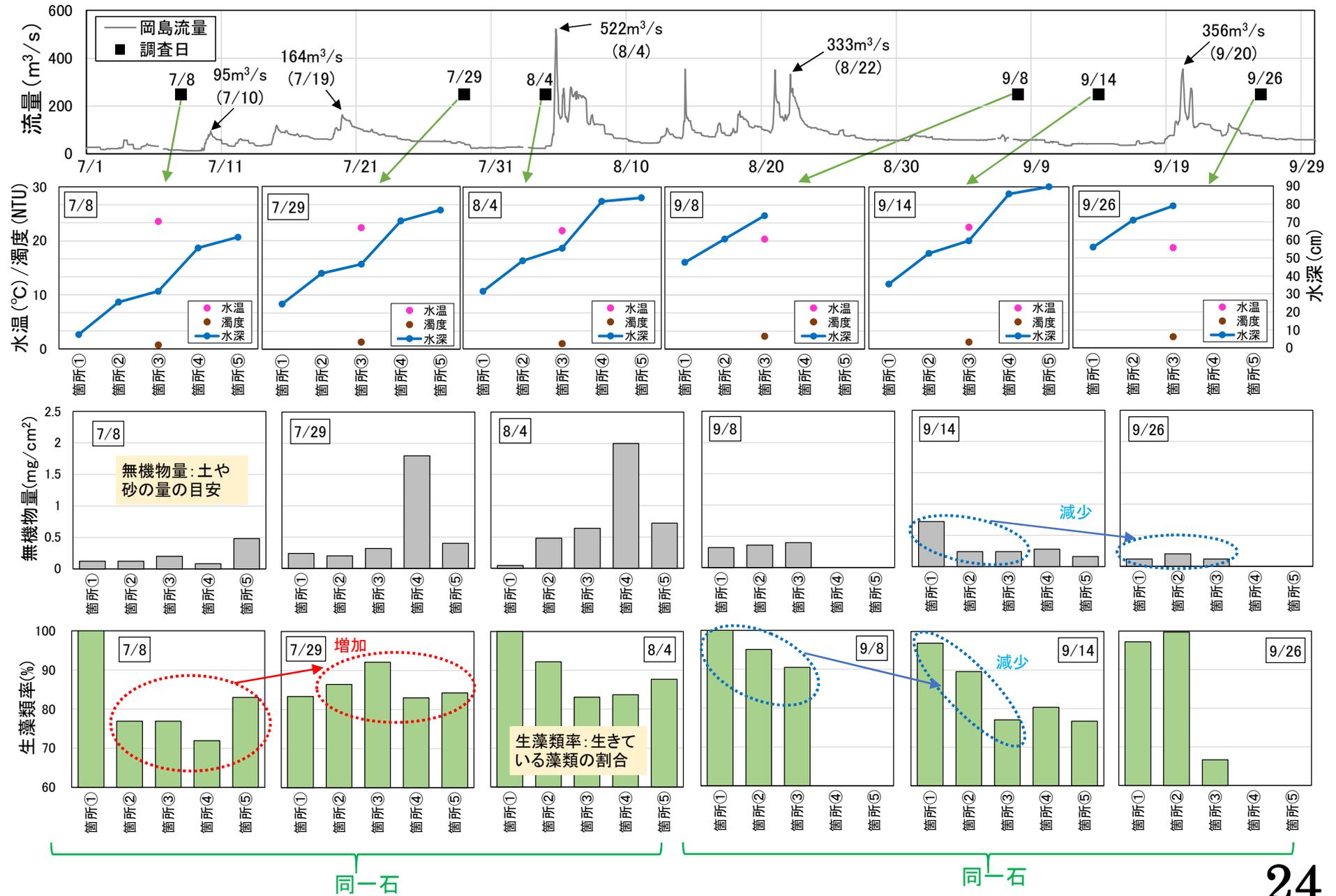
◎自然出水前後の剥離状況【粕川合流点上流】 定量的調査項目(1)

- 7/8調査と7/29調査の比較では、クロロフィルa量、強熱減量ともに増加した。7/10から7/19にかけて95~164m³/sと流量の多い状態がみられたが、強熱減量に占めるクロロフィルa量の増加がみられ、生藻類率が増加傾向であったことから、剥離は起こらずに藻類の生長が盛んだったと考えられる。
- 9/8調査と9/14調査の比較では、クロロフィルa量、強熱減量、生藻類率が減少しており、付着藻類の活性がやや低下するとともに、付着物の総量が減少したと考えられる。これは前回8/4調査以降に起きた522m³/sの出水とその後に333m³/sの出水や50m³/s以上の流量の日が続いたことが付着物の総量の減少に作用した可能性が考えられる。
- 9/14調査と9/26調査の比較では、クロロフィルa量、強熱減量、無機物量が小幅に減少している。9/20に356m³/sの出水が発生したが、出水前調査(9/14)のクロロフィルa量が剥離の目安となる5μg/cm²を下回っており、減少幅が小幅にとどまった可能性が考えられる。



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(11) 【定量的調査結果】

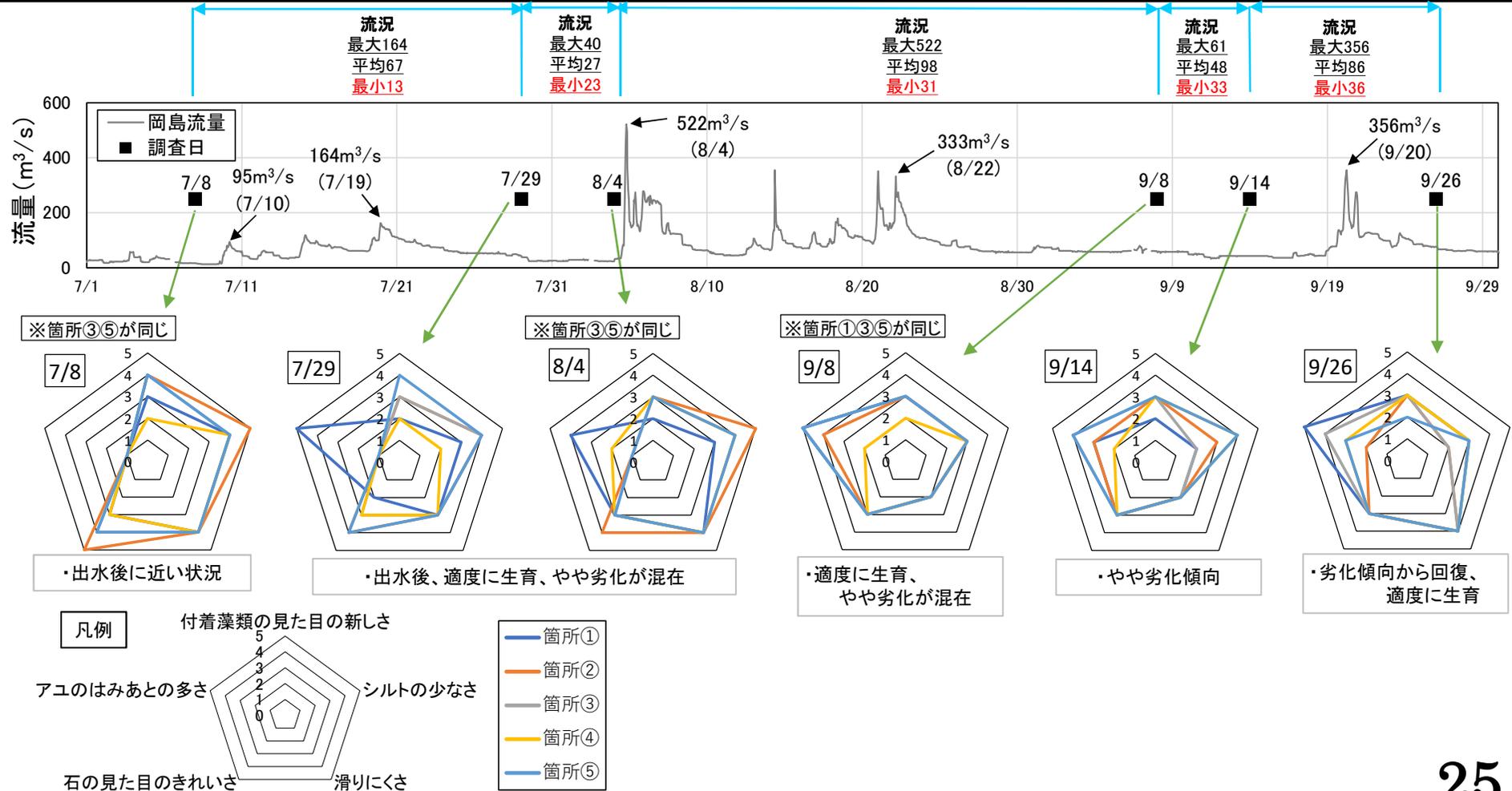
◎自然出水前後の剥離状況【粕川合流点上流】 定量的調査項目(2)



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(12)【定性的調査(視覚的な評価)結果】

◎自然出水前後の剥離状況【井ノ口橋】 定性的調査(視覚的な評価)結果

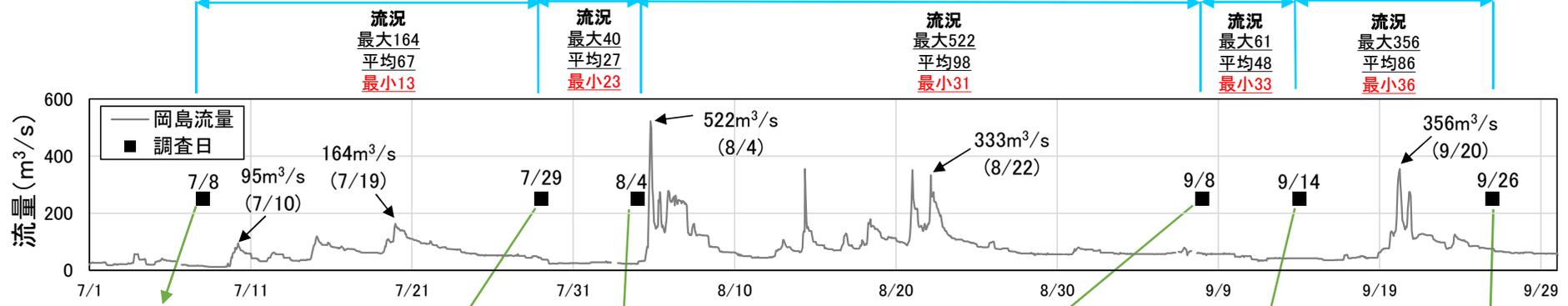
- 7/8調査時は付着藻類の見た目が新しくきれいでシルトも少ないなど、出水直後に近い状態であった。7/29調査までは7/10から7/19にかけて95~164m³/sと流量の多い状態がみられ調査間隔が開き、適度に付着藻類が生育した石や、やや劣化した石が混在する状態になった。8/4調査は7/29調査と同様の状態が続いた。
- 流況が安定していた9/8調査から9/14調査にかけては、適度に付着藻類が生育した石とやや劣化した石が混在する状態から、やや劣化が進む傾向がみられた。
- 9/14調査と9/26調査の間の9/20に356m³/sの出水が発生し、やや劣化傾向がみられていた状態から、付着藻類が適度に生育した状態への回復傾向がみられた。



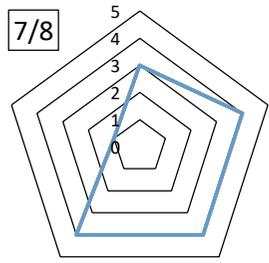
3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(13) 【定性的調査(視覚的な評価)結果】

◎自然出水前後の剥離状況【粕川合流点上流】 定性的調査(視覚的な評価)結果

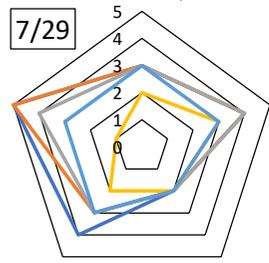
- 7/8調査時は付着藻類の見た目が新しくきれいでシルトも少ないなど、出水直後に近い状態であった。7/29調査までは7/10から7/19にかけて95~164m³/sと流量の多い状態がみられ調査間隔があき、適度に付着藻類が生育した石や、やや劣化した石が混在する状態になった。8/4調査は7/29調査と同様の状態が続いた。
- 流況が安定していた9/8調査から9/14調査にかけては、適度に付着藻類が生育した石とやや劣化した石が混在する状態であったのに対し、9/14調査ではやや劣化した状態から回復し、適度に付着藻類が生育した状態に近づく傾向がみられた。
- 9/14調査と9/26調査の間の9/20に356m³/sの出水が発生し、9/14調査の状態から、適度に付着藻類が生育した状態に近づく傾向がみられた。



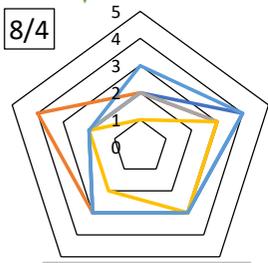
※箇所①②③④⑤が同じ



・出水後に近い状況

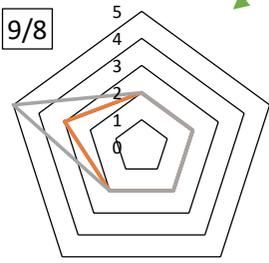


・適度に生育、やや劣化が混在



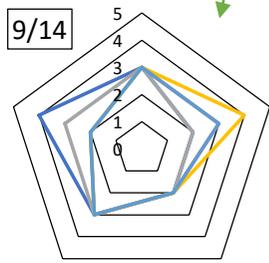
・やや劣化傾向

※箇所①②が同じ

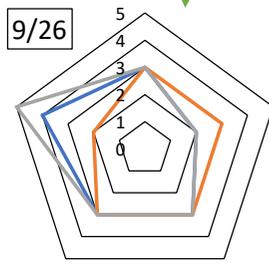


・適度に生育、やや劣化が混在

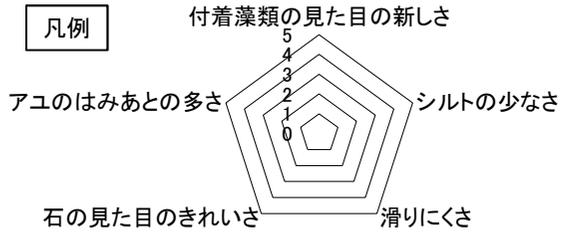
※箇所②⑤が同じ



・劣化から回復傾向



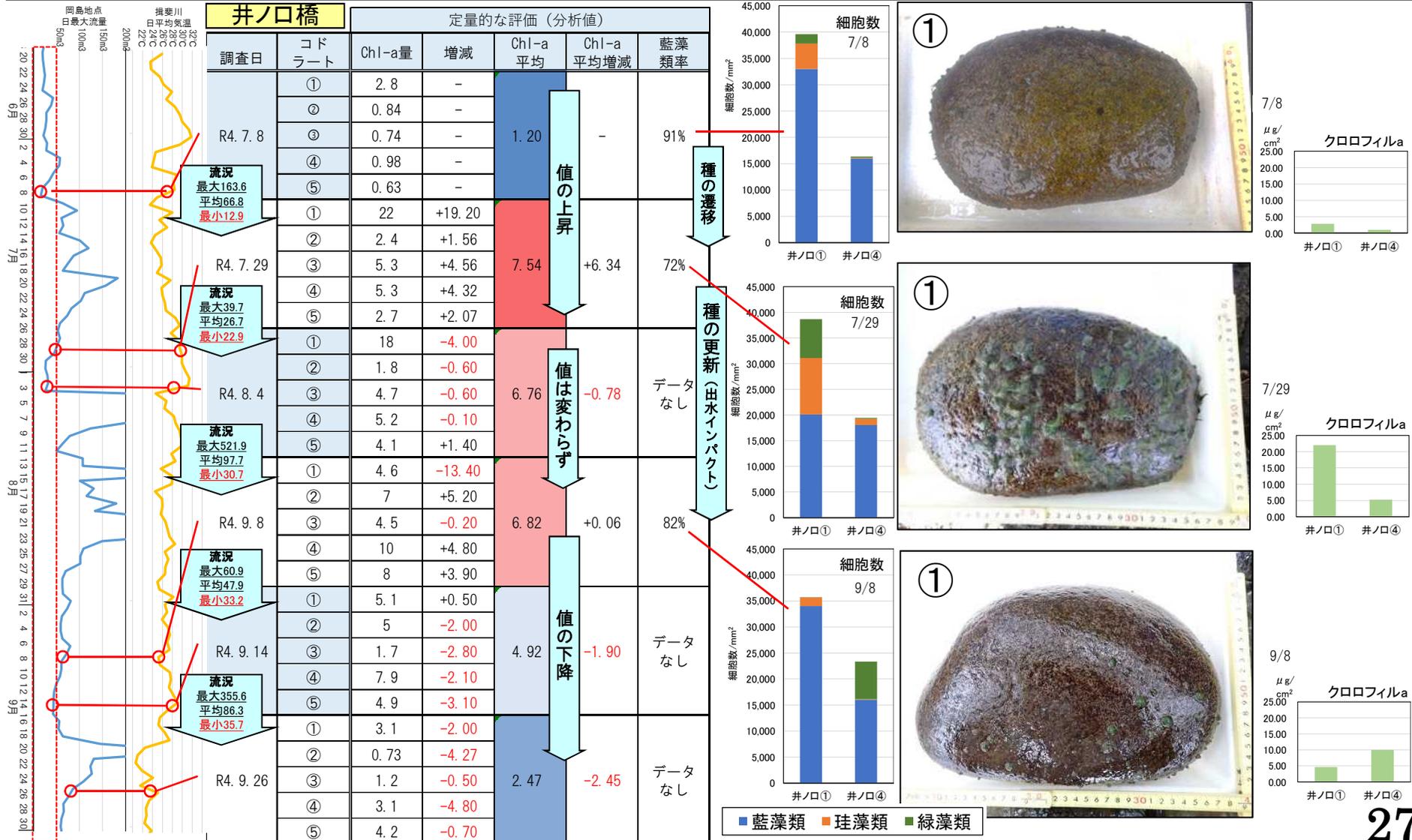
・劣化傾向から回復、適度に生育



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(14)【定量的調査+定性的調査(視覚的な評価)】

全般的な傾向(井ノ口橋)

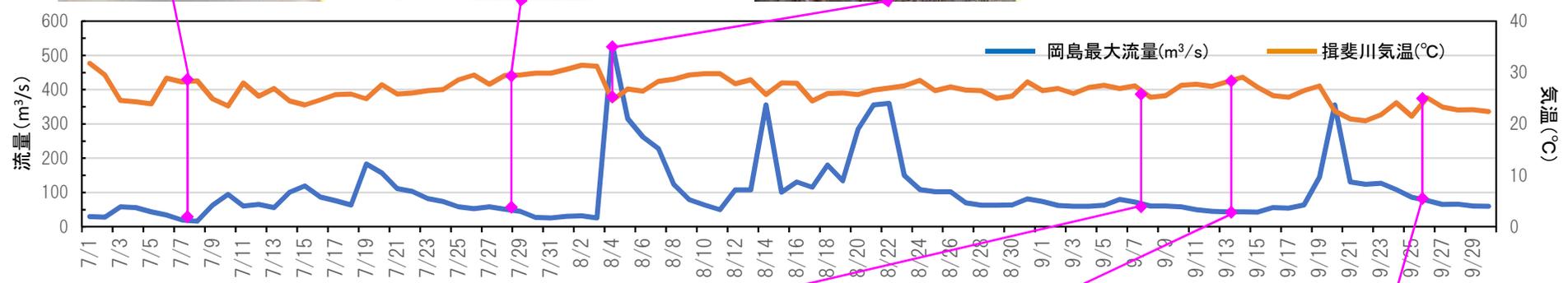
- 7/8調査から7/29調査は生長しているが、緑藻、珪藻が増えており餌としての質は低下している。
- 8/4調査はクロコフィラが若干減退し、その後522 m³/sの出水で既存の藻類は流失し、9/8調査までに藍藻を主とした付着藻類が生長したとみられる。
- その後、9/14調査までは流量、気温の変化が小さく付着藻類の状況が安定していたとみられ、9/26調査は出水による攪乱の影響がみられる。
- 最低流量に着目すると、20~30m³/sの流量が続くと付着藻類の種の遷移とともに総量が増え、更にこれが続くと見た目の悪化(餌の質の低下)が起こりやすくなる可能性が示唆される。



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(15)【定量的調査+定性的調査(視覚的な評価)】

- ・視覚的な情報から、流量が少ない日が続いた7/29の調査石では糸状藻類(緑藻類)など比較的大きな藻類の塊が増えていた。糸状藻類(緑藻類)が伸長するとアユには摂食されにくく、アユの食み跡は糸状藻類の塊以外の部分で多く見られ、**糸状藻類の塊の周りにある藍藻類(特にピロウランソウ※文献でもアユが好むとされている)を摂餌しているものと見られた。**
- ・その後も20~30m³/s以下の流量が続いた8/4の調査石では、糸状藻類(緑藻類)が古くなり劣化している様に見られた。
- ・一方で8/4に500m³/s以上の出水が起きた後、30日以上が経過した9/8の調査石では、**糸状藻類(緑藻類)の塊が少なく、アユの食み跡が多く見られている。**この状況については、**出水により糸状藻類が一度流された後、その後の平水以上の流量や小規模な流量の増加、盛夏より低い水温条件等により、7月後半ほどの糸状藻類(緑藻類)の生長が見られなかった可能性が示唆される。**

井ノ口橋コドラート①の事例



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(16)【定量的調査+定性的調査(視覚的な評価)】

餌場環境について

- ・7月～9月にかけては、アユの餌料となるピロウドラソウ(藍藻類)が優占している。
(糸状藻類(緑藻類)が繁茂していても、糸状藻類が付着していない部分で食み痕が確認できている。)
- ・8月の出水後は生長しすぎた糸状藻類は剥離し消失したが、ピロウドラソウは出水後もみられた。
- ・令和3年4月に確認された要注意とされている外来種のミズワタチビルケイソウは、令和3年11月から再出現したが、令和4年7月からの調査時期までには衰退し、確認されなかった。



7/8 井ノ口橋 河床① ク2.8 強0.96 食1
所々に糸状藻類(緑藻類)がみられるが藍藻が優

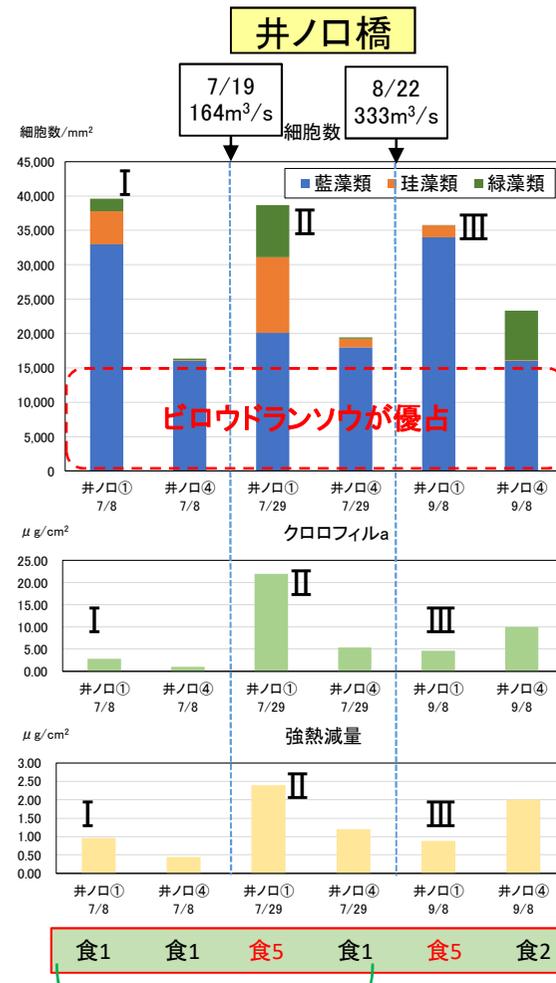


7/29 井ノ口橋 河床① ク22.0 強2.4 食5
糸状藻類(緑藻類)が増えているが、糸状藻類の
付着範囲外では食み跡が多い。藍藻類も生育。

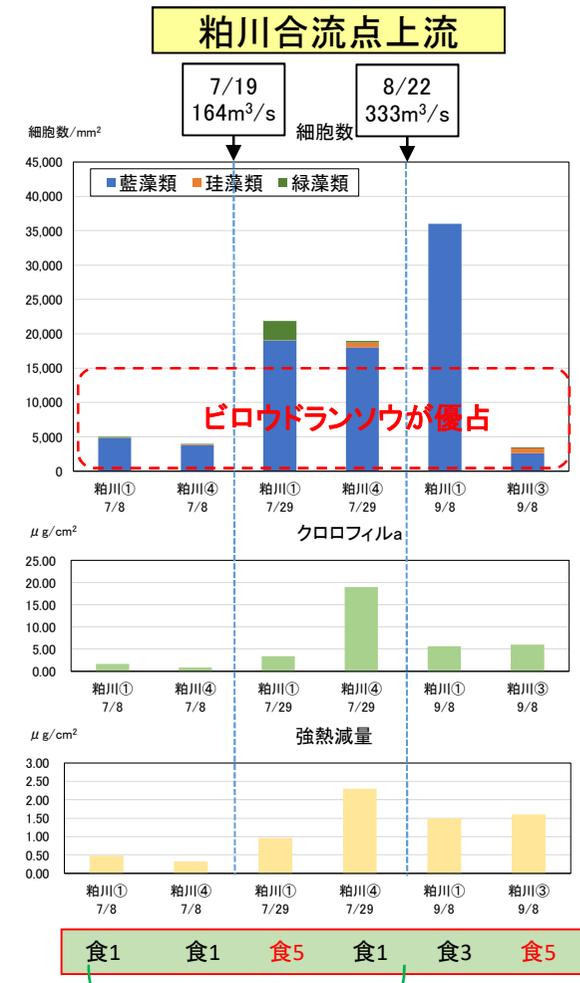


9/8 井ノ口橋 河床① ク4.6 強0.88 食5
クロロフィルa量が5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 前後の礫で食み跡
が多い傾向がみられた。糸状藻類は消失。

ク:クロロフィルa($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) 強:強熱減量(mg/cm^2) 食1~5:アユの食み跡の有無(1:全くなし、2:ほとんどない、3:少ない、4:やや多い、5:非常に多い)



同一石

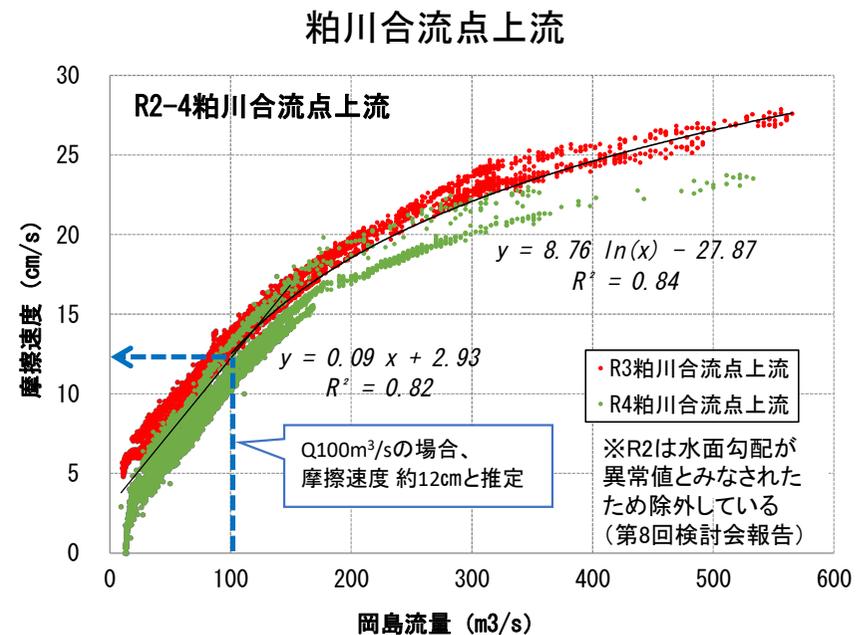
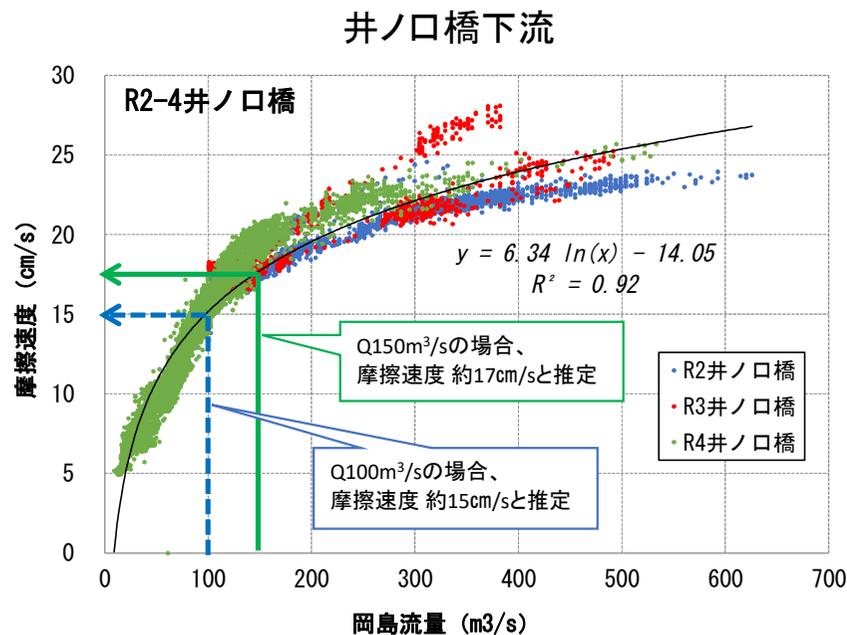


同一石

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(17) 【掃流力調査結果】

◎ 掃流力を把握するための調査（付着藻類調査地点の水位の連続観測）R2～R4年度実施

- ・ 観測結果(3カ年分)をもとに、流量と摩擦速度の関係について分析した。
- ・ 観測結果を踏まえた近似式より、例として流量100m³/s時における摩擦速度は、井ノ口橋付近で約15cm/s(移動限界粒径 3.5cm程度)、粕川合流点付近で約12cm/s(移動限界粒径 3.0cm程度)と推定された。
※移動限界粒径は、岩垣式による算定
- ・ R3年自然出水において付着藻類の剥離・更新が確認された井ノ口橋では、約150m³/sにおいて約17cm/sの摩擦速度が発生したと推定された。
- ・ また、摩擦速度は150m³/s未満の範囲において増加が大きく(近似式の傾きが大きい)、逆に流量がこれ以上増加しても、摩擦速度は緩やかに増加する傾向がみられた。



岡島流量値に応じた摩擦速度と近似式の推定結果(R2～R4観測結果より)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(18) 【水理解析】

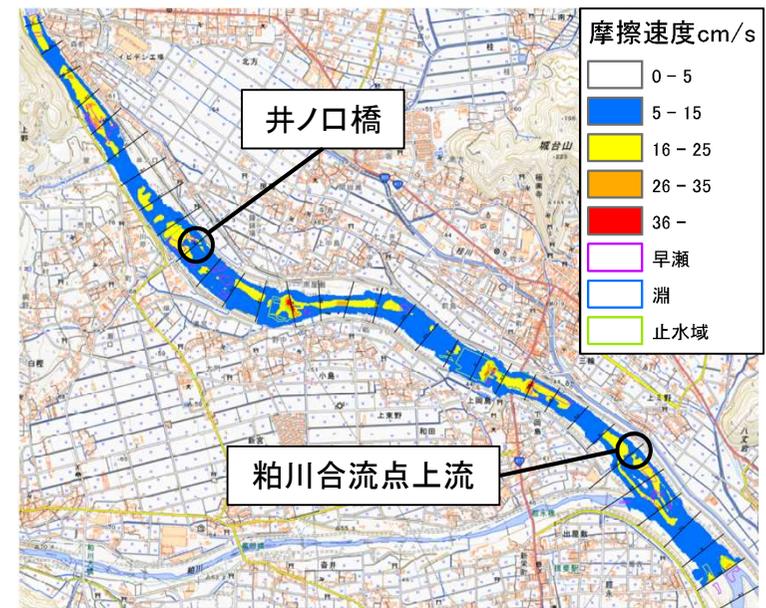
◎ 掃流力を把握するための検討 (平面二次元解析流況解析モデル)

- ・アユ生息環境の改善に寄与する増量放流を検討する一環として、調査区間における面的な掃流力を把握するため、平面二次元解析モデルによる流況解析を実施した。
- ・検討は、複数流量(平水流量、豊水流量、渇水流量、小規模出水、平均年最大規模)において実施し、前述の付着藻類の剥離・更新が確認された摩擦速度17cm/s程度を指標に、この掃流力の発生箇所について分析した。

(参考) 平面二次元解析モデルによる流量150m³/s規模における井ノ口橋地点の摩擦速度は約15cm/s程度と推定され、モデル解析結果が水位観測にもとづく掃流力の算定値(約17cm/s)と概ね整合していることを確認。

平面二次元流況解析モデル 解析条件

区分		設定
対象区間		揖斐川 55~61k付近
河道条件	地形モデル	航空ALB(R3.2測量) ※井ノ口橋上流の工事箇所は補正
	メッシュ分割	一般曲線座標による計算格子 横断方向:40分割、縦断方向:681分割 (5~10m程度)
流れ計算		平面二次元不定流 (水深平均した浅水流方程式)
境界条件	上流端流量 下流端水位	岡島水位・流量観測所 下流端地形より等流計算
粗度条件	マンニング 粗度係数	河道計画設定値を参考 低水路 0.031、高水敷 0.05(草地程度)
検討ケース	流量	平水流量42m ³ /s 豊水流量66m ³ /s 渇水流量17m ³ /s 小規模出水150m ³ /s ※剥離・更新実績Q 平均年最大規模 700m ³ /s (豊・平・渇水・平均年最大は、岡島観測所2012~2021年の10年平均)



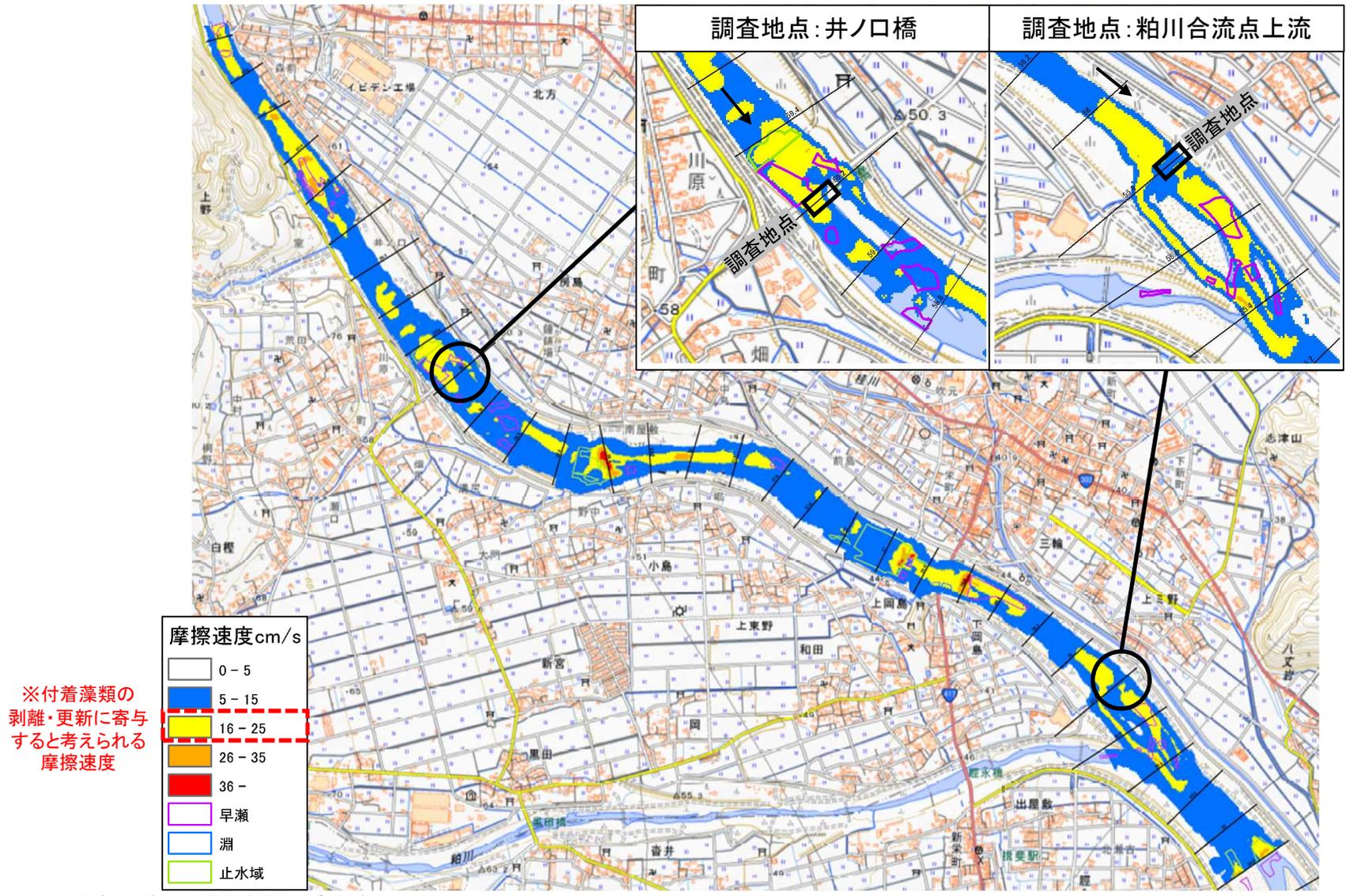
解析結果の図化
(流量150m³/s規模の摩擦速度)

※早瀬・淵等: H29河川水辺の国勢調査(河川環境基図)結果

※平面二次元解析とは、水深方向に平均した水理量を対象として、水理量の平面分布を算定する解析手法。今回検討では固定床(河床変動を考慮しない)として実施。

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(19) 【水理解析】

- ・流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ 規模では、主立った早瀬部分で剥離・更新に有効な摩擦速度の発生が示唆される。
- ・井ノ口橋地点では、調査地点付近に早瀬があり出水時の主流路になっているが、粕川合流点には早瀬がなく、右岸側(調査地点外)に主流路を形成しており、出水時の摩擦速度が増加しづらい要因と推測される。



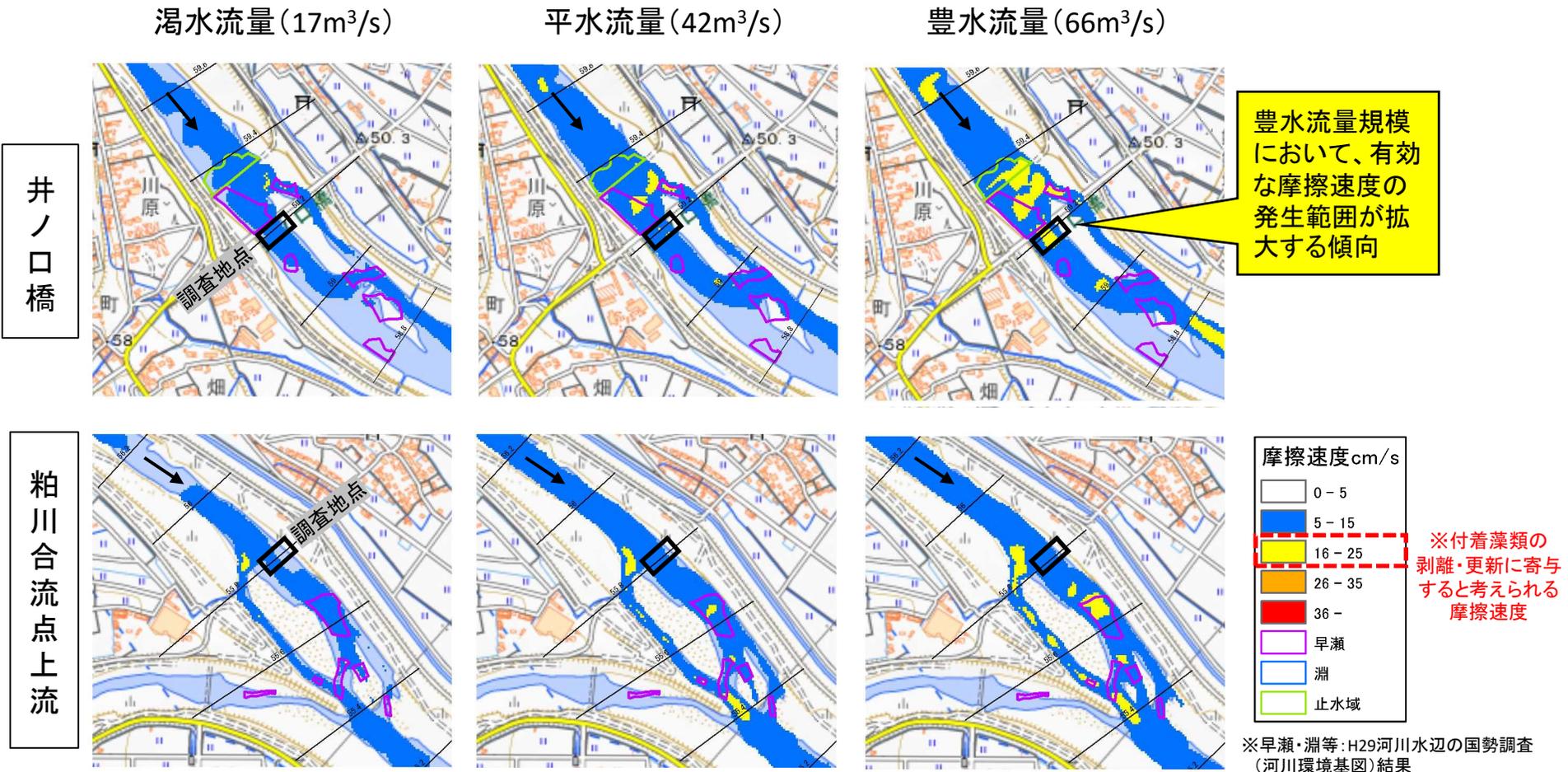
※付着藻類の剥離・更新に寄与すると考えられる摩擦速度

※早瀬・淵等: H29河川水辺の国勢調査(河川環境基図)結果

解析結果の図化(流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ 規模の摩擦速度)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(20) 【水理解析】

- ・流量パターンごとの摩擦速度の分布は、渇水流量および平水流量時には、いずれの調査地点においても、有効な摩擦速度(17cm/s)はわずかと推定される。
- ・一方、豊水流量では、井ノ口橋地点の調査地点において有効な摩擦速度の発生(拡大)が確認される。
- ・このため、弾力的な運用の増量放流に関しては、地点によっては豊水流量規模でアユ生息場の改善に寄与する可能性が示唆される。

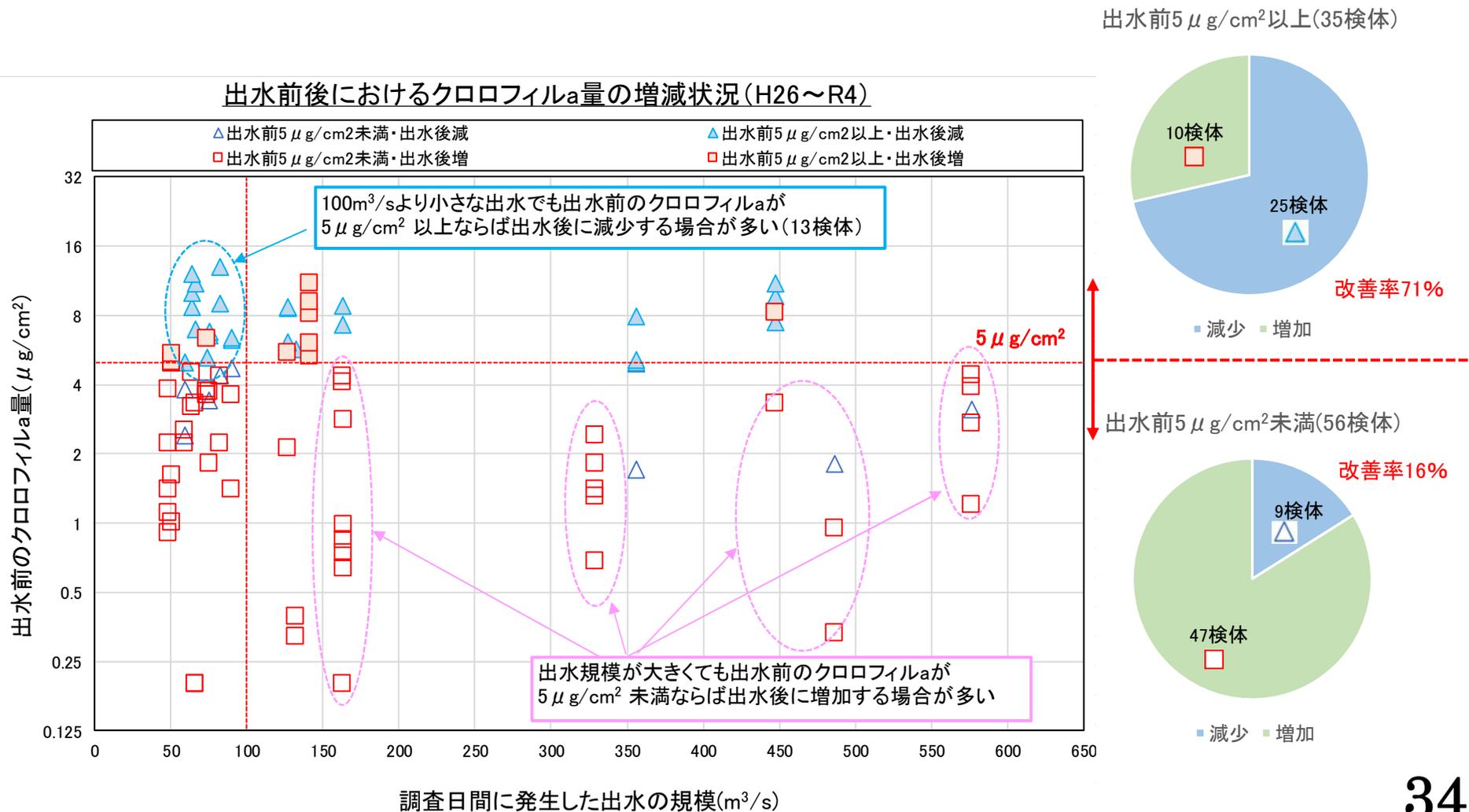


解析結果の図化(流量規模に応じた摩擦速度の分布)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(21) 【R4調査結果を踏まえ再分析】

◎出水前後のクロロフィルaの変化状況(剥離・更新に関する考察)【井ノ口橋】

- ・出水前のクロロフィルaの値が $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ を超えている場合、出水後減少するケースが多い(25検体/35検体=71%)。
- ・このうち50~100 m^3/s 規模の出水で減少したケース(下図左上の青破線で囲った「 Δ 」)が13検体/25検体中(=52%)あり、比較的小規模の出水でも剥離効果が示唆される。
- ・出水規模が大きくても出水前のクロロフィルaが $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 未満ならば、出水後に増加するケースが多い(下図右下「 \square 」)。



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進(22)【まとめ】

◆ これまでの調査・検討結果

- ・ 定量的データで河川流量の増加後の調査でクロロフィルaが減少している場合と増加している場合がある。新たに取得している定性的データからも同様の傾向が見られる。
- ・ 7月～9月にかけては、アユの餌料となるビロウドランソウ（藍藻類）が優占している。（糸状藻類（緑藻類）が繁茂していても、糸状藻類が伸長していない部分で食み跡が確認できている。比較的大きな出水後は伸長しすぎた糸状藻類は剥離消失するが、ビロウドランソウは出水後も見られた。）
- ・ 定量的調査及び定性的調査（視覚的な評価）の結果、摩擦剥離の下限値確認に繋がる傾向として、出水の間に起こる小規模な河川流量の増加でもクロロフィルaが小幅に減少している傾向が見られる。
- ・ 外来種のミズワタクチビルケイソウは、揖斐川において冬季から初夏にかけて繁茂している状況がみられる。

◆ 課題

- ・ これまで実施した弾力的な運用（万石地点100m³/s以下）では、付着藻類の剥離に対し十分な効果が確認されていないが、自然流況下における調査では、付着藻類の生長状態によっては小規模な流量増加でも剥離・更新に寄与すると考えられる場合があるため、剥離が生じやすい時期や状態を確認するため、引き続き付着藻類の剥離・更新の条件を把握していくことが必要と考える。
- ・ 令和3年4月に揖斐川で初確認された外来種のミズワタクチビルケイソウについては、上中流域において魚類の餌場環境に対し大きな影響を与えると考えられるため、令和4年度に調査（付着藻類調査）を実施し状況の把握に努めたが、引き続き注視等が必要と考える。

◆ 今後の方針（案）

- ・ 弾力的な運用（増量放流）の再開に向けて、令和4年度と同様に付着藻類の生長サイクルを確認するための調査（定量的調査、定性的調査（視覚的な評価））を継続し、魚類（主にアユ）の餌場環境として付着藻類の摩擦剥離の下限値の把握と剥離・更新に有効な増量放流及び実施を検討する。

3. 令和4年度の弾力的な運用の試行の実施状況・効果等
3-2 汽水域の底生動物の生息環境改善

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(1)

【前回(第8回)徳山ダムの弾力的な運用検討会(令和4年3月28日開催)の主な意見の結果】

項目	指摘事項	対応状況	該当ページ
汽水域の底生動物の生息環境改善	汽水域の溶存酸素の低下と塩水遡上の関係について、タイダルプリズムで評価しているが、更にタイダルプリズムと河川総流量の比率を指標に整理されたい。	・タイダルプリズムに加え、河川総流量の比率を指標として、データの整理を行った。	P45-46

タイダルプリズム(P)

干潮時と満潮時の河道内の水量の差 (m³)

$$P = \sum A \cdot DX$$

A: 干潮時と満潮時の断面積の差分

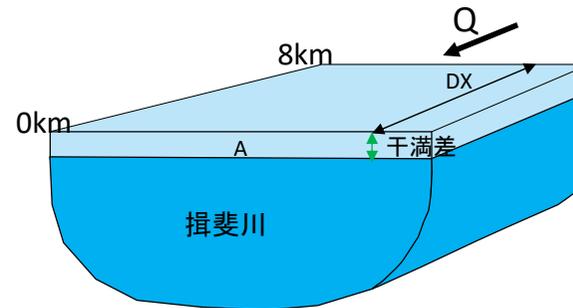
DX: 断面間の距離※

河川総流量(Q)

干潮時から満潮時にかけて流れ込む河川の総流量 (m³)

P/Q

タイダルプリズムPと河川総流量Qとの比



※塩水くさびの先端は東名阪揖斐長良川橋まで到達しているため、河口から東名阪揖斐長良川橋(8.0km)を対象として算定。

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(2)

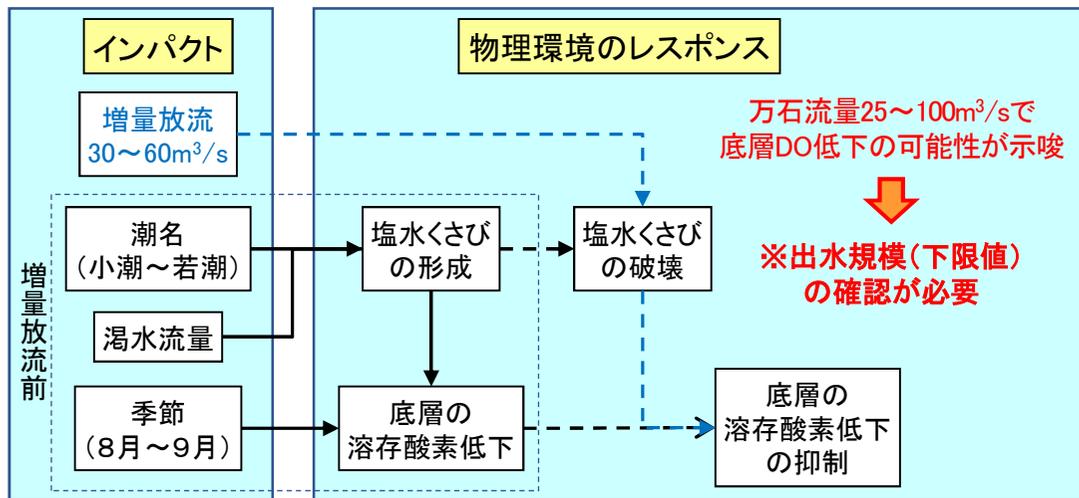
◎夏季の底層溶存酸素(底層DO)低下

- ・小潮時には海から遡上してくる塩水と淡水の混合が起きにくく、塩水がくさび状に淡水の下をくぐって河道内に侵入する「塩水くさび」が発生する。
- ・塩水くさびが発生しやすい夏季の小潮～若潮時の底層は、酸素が供給されないまま消費が進み、溶存酸素(DO)の低下が発生する。

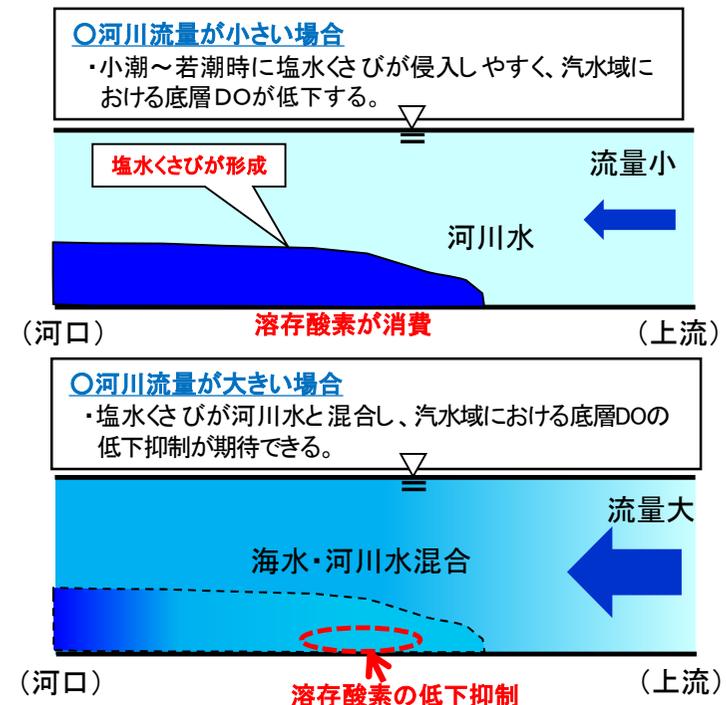
◎弾力的な運用の範囲

- ・これまで実施した増量放流(30~60m³/s)では、汽水域における底層DO低下抑制の確認は不十分。一方で、より大きな流量(自然出水)では、底層DOの低下抑制効果が期待できることが示唆された。
- ・8月~9月の小潮時における自然出水等でのデータ蓄積と分析が必要。

※第6回徳山ダム弾力的な運用検討会(H28.2.29)



□水質観測結果の分析に加え、有識者意見を踏まえ「潮汐による水量差を指標するタイダルプリズム」の分析についても検討(R2年度~)



3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(3)

令和4年度の調査内容：揖斐川水質調査（連続観測、定点調査）

・汽水域における水質（塩化物イオン濃度、溶存酸素）及び、流況を把握することを目的に実施。

水質観測

項目	内容
測定日	通年
測定地点	城南(-0.5k)、揖斐長良大橋(3.0k)、東名阪揖斐長良川橋(8.0k)、海津橋(19.6k)
測定位置	表層、低層、底層 ※海津橋は表層のみ
測定項目	水温、溶存酸素、塩化物イオン濃度
測定方法	水質測定機器による連続観測

定点調査 ※その他、R4不特定補給の調節時に別途定点調査を実施(後述)

項目	内容
測定日	令和4年5月10日(小潮)、5月14日(中潮)、5月17日(大潮)、8月10日(中潮)、8月30日(大潮)、9月17日(小潮)、10月4日(小潮)、10月11日(大潮)、10月15日(中潮)、12月3日(小潮)、12月10日(大潮)、12月13日 計12回
測定地点	揖斐川河口から2.7km地点、4.5km地点、5.8km地点、8.0km地点、12.0km地点、13.9km地点 計6地点 揖斐川の満潮時に最上流地点(13.9km地点)で塩化物イオン濃度が100mg/Lを超えている場合、さらに遡上調査を0.2~1.0kmピッチで行い、当該濃度の上流端を把握。
測定位置	水深は水面下0.2m、0.5m、それ以深は河床上0.5m まで0.5m 毎、及び河床上0.5m と0.2m
測定項目	水温、電気伝導度、塩分(塩化物イオン濃度)、溶存酸素、流向・流速
測定方法	調査船より多項目水質計及び、流向・流速計を用いて測定

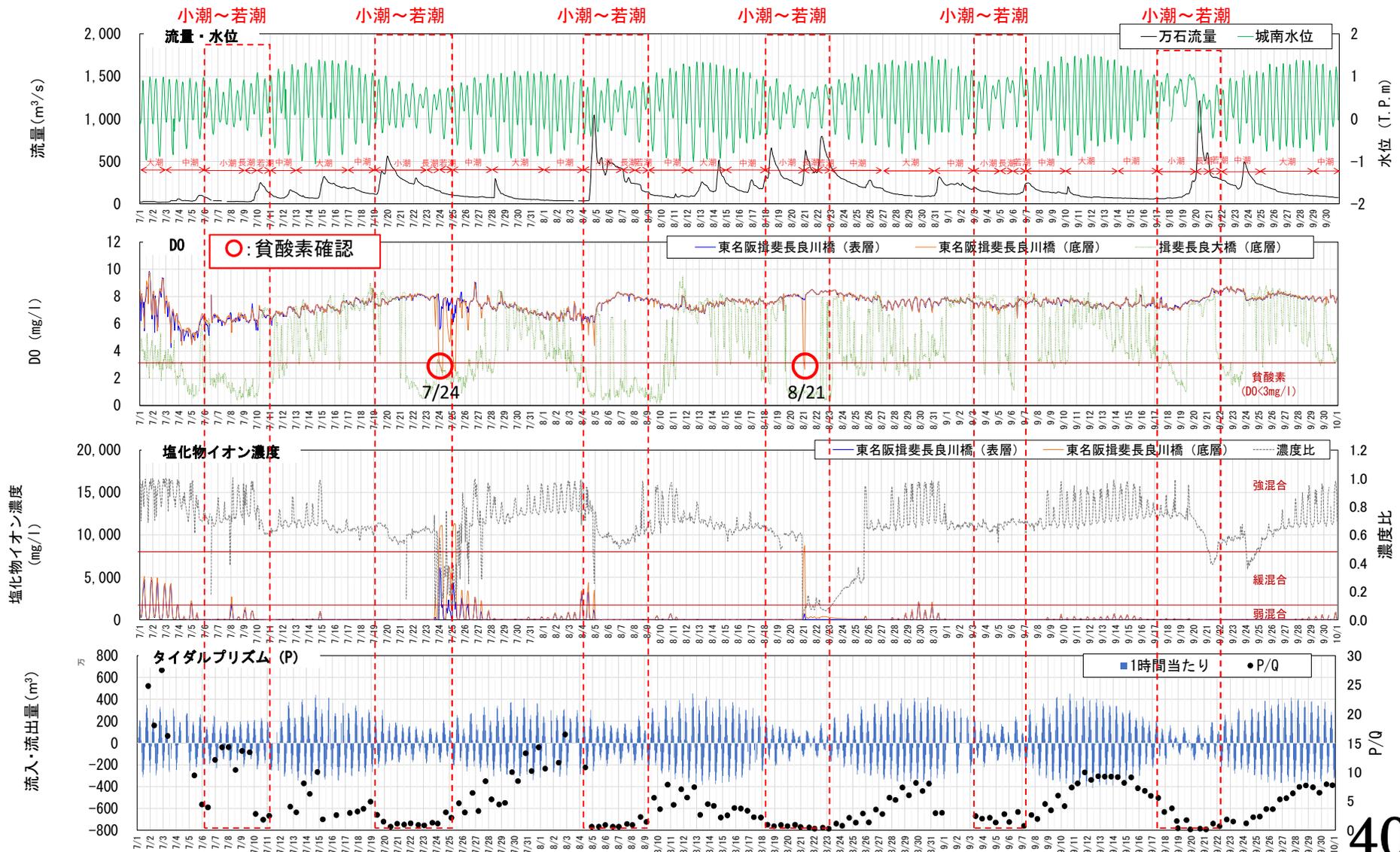


揖斐川水質調査地点位置図

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(4)

◎夏季小潮時の水質概況およびタイダルプリズム(令和4年)

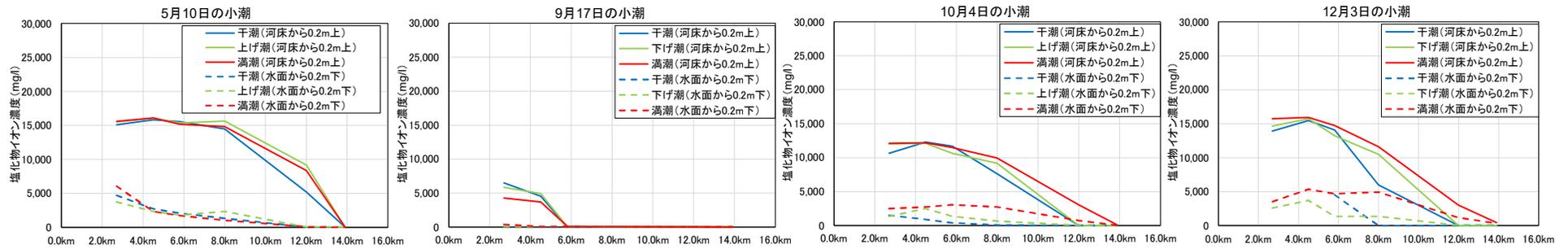
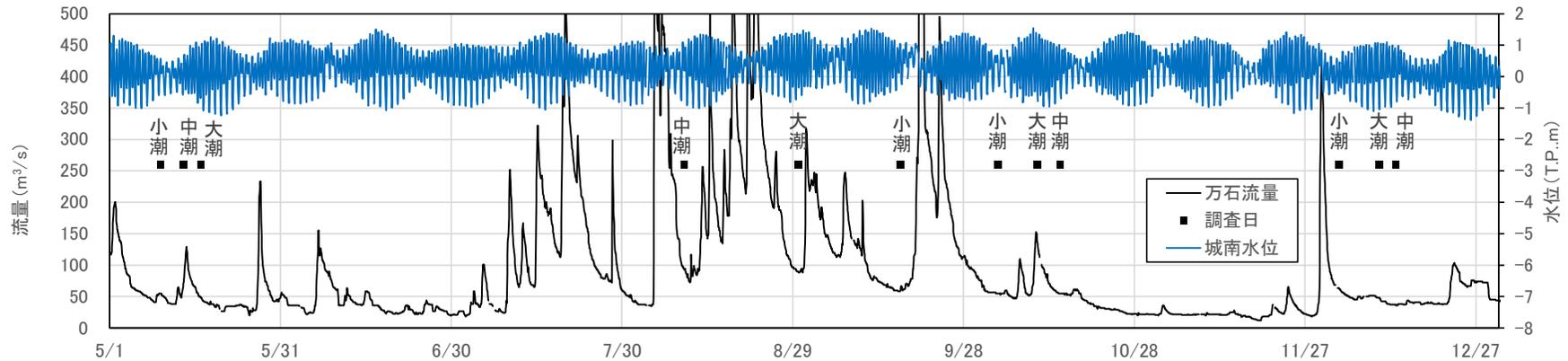
- 令和4年は、出水頻度が多く、流量の高い状況が長期間続いている傾向がある。
- 東名阪揖斐長良川橋の底層DOは、7/24(長潮時)、8/21(長潮時)に貧酸素が確認され、いずれも流量が比較的大きい状況下であった(ただし貧酸素の観測は一時的なものであった)。



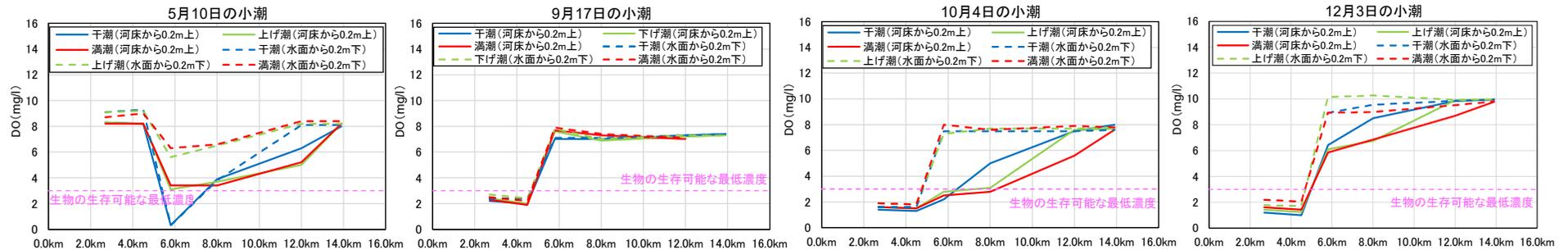
3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(5)

◎揖斐川水質調査結果(令和4年定点調査)

- 4季の小潮時の塩化物イオン濃度は、9月を除き、14k付近まで塩水遡上が確認されている(9月は出水影響と示唆)。
- 4季の小潮時の底層DOは、6k付近まで貧酸素が確認されるが、それより上流側では確認されていない。



4季ごとの小潮時の塩化物イオン濃度の縦断分布



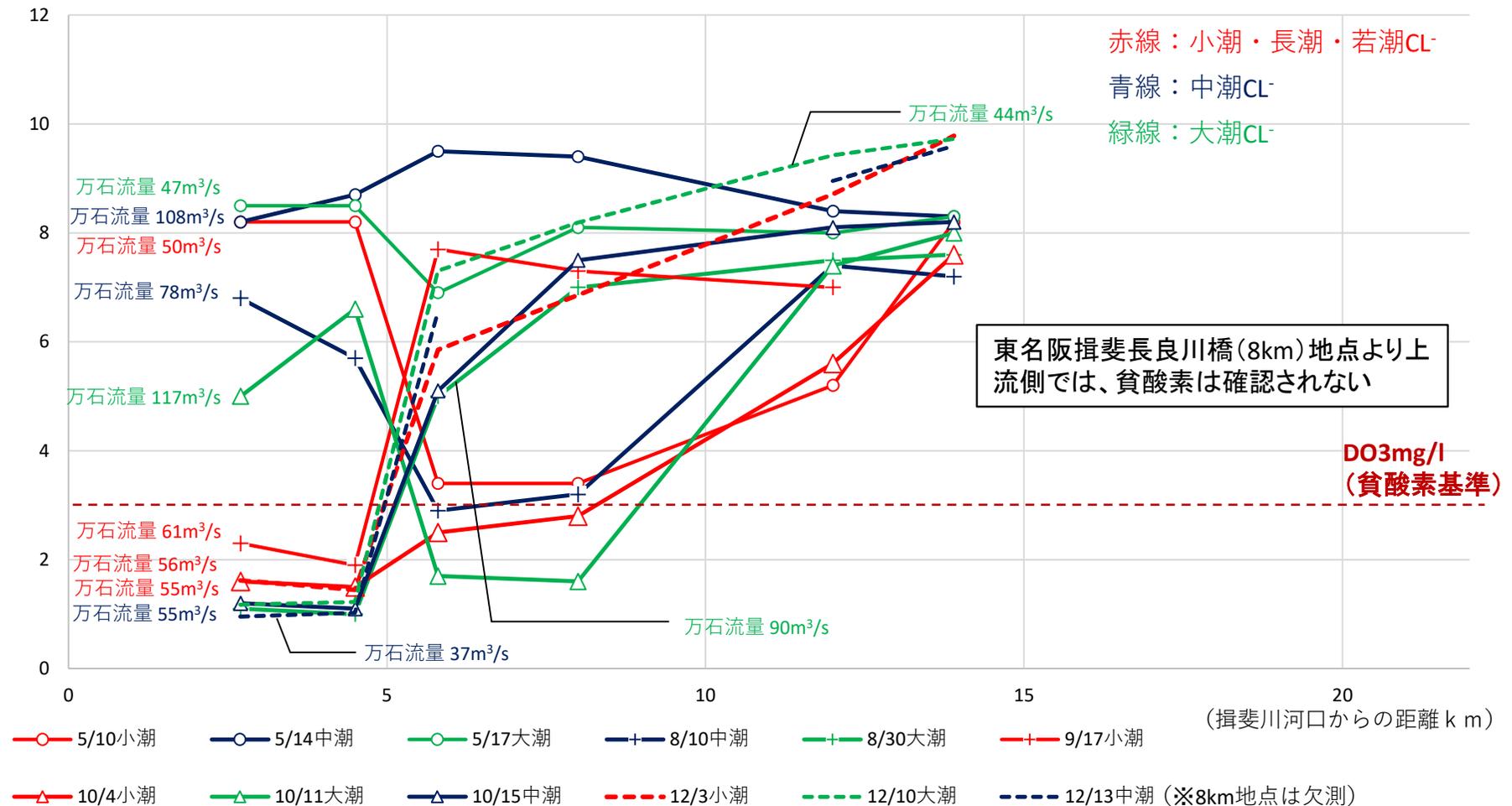
4季ごとの小潮時の溶存酸素の縦断分布

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(6)

◎溶存酸素の縦断分布(令和4年定点調査)

- 底層DOはばらつきは見られるが、概ね上流側に向かって漸増する傾向がみられる。
- 東名阪揖斐長良川橋地点より上流側では、いずれの調査回においても貧酸素水は確認されていない。

DO (mg/L)

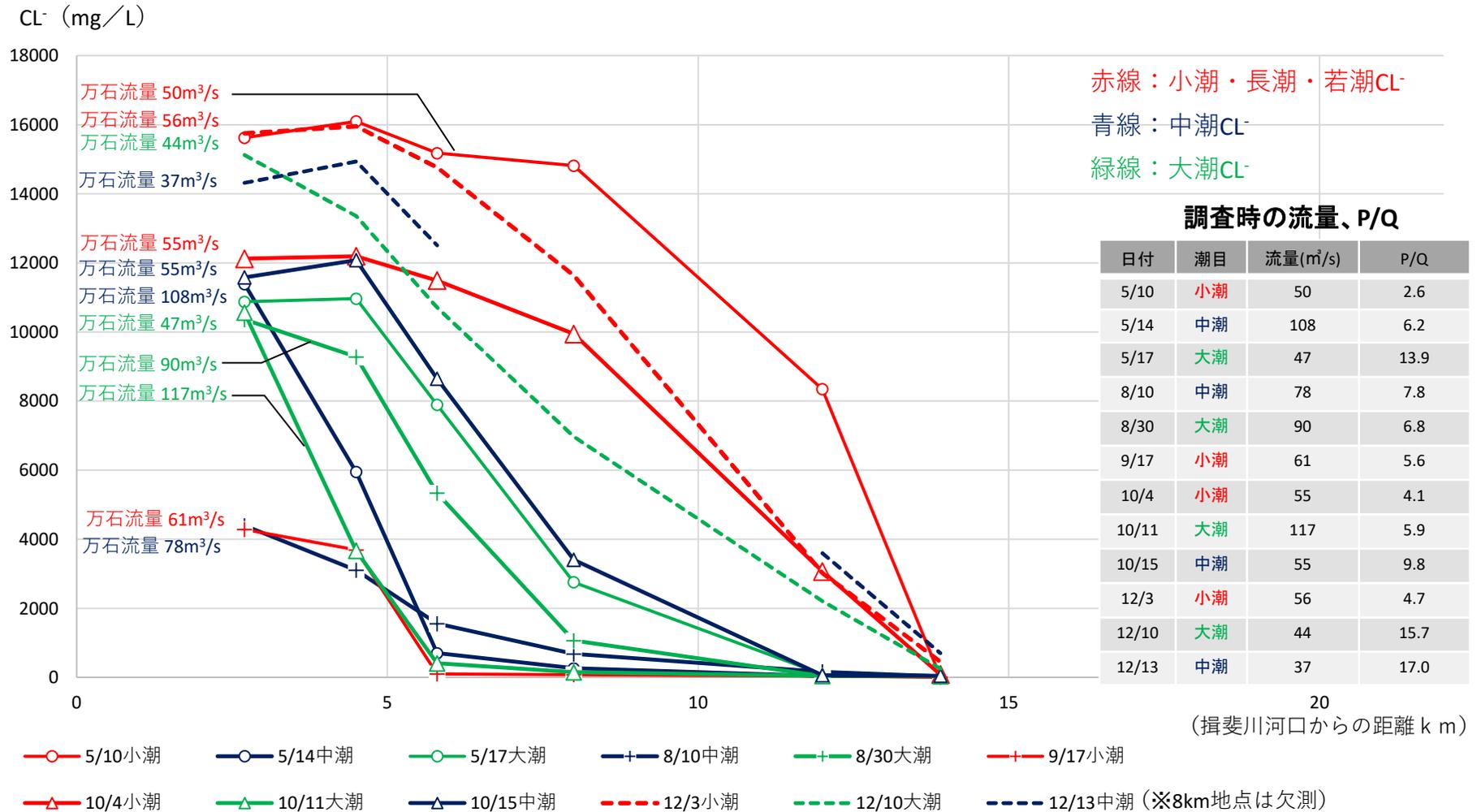


揖斐川の底層DOの縦断分布(満潮時)

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(7)

◎塩水遡上概況(令和4年定点調査)

- 塩化物イオン濃度(底層)は、春季～冬季にかけて13.9k付近まで漸減しており、10/4小潮時では約84mg/lと観測された(この際の万石流量は55m³/sであった)。

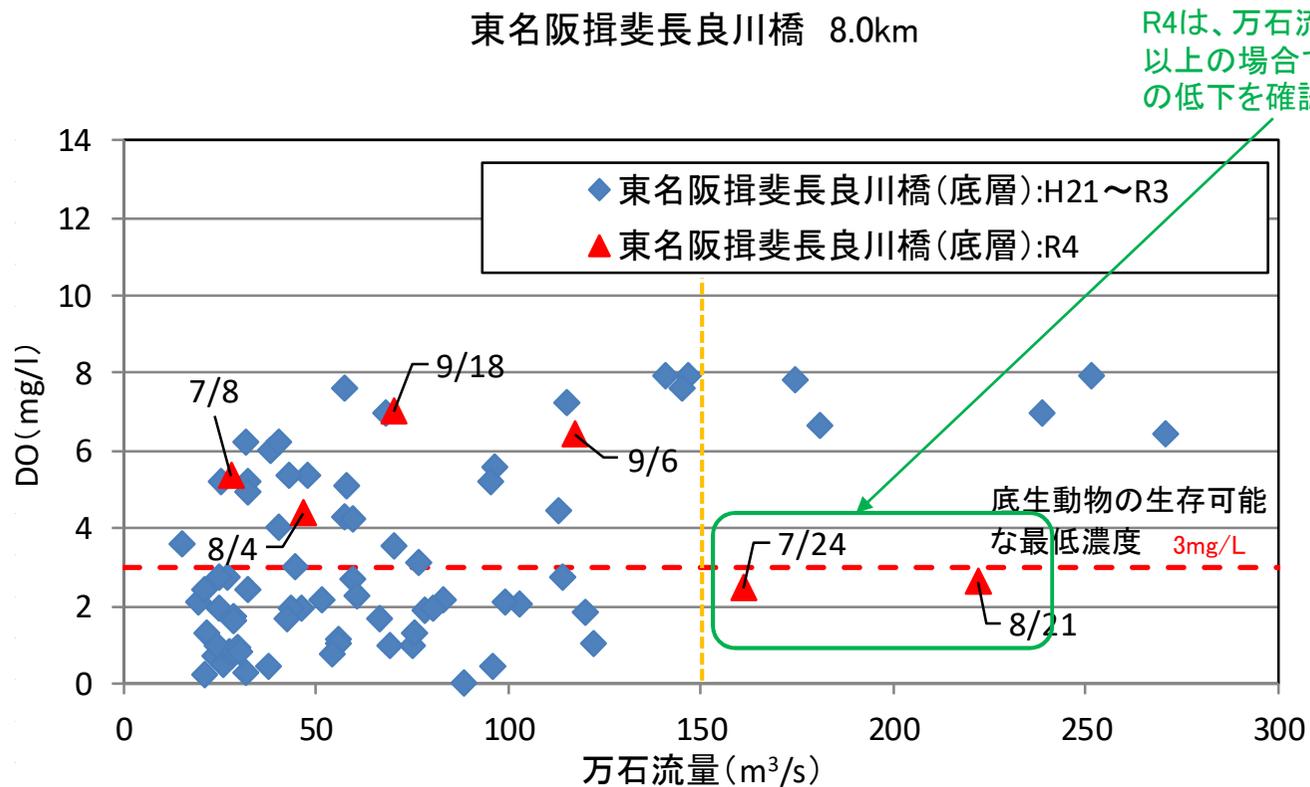


揖斐川の塩化物イオン濃度(底層)の縦断分布(満潮時)

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(8)

◎夏季小潮時における溶存酸素を改善する万石流量閾値の推定

- ・過年度検討より、東名阪揖斐長良川橋地点において、小潮～若潮時の貧酸素発生と万石流量の関連性を分析しており、万石流量が概ね $150\text{m}^3/\text{s}$ 以上であれば貧酸素が発生しない傾向が示唆されていた。
- ・令和4年は、万石流量が $150\text{m}^3/\text{s}$ 以上であっても底層DOが $3\text{mg}/\text{l}$ を下回っている場合が確認された。
(河川流量が底層DOを規定する支配要因(十分条件)にはなっていないことが示唆される。)



※溶存酸素は、7月～9月の小潮～若潮時の1時間毎に取得されたデータの最低値

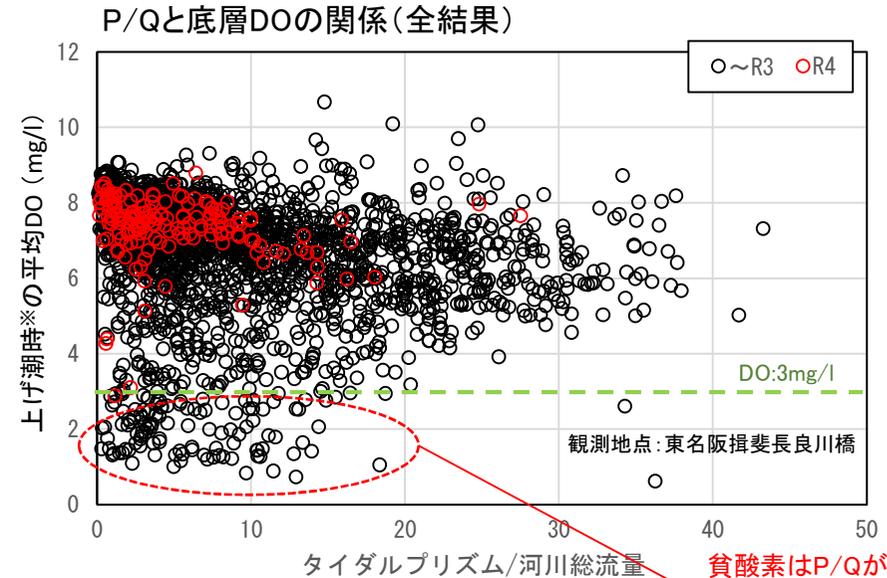
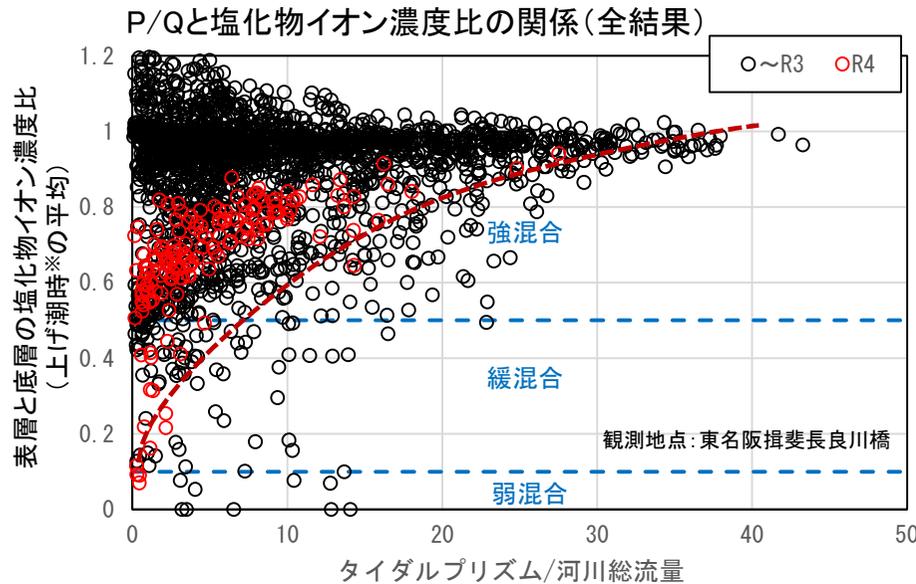
※底生動物の生存可能な最低濃度≒ $3\text{mg}/\text{l}$ 水産用水基準(2012)

※万石流量は、東名阪揖斐長良川橋で溶存酸素が最低となった時刻から9時間前の流量。ただし、万石から東名阪揖斐長良川橋の到達時間は出水の規模に関わらずに一律に9時間と仮定した。

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(9)

◎タイダルプリズムと底層DOの変化

- 有識者のご助言 (R2.3 学識者個別説明) を踏まえ、過年度よりタイダルプリズムを用いた分析を実施しており、令和4年の観測結果を含め、これまでの観測結果を整理。
- P/Q (タイダルプリズムと河川総流量の比) と東名阪揖斐長良川橋の塩化物イオン濃度の表層/下層の比 (鉛直混合状態) の関係から、P/Qが大きいと強混合となり、潮汐・河川流況が塩分の混合状態をある程度規定していると示唆される。【左図】
- 一方、P/Qと底層DOの関係からは、貧酸素水とP/Qの関係には明瞭な相関関係はみられないものの、貧酸素はP/Qが小さい状態でのみ観測されていることが確認される。【右図】
→ ここに着目し、小潮時のP、P/Qと底層DOの関連性を更に分析した。【次頁】



貧酸素はP/Qが小さい場合に観測されることが多い

※「上げ潮時」は干潮時から満潮時にかけてのタイダルプリズムの集計期間

タイダルプリズム(P)

干潮時と満潮時の河道内の水量の差 (m³)

$$P = \sum A \cdot DX$$

A: 干潮時と満潮時の断面積の差分

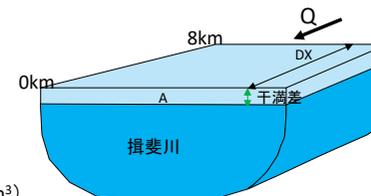
DX: 断面間の距離※

河川総流量(Q)

干潮時から満潮時にかけて流れ込む河川の総流量 (m³)

P/Q

タイダルプリズムPと河川総流量Qとの比



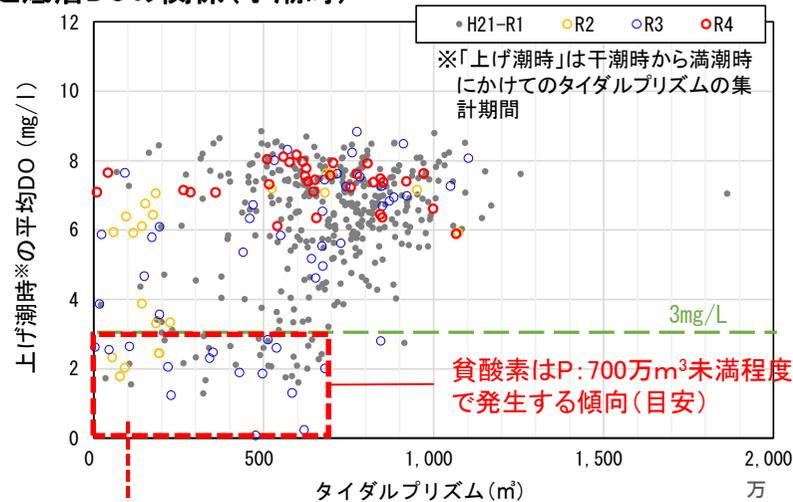
※塩水くさびの先端は東名阪揖斐長良川橋まで到達しているため、河口から東名阪揖斐長良川橋(8.0km)を対象として算定。

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(10)

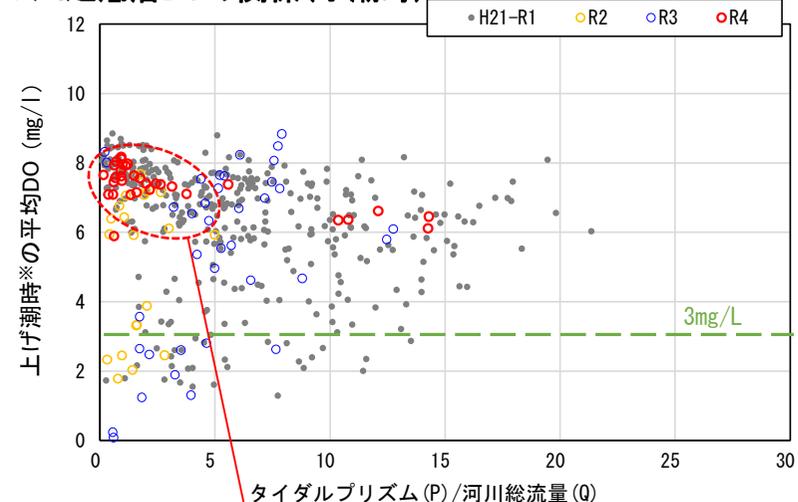
◎小潮時におけるタイダルプリズムと底層DOの変化

- 小潮時にのみ着目すると、貧酸素はタイダルプリズムPが概ね約700万 m^3 未満（目安）でのみ観測されており、この際の河川総流量は、概ね500万 m^3 未満（目安）の状態が多く観測される。【左上図・左下図】
- 干満（上げ潮と下げ潮）は、6～7時間周期で訪れているため、河川水でこの侵入を防ぐためには、平均で200 m^3/s 相当の流量が継続的に必要（河川総流量500万 $m^3 \div$ 干満周期 7h \div 200 m^3/s と算定）と示唆される。

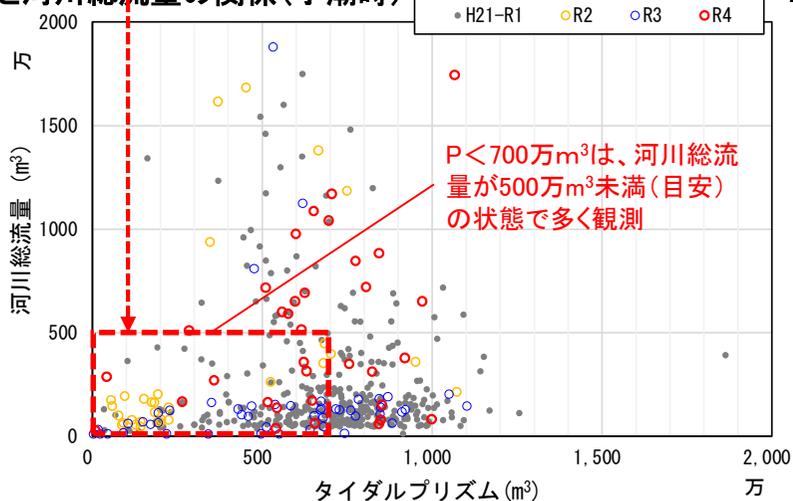
Pと底層DOの関係(小潮時)



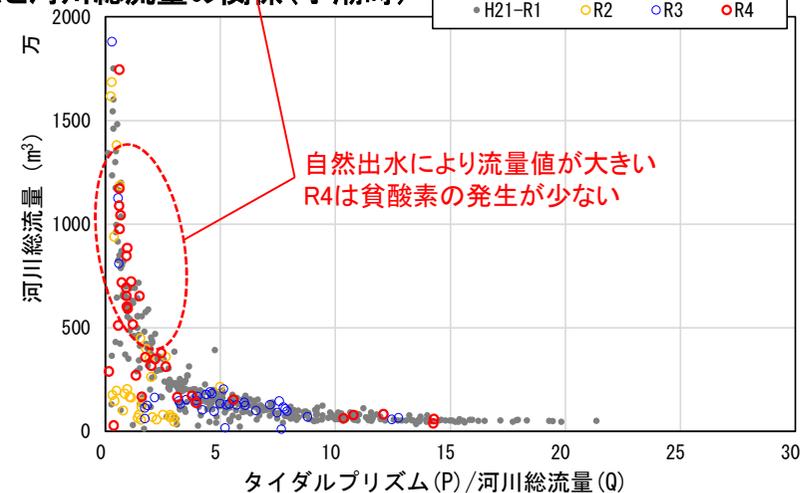
P/Qと底層DOの関係(小潮時)



Pと河川総流量の関係(小潮時)



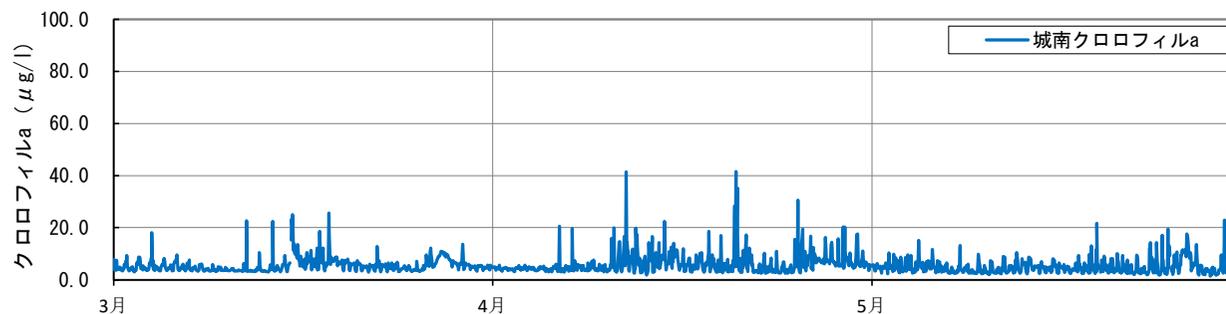
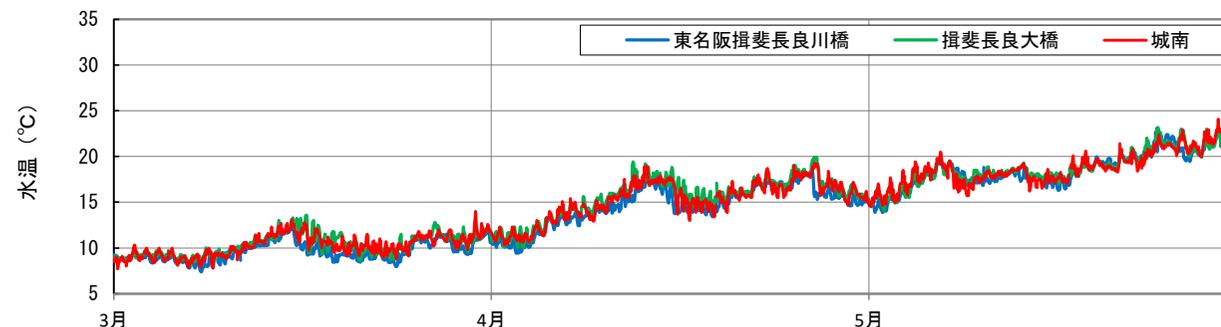
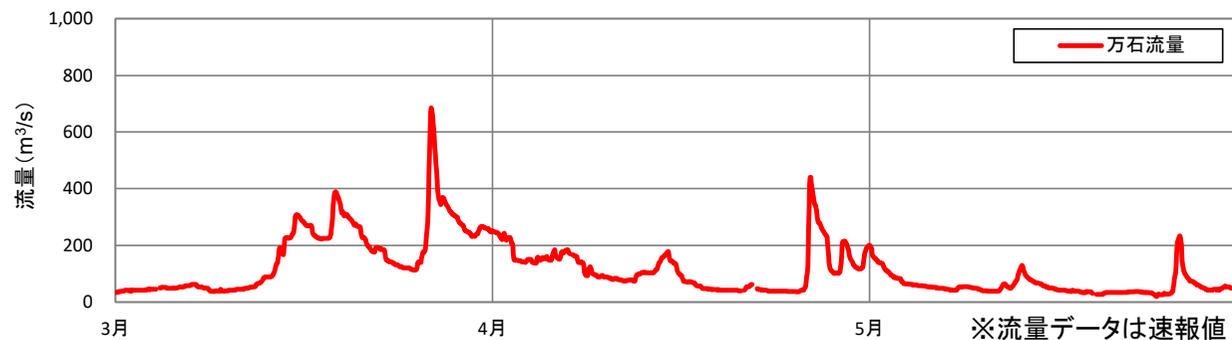
P/Qと河川総流量の関係(小潮時)



3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(11)

◎赤潮:これまでの調査・検討結果(揖斐川河口における赤潮発生と流量の関係)

- 令和4年3月から5月において、揖斐川河口部では赤潮は確認されなかった。
- 城南のクロロフィルa量は期間中50 $\mu\text{g/l}$ を下回っていた。
- **平成26年以降、赤潮発生の報告はない。**



令和4年春季の流量、水温、クロロフィルa量

年	赤潮発生状況
H25	赤潮発生
H26	赤潮発生の報告なし
H27	〃
H28	〃
H29	〃
H30	〃
R1	〃
R2	〃
R3	〃
R4	〃

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(12)

◆これまでの調査・検討結果

○底層DOの低下抑制

- 東名阪揖斐長良川橋(8km)においては、河川流量の増加に伴い底層DOも増加する傾向があるが、令和4年結果からは、河川流量が大きい場合(万石で150m³/s目安)であっても貧酸素水が発生する場合が確認された。
- タイダルプリズム(干満時の河道内の水量差)が、潮汐や河川流況による塩分混合状態をある程度規定していると考えられるため、ここから小潮時の貧酸素との関連性を整理した。
- その結果、小潮から若潮時のタイダルプリズムが700万m³未満(目安)の場合において貧酸素水が発生する傾向がみられた。タイダルプリズムが700万m³未満となるのは、河川総流量が500万m³*以下となる場合に多いので、貧酸素水の発生を防ぐためには、河川総流量を500万m³以上に高めることが有効との推論が得られた。

(※河川総流量500万m³ = 万石流量を平均200m³/s相当で7h程度継続させること)

○赤潮

- 近年、大規模な赤潮は発生していない。

◆まとめ

- 底層DOの低下を抑制するための増量放流は、小潮から若潮時に河川総流量を500万m³以上に高めることが有効と考えられるが、河川利用者の安全確保、出水による負の影響(濁水、シジミ幼生の流失等)も想定されるため、弾力的な運用の範囲として実施していくうえでは慎重な対応も必要であることをふまえて、実施条件の整理を行う。

◆今後の方針(案)

- 汽水域の塩化物イオン濃度、底層DO、流量との関係は複雑な現象であるため、今後も令和4年度に引き続き水質調査により底層DOの把握に努める。また、水質観測を継続して水質データを蓄積し、流量変化などとの関係把握・検討に努めるとともに、実施条件の整理を行う。
- 赤潮については、近年、大規模発生が見られないことから、当面は赤潮発生時のデータ蓄積を実施していく。

3. 令和4年度の弾力的な運用の試行の実施状況・効果等

3-3 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

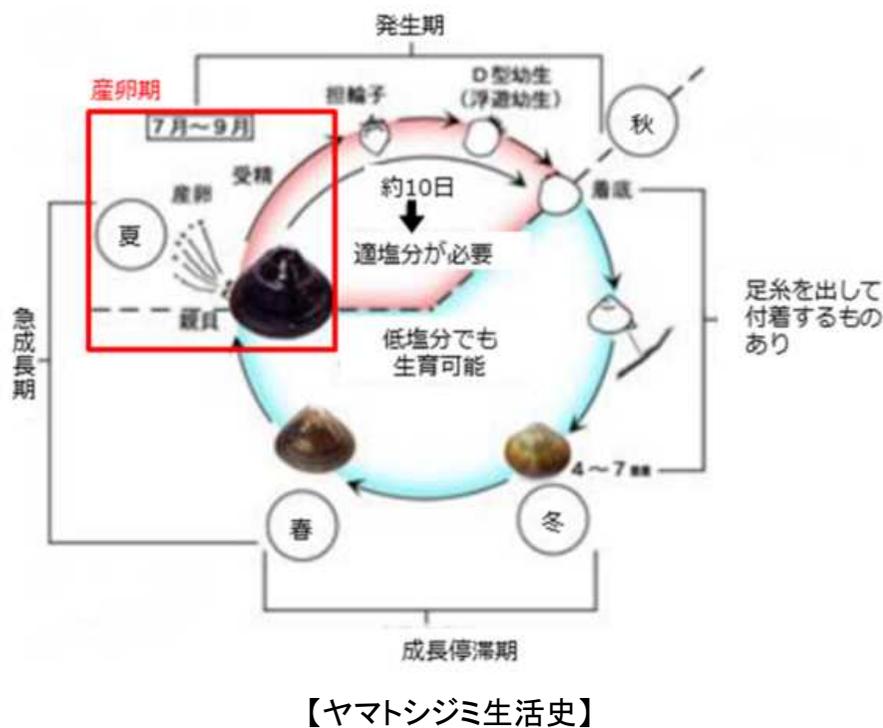
3-3 . 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

【前回徳山ダムの弾力的な運用検討会(令和4年3月28日開催)の主な意見の結果】

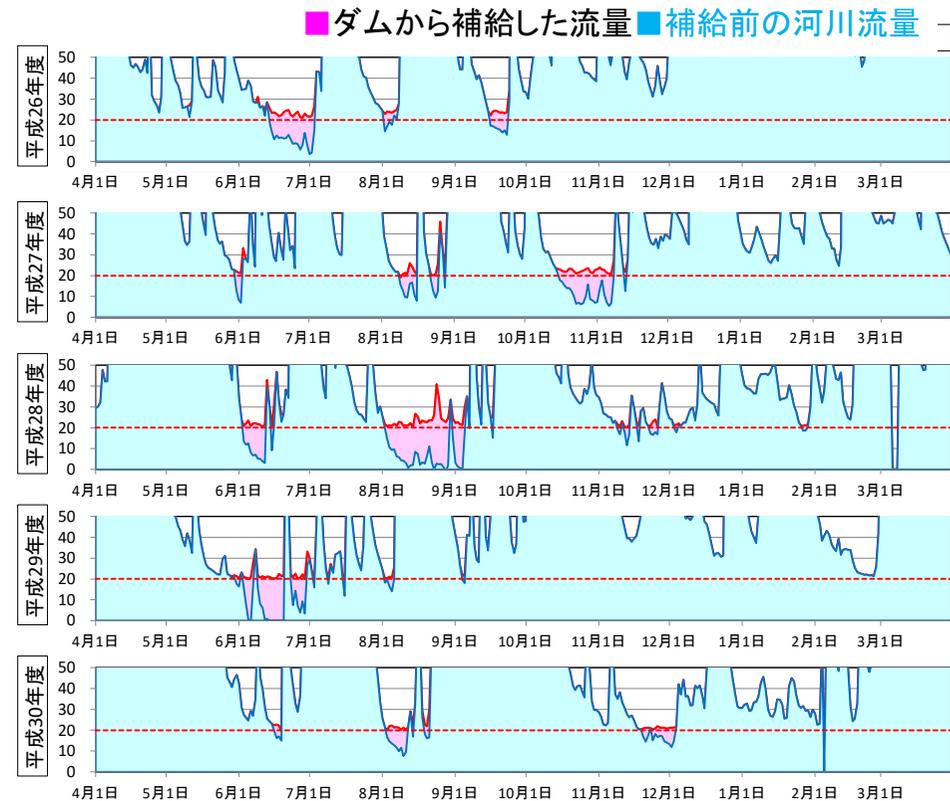
項目	指摘事項	対応状況	該当ページ
河川環境の改善に関する取り組みについて	今回の試行(不特定補給の調節)はぜひ実施されたい。	・不特定補給を調節する試行を行い、データのとりまとめを行った。	P51~
	ヤマトシジミ減少等に関する仮説については、慎重に取扱いつつ、関連するデータをしっかりと見て、検討を進める必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・データの相関関係と因果関係は安易に結び付けず慎重に分析を行う。 ・本検討会における報告では、不特定補給の調節の試行結果について、確認された事項の報告と主に水質面の考察等を報告としてとりまとめを行った。 ・今後、生物との応答、結論付けの際には専門の委員の確認を行い、慎重に分析を行う。 	P61~P66
	ある種のデータに相関があるからといってそれが因果関係に結びつく訳ではないということ、安易に結論づけないように気をつけて、検討する必要がある。		
	データの取り方や整理方法については、専門の先生方に指導いただき、さらに検討を進めていただきたい。		

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

- ヤマトシジミの生息、特に産卵期や発生期には、一定の塩分濃度下にある必要があり、ヤマトシジミの産卵・生育域改善のためには揖斐川汽水域への塩分遡上が重要。
- 河川流量の確保のために徳山ダムから補給している不特定補給を調節し、汽水域における塩分濃度の変動範囲の拡大や、それによるヤマトシジミ生息環境への効果と影響を把握する。



発生期といわれる産卵から着底までの間は、適当な塩分濃度の環境であることが必要



【徳山ダムの不特定補給実績(H26~H30)】

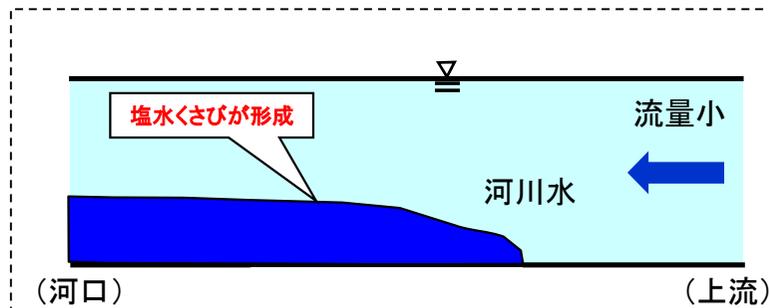
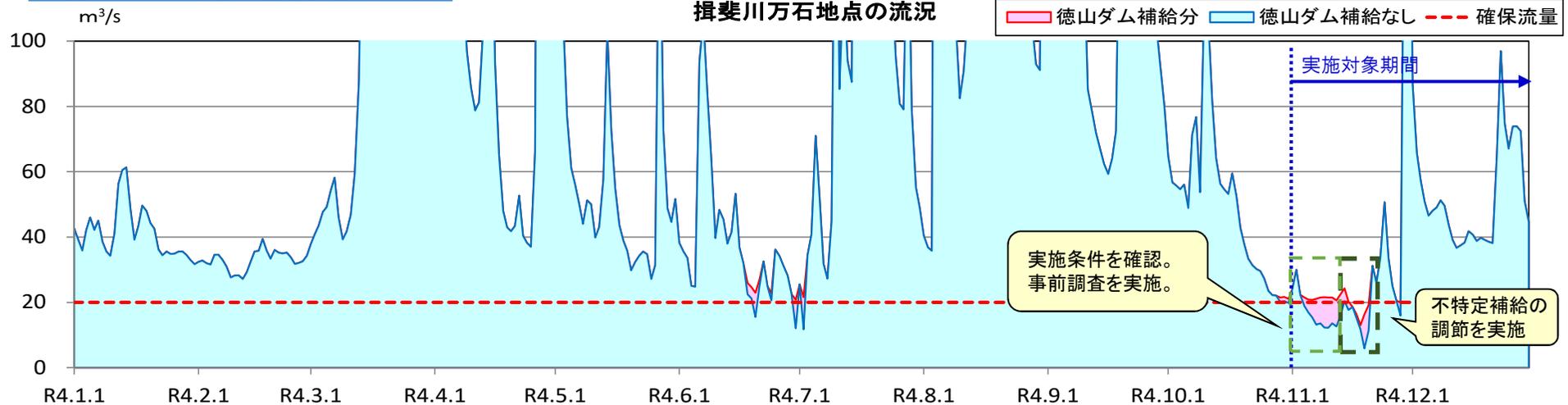
- ・確保すべき流量(万石地点(大垣市))において $20\text{m}^3/\text{s}$ が河川流量だけで不足する場合は、徳山ダムから流量を補給している。
- ・令和4年度は、揖斐川の利水や漁業資源への影響が小さいと考えられる【11月】に不特定補給の調節を試行した。

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎不特定補給の調節の試行

- 徳山ダムでは、例年、確保すべき流量(万石地点(大垣市)において $20\text{m}^3/\text{s}$)が河川流量だけで不足する場合は、徳山ダムから不特定補給を行っている。
- 令和4年度は、揖斐川の利水や漁業資源への影響が小さいと考えられる秋季から冬季(11/1~12/31を基本、流況により1/31まで)を対象に不特定補給の調節を計画した。
- 10月下旬より、河川流況が悪くなり、徳山ダムからの不特定補給が開始され、実施条件である小潮※(塩水くさびの発生を想定)時である11月16日から不特定補給の調節の試行を実施した。

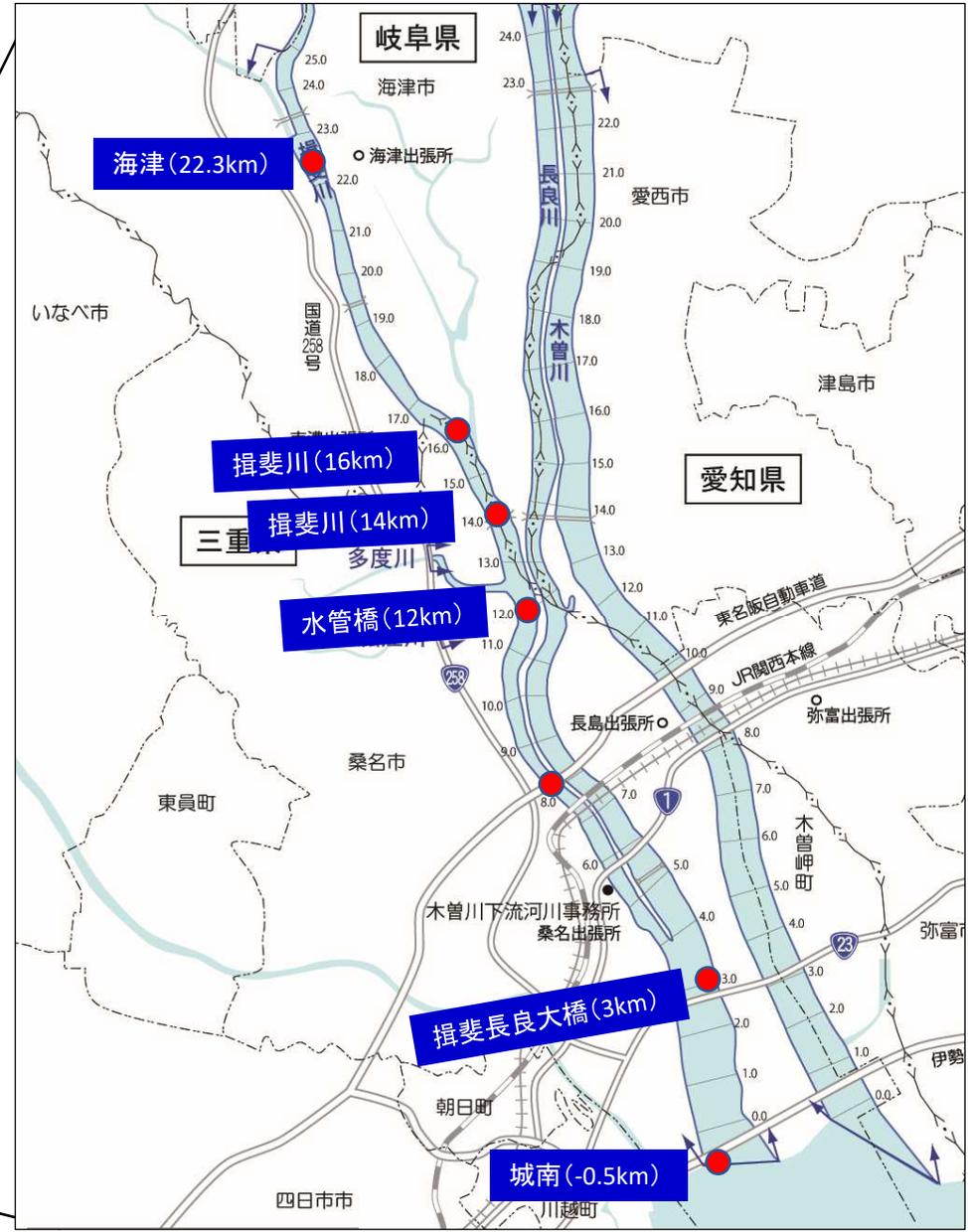
□ 徳山ダムの不特定補給実績 (R4年)



※小潮時の不特定補給の調節

- 小潮時には海から遡上してくる塩水と淡水の混合が起きにくく、塩水がくさび状に淡水の下をくぐって河道内に侵入する「塩水くさび」が発生する。
- 小潮時において、不特定補給の調節により、塩水遡上範囲の拡大に向けた試行を行う。

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について



ダムおよび観測所・景観調査地点位置図

汽水域の観測地点

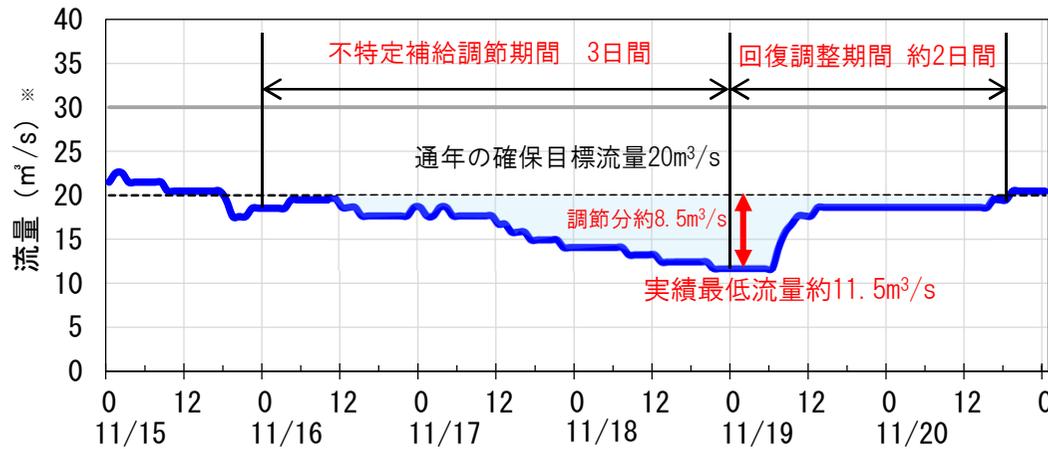
3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎不特定補給の調節

- ・令和4年度の不特定補給の調節は、実施条件に合致した令和4年11月16日～18日に試行した。
- ・不特定補給について段階的に補給量の調節を行い、万石地点で通年の確保目標流量 $20\text{m}^3/\text{s}$ に対し、最大で約 $8.5\text{m}^3/\text{s}$ の調節を行った。
(試行実績として万石地点の最低流量約 $11.5\text{m}^3/\text{s}$)

□ 試行運用実績 (R4年11月)

・万石地点における流量は、最低約 $11.5\text{m}^3/\text{s}$ (調節分 約 $8.5\text{m}^3/\text{s}$)

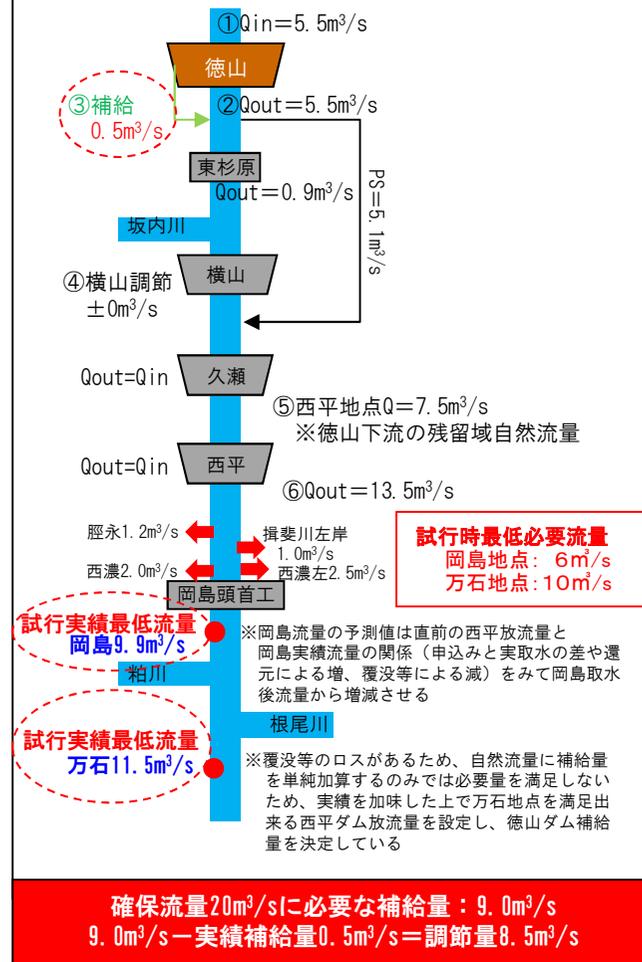


※流量データは速報値



不特定補給の調節により
砂州の拡大した範囲

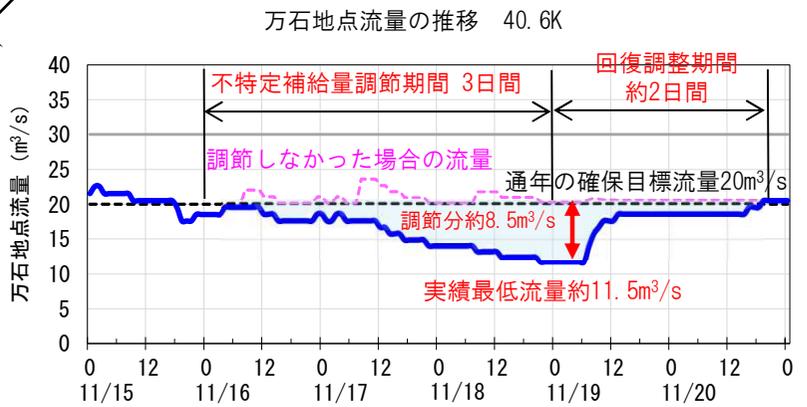
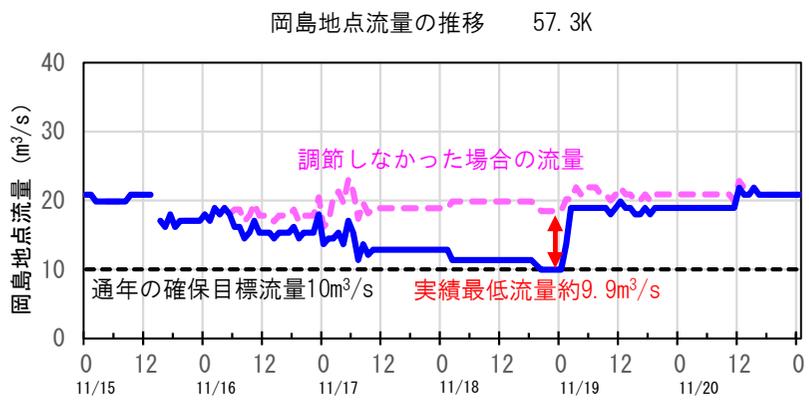
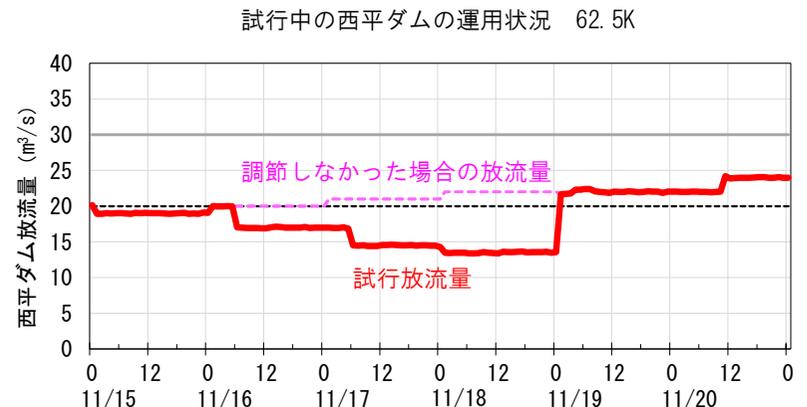
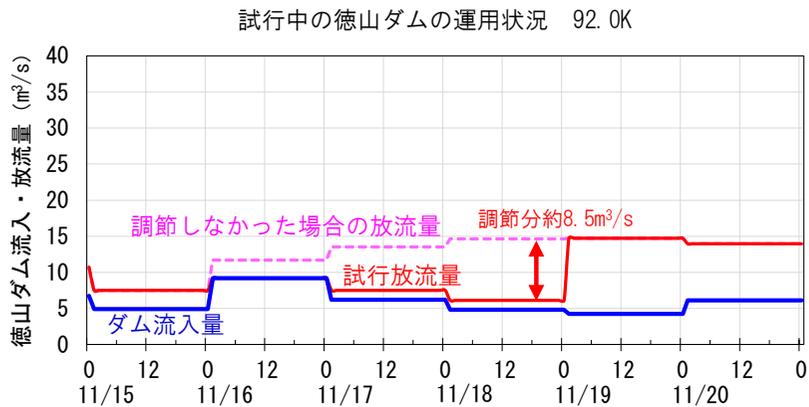
11月18日の試行実績イメージ



3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎不特定補給量の調節の試行

- ・令和4年11月16日より、下流河川の流況を監視しつつ、不特定補給の調節を行った。(関係土地改良区等に取水への影響を事前確認し、陸上巡視時にも状況確認を行った。)
- ・徳山ダムから約8.5m³/sの調節を図った際の岡島地点流量は確保目標流量10m³/sに対して約9.9m³/s、万石地点流量は確保目標流量20m³/sに対して約11.5m³/sであった。



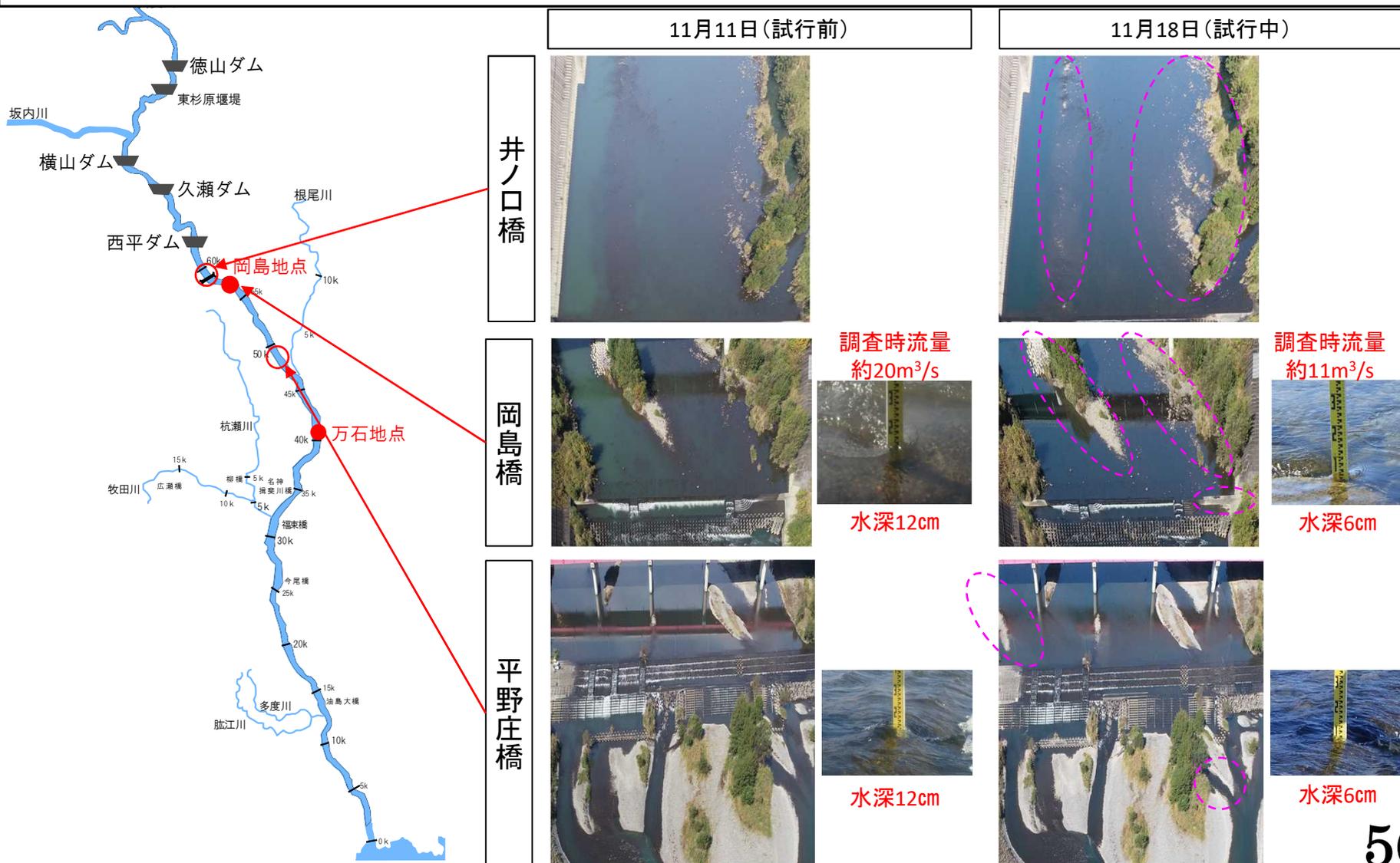
※11/15: 14時欠測あり

試行時最低必要流量
 岡島地点: 6m³/s
 万石地点: 10m³/s

※流量データは速報値

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

- ・ 不特定補給の調節時の流況変化、流水の連続性（瀬切れの有無等）について、陸上巡視、UAV画像による把握を実施。（関係土地改良区等に取水への影響を事前確認し、陸上巡視時にも状況確認を行った。）
あわせて、河川流量の減少に伴う魚類への影響検討に資するため、床固めの魚道における越流水深の計測を実施。
- ・ 試行前11月11日（岡島20m³/s）、試行中最少流量の18日（岡島11m³/s）の状況を示す。
- ・ 砂州の露出拡大、水面幅、水深の減少が確認されたが、瀬切等は無く、流水の連続性は確保されていた。



3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

- ・ 試行前11月11日(万石 $20\text{m}^3/\text{s}$)、試行中最少流量の18日(万石 $13\text{m}^3/\text{s}$)の状況を示す。
- ・ 砂州の露出拡大、水面幅、水深の減少が確認されたが、瀬切等は無く、流水の連続性は確保されていた。

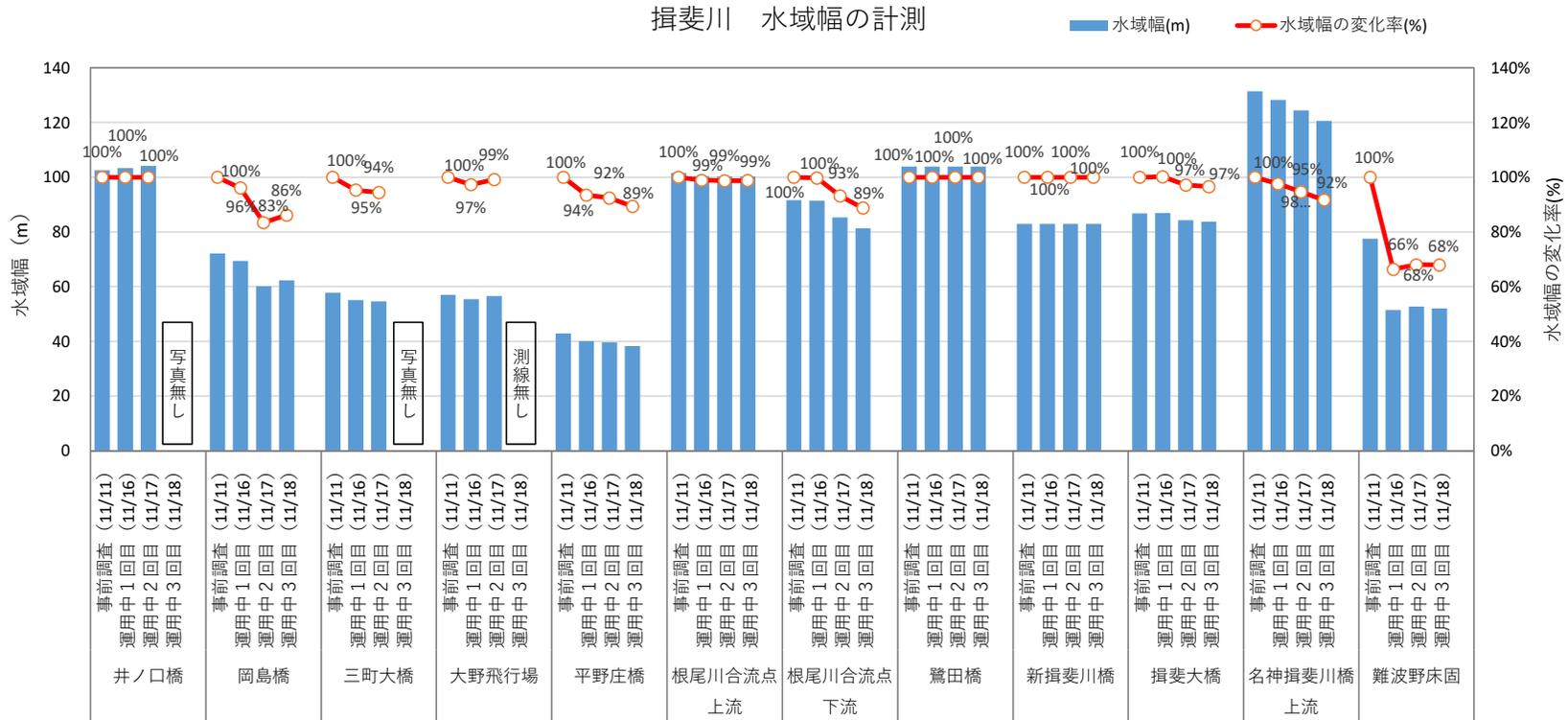


	11月11日(試行前)	11月18日(試行中)
第5床固		
万石地点		
難波野床固		

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎UAVによる景観把握

- いずれの撮影地点においても、瀬切れは確認されなかった。
- 撮影画像から水面幅を計測した結果、岡島橋下流や難波野床固直下の測線において不特定補給の調節中は水面幅の減少が確認されたが、そのほかの地点では大きな変化は確認されなかった。



※ 水面幅の算出方法:

UAV撮影画像をもとに、各地点で水面幅の計測測線(原則、河川距離標)を設定し、GISで計測測線の低水路幅を算出したうえで、UAV画像から水面幅・陸域部の比率を画像判読することで、水面幅を算出した。

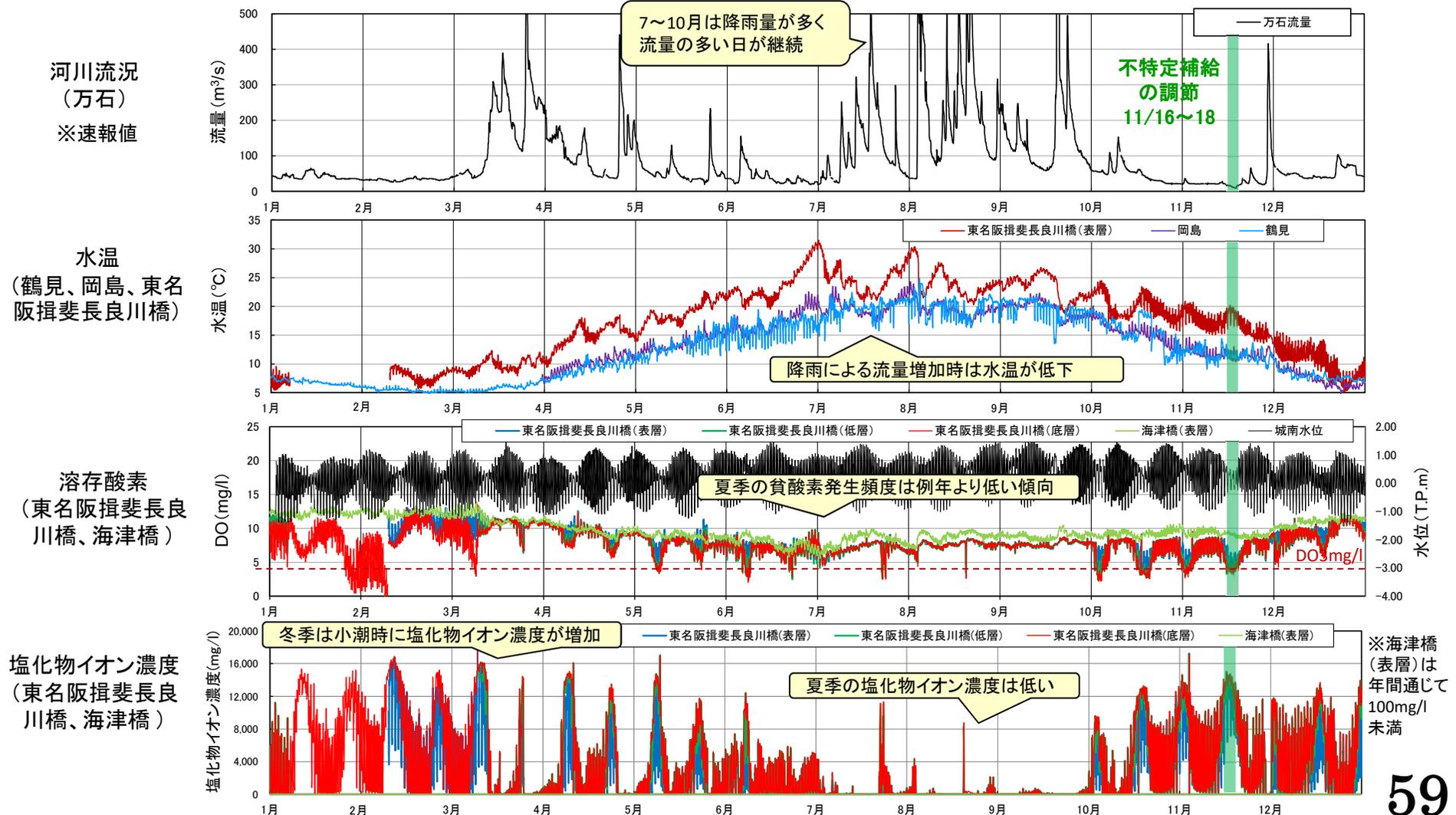
※ 水面幅の変化率について:

各調査地点の事前調査(11/11時点)の水面幅を100%として、不特定補給の調整中(11/16~11/18)の各調査日につき、水面幅比を算出した。

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎流況・水質等概況(令和4年)

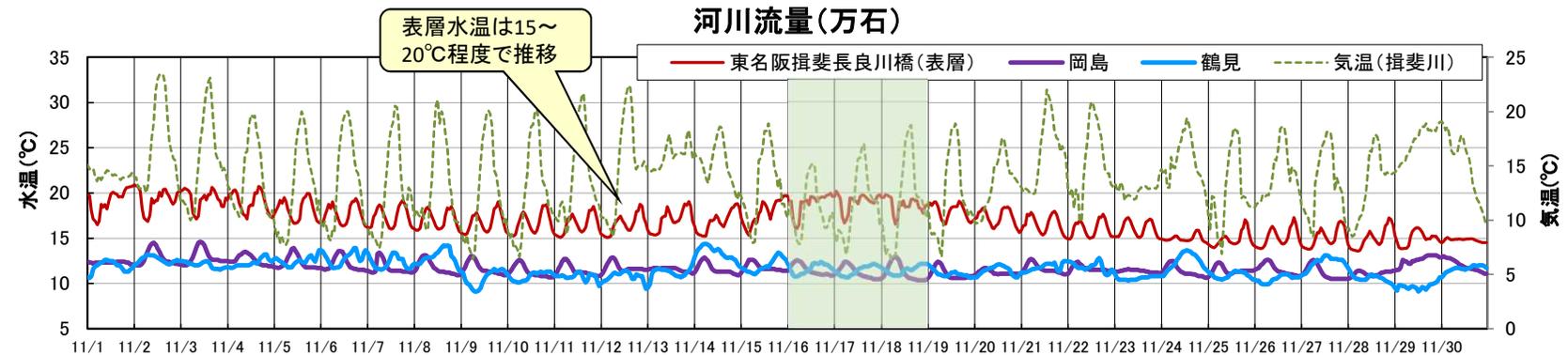
- 令和4年は、7~9月は出水にともなう流量が大きい日が長期間続いた(万石地点:年最大流量 9/20 約1210m³/s ※速報値)。
- 河川水温は、東名阪揖斐長良川橋において6月下旬に30℃程度まで上昇したが、7~8月は流量増により20℃~25℃付近が継続した。
- 溶存酸素は、東名阪揖斐長良川橋(底層)では6、7、10月の小潮時付近でDO低下が確認されたが、DOが3mg/l以下となる貧酸素の発生は少ない傾向。また、海津橋(表層)では貧酸素は確認されなかった。
- 塩化物イオンは、東名阪揖斐長良川橋(底層)では、1~5月、10~12月は小潮時に増加し、塩水くさびの発生が示唆される。一方、夏季は低い傾向にあり、流量が大きい期間が継続することで、強混合状態が長く続いていると示唆される。なお、海津橋(表層)では、塩分は殆ど観測されていない。



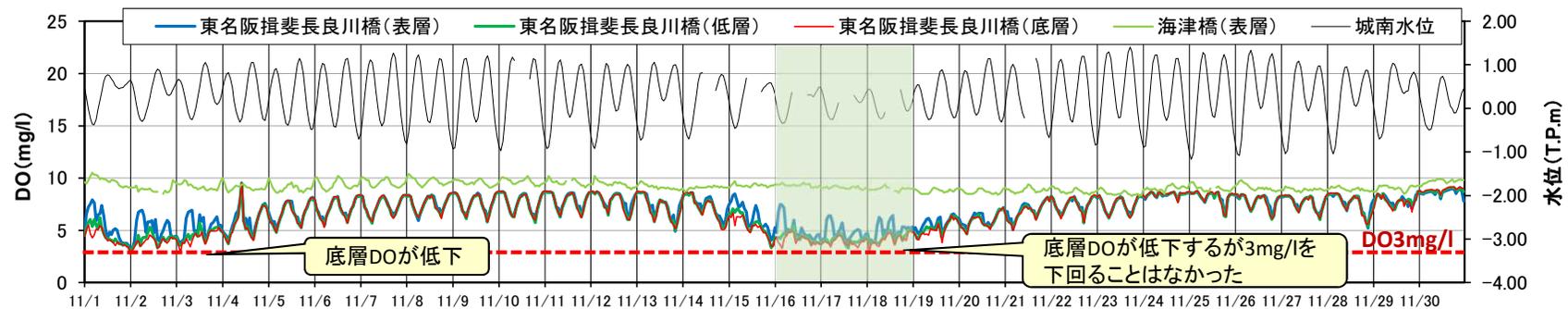
3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎流況・水質等概況(令和4年11月)

- 11/16から18にかけて、不特定補給の調節を実施した。
- 東名阪揖斐長良川橋(表層)の水温は、15°C~20°C程度で推移し、日変動を繰り返している。
- 東名阪揖斐長良川橋(底層)の溶存酸素は、11/16~19の小潮時付近で4mg/l程度まで低下していたが、3mg/lを下回ることはなかった。



水温・気温の状況(鶴見、岡島、東名阪揖斐長良川橋)



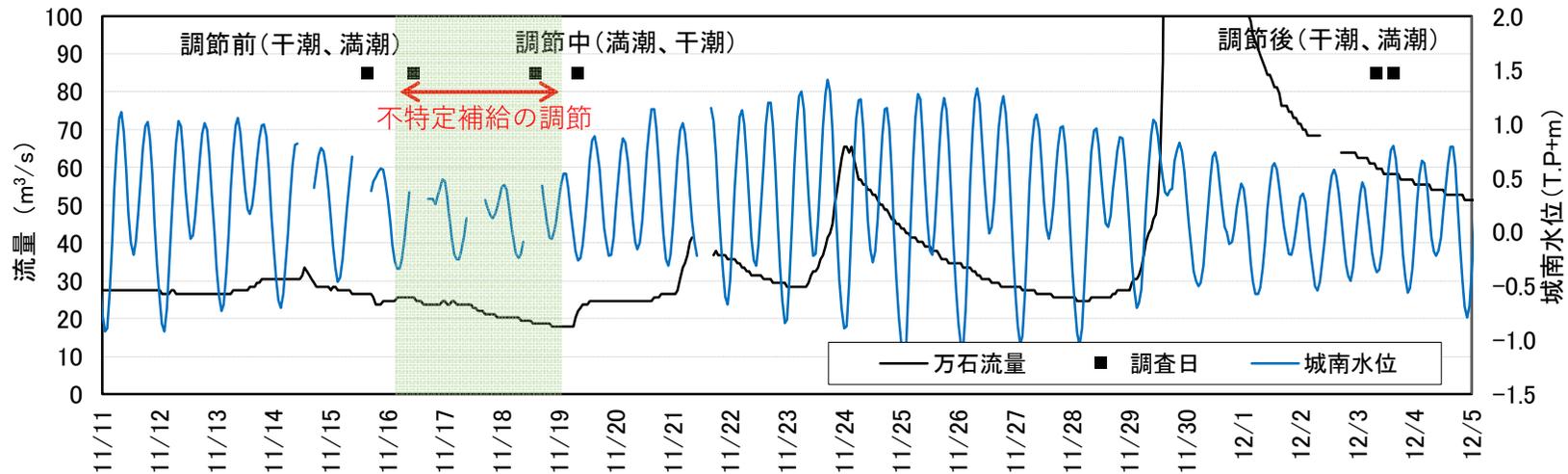
溶存酸素の状況(東名阪揖斐長良川橋、海津橋)

※水位流量データは速報値

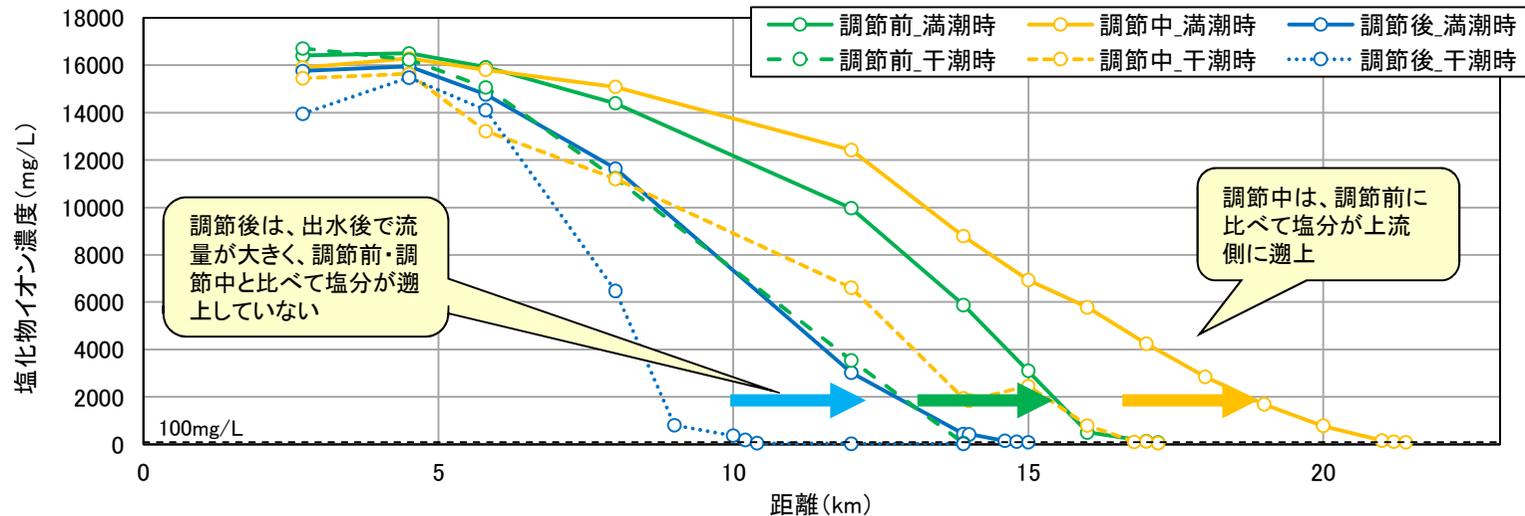
3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎不特定補給の調節実施時の塩分遡上概況(令和4年11月)

- 不特定補給の調節の実施前と実施中を単純比較をすると満潮時・干潮時ともに約3km上流へ塩分が遡上しているのではないかと考えられる(河口から約20km地点まで遡上を確認)。
- 不特定補給の調節実施後は、調査前に出水が発生しており流量が大きく、調節実施前・調節実施中と比較して塩分は遡上していなかった。



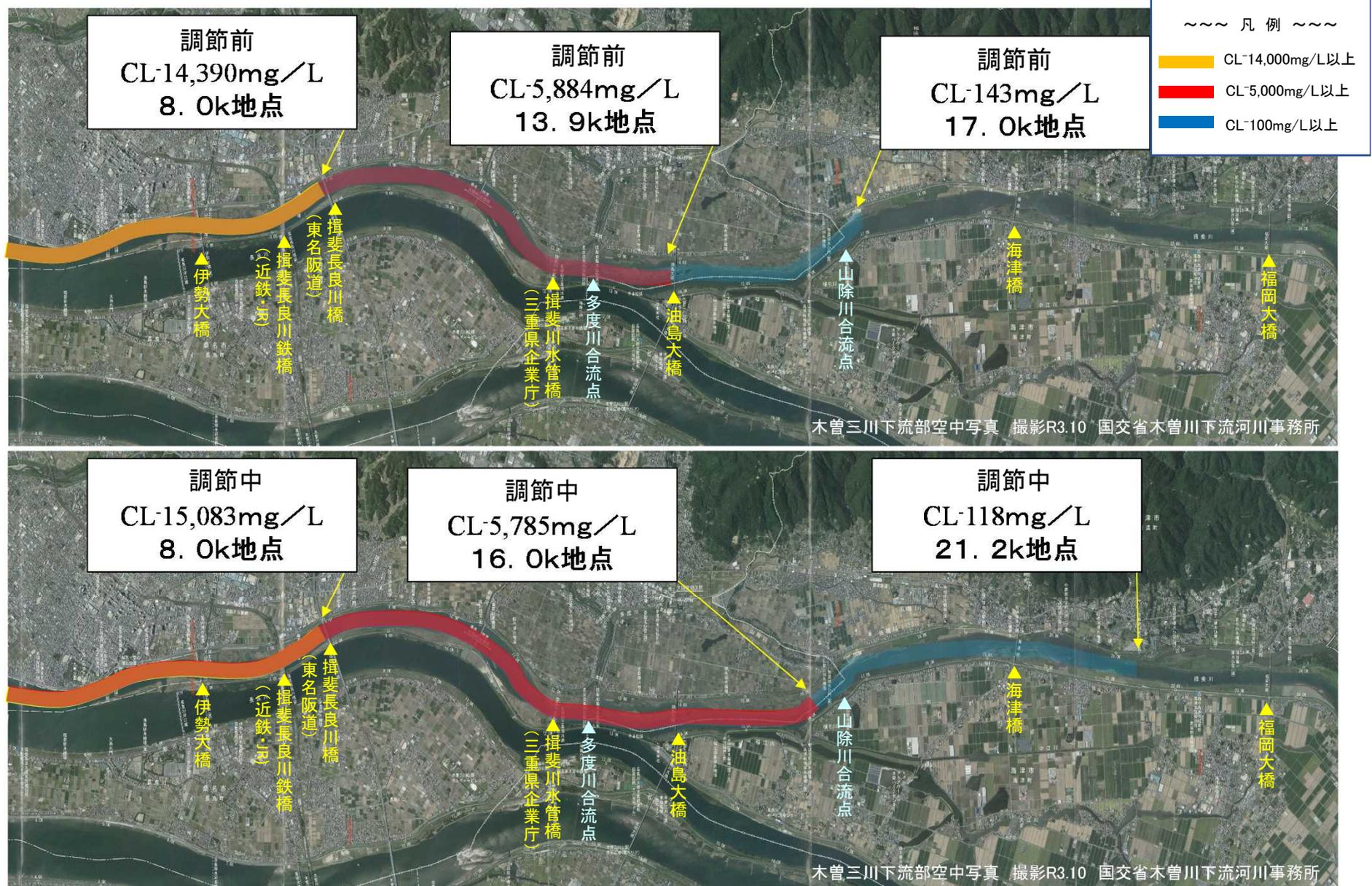
不特定補給の調節期間前後の流況・水位(万石)



不特定補給の調節期間前後の塩化物イオン濃度の観測結果

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◆徳山ダム弾力試験 調査結果(満潮時 (調節前):11/15~11/16 (調節中):11/18~11/19)CL-遡上地点

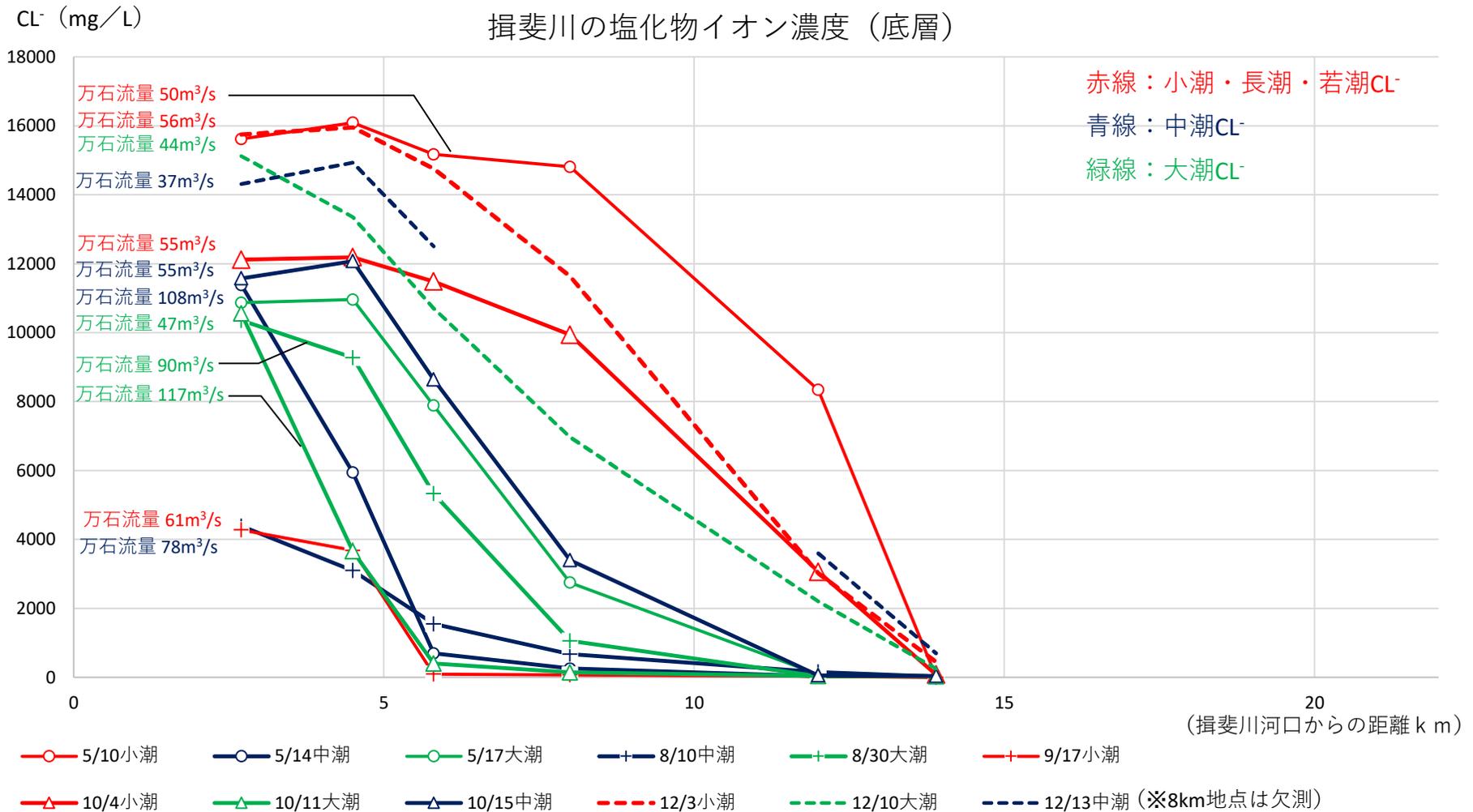


※CL⁻:塩化物イオン濃度(mg/L)

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎塩分遡上概況(令和4年度定点調査)

- 塩化物イオン濃度(底層)は、春季～冬季にかけて13.9k付近まで漸減しており、10/4小潮時では約84mg/lと観測された(この際の万石流量は55m³/sであった)。

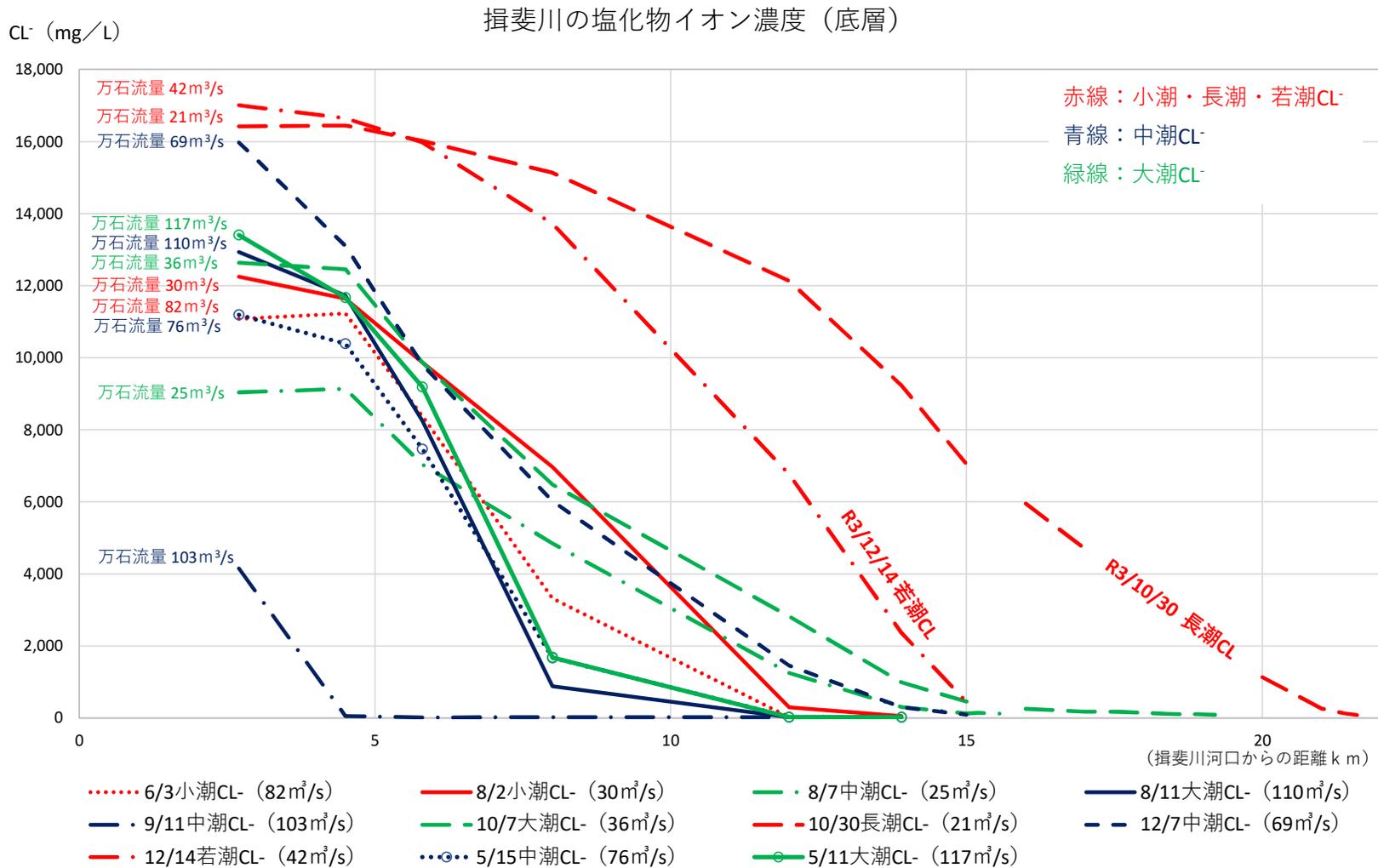


揖斐川の塩化物イオン濃度の縦断分布(底層、満潮時)

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎塩分遡上概況(参考:令和3年度定点調査)

- 令和3年度の自然流況下において、塩化物イオン濃度は、秋季(10/30 万石21m³/s)の長潮時において河口から20k地点でも約1,100mg/lが観測され、塩分が上流域まで遡上していることが確認されている。

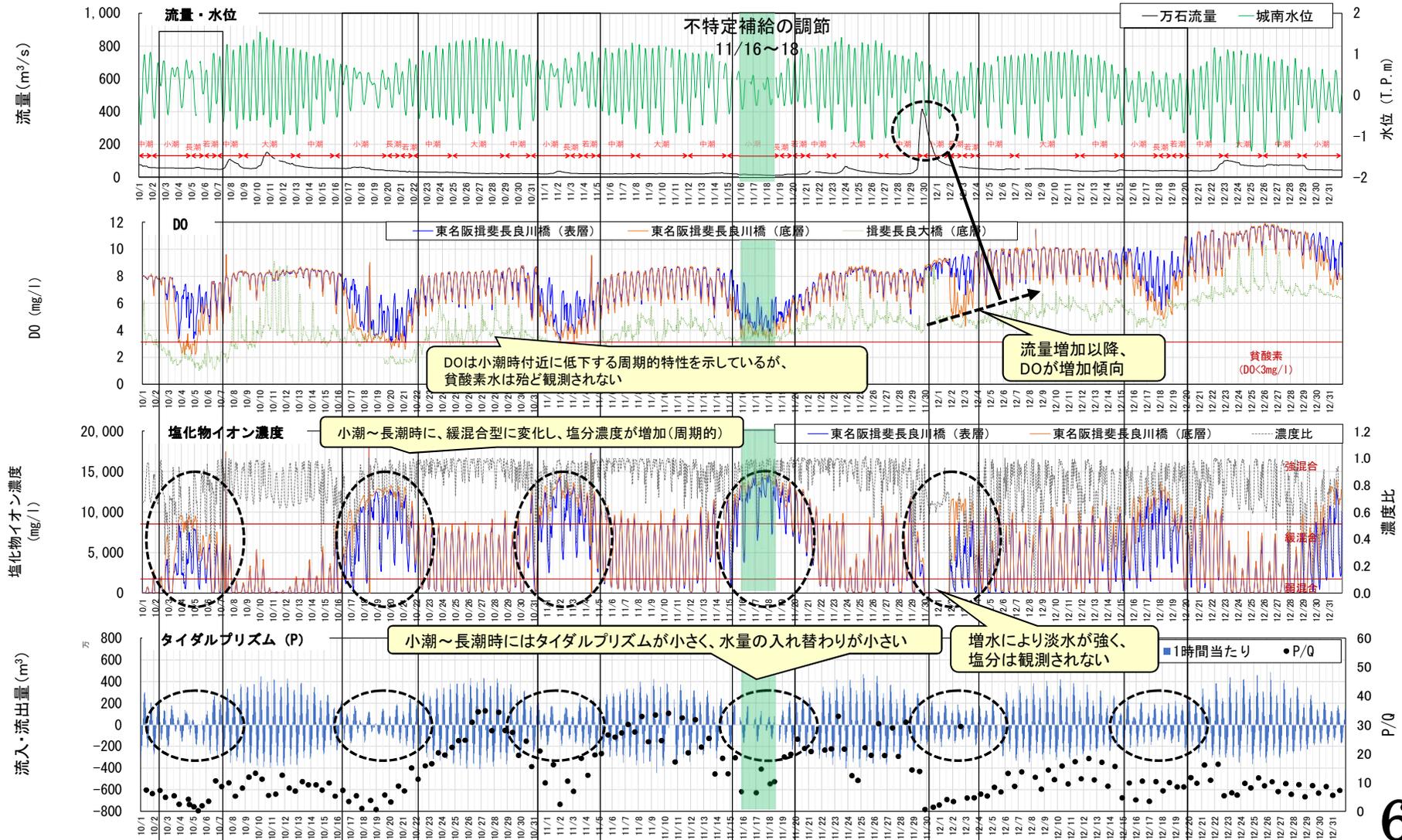


揖斐川の塩化物イオン濃度の縦断分布(底層、満潮時)

3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◎令和4年水質概況(令和4年10~12月)

- 流況は安定しているが、11月下旬の小規模出水後、溶存酸素(表層、底層ともに)が増加傾向にある。
- 東名阪揖斐長良川橋の底層DOは、小潮~長潮時に低下傾向にあるが、貧酸素水は殆ど観測されない。
- 塩化物イオン濃度は、小潮~長潮時に緩混合型へ推移し、塩分濃度が増加する傾向がみられ、河川流況が安定していることで塩水遡上が伸びる状況にあると推測される(潮汐による周期的な特性)。



3-3. 弾力的な運用の試行(新たな取り組み)について

◆ 不特定補給の調節の試行時の塩分遡上の傾向

- 今回の不特定補給の調節の試行では、調節中は調節前に対して約3km上流(20k付近)まで塩分が遡上しているのではないかと考えられる。
- 塩分濃度の遡上範囲の拡大は、ヤマトシジミの生息環境の拡大に寄与する可能性がある。

◆ 課題

- 今回の不特定補給の調節の試行で塩分の遡上が確認されたが、調節期間は3日間、回数も1回のみの試行であるため、今後も試行を継続しデータを蓄積することが必要と考えられる。

◆ 今後の方針(案)

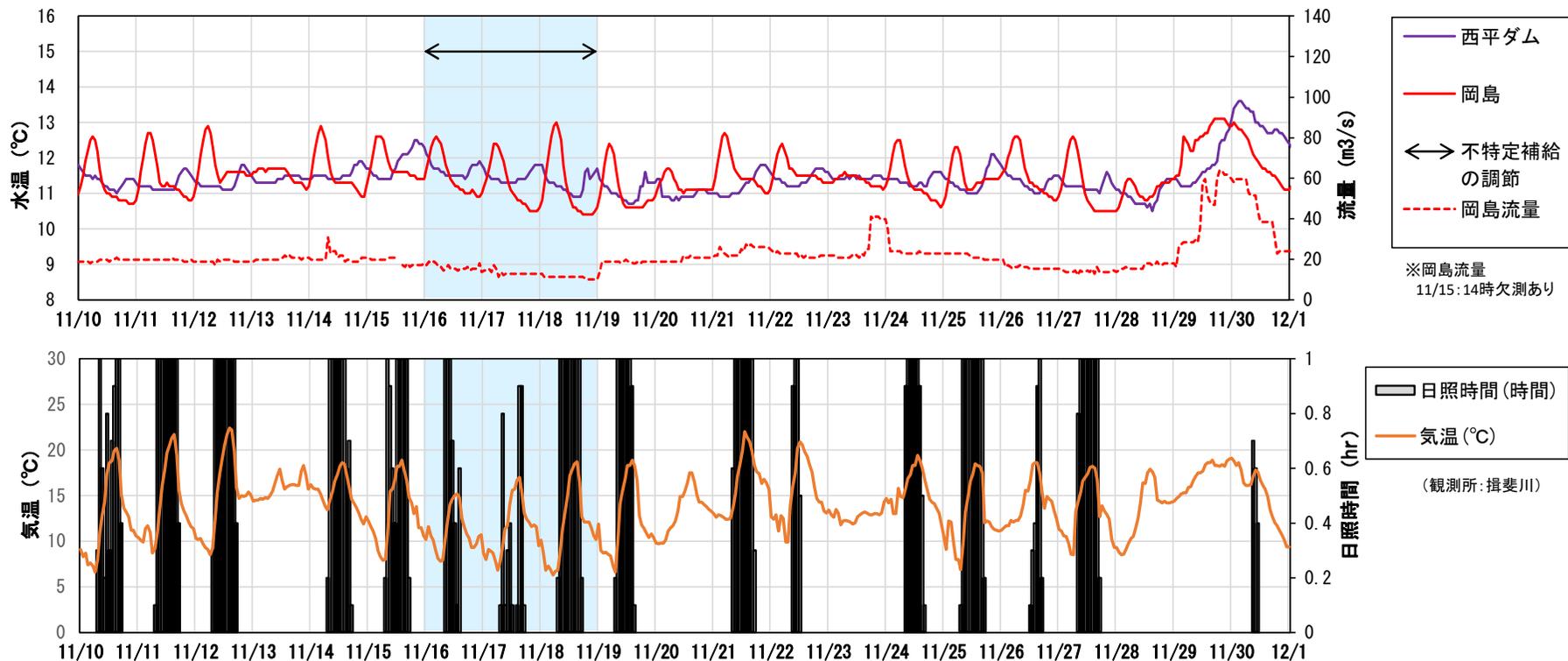
- 下流域の底生動物(特にヤマトシジミ)の生息・生育環境の改善に資する流量変動について、令和5年度は実施時期を1ヶ月早めること、期間を5日間として不特定補給の調節を実施し、調査・検討を進める。
- さらに、ヤマトシジミの産卵期となる夏季における塩分濃度の拡大に向け、夏場における不特定補給の調節の実施についても検討を進める。

3. 令和4年度の弾力的な運用の試行の実施状況・効果等
 - 3-4 河川全域の水温変化の影響・放流水の到達時間

3-4. 河川全域の水温変化の影響

◎河川全域の水温変化の影響

- ・令和4年度は弾力的な運用の試行として増量放流は実施していないため、河川全域の水温変化の影響について検証は実施していない。
- ・不特定補給の調節中の水温については、調節中は西平ダムから10.9~12.3℃の水が放流されたが、期間中も日変動があり、前後の日と比較して変動幅に大きな変化は見られなかった。
- ・岡島においても、調節期間中も日変動があり、前後の日と比較して変動幅がやや大きくなったが、大きな変化は見られなかった。



令和4年11月不特定補給の調節時の水温変化

3-4. 放流水の流達時間

◎放流水の流達時間

- ・令和4年度は弾力的な運用の試行として増量放流は実施していないため、放流水の流達時間について検証は実施していない。
- ・これまでの調査結果を見ると、西平ダム～岡島まで1～2時間、西平ダム～万石まで3.5～6.5時間となっている。

増量放流時における徳山ダムからの放流水の流達時間 (単位:時間)

地点\年月	H25.8	H26.4	H27.9	H28.8	H30.8	R1.8	R1.9	R2.8
徳山ダム	—	—	—	—	—	—	—	—
鶴見	0.5	1	1	—	—	—	—	—
横山ダム	2.5	3	3	—	2	2.5	2.5	2.0
久瀬ダム	3	3	4	—	3	3	3	3
西平ダム	4	5	5	—	4	4.5	4	4
岡島	6(2)	6(1)	6(1)	(2)	5(1)	6(1.5)	6(2)	5.5(1.5)
万石	9(5)	10(5)	8.5(3.5)	(6)	9(5)	11(6.5)	10(6)	8(4)
増量放流 (万石地点)	31m ³ /s	44m ³ /s	5m ³ /s	23m ³ /s	45m ³ /s	32m ³ /s	44m ³ /s	10m ³ /s

※流達時間は10分データを用いて判定し、0.5時間単位で丸めた。

※()は西平ダムからの流達時間

※徳山水力発電所1号機が平成28年3月末に運転を開始した。徳山ダム、横山ダムでは、尖頭発電を行っており下流の西平ダムにて逆調整を行い均等放流することから西平ダムを起点とした整理を行っている。

※使用した流量データは速報値

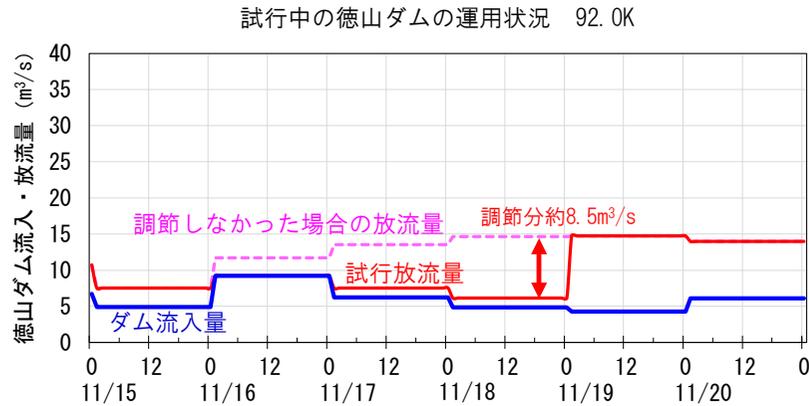


※水位・流量変動が明確な地点のみ到達時間

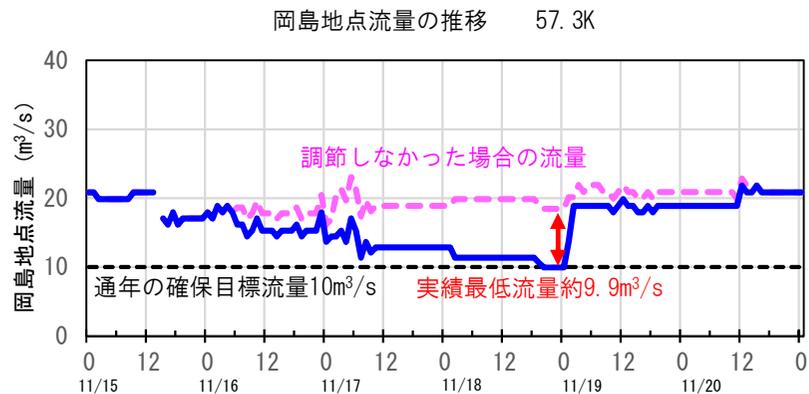
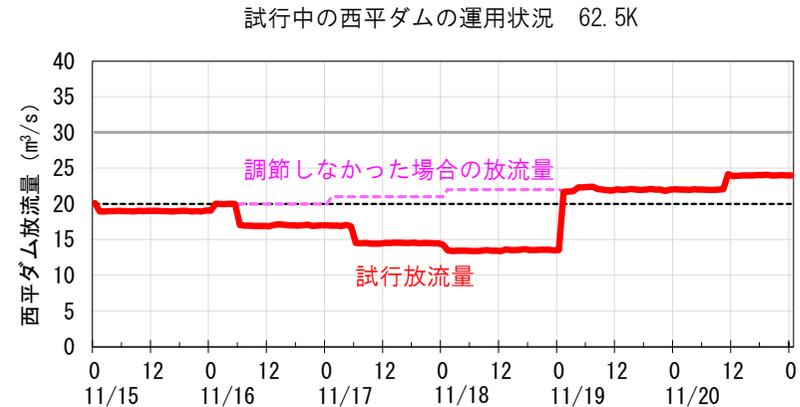
3-4. 放流水の流達時間

◎放流水の流達時間(不特定補給の調節時)

- 令和4年11月に不特定補給量の調節を行った結果、流量減少の到達時間は、徳山ダムから西平ダムまで4~5時間、西平ダムから岡島地点まで1~2時間、岡島地点から万石地点まで5~6時間と考えられる。

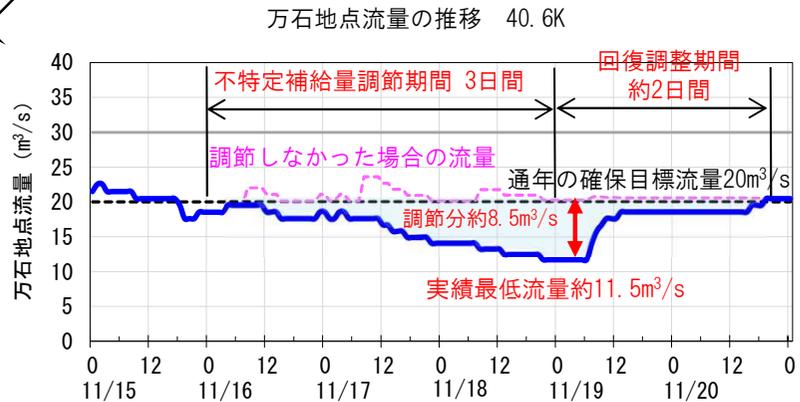


4~5時間
到達まで



1~2時間
到達まで

5~6時間
到達まで



※11/15: 14時欠測あり

試行時最低必要流量
 岡島地点: 6m³/s
 万石地点: 10m³/s

※流量データは速報値