

【資料－4】令和3年度における徳山ダムの弾力的な運用の結果報告

徳山ダムの弾力的な運用の試行について
(案)
【令和3年度結果】

令和4年3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. 検討項目
- 1- 4. 増量放流のパターン
- 1- 5. 弾力的な運用の試行の実施状況

2. 令和3年度における揖斐川の流況・水質・徳山ダムの管理

- 2- 1. 揖斐川の観測所地点
- 2- 2. 揖斐川の流況・水質
- 2- 3. 徳山ダムの管理

3. 令和3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. 河川全域の水温度変化の影響
- 3- 4. 放流水の流達時間

1. 徳山ダムの弾力的な運用の試行について

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

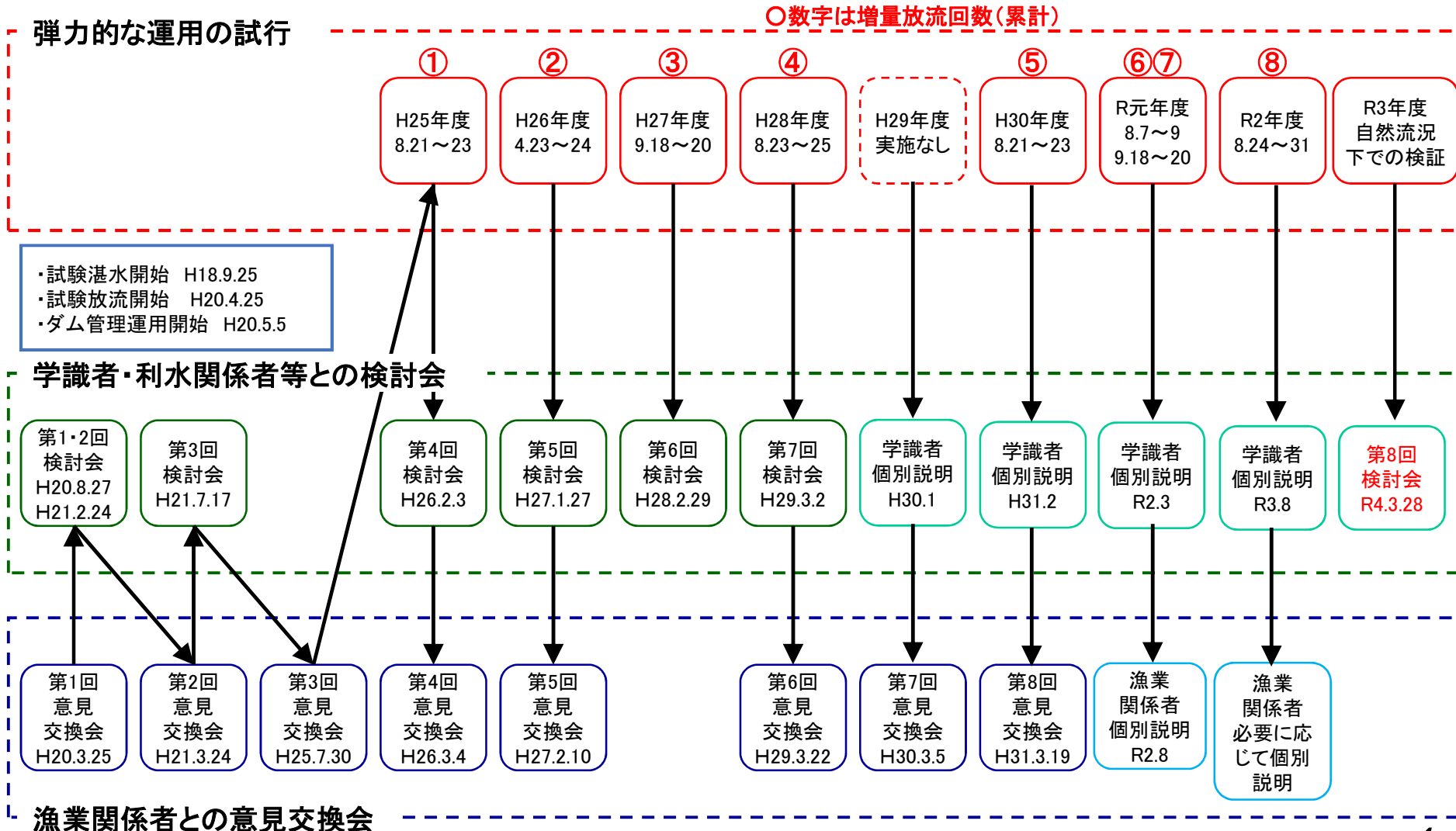
徳山ダムの弾力的な運用の検討及び試行は、揖斐川における初めての試みであり、次のとおり、学識経験者等の意見も踏まえ、河川利用者への安全に配慮したうえで試行・試験等を行い、河川環境の一層の改善等を進めます。

- 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。



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。

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はないか。
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異常上昇抑制、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. 検討項目 改善・影響メニュー

□検討項目は第6回検討会において既存の14項目から重点化・継続するものを4項目に絞り込んだ。

◆第6回徳山ダム弾力的な運用検討会（H28. 2. 29）で決定した調査・検討項目

1. 弾力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

①付着藻類の剥離・更新の促進

【仮 説】河道砂礫の流動を伴わない流れにより、付着藻類の剥離・更新効果が生じる。

【検 証】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。

②汽水域の底生動物の生息環境改善

【仮 説】夏季の小潮・若潮時において、増量放流により下流汽水域の底層DOの低下が抑制できる。

【検 証】より大きな流量では、底層DO低下抑制効果が期待できることが示唆されたが、夏季小潮における自然出水等でのデータ蓄積と分析が必要。

2. 弾力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河川全域の水温変化の影響

【仮 説】下流河川では大きな水温変化は想定されず、短期間の現象である。

【検 証】増量放流により上流区間でわずかに水温の低下が見られたが、下流区間では明確な水温変化は見られなかった。

②放流水の流達時間

【仮 設】流達時間は支川の合流量等自然変動により若干異なるが、増量放流により流水は時間差をもって下流に到達する。

【検 証】今後も放流水の流達時間に関するデータを蓄積する。

1-4. 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・IIで弾力的な運用の試行を実施している。

《 2つの運用方法・4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	
I	II	III	IV
		洪水貯留準備水位に対し、貯水位が低い場合	
適時放流可	適時放流可	出水時	出水直後
日単位	時間単位	日単位	数日単位
$\leq 50\text{m}^3/\text{s}$ (万石)	$\leq 100\text{m}^3/\text{s}$ (万石)	$\leq 100\text{m}^3/\text{s}$ (徳山)	$\leq 50\text{m}^3/\text{s}$ (徳山)
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>

1-5. 弾力的な運用の試行の実施状況

□徳山ダムの弾力的な運用の試行実績は、季節別には春季に1回、夏季に5回、秋季に2回の実施となっている。
 □令和3年度は、これまでの検証結果を踏まえて万石地点で150m³/sまで増加し検証することを検討したが、河川利用者への安全確保が困難と判断し、増量放流による検証は実施せず自然流況下での検証を行った。

弾力運用の実施状況

年度	春季	夏季	秋季
H25	—	8月21日(水)13時～ 22日(木)9時(20時間)【大潮】 万石58m ³ /s(31m ³ /s増)	—
H26	4月23日(水)12時～ 24日(木)13時(26時間)【小潮～長潮】 万石79m ³ /s(44m ³ /s増)	中止	中止
H27	中止	中止	9月18日(金)11時～ 20日(日)17時(54時間)【中潮～小潮】 万石90m ³ /s(5m ³ /s増)
H28	中止	8月23日(火)13時～ 25日(木)13時(48時間)【中潮～小潮】 万石46m ³ /s(23m ³ /s増)	中止
H29	中止	中止	中止
H30	中止	8月21日(火)13時～ 23日(木)13時(48時間)【若潮～中潮】 万石68m ³ /s(45m ³ /s増)	中止
R1	中止	8月7日(水)13時～ 9日(金)13時(48時間)【小潮】 万石64m ³ /s(32m ³ /s増)	9月18日(水)13時～ 20日(金)11時(46時間)【中潮】 万石70m ³ /s(44m ³ /s増)
R2	—	8月24日(水)0時～ 31日(金)24時(8日間)【中潮～若潮】 万石30m ³ /s(10m ³ /s増)	—
R3	—	—	—

2. 令和3年度における揖斐川の流況・水質・ 徳山ダム管理

2-1. 揖斐川の観測所地点

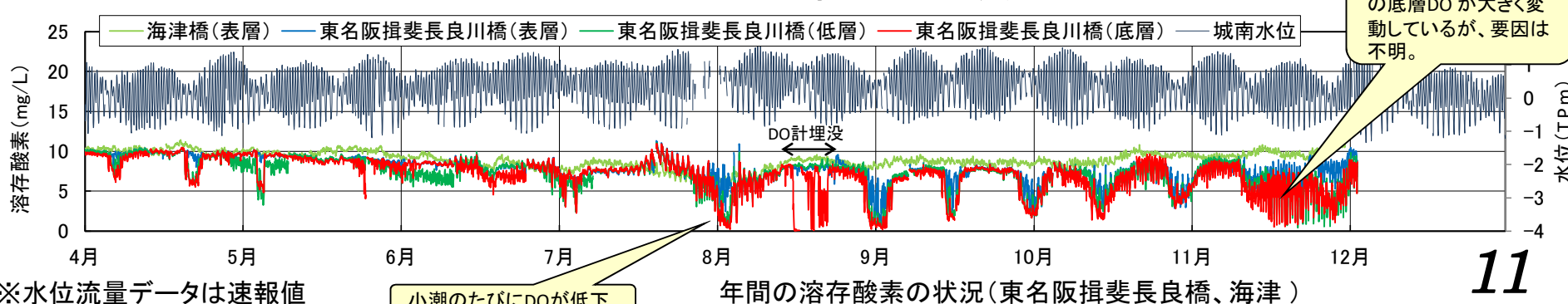
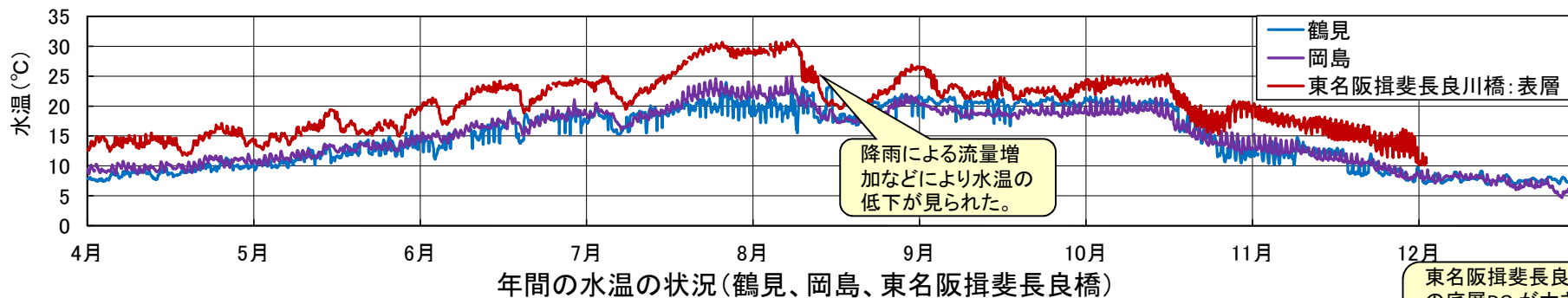
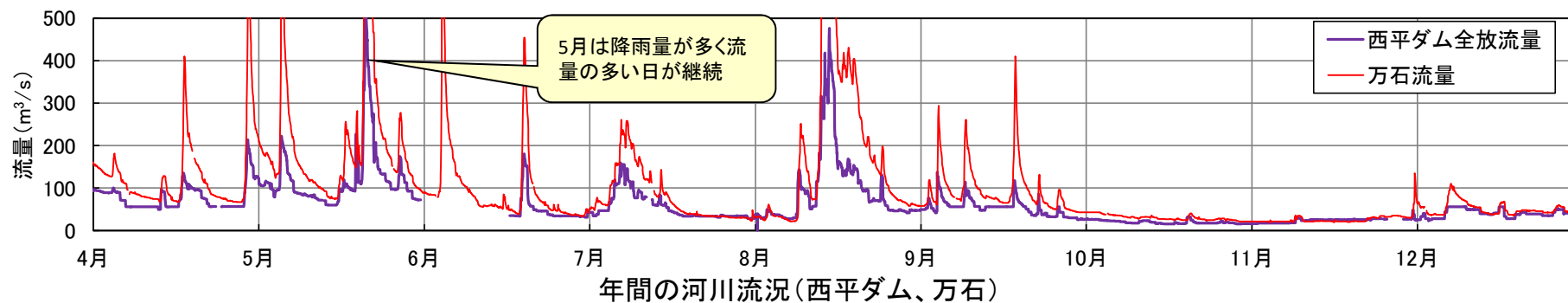


汽水域の観測地点

2-2. 揖斐川の流況・水質(令和3年度)

◎流況・水質等概況

- ・令和3年度の流況については、例年より早い5月に梅雨入りし、5月、8月は例年よりも多い降水量があり、これにともない流量の多い日が続いた。また、水温については、7月中旬から8月上旬にかけて東名阪揖斐長良川橋(表層)の水温は30℃近くまで上昇したが、その後の降雨による流量増加などで水温は約20℃付近まで低下した。
- ・溶存酸素については、8月、9月、10月の小潮時付近で8.0km地点の底層DOは低下していた。

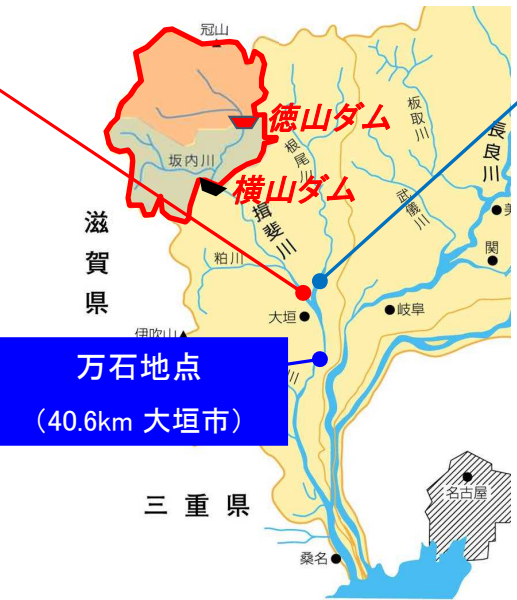
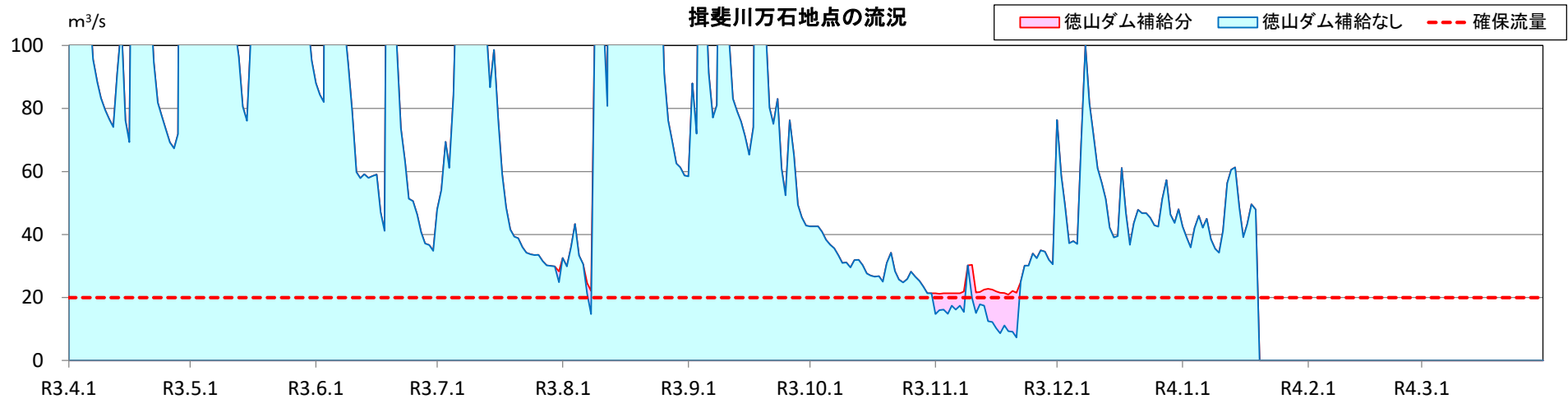


※水位流量データは速報値

2-3. 徳山ダムの管理(1)(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3年度に延べ23日間(7月31日、8月7日~8日、11月1日~8日、10日~21日)、 $1,533\text{万m}^3$ (速報値)の補給を実施した。

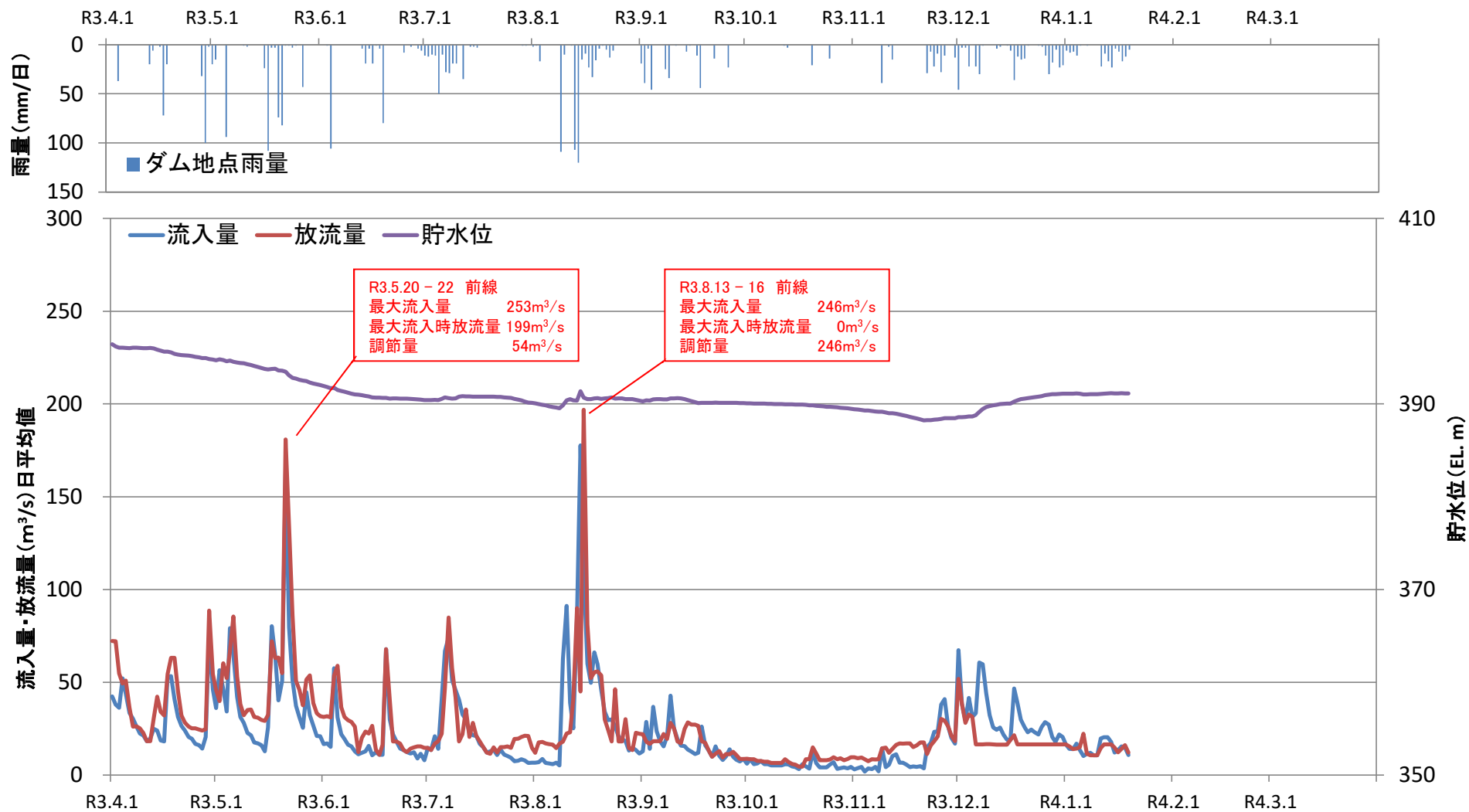


※流量データは速報値

2-3. 徳山ダムの管理(2)(防災操作の実績)

◎防災操作の実績

徳山ダムは、令和3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回実施した。



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。

3. 令和3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 (1)

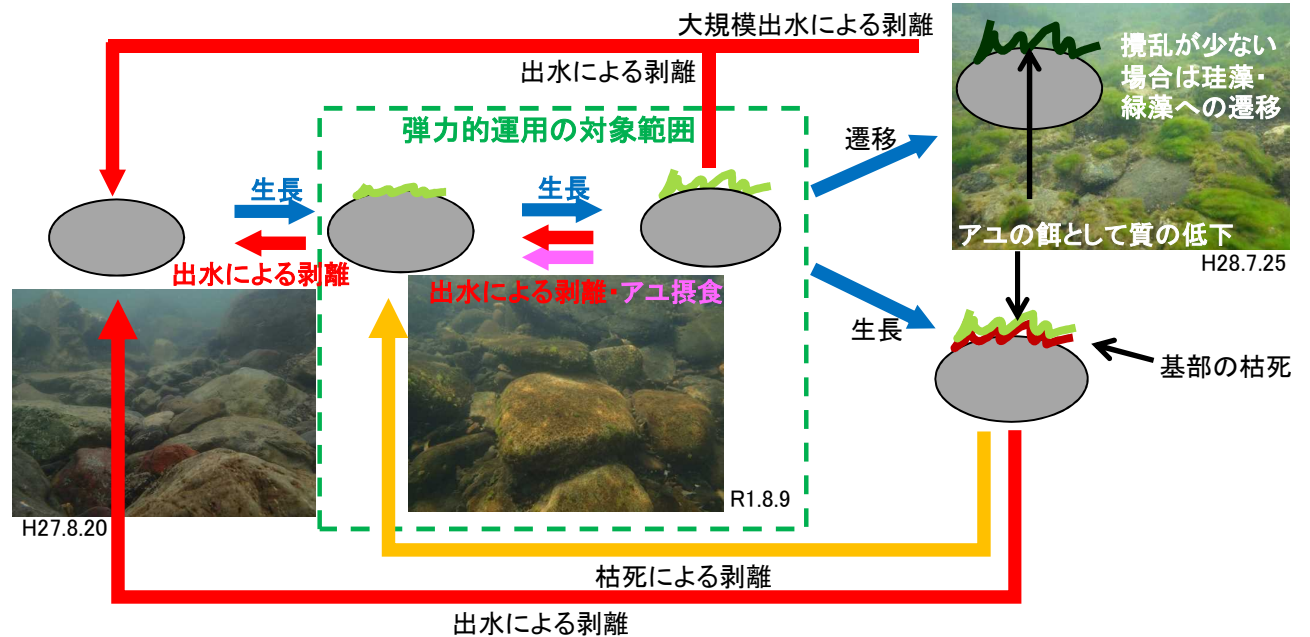
◎付着藻類の生長サイクル

- 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、アユ等の餌として不適な状態に生長する場合がある。

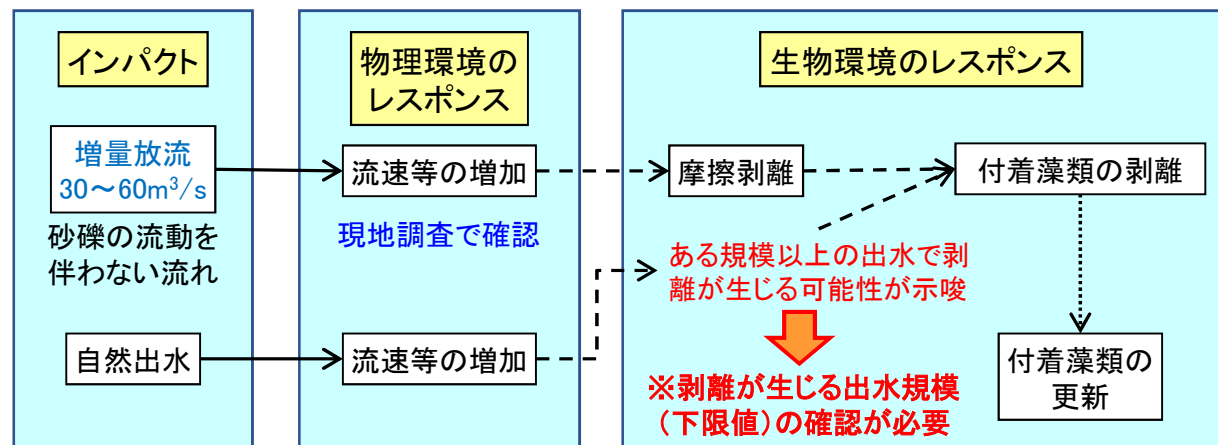
◎弾力的運用の対象範囲

- 河道砂礫の流動を伴わない流れ (30~60 m³/s) による、付着藻類剥離の明確な (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)



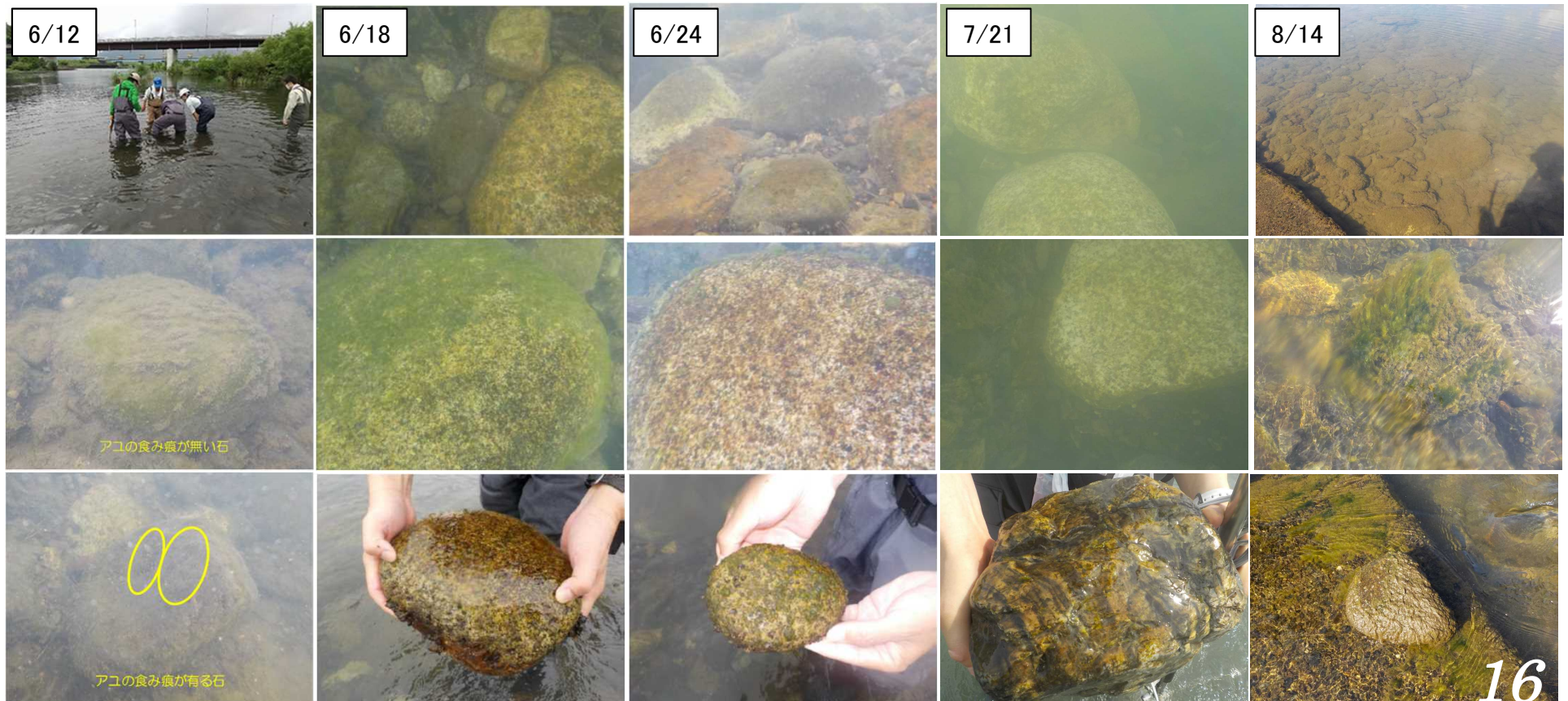
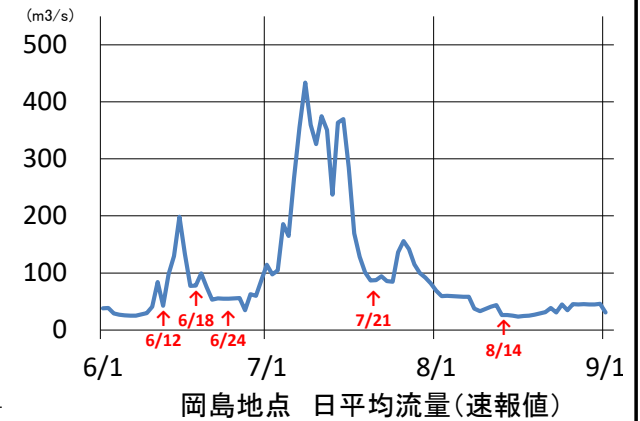
付着藻類と成長サイクルと弾力的運用の対象範囲



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (2)

◎これまでの検証で分かってきたこと(令和2年現地調査結果より)

- ・ 6月12日 岡島橋下流地点において、付着藻類の状況を確認(揖斐川中部漁協組合長立ち会い)
淵にあった石に絨毯のような藻類が生えていた。
- ・ 6月13日～17日にかけて出水が発生(岡島地点 最大流量 約270 m³/s:6/15 4:00速報値)
- ・ 6月18日 6/12調査時に藻類が繁茂していた面積は範囲が狭くなり、長さも短くなっていた。
- ・ 6月24日 6/18調査時に比べ、藻類が繁茂していた面積はやや広がっていた。
- ・ 7月6日～14日の長雨による出水が発生(岡島地点 最大流量 約620 m³/s:7/8 8:00速報値)
- ・ 7月21日 藻類はほぼ生えておらず、点々と緑が見られる程度であった。
- ・ 8月14日 緑の藻が生えており、土粒子が付着し濁った色になっていた。
- ・ 7/21と8/14を比較し、2～3週間程度で剥離が必要な状態まで付着藻類は生長していることが伺える。

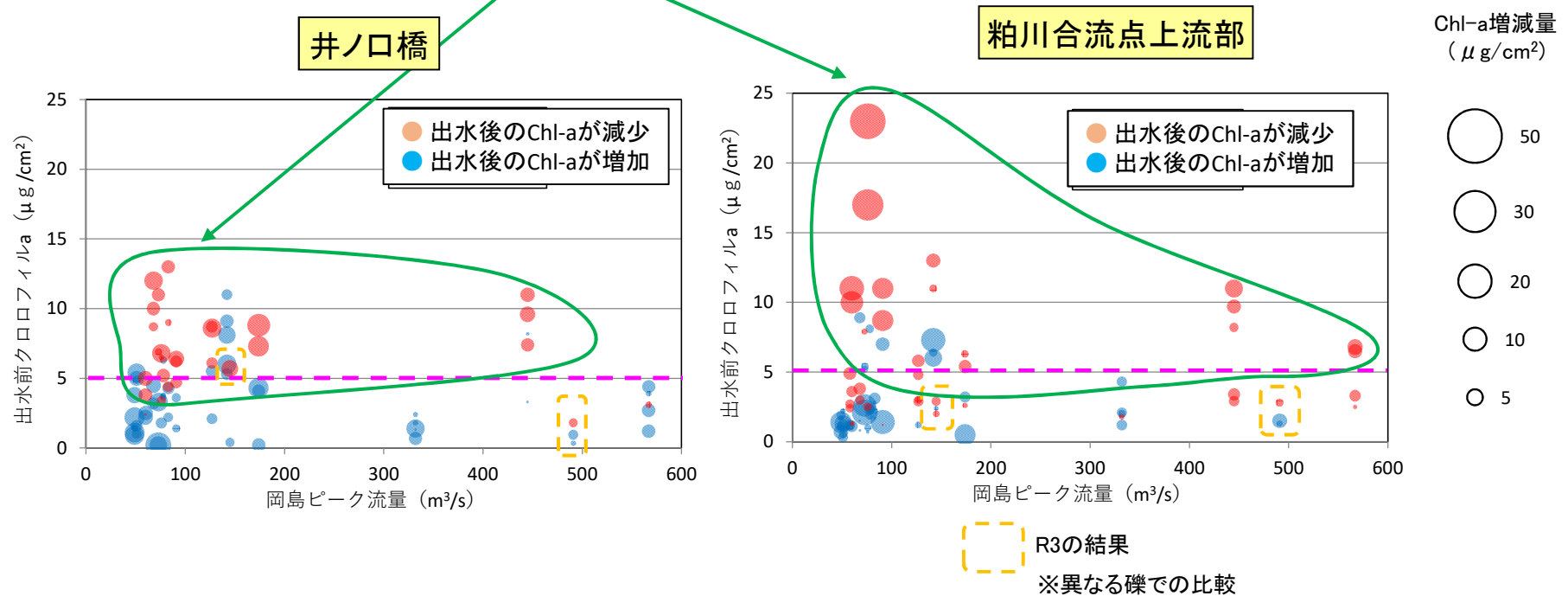


3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (3)

◎自然出水前後の剥離状況

- ・クロロフィルa量が $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ より大きい場合、出水後にクロロフィルa量の減少が見られる。
- ・令和3年8月5日の井ノ口橋での調査でクロロフィルa量が $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ を越えていた礫があったが、8月9日の出水($149\text{m}^3/\text{s}$)後には、クロロフィルa量の減少が見られた。

5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ より大きい場合、出水後にクロロフィルa量の減少が見られるケースが多い



出水前クロロフィルa量と流量とクロロフィルa量の増減の関係(H26~R3)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (4)

◆令和3年度の調査内容

① 付着藻類調査 (項目・頻度)

- ・付着藻類の生育サイクルが把握できるよう一週間毎に定量的・定性的調査を実施。
- ・出水前後で出水による剥離の状況を整理。
- ・定性的調査(視覚的な評価)と定量的調査を実施し、付着藻類の剥離が必要となる時期を検討。

項目	摘要	項目	摘要
地点	・井ノ口橋 ・粕川合流点上流	調査項目	・クロロフィルa
期間	7月～9月		・フェオフィチン
頻度	1回/1週間(6回程度)		・強熱減量
検体数	5検体/回/地点		・無機物量
			・種別細胞数
		・水深	
		・流速	
		・水温	
			・pH
			・電気伝導度
			・濁度
			・DO
			・透視度
			・河床景観写真(動画)
			・採取礫の写真
			・見た目の評価

定性的調査

■付着藻類の見た目の古さ	1 ほぼ付いていない	2 やや新しそう	3 適度な新しさ	4 やや古そう	5 今にも剥がれそう
■シルトの多さ	1 全くない	2 ほとんどない	3 普通	4 やや多い	5 非常に多い
■滑りやすさ	1 フェルト底でない靴で全く滑らない	2 フェルト底でない靴であまり滑らない	3 フェルト底で滑ることがある	4 フェルト底でよく滑る	5 フェルト底でも歩けないくらいよく滑る
■石の見た目のきれいさ	1 とてもきれい	2 きれい	3 やや汚い	4 とても汚い	5 非常に汚い
■アユの食み跡の有無	1 全くない	2 ほとんどない	3 少ない	4 やや多い	5 非常に多い

定性的な調査(見た目の評価)で用いる指標

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (5)

◎令和3年度付着藻類調査実施状況

- ・付着藻類調査はほぼ一週間毎に6回実施した。ただし、8月15日に岡島で $491\text{m}^3/\text{s}$ の出水があり、その後、水位が高い状態が続いたため、8月26日の調査までに14日間期間があいた。
- ・6回の調査は、同一の礫で箇所を変えて3回実施し、4回目以降は新たな礫に変えて実施した。8月15日には出水の影響で、調査対象としていた礫が流出したため、予備の礫を用いて調査した。
- ・8月12日調査の3日前、8月26日調査の2日前に $100\text{m}^3/\text{s}$ を越える出水が発生した。



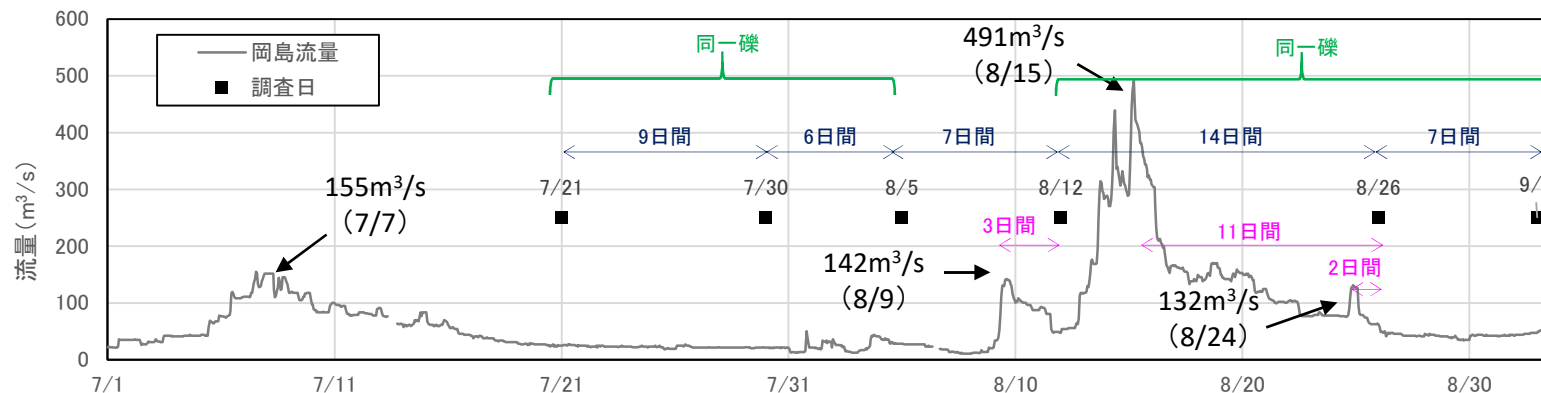
付着藻類の調査位置図



59.2kの井ノ口橋下流



55.8kの粕川合流点上流



調査日と岡島流量との関係図

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (6)

井ノ口橋の水中写真(1) 【調査時における河床状況の変遷写真】

【凡例】

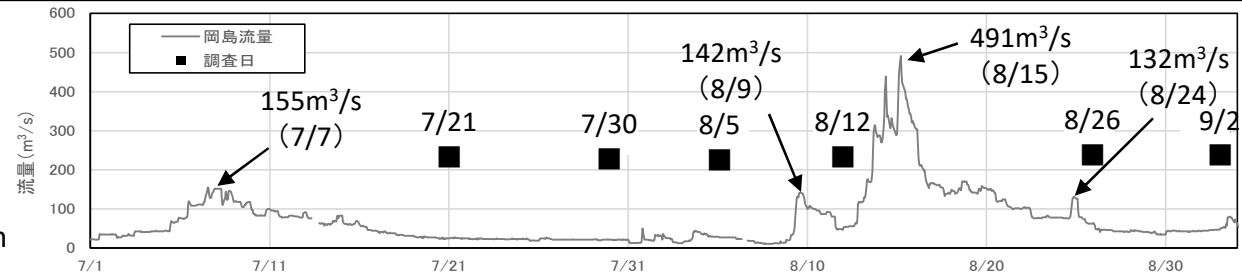
ク:クロロフィルa量(μg/cm²)










強:強熱減量(mg/cm²)

シ:シルトの多さ(レベル)

食:アユの食み跡の有無(レベル)

— :1目盛り約5cm



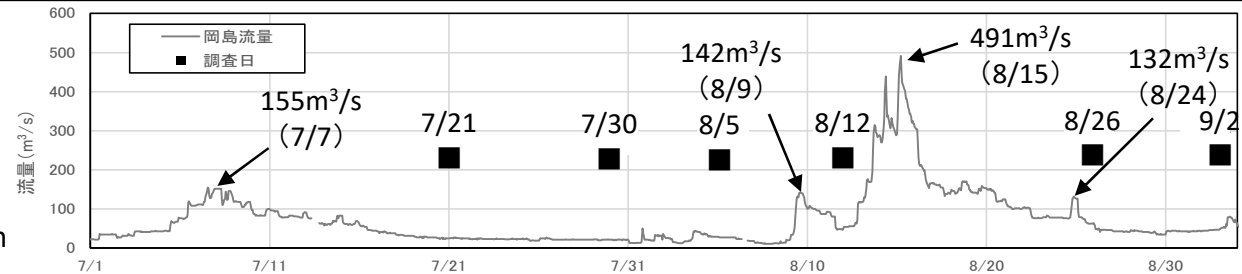
	河床①	河床②	河床③	河床④	河床⑤
7月21日	 ク0.36 強0.08 シ2 食1	 ク0.11 強<0.01 シ1 食1	 ク0.40 強0.04 シ2 食1	 ク0.16 強<0.01 シ1 食1	 ク0.96 強0.24 シ2 食1
7月30日	 ク0.23 強0.08 シ2 食1	 ク0.16 強0.08 シ1 食1	 ク0.24 強0.08 シ2 食1	 ク0.16 強<0.01 シ1 食1	 ク1.3 強0.4 シ2 食1
8月5日	 ク0.39 強0.20 シ2 食1	 ク0.30 強0.12 シ1 食1	 ク0.32 強0.08 シ2 食1	 ク0.57 強0.40 シ1 食1	 ク5.7 強2.0 シ2 食1

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (7)

井ノ口橋の水中写真(2) 【調査時における河床状況の変遷写真】

【凡例】

ク: クロロフィルa量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
 強: 強熱減量 (mg/cm^2)
 シ: シルトの多さ (レベル)
 食: アユの食み跡の有無 (レベル)
 : 1目盛り約5cm



	河床①	河床②	河床③	河床④	河床⑤
8月12日	 ク1.8 強0.48 シ1 食1	 ク0.54 強0.12 シ1 食2	 ク0.33 強0.12 シ1 食1	 ク0.98 強0.28 シ1 食1	 ク0.95 強0.28 シ1 食1
8月26日	 ク0.46 強0.36 シ1 食1	 この石のみ食み跡あり ク0.98 強0.32 シ1 食1	 ク0.80 強0.36 シ1 食1	 ク0.18 強0.40 シ1 食1	 ク2.6 強0.56 シ1 食1
9月2日	 ク3.3 強0.56 シ2 食1	 ク2.5 強0.48 シ2 食1	 周辺の石に食み跡有 ク5.1 強0.68 シ2 食2	 ク3.8 強0.56 シ2 食1	 食1であるが、見返すと食み跡有 ク5.6 強0.80 シ2 食1

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (8)

粕川合流点上流の水中写真(1) 【調査時における河床状況の変遷写真】

【凡例】

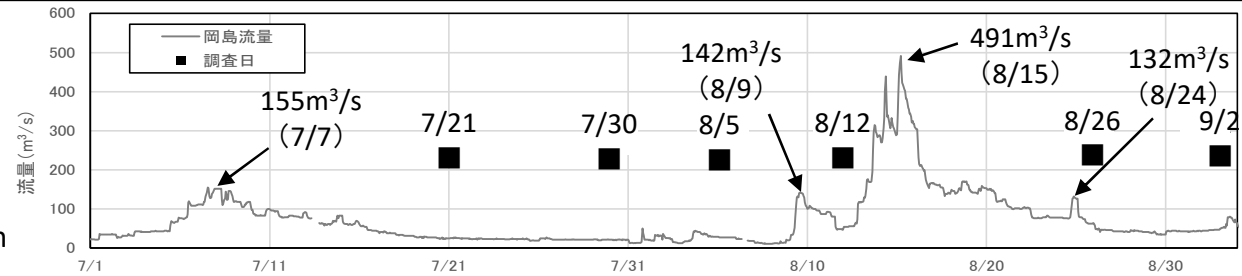
ク: クロロフィルa量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)








強: 強熱減量 (mg/cm^2)

シ: シルトの多さ (レベル)

食: アユの食み跡の有無 (レベル)

— : 1目盛り約5cm



	河床①	河床②	河床③	河床④	河床⑤
7月21日	 ク1.5 強0.24 シ2 食1	 ク0.19 強<0.01 シ1 食1	 ク3.8 強0.96 シ2 食1	 ク0.25 強<0.01 シ1 食1	 ク1.7 強0.48 シ2 食1
7月30日	 ク0.89 強0.16 シ2 食1	 ク0.30 強0.08 シ1 食1	 ク1.7 強0.84 シ2 食1 この石のみ食み跡あり	 ク0.30 強0.08 シ1 食1	 ク0.99 強0.28 シ2 食1
8月5日	 ク2.0 強0.76 シ2 食1	 ク0.38 強0.40 シ1 食1	 ク2.9 強1.1 シ2 食1 この石のみ食み跡あり	 ク0.83 強0.28 シ1 食1	 ク2.4 強0.76 シ2 食1

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (9)

粕川合流点上流の水中写真(2) 【調査時における河床状況の変遷写真】

【凡例】

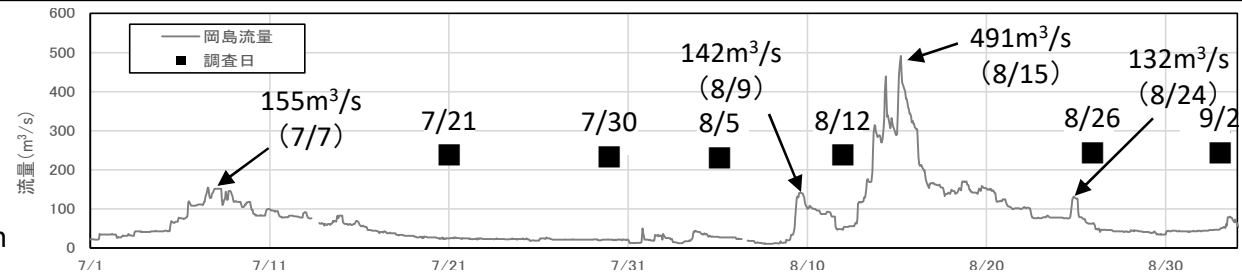
ク:クロロフィルa量(μg/cm²)

強:強熱減量(mg/cm²)

シ:シルトの多さ(レベル)

食:アユの食み跡の有無(レベル)

— :1目盛り約5cm





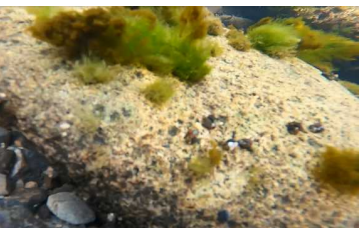







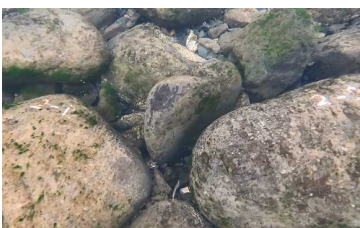


	河床①	河床②	河床③	河床④	河床⑤
8月12日	 ク1.3 強0.32 シ2 食3	 ク1.7 強0.60 シ2 食4	 ク1.5 強0.40 シ2 食2	 ク1.1 強0.24 シ2 食1	 ク2.8 強0.72 シ2 食4
8月26日	 ク1.9 強0.48 シ2 食4	 ク7.3 強1.2 シ2 食4	 ク5.1 強0.92 シ3 食4	 ク3.9 強0.72 シ3 食4	 ク1.7 強0.36 シ1 食2
9月2日	 ク9.3 強1.6 シ3 食1	 ク17.0 強2.2 シ4 食4	 ク13.0 強1.4 シ4 食4	 ク15.0 強1.2 シ4 食2	 ク8.2 強0.72 シ3 食1

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (10)

◎「付着藻類の見た目の古さ」の視覚的な評価の整理

定性的(視覚的)な評価 指標「付着藻類の見た目の古さ」のレベルと河床状況の関係













レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
 0.11(R3.7.21)	 0.23(R3.7.30)	 0.18(R3.8.26)	 1.5(R3.7.21)	 0.89(R3.7.30)
 0.19(R3.7.21)	 0.98(R3.8.26)	 5.1(R3.8.26)	 13.0(R3.9.2)	—
 0.30(R3.7.30)	 5.6(R3.9.2)	 8.2(R3.9.2)	 17.0(R3.9.2)	<p>凡 例</p> <p>レベル1: ほぼ付いていない レベル2: やや新しそう レベル3: 適度な新しさ レベル4: やや古そう レベル5: 今にも剥がれそう</p>

※数値はクロロフィルa量(μg/cm²)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (11)

◎「シルトの多さ」の視覚的な評価の整理

定性的(視覚的)な評価 指標「シルトの多さ」のレベルと河床状況の関係










レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
 0.11(R3.7.21)	 0.24(R3.7.30)	 3.9(R3.8.26)	 13.0(R3.9.2)	—
 0.38(R3.8.5)	 1.7(R3.7.30)	 5.1(R3.8.26)	 15.0(R3.9.2)	—
 2.6(R3.8.26)	 7.3(R3.8.26)	 9.3(R3.9.2)	 17.0(R3.9.2)	<p>凡 例</p> <p>レベル1: 全くない</p> <p>レベル2: ほとんどない</p> <p>レベル3: 普通</p> <p>レベル4: やや多い</p> <p>レベル5: 非常に多い</p>

※数値はクロロフィルa量(μg/cm²)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (12)

◎「滑りやすさ」の感覚的な評価の整理

定性的(感覚的)な評価 指標「滑りやすさ」のレベルと河床状況の関係













レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
—	 0.11(R3.7.21)	 0.18(R3.8.26)	 1.1(R3.8.12)	—
—	 3.8(R3.7.21)	 1.8(R3.8.12)	 7.3(R3.8.26)	—
—	 5.7(R3.8.5)	 2.9(R3.8.5)	 17.0(R3.9.2)	<p>凡 例</p> <p>レベル1: 全く滑らない レベル2: あまり滑らない レベル3: 滑ることがある レベル4: よく滑る レベル5: 歩けないくらい滑る</p>

※数値はクロロフィルa量(μg/cm²)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (13)

◎「石の見た目のきれいさ」の視覚的な評価の整理

定性的(視覚的)な評価 指標「石の見た目のきれいさ」のレベルと河床状況の関係











レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
 0.11 (R3.7.21)	 0.23 (R3.7.30)	 0.99 (R3.7.30)	 0.89 (R3.7.30)	—
 0.25 (R3.7.21)	 0.54 (R3.8.12)	 2.4 (R3.8.5)	 5.1 (R3.8.26)	—
 0.3 (R3.7.30)	 5.6 (R3.9.2)	 15.0 (R3.9.2)	 17.0 (R3.9.2)	<p>凡 例</p> <p>レベル1:とてもきれい レベル2:きれい レベル3:やや汚い レベル4:とても汚い レベル5:非常に汚い</p>

※数値はクロロフィルa量(μg/cm²)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (14)

◎「アユの食み跡の有無」の視覚的な評価結果

定性的(視覚的)な評価 指標「アユの食み跡の有無」のレベルと河床状況の関係

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
 <p>0.16 (R3.7.21)</p>	 <p>0.54 (R3.8.12)</p>	 <p>1.3 (R3.8.12)</p>	 <p>1.7 (R3.8.12)</p>	—
 <p>3.3 (R3.9.2)</p>	 <p>1.7 (R3.8.26)</p>	—	 <p>7.3 (R3.8.26)</p>	—
 <p>5.7 (R3.8.5)</p>	 <p>15.0 (R3.9.2)</p>	—	 <p>17.0 (R3.9.2)</p>	<p>凡 例</p> <p>レベル1: 全くない</p> <p>レベル2: ほとんどない</p> <p>レベル3: 少ない</p> <p>レベル4: やや多い</p> <p>レベル5: 非常に多い</p>

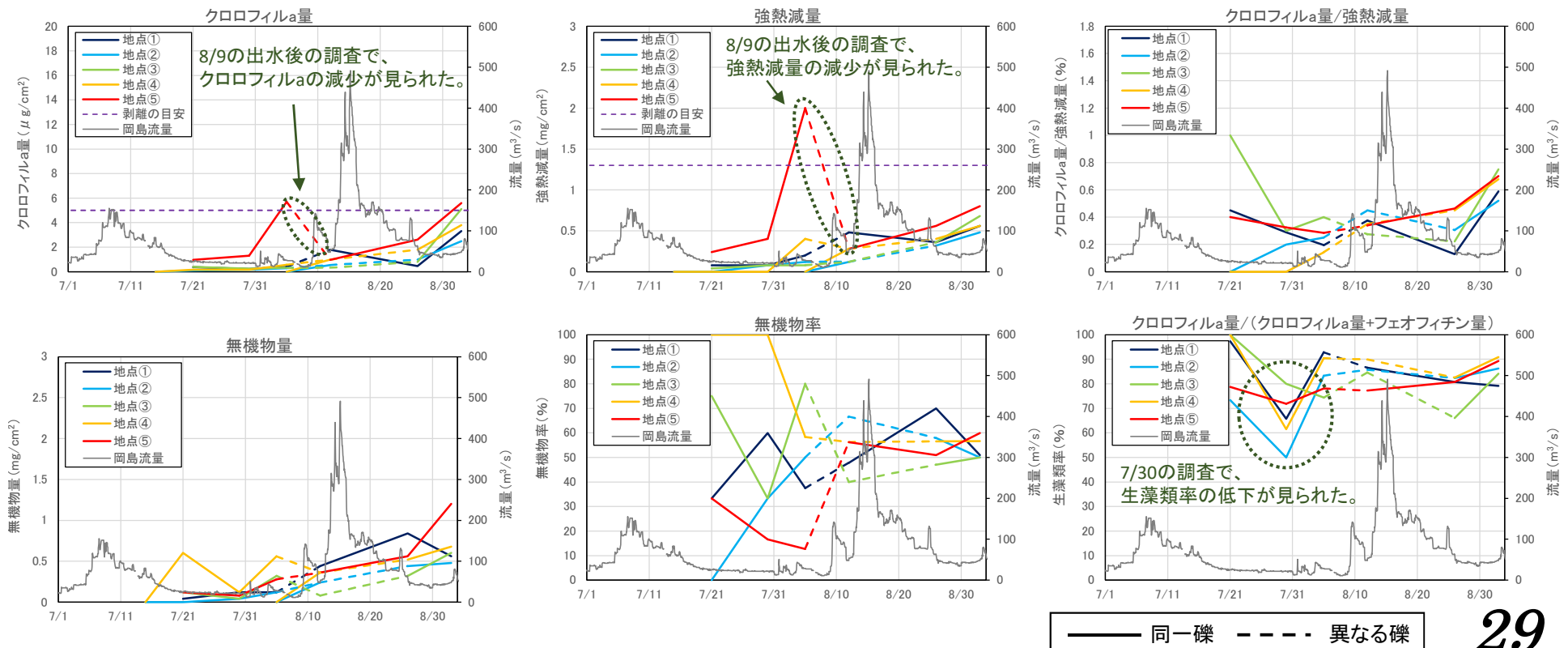
※数値はクロロフィルa量(μg/cm²)

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (15)

◎自然出水前後の剥離状況【井ノ口橋】

- ・7月21日から8月5日の2週間ほど出水はなかったが、クロロフィルa量、強熱減量に大きな増加は見られなかった。
- ・7月21日から7月30日かけての生藻類率(クロロフィルa/クロロフィルa+フェオフィチン)を比較してみると、7月30日のクロロフィルa量にはほとんど変化は見られないが、フェオフィチン量は増加しており、これにより生藻類率は低下した。この間に死滅した藻類量が増加したことが伺える。
- ・8月9日に142m³/sの出水があり、異なる礫での比較となるが、出水前の8月5日と出水後の8月12日を比較してみると、クロロフィルa量が5μg/cm²を超えていた地点⑤のクロロフィルa量、強熱減量について減少が見られた。(P20、P21も参考)
- ・8月15日に491m³/s、8月24日に132m³/sの出水があり、出水前の8月12日と出水後の8月26日を比較してみると、クロロフィルa量、強熱減量ともほぼ同じ数値であった。(8/12の数値が小さいことに関係すると考える。) (P20、P21も参考)
- ・8月26日から9月2日の期間では出水はなく、9月2日にはクロロフィルa量、強熱減量とも増加が見られた。(P20、P21も参考)

井ノ口橋

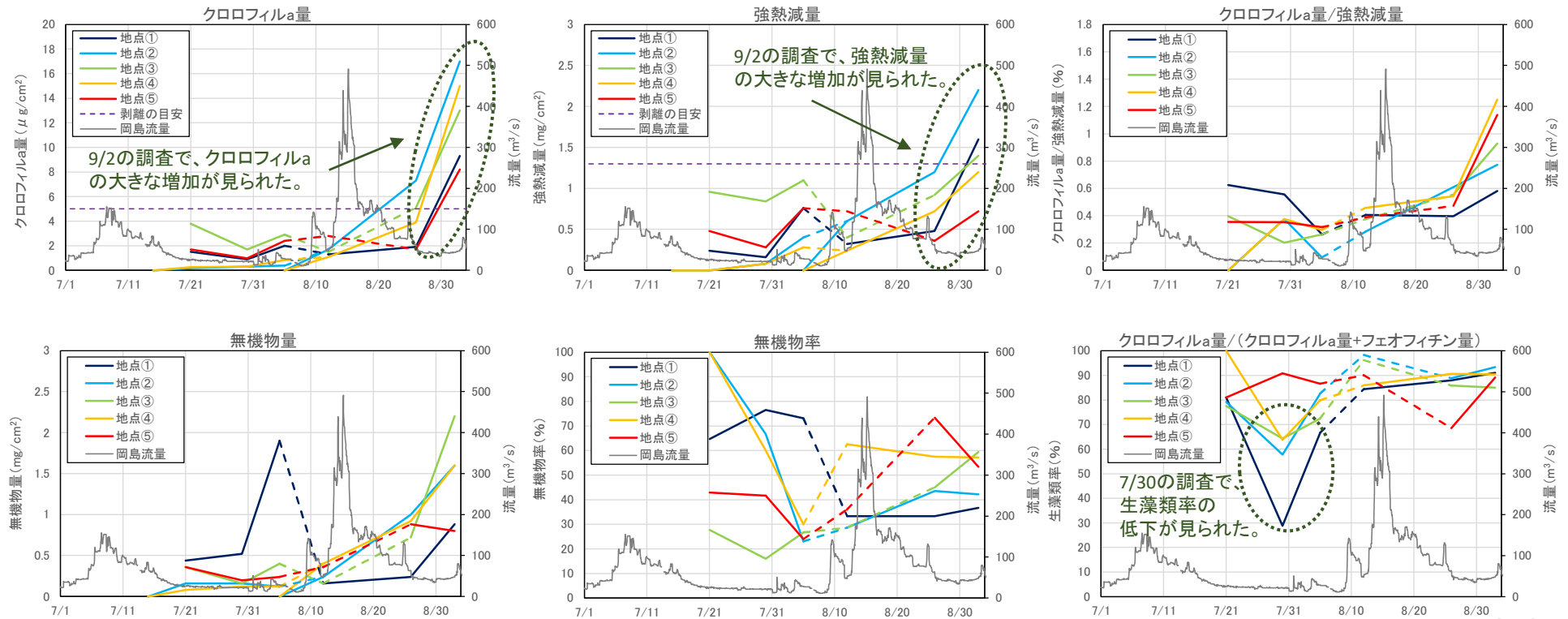


3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (16)

◎自然出水前後の剥離状況【粕川合流点上流】

- ・7月21日から8月5日の期間出水はなかったが、クロロフィルa量、強熱減量とも大きな増加は見られなかった。
- ・7月21日から7月30日かけての生藻類率(クロロフィルa/クロロフィルa+フェオフィチン)を比較してみると、地点⑤を除く4地点で、7月30日生藻類率は低下した。この間に死滅した藻類量が増加したことが伺える。
- ・8月9日に142m³/sの出水があり、異なる礫での比較となるが、出水前の8月5日と出水後の8月12日を比較してみると、地点①、地点③のクロロフィルa、強熱減量で減少が見られた。(P22、P23も参考)
- ・8月15日に491m³/s、8月24日に132m³/sの出水があり、出水前の8月12日と出水後の8月26日を比較してみると、クロロフィルa、強熱減量とも増加が見られた。(8/12の数値が小さいことに関係すると考える。)(P22、P23も参考)
- ・8月26日から9月2日の期間では出水はなく、9月2日にはクロロフィルa量、強熱減量とも大きな増加が見られた。(P22、P23も参考)
- ・9月2日の井ノ口橋と粕川合流点上流を比較してみると、粕川合流点上流の方が付着藻類は生長しやすく、シルトも堆積しやすい環境であることが伺える。(P21とP23も含めて整理)

粕川合流点上流



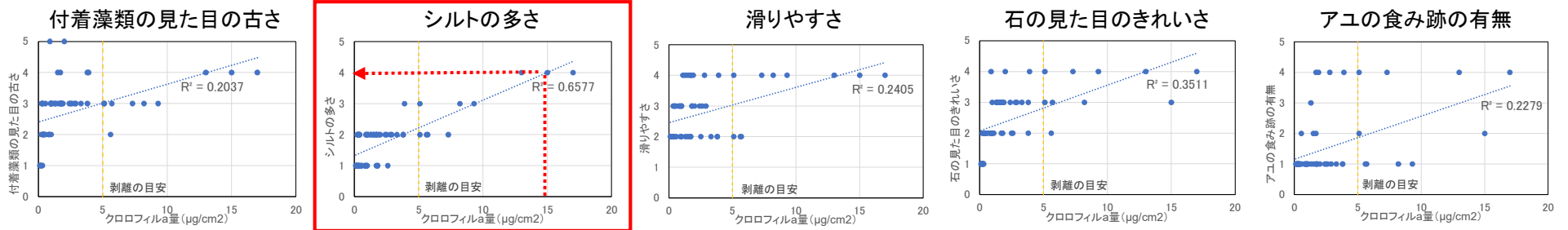
—— 同一礫 - - - - 異なる礫

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (17)

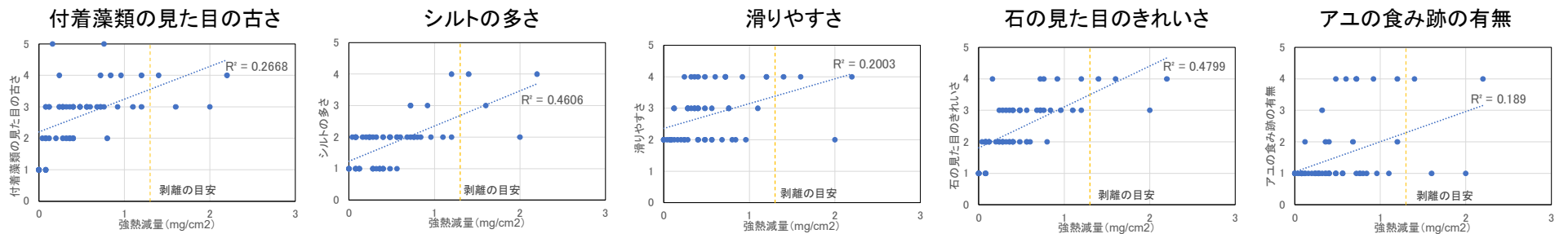
◎定性的(視覚的)な評価と定量的な評価の相関関係について

- ・定性的な評価「シルトの多さ」と定量的な評価「クロロフィルa量」との相関関係が最も高く、相関係数は0.81であった。
- ・グラフの近似式から、クロロフィルa量が15 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 付近の礫においては、シルトの多さではレベル4(やや多い)との結果が見られた。(付着藻類が生長するとクロロフィルaの値は高くなり、その生長している間は大きな出水も無かったことからシルトが堆積し、この結果、クロロフィルaとシルトの多さの間で相関関係が高くなったと考える。)

クロロフィルa量



強熱減量



※R²は相関係数の二乗

定量的項目と定性的項目の相関係数

定量的項目 \ 定性的項目	付着藻類の見た目の古さ	シルトの多さ	滑りやすさ	石の見た目のきれいさ	アユの食み跡の有無
クロロフィルa	0.45	0.81	0.49	0.59	0.48
フェオフィチン	0.63	0.62	0.24	0.68	0.25
強熱減量	0.52	0.68	0.45	0.69	0.43
乾燥重量	0.57	0.71	0.50	0.70	0.46
無機物量	0.51	0.60	0.45	0.58	0.39
無機物率	0.29	0.24	0.18	0.36	0.16

■ シルトの多さ (レベル)

- 1: 全くない
- 2: ほとんどない
- 3: 普通
- 4: やや多い
- 5: 非常に多い

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (18)

餌場環境について(1)

- ・7月から8月は藍藻類のピロウランソウが主に優占し、9月以降になると珪藻類のツメワカレケイソウが優占している状況が確認できた。
- ・令和3年4月に確認された外来種のみずワタクチビルケイソウは、7月30日以降の調査では確認されなかった。
- ・8月26日の粕川合流点上流の礫の状況写真(Ⅱ)や定性的な評価(P23の8月26日の状況を参考)から、クロロフィルa量が $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 付近ではアユの食み跡が多く確認された。(8月26日時点では藍藻類が優占)
- ・9月2日の粕川合流点上流の礫の状況写真(Ⅲ)や定性的な評価(P23の9月2日の状況を参考)から、クロロフィルa量が $10\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以上ではシルトの堆積が多く、アユの食み跡については古い食み跡も含め確認された。



Ⅰ クロロフィルa量が小さいと、藻類の細胞数も少ない状況

7/30 粕川合流点上流 河床③ ク1.7 強0.84 食1



Ⅱ クロロフィルa量が $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 付近では、新鮮なアユの食み跡が多く存在(P23の8月26日の状況も参考)

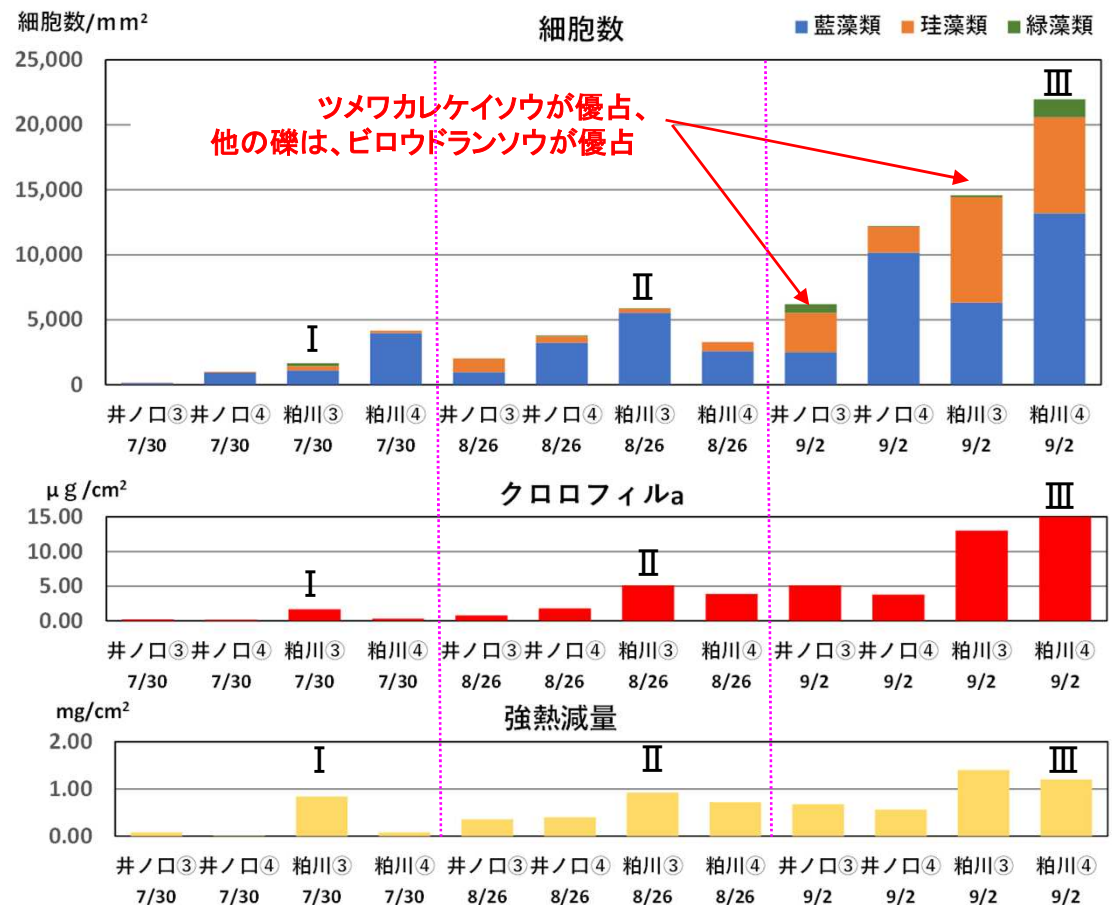
8/26 粕川合流点上流 河床③ ク5.1 強0.92 食4



Ⅲ クロロフィルa量が $10\mu\text{g}/\text{cm}^2$ を超えると礫表面には、シルト分の堆積が多くなり、古い食み跡が混在(P23の9月2日の状況も参考)

9/2 粕川合流点上流 河床④ ク15.0 強1.2 食2

ク:クロロフィルa($\mu\text{g}/\text{L}$) 強:強熱減量(mg/cm^2) 食:アユの食み跡の有無(レベル)



3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (19)

餌場環境について(2)

- ・粕川合流点上流について、流況が安定していた8月26日から9月2日までをしてみると、クロロフィルa量は平均4.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ から12.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ まで増加している。礫の表面については、付着藻類の見た目の古さや、シルトの堆積が進行しており、アユの食み跡については減少していることが確認できた。
- ・餌場環境の改善では、藻類の古さだけでなく、シルトの堆積もアユの採餌に大きく影響していることが伺える。



粕川合流点上流 河床③【8/26】

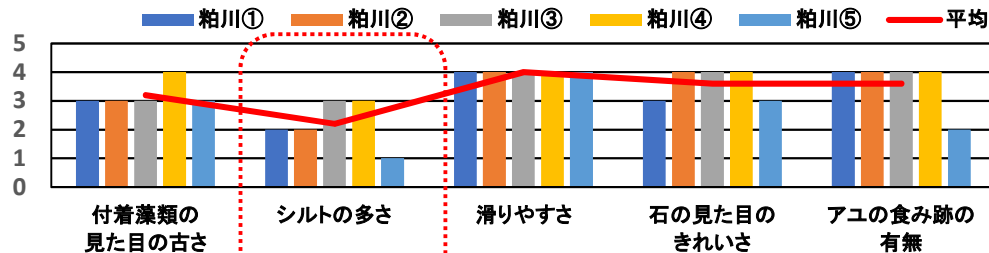


粕川合流点上流 河床③【9/2】

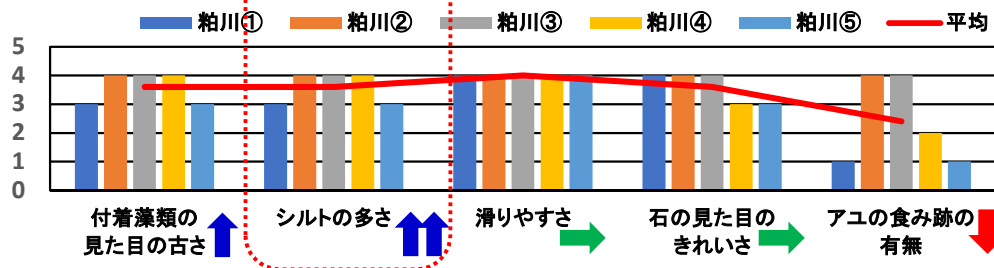
【8/26から9/2までの主な変化】

- ・シルト分の堆積が進行
- ・局所的に藻の生長を確認
- ・古い食み跡が混在
- ・クロロフィルa量が増加

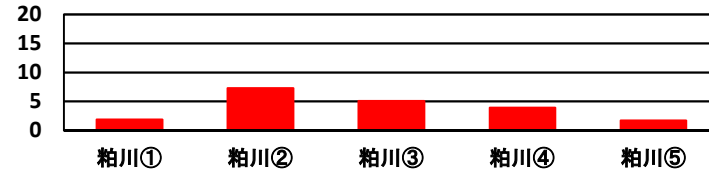
定性的な評価指標(8/26)



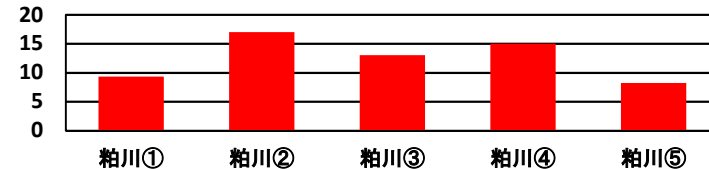
定性的な評価指標(9/2)



クロロフィルa(8/26)



クロロフィルa(9/2)

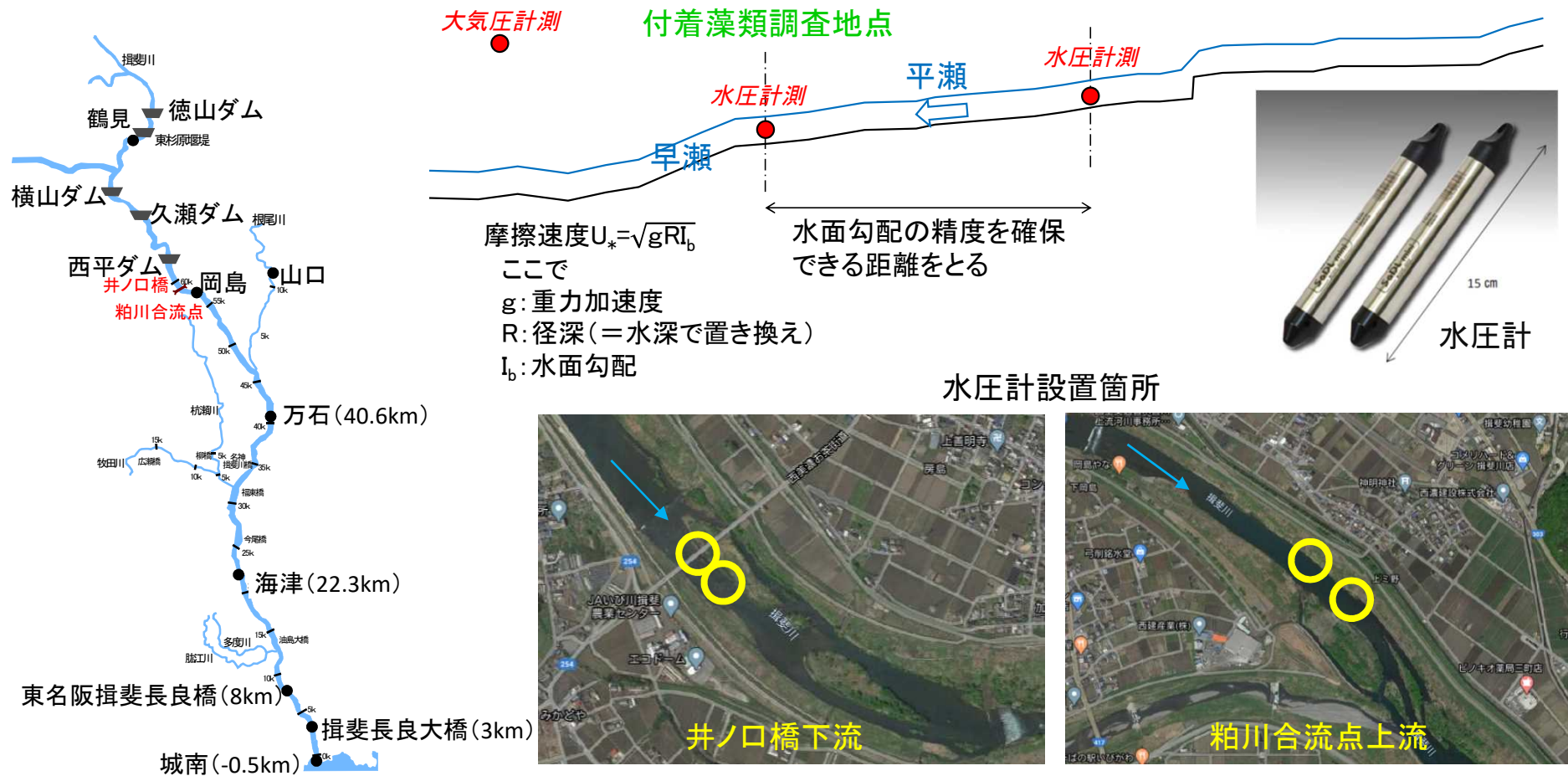


【8/26】平均4.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 【9/2】平均12.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (20)

② 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)

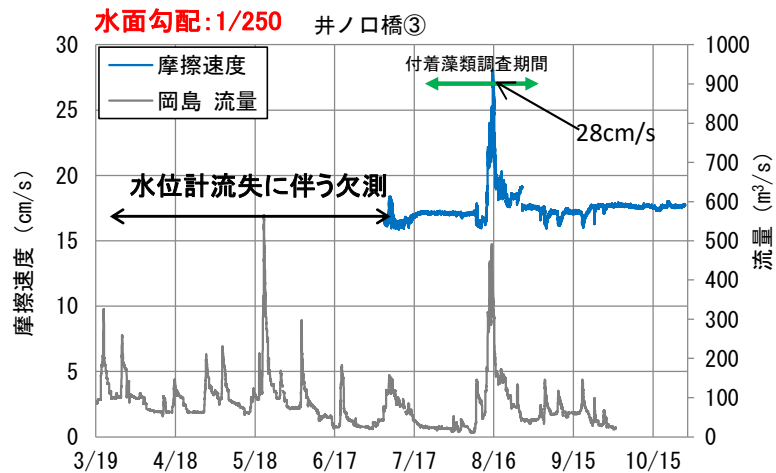
- ・付着藻類調査地点の摩擦速度を算定するために、調査断面の水位及び水面勾配を連続観測した。(R3.3.19設置)
- ・水圧と大気圧の差分から水深を求め、水圧計設置地点の測量を実施することにより水位を算出。二点間の水位差から水面勾配を算出した。
- ・水深と水面勾配から掃流力 (U_*^2) を算出し、付着藻類の剥離に必要な流量を検討した。



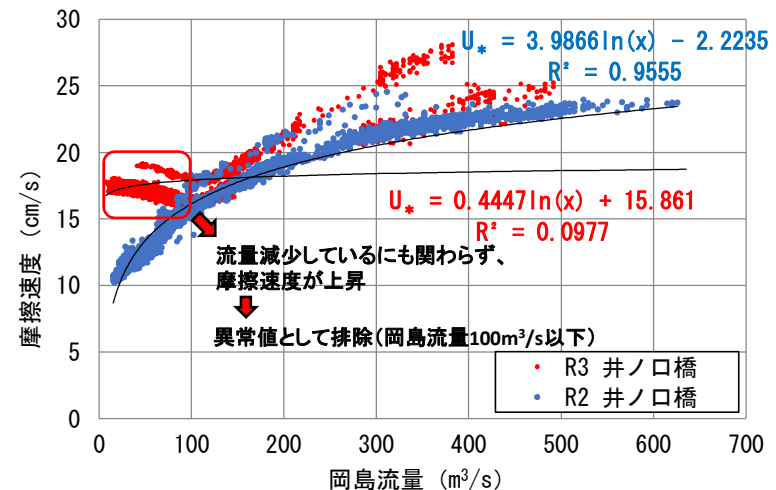
3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (21)

◎水圧計から算出した掃流力(摩擦速度)の整理【井ノ口橋】

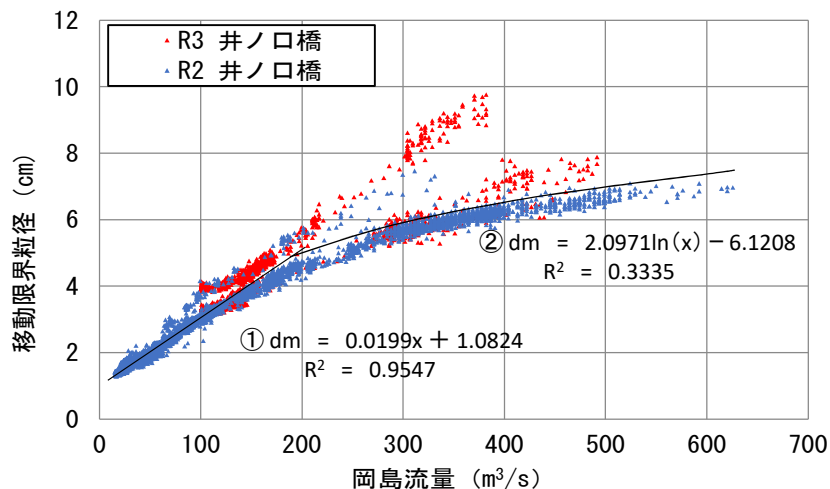
- ・ 5月14日のデータ回収時に上流側の水位計について流出が確認され、7月5日に水位計の再設置を行った。
- ・ 8月16日の出水(最大491m³/s)における最大摩擦速度は28cm/sであった。
- ・ 令和2年度、令和3年度の結果を合わせた近似式から、流量100m³/s時における摩擦速度は15.6cm/sとなった。



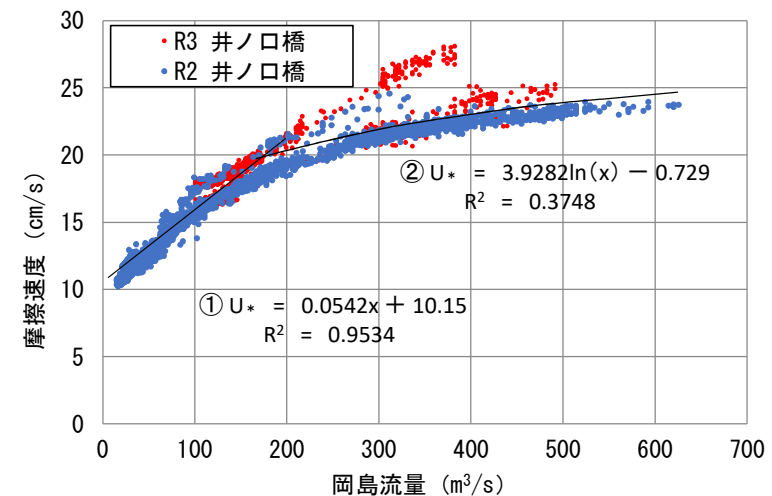
摩擦速度の時系列変化【井ノ口橋】



R2年度、R3年度の近似式【井ノ口橋】



移動限界粒径【井ノ口橋】

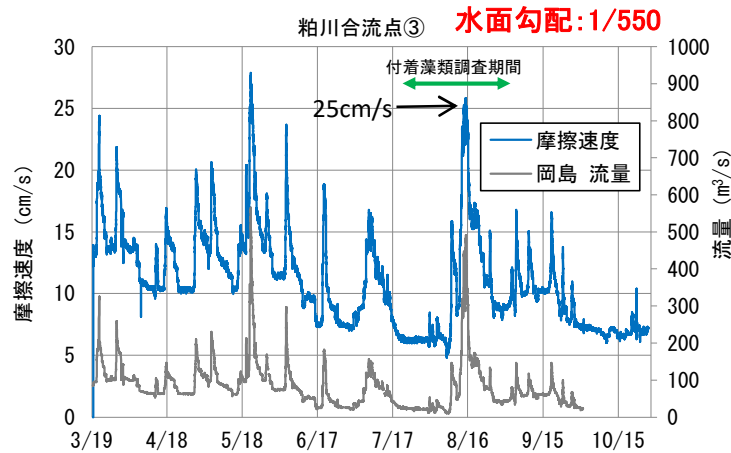


摩擦速度【井ノ口橋】

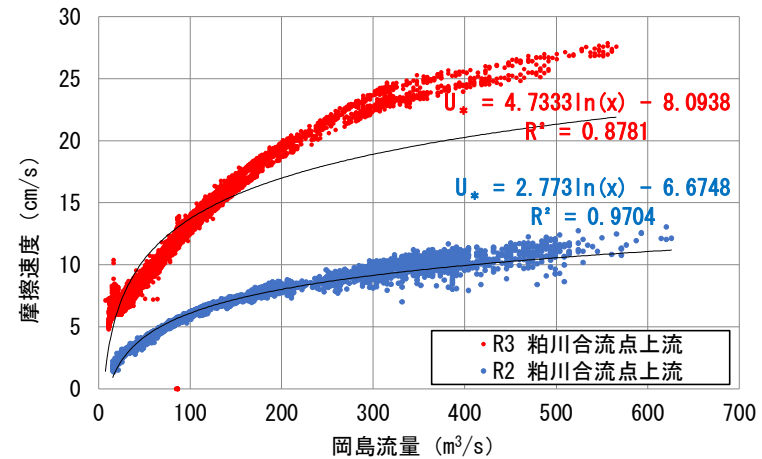
3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (22)

◎水圧計から算出した掃流力(摩擦速度)の整理【粕川合流点上流】

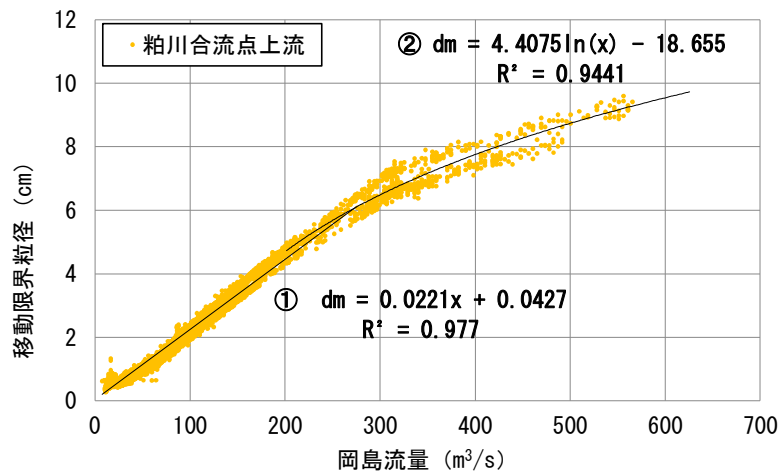
- ・ R2年度の粕川合流点上流と井ノ口橋との摩擦速度差が著しく大きかったことから、水面勾配の見直しのため、R3年度は水位計の設置箇所を変更した。その結果、水面勾配は、R2年度の1/2,000からR3年度1/550となった。
- ・ 8月15日の出水(最大491m³/s)における最大摩擦速度は25cm/sであった。
- ・ 令和3年度の結果での近似式から、流量100m³/s時における摩擦速度は13.1cm/sとなった。



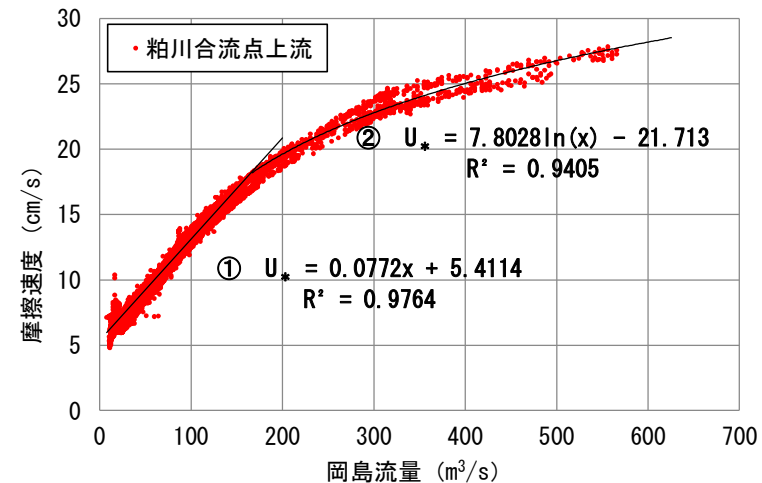
摩擦速度の時系列変化【粕川合流点上流】



各年度の調査結果比較【粕川合流点上流】



移動限界粒径の近似式(R3年度)【粕川合流点上流】



摩擦速度の近似式(R3年度)【粕川合流点上流】

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (23)

◎水圧計から算出した摩擦速度の検討(8月9日自然出水)

- ・ 8月9日の142m³/sの出水前後における8月5日と8月12日のクロロフィルaを比較してみる。
- ・ 井ノ口橋では、地点⑤の礫(同一の礫ではない)について、5.7 μg/cm²から0.98 μg/cm²と付着藻類の剥離が確認され、この時の摩擦速度は、17.8cm/s程度となった。
- ・ 粕川合流点上流では、出水前にクロロフィルa量が5 μg/cm²を超える礫がなかったため、付着藻類の剥離に必要な摩擦速度は確認できなかった。

8月9日出水での付着藻類の剥離状況と物理量の関係

地点		8/9出水 最大流量 (m ³ /s)	出水前(8/5) クロロフィルa量 (μg/cm ²)	出水後(8/12) クロロフィルa量 (μg/cm ²)	摩擦速度U* (cm/s)	移動限界粒径 (cm)	剥離の 有無
井ノ口橋	①	142	0.39	1.8	17.8	3.9	×
	②		0.30	0.54			×
	③		0.32	0.33			×
	④		0.57	0.98			×
	⑤		5.7	0.95			○
粕川合流点上流	①	142	2.0	1.3	16.4	3.2	○
	②		0.38	1.7			×
	③		2.9	1.5			○
	④		0.83	1.1			×
	⑤		2.4	2.8			×

※赤字:5μg/cm²以上

3-1. 付着藻類の剥離・更新の促進 (24)

◆ これまでの調査・検討結果

- 令和2年度に岡島橋付近で実施した現地調査（目視調査）より、付着藻類は2～3週間程度で剥離が必要な状態まで生長することが推察される。（P16より）
- 弾力的な運用（増量放流）や自然出水により、付着藻類が剥離するケースを確認しており、付着藻類の現存量がクロロフィルa量 $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以上の場合で、付着藻類の剥離が伺える。（P17より）
- 付着藻類の剥離が伺えるクロロフィルa量が $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の状況は、令和3年度の調査から、この時点ではアユの食み跡も確認されており、餌場環境としては良好な状態であることが伺える。（P32より）
- 令和3年4月に繁茂が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、7月30日以降の現地調査では確認されなかった。（P32より）
- 餌場環境の改善という観点で見た場合、藻類の古さだけでなくシルトの堆積状況もアユの採餌に大きく影響していることが伺える。（P33より）
- クロロフィルa量とシルトの堆積の多さには、高い相関関係があることが伺える。（P31より）

◆ 課題

- 従前の弾力的な運用（万石地点 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以下）では、付着藻類の剥離に対し十分な効果が見られていないため、付着藻類の生長に合わせた放流量の検討が必要。
- 引き続き、付着藻類の生長サイクルを把握していくことが必要。
- 引き続き、外来種のミズワタクチビルケイソウの繁茂状況を注視していくことが必要。
- 餌場環境の改善としては、礫に堆積したシルトの除去についても検討していくことが必要。

◆ 対応方針（案）

- 平成3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（定量的な調査、定性的な調査）を継続し、魚類（主にアユ）の餌場環境にとって付着藻類の剥離・更新やシルトの除去が必要な状態を整理する。
- 付着藻類の剥離が必要な掃流力と流量の関係をデータ蓄積を行い、剥離更新に必要な掃流力の推定を行う。
- 三町大橋から井ノ口橋を中心に外来種のミズワタクチビルケイソウの繁茂状況を確認する。

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(1)

◎夏季の底層溶存酸素(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。

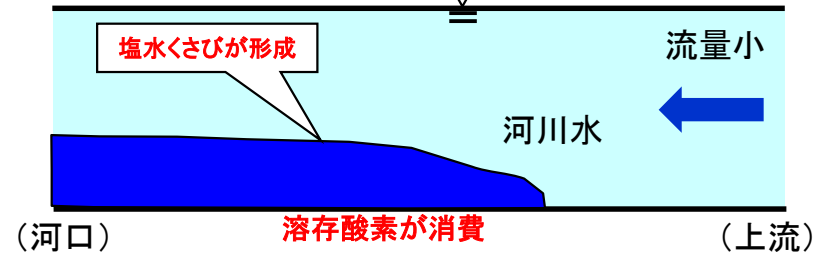
◎弾力的運用の範囲

- 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)

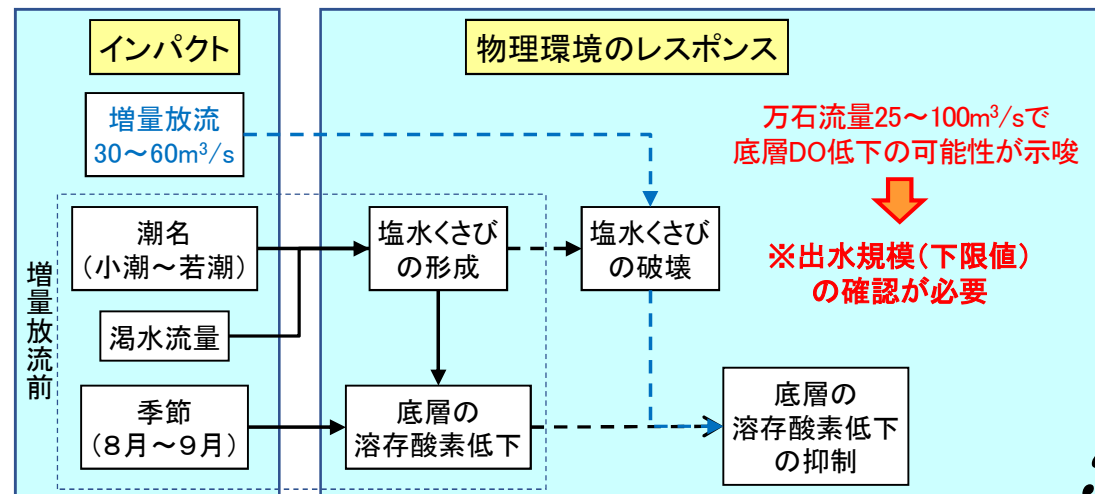
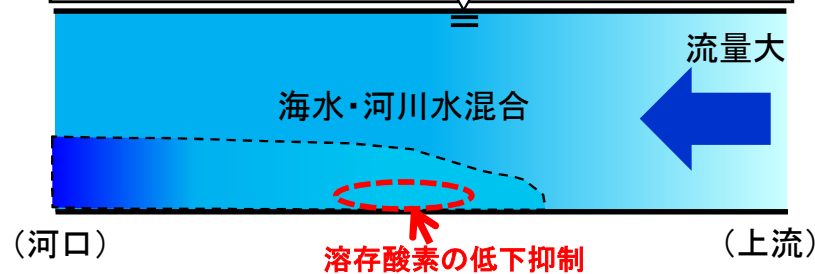
○河川流量が小さい場合

- 小潮～若潮時に塩水くさびが侵入しやすく、汽水域における底層のDOが低下する。



○河川流量が大きい場合

- 塩水くさびが河川水と混合し、汽水域における底層DOの低下抑制が期待できる。

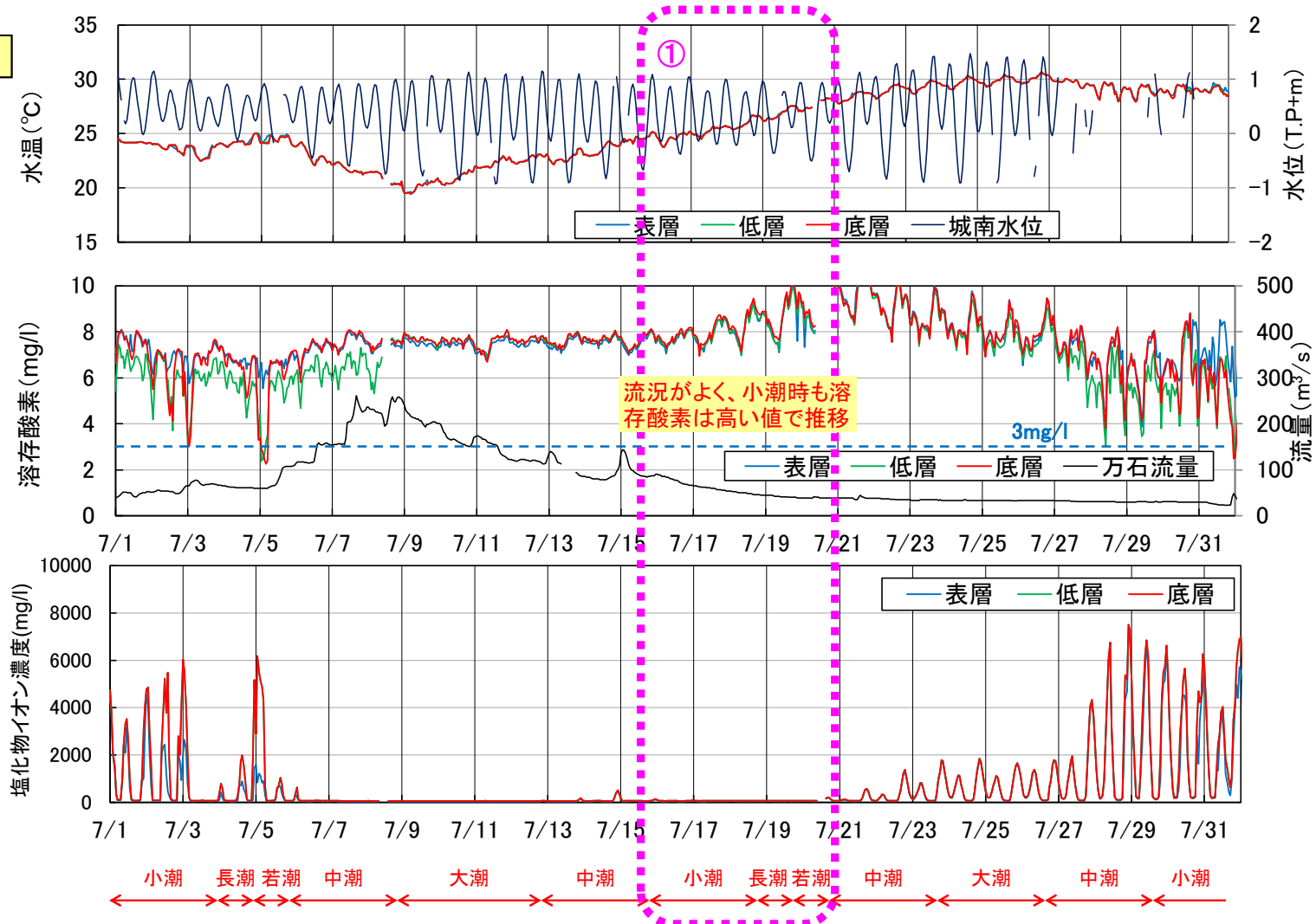


3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善 (2)

◎夏季小潮時の東名阪揖斐長良橋(河口から8km地点)における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- ① 7月中旬の小潮時は、7月上旬の出水後(万石地点で250m³/s程度)であったため、塩化物イオン濃度は70mg/L程度と低く、溶存酸素は7mg/l以上と高い状態であった。

R3年7月



小潮時における東名阪揖斐長良川橋の溶存酸素等の状況

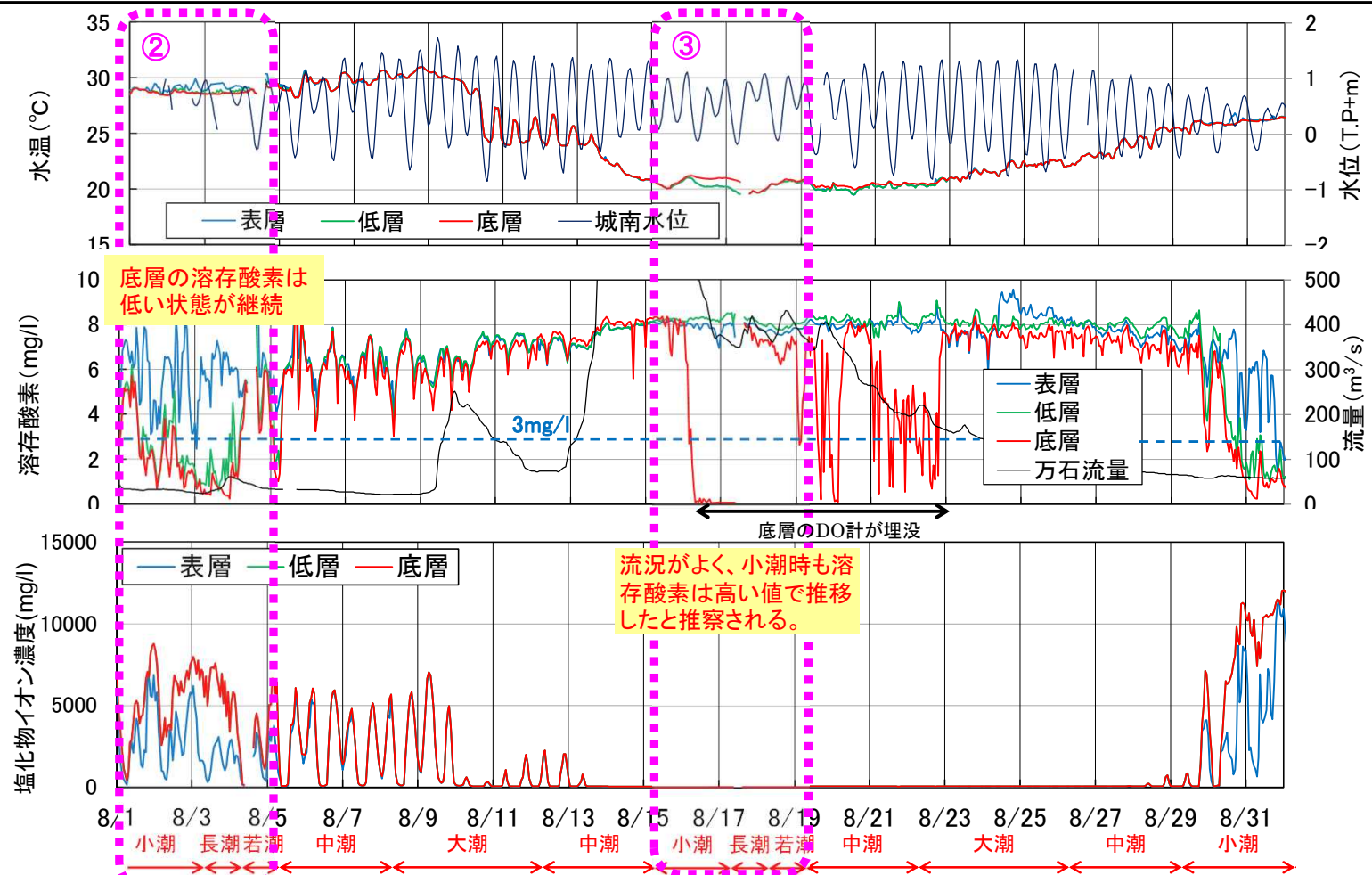
※水位流量データは速報値

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善 (3)

◎夏季小潮時の東名阪揖斐長良橋(河口から8km地点)における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- ② 7月下旬から8月上旬の小潮・長潮時は、万石地点で $30\text{m}^3/\text{s}$ 程度の流況が続いており、溶存酸素は $3\text{mg}/\text{l}$ を下回る状態が最大40時間程度続いた。
- ③ 8月中旬の小潮・長潮時は、8月中旬の出水後(万石地点で $1,400\text{m}^3/\text{s}$ 程度)であったため、塩化物イオン濃度は $50\text{mg}/\text{L}$ 程度と低かった。溶存酸素については、底層データが欠測していたものの、低層の値から見て高い状態が続いていたと推察される。

R3年8月



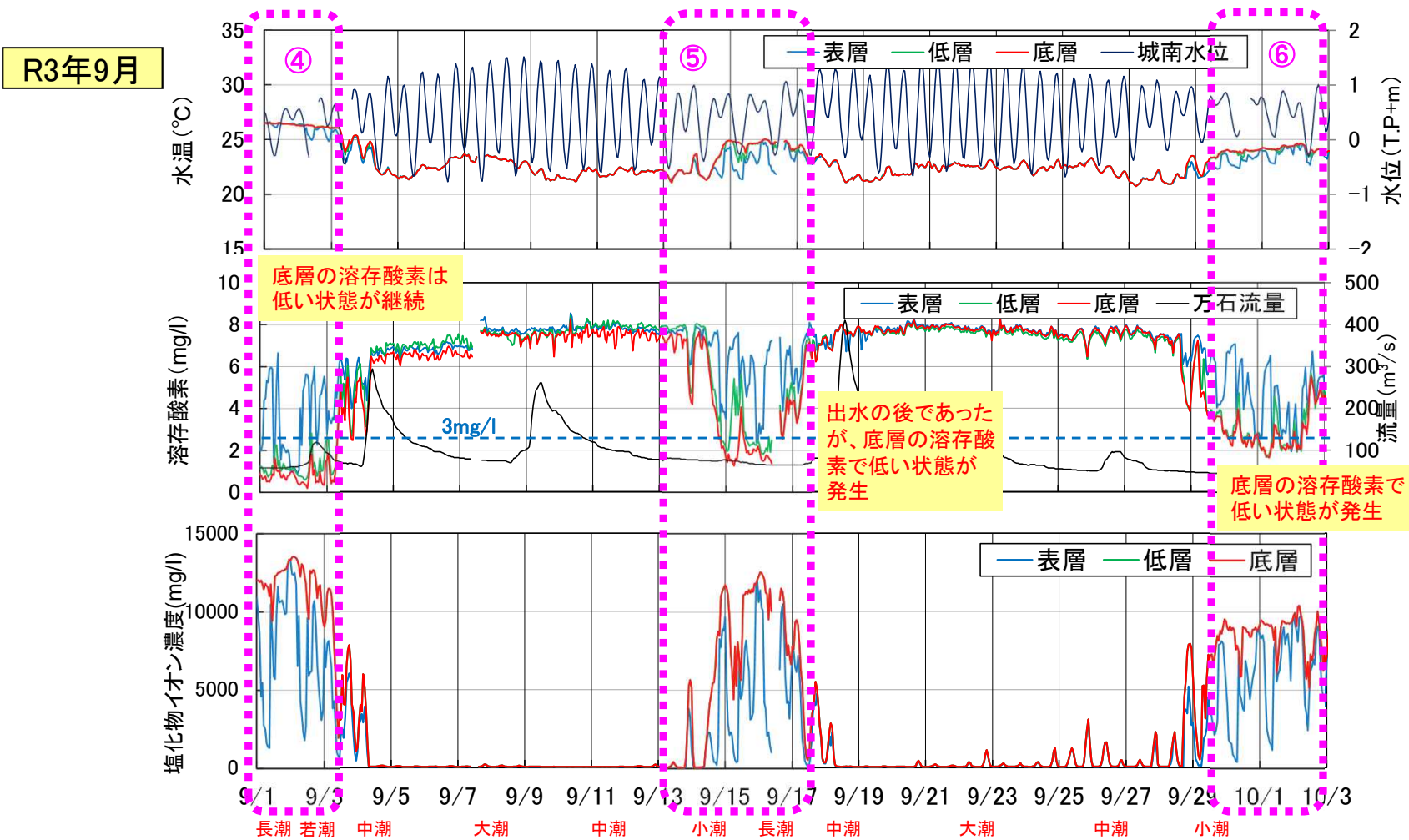
小潮時における東名阪揖斐長良川橋の溶存酸素等の状況

※水位流量データは速報値

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善 (4)

◎夏季小潮時の東名阪揖斐長良橋(河口から8km地点)における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- ④ 8月下旬から9月上旬にかけての小潮・長潮時は、底層の溶存酸素が3mg/lを下回る状態が最大90時間程度続いた。
- ⑤ 9月中旬の小潮・長潮時は、9/10の出水後(万石地点で250m³/s程度)の比較的流況がよい状態であったが、底層の溶存酸素が最大で20時間程度3mg/lを下回った。
- ⑥ 9月下旬の小潮・長潮時では、底層の溶存酸素が最大25時間程度3mg/lを下回った。



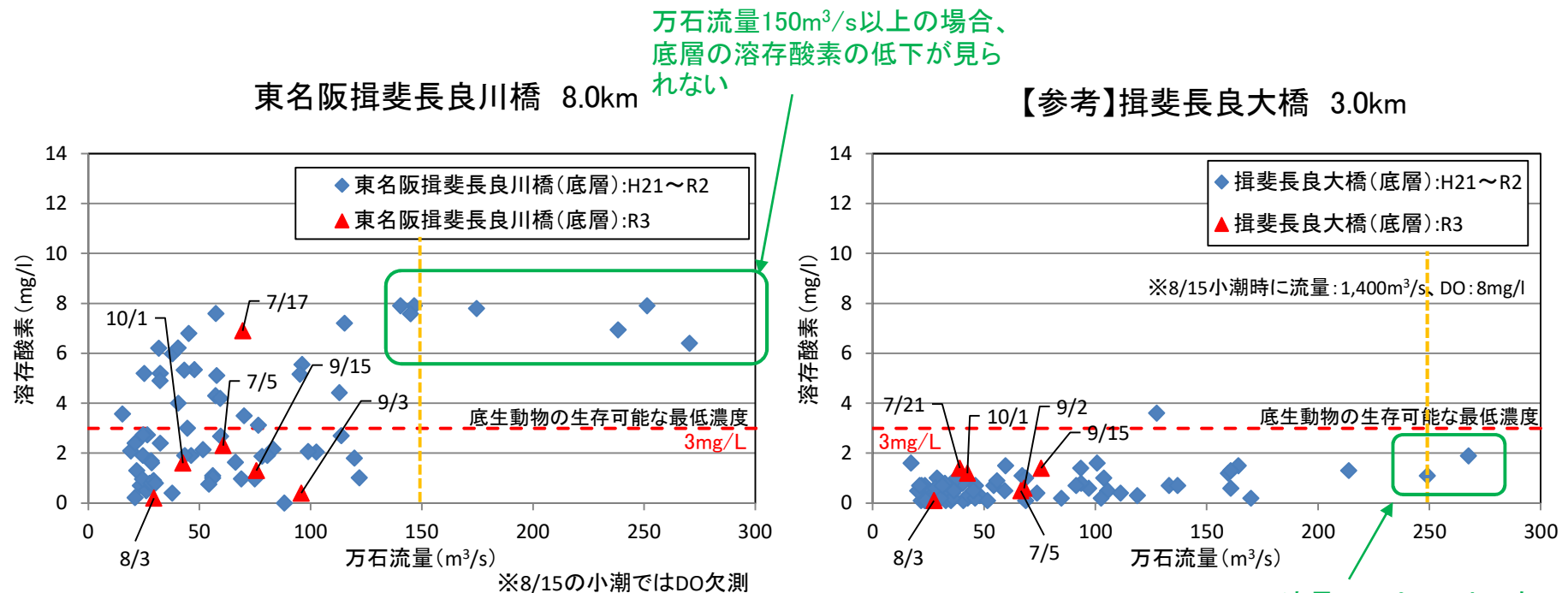
小潮時における東名阪揖斐長良川橋の溶存酸素等の状況

※水位流量データは速報値

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(5)

◎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

- ・令和3年は小潮時の万石流量が、7回中6回100m³/s未満【この内1回(8月15日)はDO欠測】となり、東名阪揖斐長良川橋の7月17日の小潮を除いて、底層の溶存酸素は3mg/Lを下回った。
- ・令和3年は万石流量150m³/s周辺のデータが得られなかったが、東名阪揖斐長良川橋地点で底層の溶存酸素3mg/Lを確保するためには万石流量150m³/s以上が必要と考えられる。
- ・揖斐長良大橋地点では、万石流量250m³/sであっても底層の溶存酸素の改善には期待できないことが伺える。



夏季小潮時における底層の溶存酸素と河川流量との関係

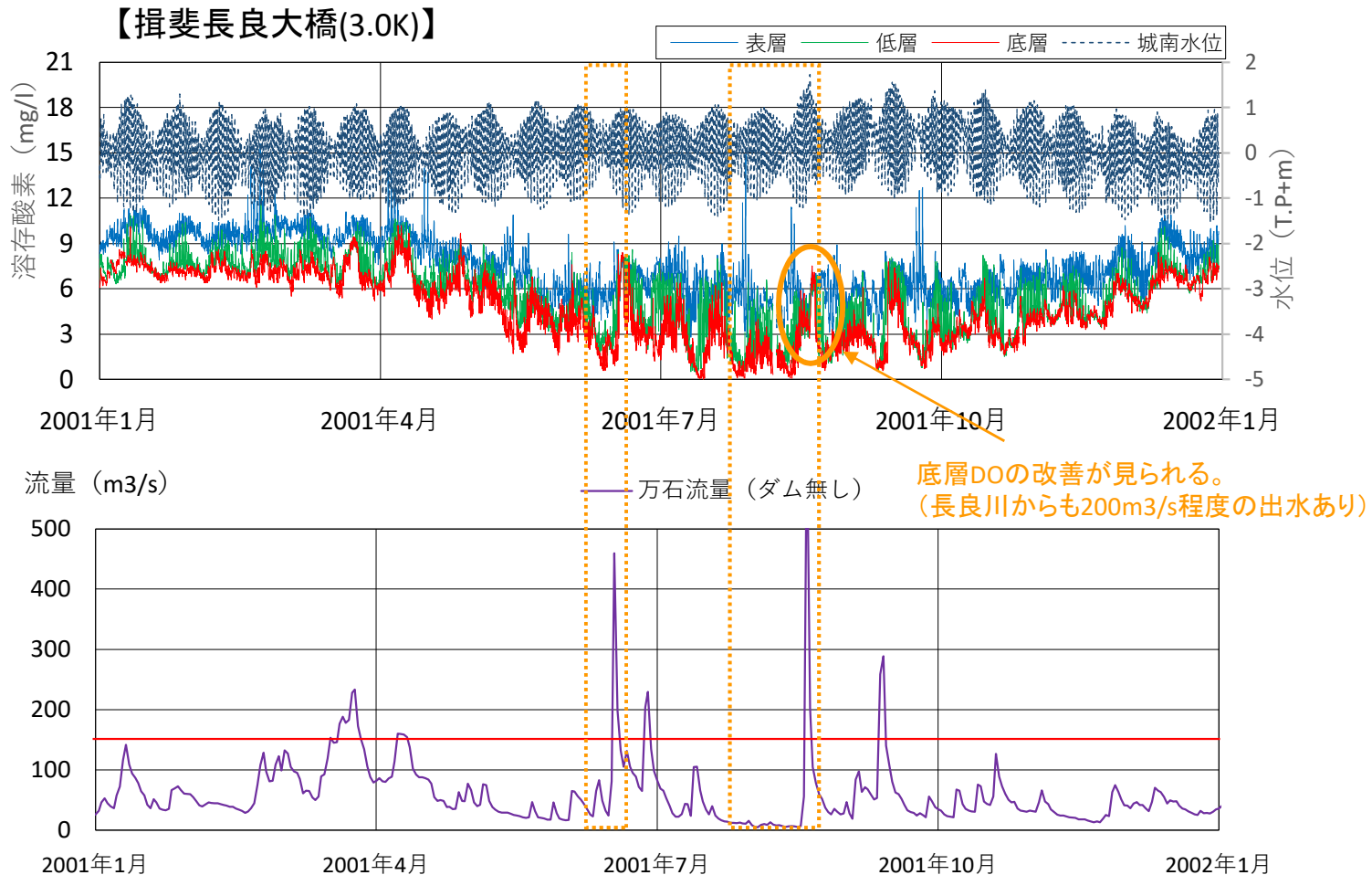
万石流量250m³/s以上でも、
溶存酸素は3.0mg/L低下である
ことが伺える

※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≒3mg/l 水産用水基準(2012)
 ※万石流量は、東名阪揖斐長良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(6)

◎夏季小潮時における溶存酸素を改善する小規模出水について（徳山ダム管理前）

- ・徳山ダム管理前で降雨量が少なかった平成13年の流況と底層DOを見てみると、8月始めの小潮時には揖斐長良大橋（河口から3.0km地点）の底層DOは、3mg/Lを下回る貧酸素状態であった。その後、大潮時の強混合により底層DOの改善は若干見られたが、8月中旬の小潮時には再び低下した。その後、約670m³/s程度の出水により揖斐長良大橋の底層DOは改善されていることが伺える。
- ・同様に6月下旬での小潮時に発生した貧酸素状態においても、その後の出水により改善されていることが伺える。
- ・夏場の小潮時に発生した貧酸素状態は、その後の出水で改善されており、夏場の貧酸素状態の改善に中小規模の出水が寄与していることが伺える。



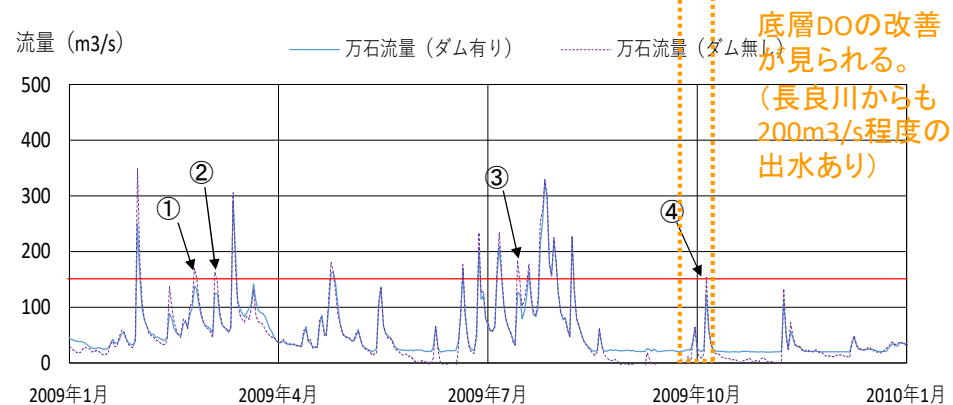
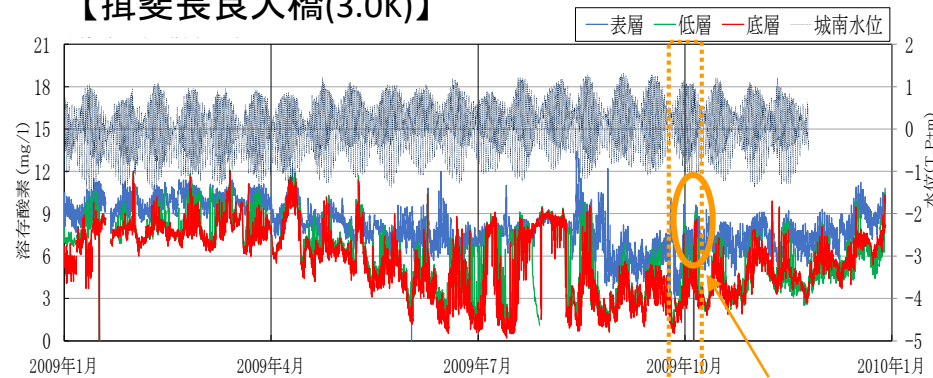
徳山ダム管理前(H13年)の流況とDOの状況について

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(7)

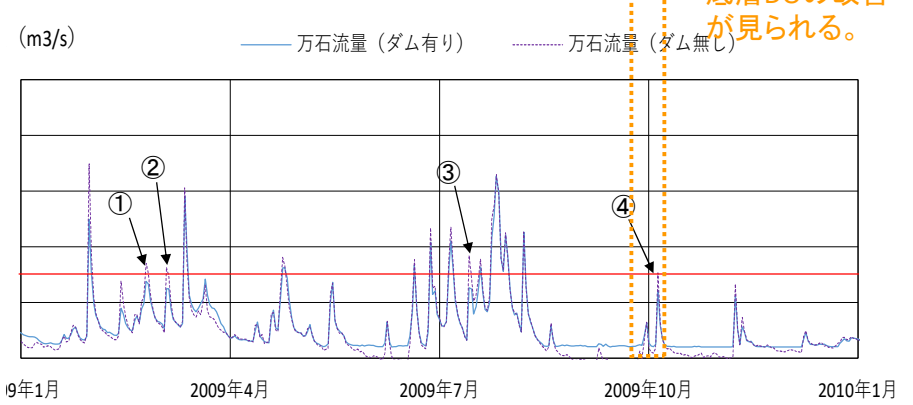
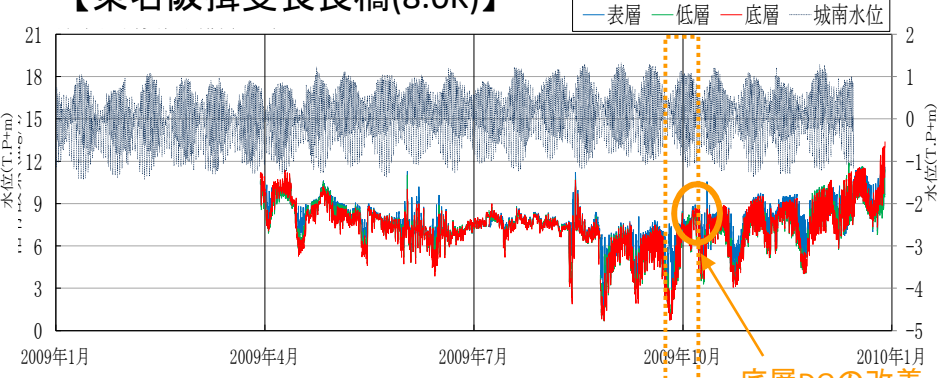
◎夏季小潮時における溶存酸素を改善する小規模出水について（徳山ダム管理後）

- 徳山ダム管理後で降雨量が少なかった平成21年の流況と底層DOを見てみると、9月下旬の小潮時には東名阪揖斐長良大橋（河口から8.0km地点）の底層DOは、3mg/Lを下回る貧酸素状態であった。その後、約100m³/s程度の出水があり、東名阪揖斐長良大橋での底層DOは低下し始めていたところ、この出水により改善が見られた。小規模出水時で徳山ダムによる操作が無かった場合、約150m³/s程度の流量があったことが予測され、底層DOはさらに改善されたことが推察される。
- 揖斐長良大橋（河口から3.0km地点）の底層DOについても改善が見られた。8.0km地点より3.0km地点の底層DOの改善が顕著な要因として、長良川からも200m³/s程度の出水があり、この出水が影響しているものとする。
- 徳山ダムの管理以降、揖斐川での小規模出水（万石地点150m³/s以上）について多い年（H21年度、H30年度）では、ダムの操作によりダムが無い場合と比べ4回ほど小規模出水が減少していることが伺える。

【揖斐長良大橋(3.0K)】



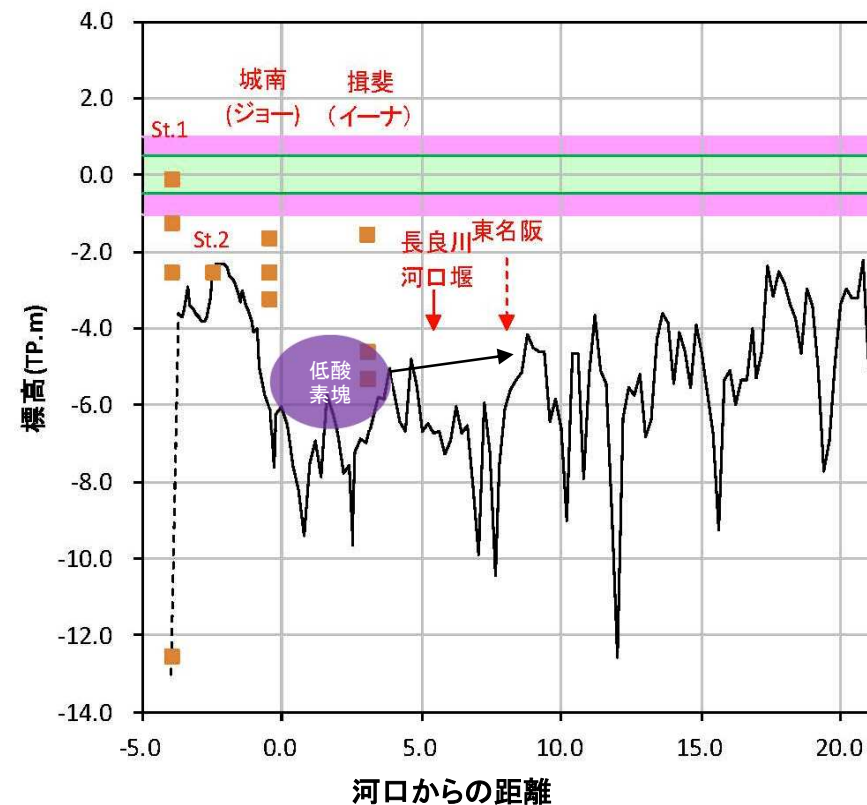
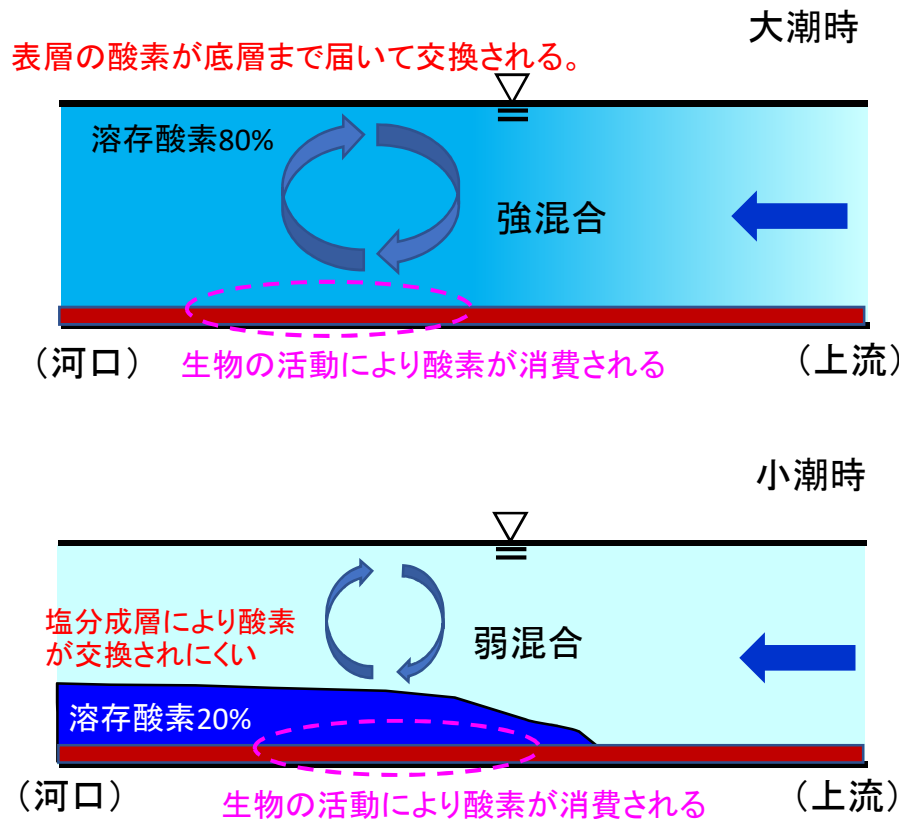
【東名阪揖斐長良橋(8.0K)】



3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(8)

◎夏季小潮に低酸素状態となるメカニズム(推測)

- ・大潮から中潮時に強混合となれば溶存酸素が高い状態になるが、小潮時には弱混合になり成層が発達している場合は、河床の生物の呼吸等により酸素が消費され、上下層の混合が弱いため低酸素状態となる。
- ・揖斐川河口部の縦断形状は、河口砂州が発達し、0~4km付近が低いため塩水(低酸素塊)が滞留しやすい状態となっており、ここで発生した低酸素塊が遡上した場合、東名阪揖斐長良川橋(8km)でも低酸素の状態となる可能性がある。



<参考> 30°Cで汽水の飽和溶存酸素量は6~7mg/L程度

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(9)

◎小潮時におけるタイダルプリズムと溶存酸素(DO)の変化

- 上げ潮と下げ潮は6~7時間の周期で変化。
- 小潮時にDOが大きく低下した8/4のタイダルプリズム(5時間)は、約310万 m^3 (172 m^3/s 相当)。
- 一方、小潮時でもDOが低下しなかった7/18のタイダルプリズム(6時間)は約775万 m^3 (359 m^3/s 相当)。
- タイダルプリズムPまたはP/Qが小さい時に溶存酸素が低下する傾向がある。

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(m^3)

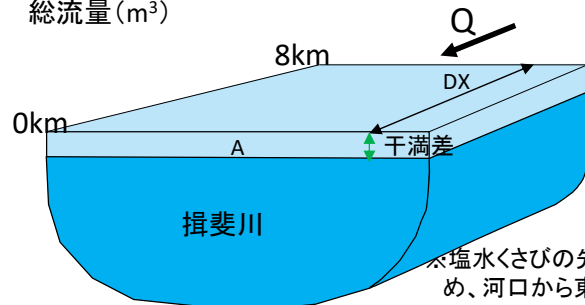
$$P = \sum A \cdot DX$$

A: 干潮時と満潮時の断面積の差分

DX: 断面間の距離*

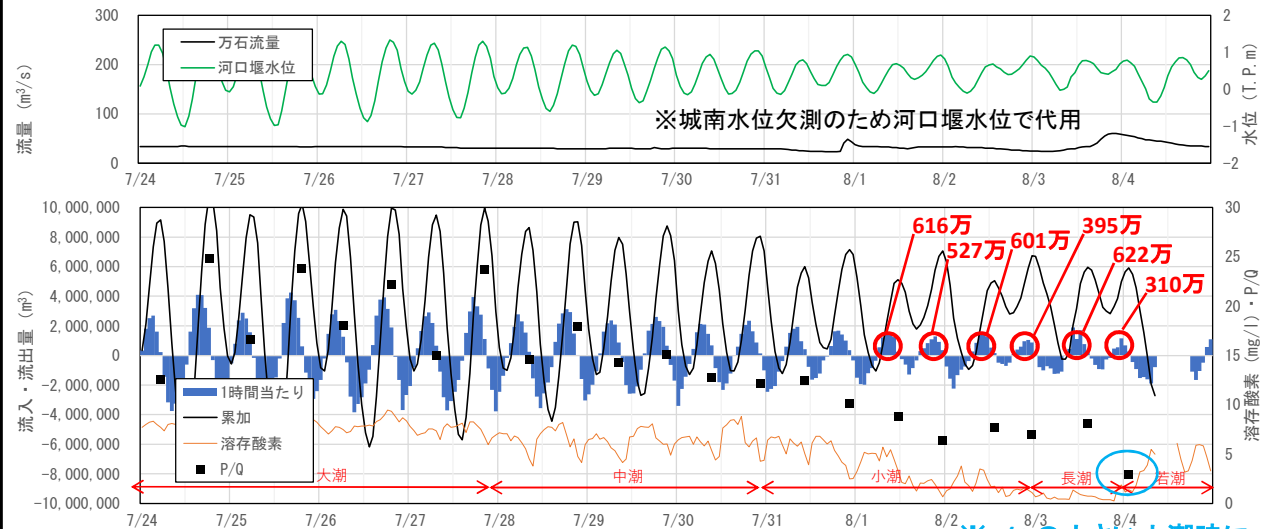
河川総流量(Q)

干潮時から満潮時にかけて流れ込む河川の総流量(m^3)

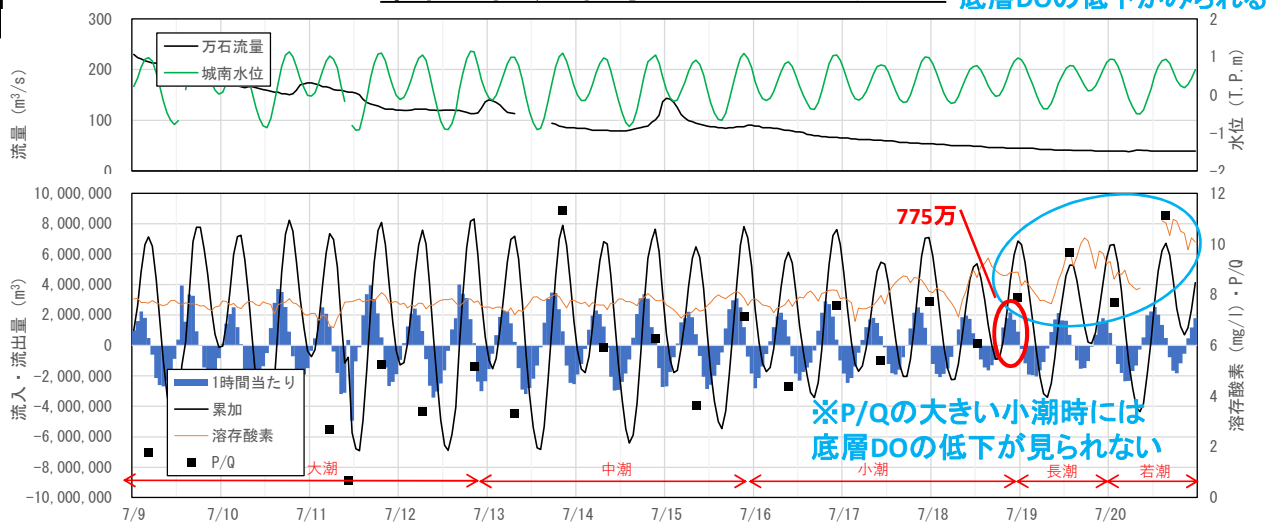


*塩水くさびの先端は東名阪揖斐長良川橋まで到達しているため、河口から東名阪揖斐長良川橋(8.0km)を対象として算定。

令和3年8月上旬のタイダルプリズム



令和3年7月中旬のタイダルプリズム



※溶存酸素: 東名阪揖斐長良川橋(8.0km)地点

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(10)

◆令和3年度の調査内容 (1)

① 揖斐川水質調査 (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。

項目	内容
測定日	令和3年5月11日(大潮)、5月15日(中潮)、6月3日(小潮)、8月2日(小潮)、8月7日(中潮)、8月11日(大潮)、9月11日(中潮)、10月7日(大潮)、10月30日(長潮)、12月7日(中潮)、12月14日(若潮) 計11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、以下0.5mピッチで河床上0.2mまで、流況は水面下0.5m、以下1.0mピッチ
測定項目	水温、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

② 揖斐川水質調査 (小潮時・大潮時調査)

・夏季の小潮・大潮時における汽水域上流部の水質(塩化物イオン濃度、溶存酸素)を把握することを目的に実施。

項目	内容
測定日	令和3年8月2日(小潮)、8/31(小潮)、9月7日(大潮)の満潮時 計3回
測定地点	揖斐川河口から8.8km地点、12.0km地点、13.4km地点、14.8km地点、15.6km地点、17.8km地点、19.2kmの範囲 計12地点
測定位置	水深は水面下0.1~河床上0.2mまで0.1mピッチ
測定項目	水温、塩化物イオン濃度、溶存酸素
測定方法	調査船より多項目水質計を用いて測定

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(11)

◆令和3年度の調査内容 (2)

① 揖斐川水質調査 (定点調査)、(小潮時・大潮時調査)

・揖斐川水質調査の測定地点を以下に示す。



凡例(調査側線)

① 揖斐川水質調査
(定点調査)

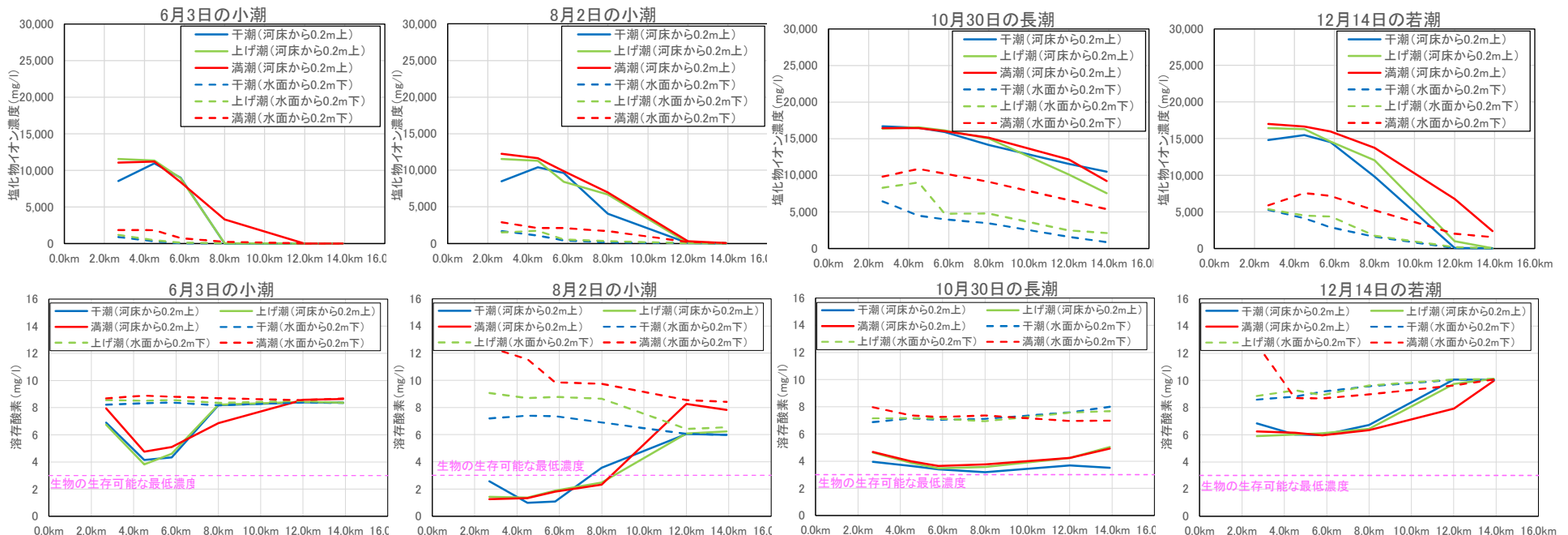
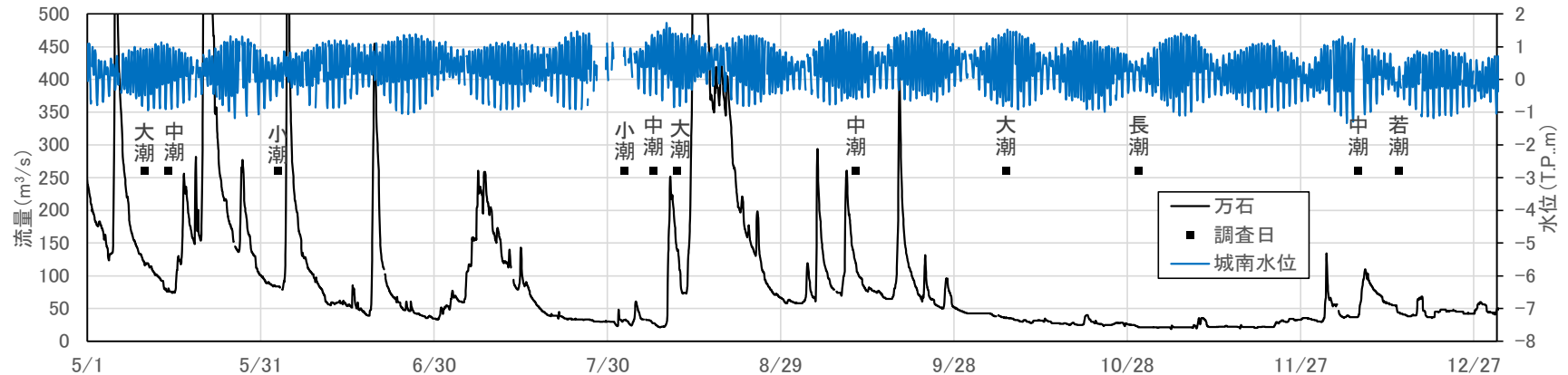
② 揖斐川水質調査
(小潮時・大潮時調査)

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(12)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査)

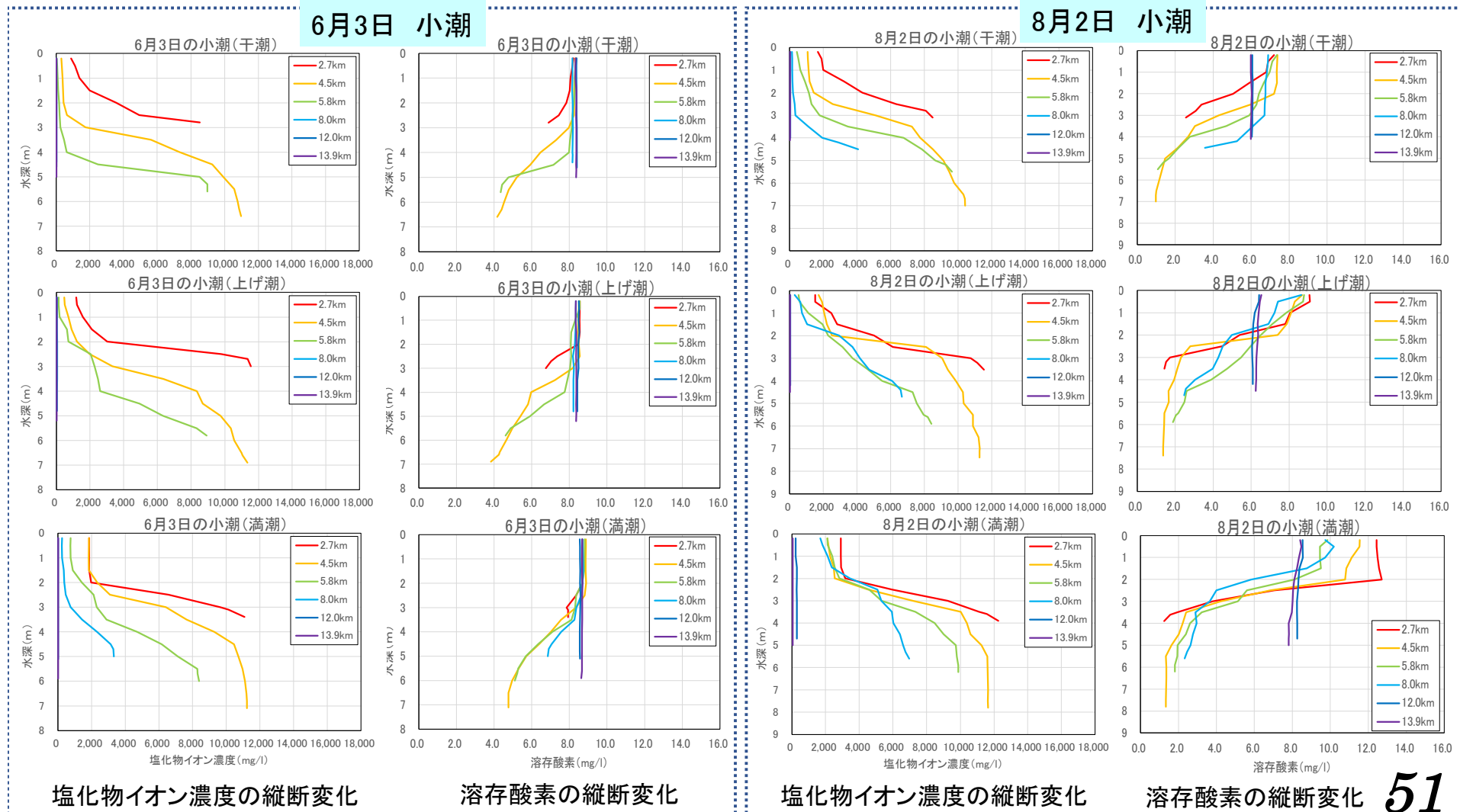
・8月2日の小潮時におけるタイダルプリズムは約395万m³と小さく、その時の河口2.7kmから8km付近までの底層(河床から0.2m上)の溶存酸素は、3mg/Lを下回る貧酸素状態であった。



3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(13)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査の内、小潮時での調査結果)

- ・6月3日、8月2日の満潮時における底層CLは、13.9km地点で100mg/Lを下回っており、塩水の遡上は河口から13km付近までであることが伺える。
- ・底層DOについては、6月3日は全域にわたり3mg/Lを下回ることはなかった。8月2日は河口2.7kmから8km付近まで3mg/Lを下回る貧酸素状態であった。



塩化物イオン濃度の縦断変化

溶存酸素の縦断変化

塩化物イオン濃度の縦断変化

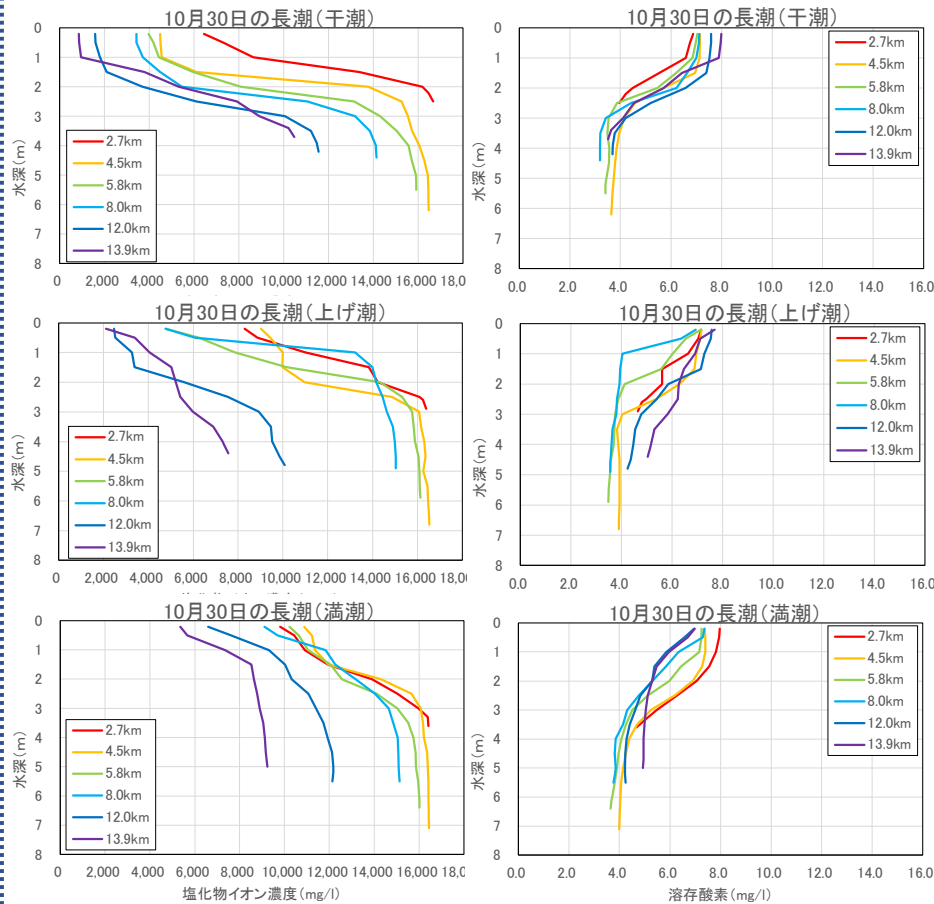
溶存酸素の縦断変化

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(14)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査の内、長潮時(10/30) 若潮(12/14)での調査結果)

- 10月30日の満潮時における13.9km地点での底層CL-は、約9,200mg/Lと高い値を観測した。
- 12月14日の満潮時における13.9km地点での底層CL-は、約2,300mg/Lと高い値を観測した。
- 底層DOについては、10月30日、12月14日とも全域にわたり3mg/Lを下回ることにはなかった。

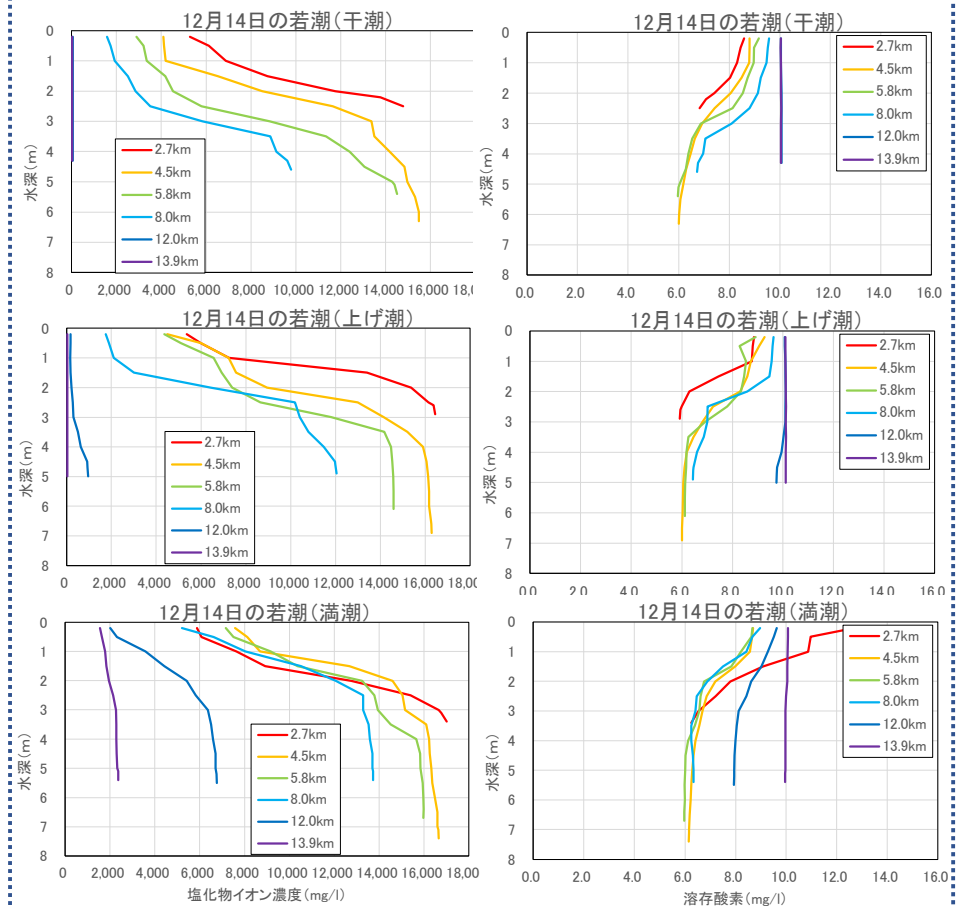
10月30日 長潮



塩化物イオン濃度の縦断変化

溶存酸素の縦断変化

12月14日 若潮



塩化物イオン濃度の縦断変化

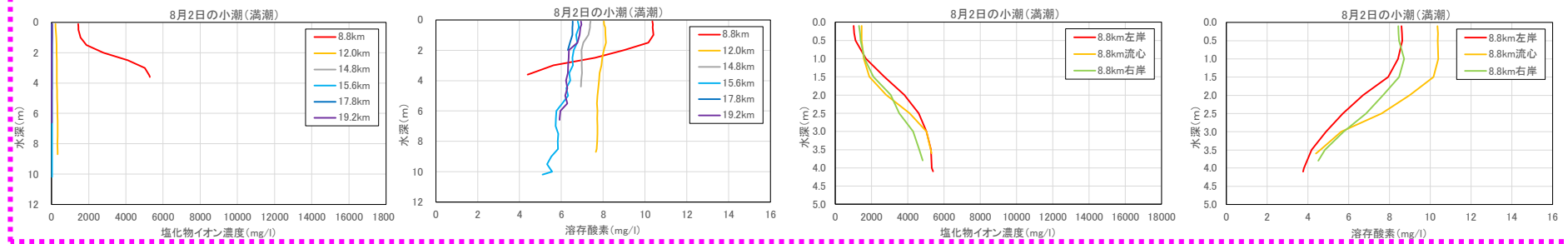
溶存酸素の縦断変化

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(15)

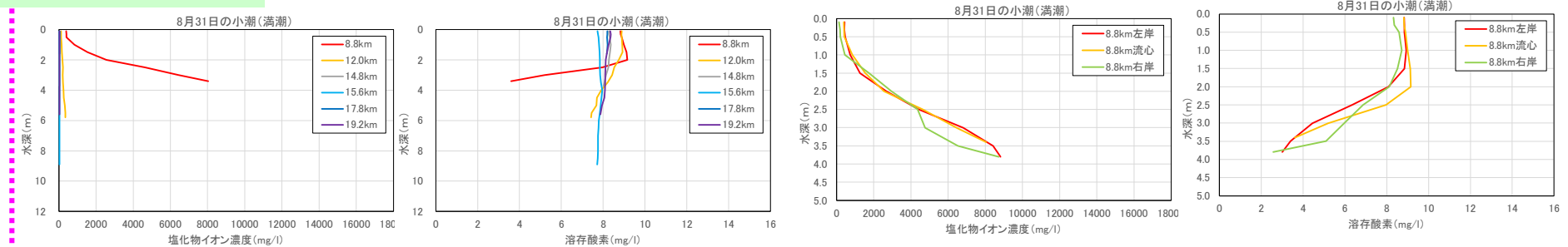
◎揖斐川水質調査結果(小潮時・大潮時での調査結果)

- 8月2日の小潮時(満潮時)における14.8km以上の底層CL⁻(流心)は、100mg/Lを下回っていた。
- 8月31日の小潮時(満潮時)における14.8km~19.2kmまでの底層CL⁻(流心)は、概ね100mg/Lであった。
- 9月7日の大潮時(満潮時)における14.8km~19.2kmまでの底層CL⁻(流心)は、概ね37mg/Lであった。
- 底層DOについては、8月2日、8月31日、9月7日とも14.8km~19.2kmまで、3mg/Lを下回ることにはなかった。

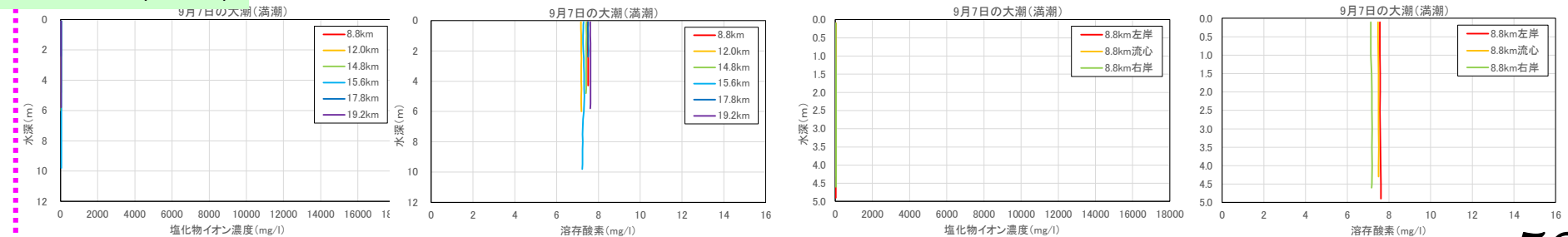
8月2日 小潮(満潮時)



8月31日 小潮(満潮時)



9月7日 大潮(満潮時)



塩化物イオン濃度の縦断変化

溶解酸素の縦断変化

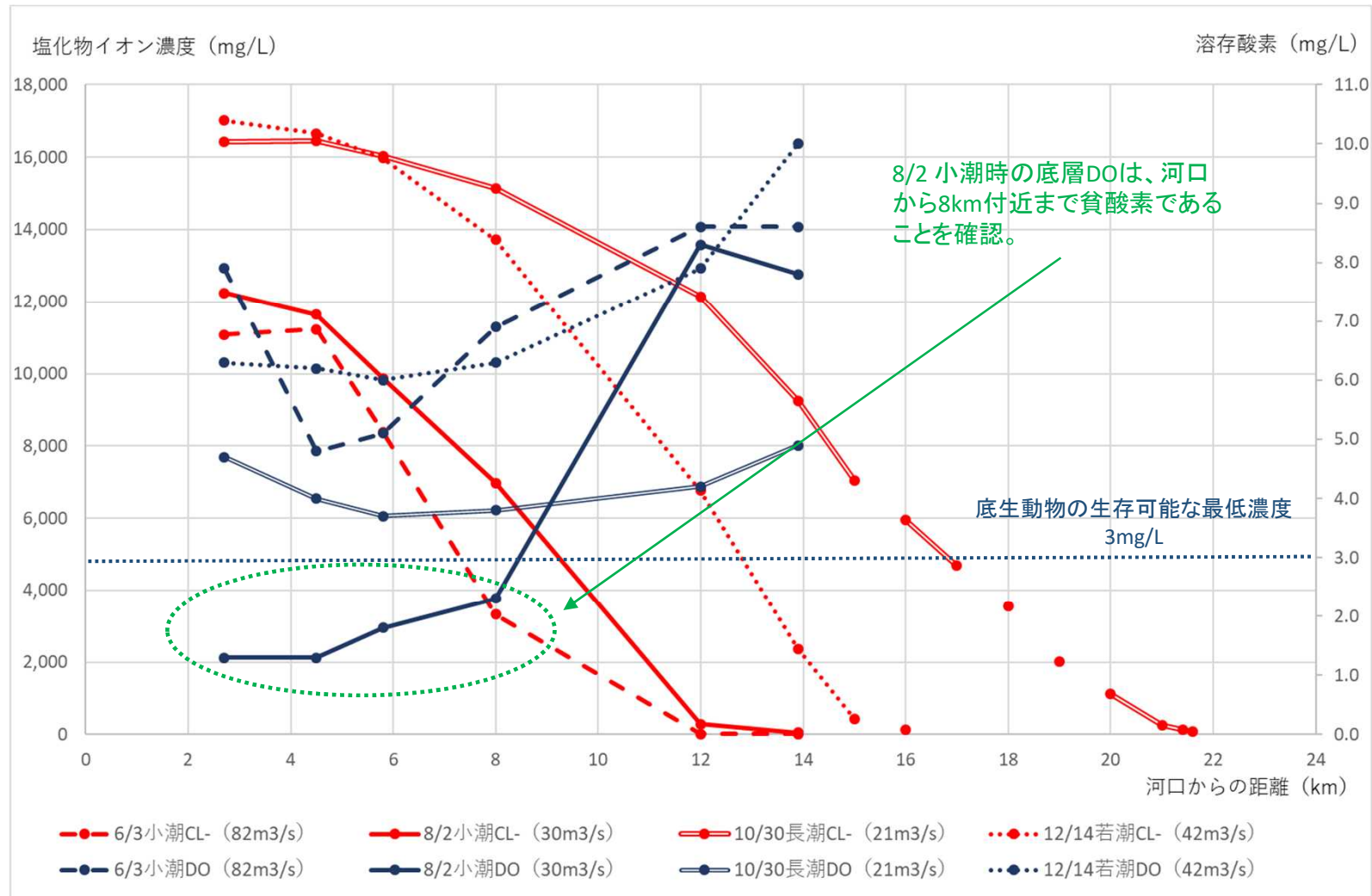
塩化物イオン濃度の横断変化

溶解酸素の横断変化

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(16)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査:小潮、長潮、若潮時調査)

•8月2日(万石流量30m³/s)の小潮時における塩化物イオン濃度は、河口から13.9km地点の底層で約54mg/Lまで低下している。底層の溶存酸素については、河口2.7kmから8.0km地点まで、3mg/Lを下回る貧酸素の状況が確認された。



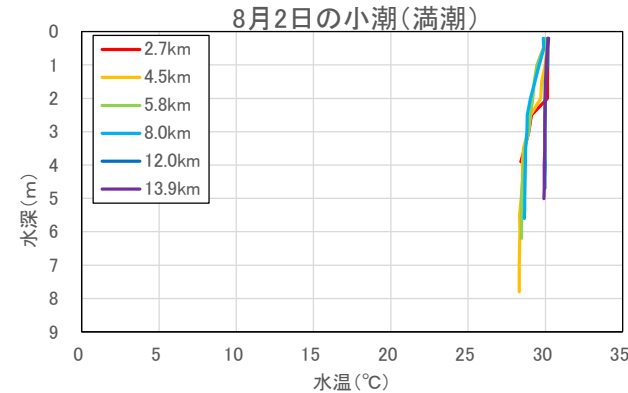
揖斐川の塩化物イオン濃度(底層)・溶存酸素(底層):小潮、長潮、若潮の満潮時 ()万石地点流量

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(17)

◎揖斐川水質調査結果(8月2日小潮満潮時)

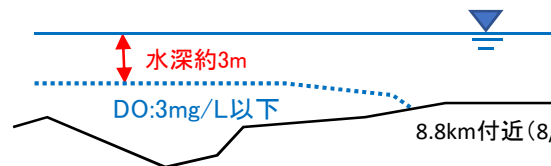
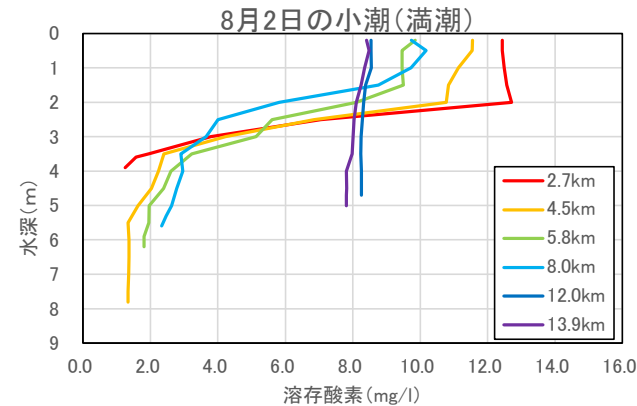
- 8月2日の小潮満潮時での水温は、河口2.7km～13.9kmまでの表層は、約30℃下層は約28℃と高い値が確認された。
- 底層の溶存酸素については、河口2.7km～8.0km付近まで連続して、水深約3m以下の水塊が3mg/Lを下回る貧酸素状態であることが確認された。

測定層 (m)	干満		満潮				
	距離	2.7km	4.5km	5.8km	8.0km	12.0km	13.9km
測定時刻		13:17	13:28	13:17	13:33	13:17	13:27
0.2		30	30	30	30	30	30
0.5		30	30	30	30	30	30
1.0		30	30	29	30	30	30
1.5		30	30	29	29	30	30
2.0		30	30	29	29	30	30
2.5		29	29	29	29	30	30
3.0		29	29	29	29	30	30
3.5		29	29	29	29	30	30
4.0			29	29	29	30	30
4.5			29	29	29		30
5.0			28	28	29		
5.5			28	28			
6.0			28				
6.5			28				
7.0			28				



小潮時の水温の鉛直および縦断分布(8月2日)

測定層 (m)	干満		満潮				
	距離	2.7km	4.5km	5.8km	8.0km	12.0km	13.9km
測定時刻		13:17	13:28	13:17	13:33	13:17	13:27
0.2		12.4	11.6	9.9	9.7	8.5	8.4
0.5		12.4	11.5	9.5	10.2	8.5	8.5
1.0		12.5	11.1	9.5	9.7	8.6	8.4
1.5		12.6	10.8	9.5	8.8	8.4	8.3
2.0		12.7	10.8	8.1	5.8	8.3	8.1
2.5		7.1	6.9	5.6	4.0	8.3	8.0
3.0		3.8	4.2	5.1	3.7	8.3	8.0
3.5		1.9	2.4	3.2	2.9	8.2	8.0
4.0			2.2	2.6	3.0	8.3	7.8
4.5			2.0	2.4	2.8		7.8
5.0			1.6	2.0	2.6		
5.5			1.3	2.0			
6.0			1.4				
6.5			1.4				
7.0			1.4				



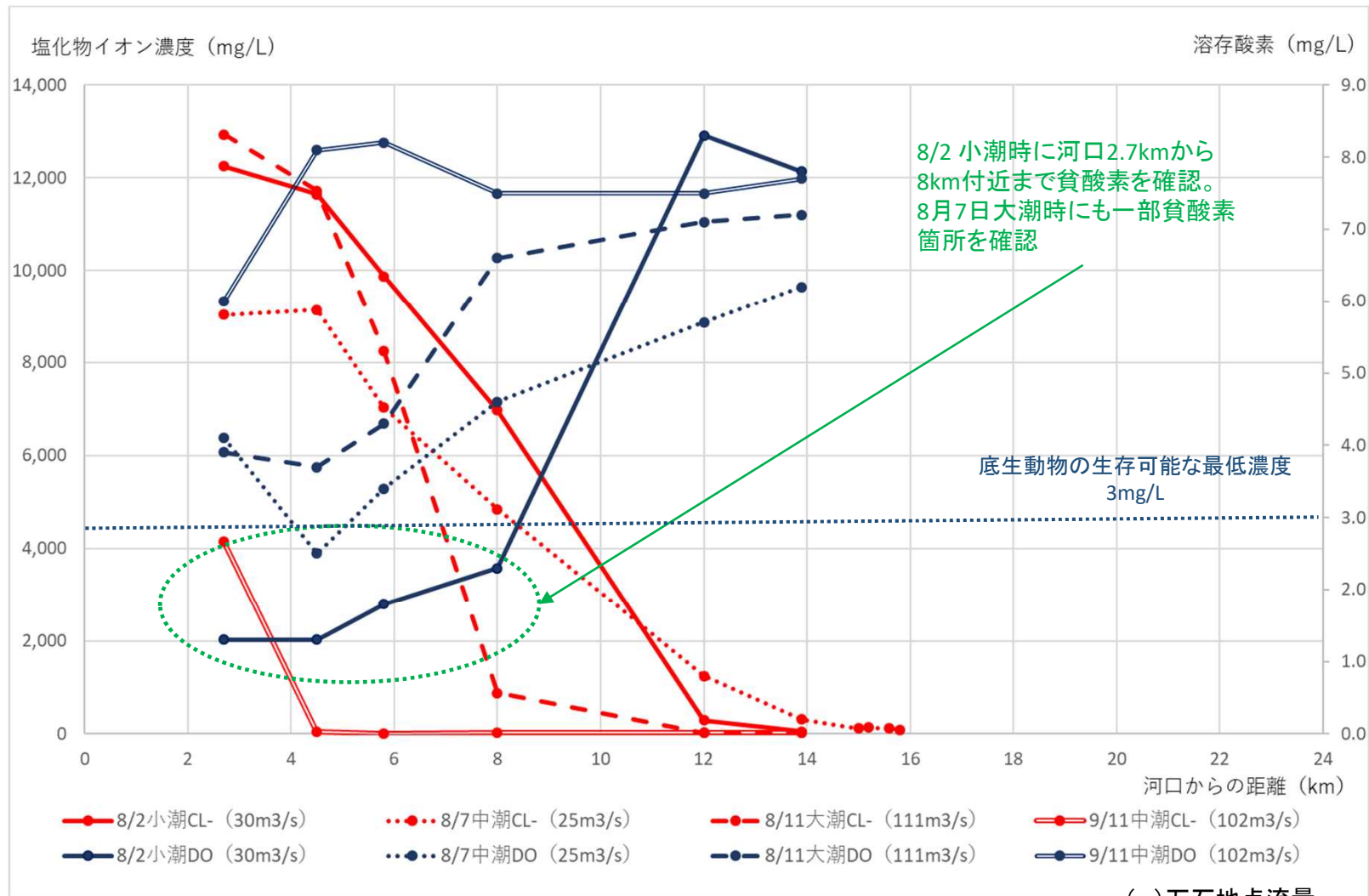
8.8km付近(8/2の小潮時調査で8.8kmの水深3m以下では、3mg/Lは確認されなかった。)

小潮時の溶存酸素の鉛直および縦断分布(8月2日)

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(18)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査:8月、9月時調査)

•8月、9月時の小潮時、中潮時、大潮時における底層の溶存酸素は、8月2日の小潮時には河口2.7kmから8km付近まで貧酸素であることを確認、8月7日の中潮時にも4.5km地点で貧酸素を確認した。それ以外の調査日では貧酸素状態は確認されなかった。

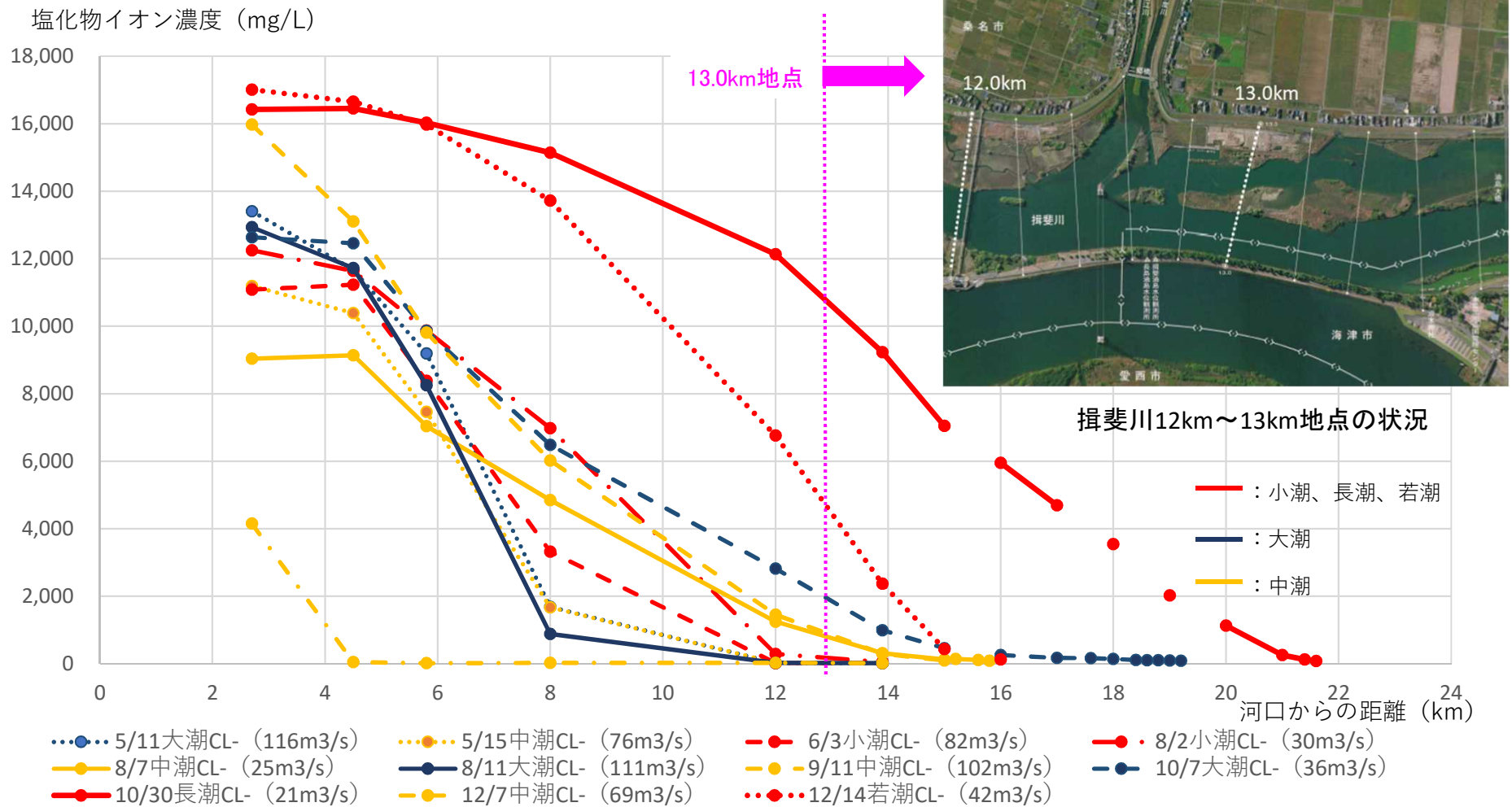


揖斐川の塩化物イオン濃度(底層)・溶存酸素(底層):8月、9月の満潮時

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(19)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査:全調査)

•10月30日(万石地点21m³/s)の長潮時における塩化物イオン濃度は、河口から13.9km地点の底層で約9,200mg/Lと非常に高く、20km地点の底層でも約1,100mg/Lと高い値が確認され、塩水が上流域まで遡上していることが確認された。



揖斐川の塩化物イオン濃度(底層):満潮時

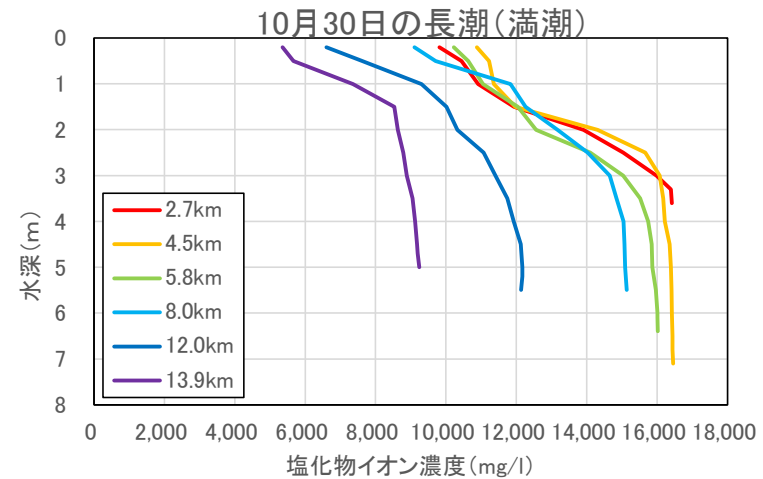
()万石地点流量

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(20)

◎揖斐川水質調査結果(定点調査)

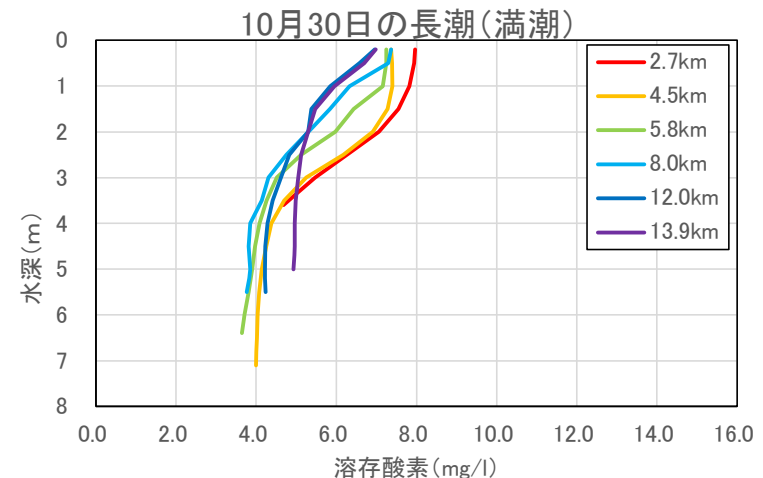
•10月30日(万石地点21m³/s)時の定点調査結果から、揖斐川では長潮付近で塩水くさびが最も発達し、さらに、河川自流が少ない場合、塩水の遡上距離がより上流まで延びる傾向にある。

干満		満潮					
距離		2.7km	4.5km	5.8km	8.0km	12.0km	13.9km
測定時刻		14:21	14:31	14:21	14:30	14:21	14:31
測定層(m)	0.2	9,814	10,877	10,224	9,106	6,598	5,353
	0.5	10,440	11,220	10,634	9,698	7,622	5,663
	1.0	10,916	11,359	11,054	11,835	9,299	7,357
	1.5	11,929	11,973	12,045	12,266	10,019	8,530
	2.0	13,905	14,304	12,565	13,174	10,324	8,635
	2.5	15,040	15,665	14,104	14,027	11,071	8,779
	3.0	15,981	16,069	15,040	14,652	11,408	8,890
	3.5		16,174	15,521	14,846	11,741	9,050
	4.0		16,219	15,748	15,045	11,923	9,122
	4.5		16,357	15,842	15,073	12,123	9,172
	5.0		16,390	15,870	15,095	12,172	
	5.5		16,412	15,964			
	6.0		16,424	16,008			
	6.5		16,440				



小潮時の塩化物イオン濃度の鉛直および縦断分布(10月30日)

干満		満潮					
距離		2.7km	4.5km	5.8km	8.0km	12.0km	13.9km
測定時刻		14:21	14:31	14:21	14:30	14:21	14:31
測定層(m)	0.2	8.0	7.4	7.3	7.4	7.0	7.0
	0.5	7.9	7.4	7.3	7.3	6.6	6.7
	1.0	7.8	7.4	7.2	6.3	5.9	6.0
	1.5	7.6	7.3	6.4	5.8	5.4	5.5
	2.0	7.1	6.9	6.0	5.3	5.3	5.3
	2.5	6.3	6.2	5.1	4.8	4.8	5.1
	3.0	5.5	5.3	4.5	4.3	4.6	5.1
	3.5		4.7	4.3	4.1	4.4	5.0
	4.0		4.4	4.1	3.9	4.3	5.0
	4.5		4.3	4.0	3.8	4.2	5.0
	5.0		4.1	3.9	3.9	4.2	
	5.5		4.1	3.8			
	6.0		4.0	3.7			
	6.5		4.0				

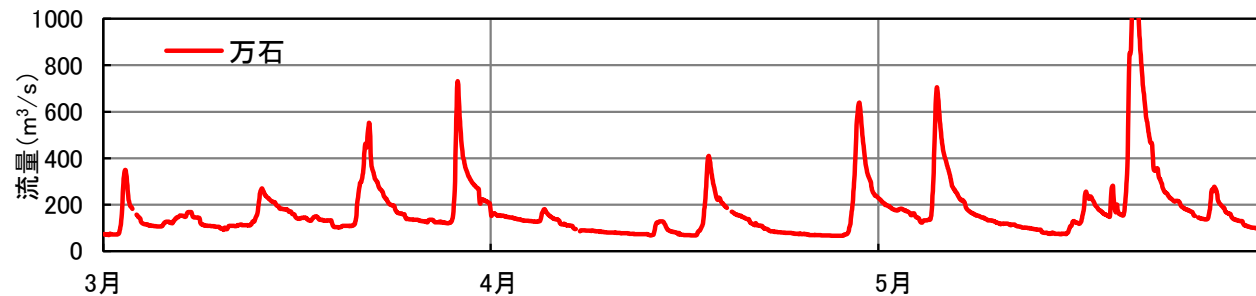


小潮時の溶存酸素の鉛直および縦断分布(10月30日)

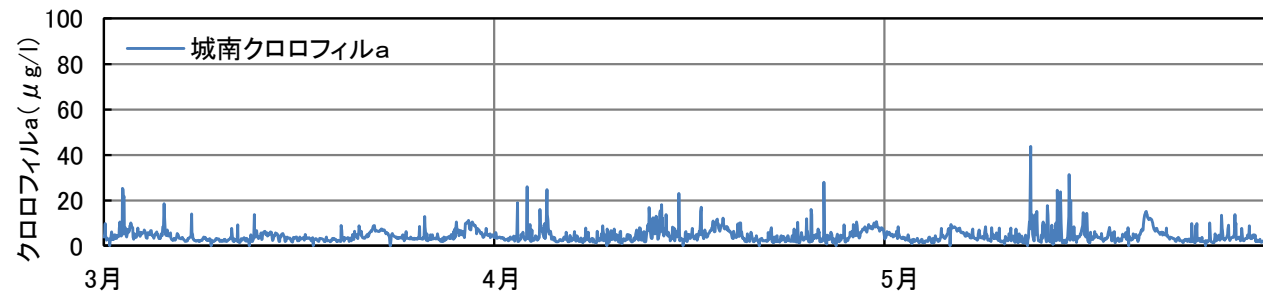
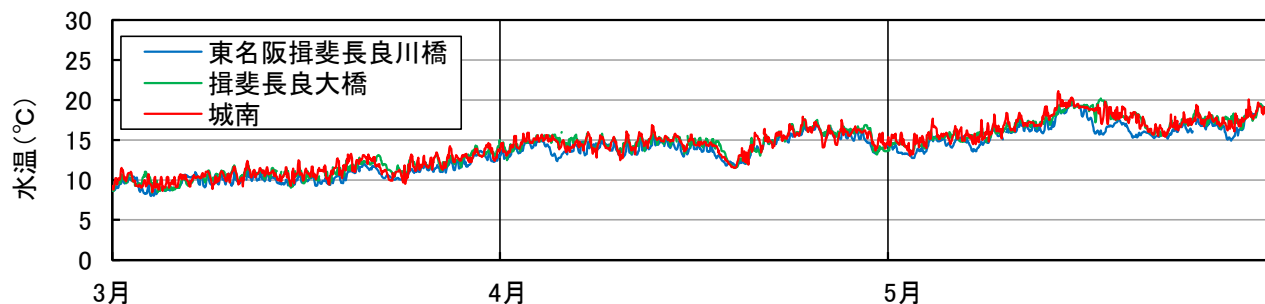
3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(21) ～赤潮～

◎揖斐川河口における赤潮発生と流量の関係

- ・令和3年3月から5月に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 μ 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。



※流量データは速報値



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	〃

令和3年春季の流量、水温、クロロフィルa量

3-2. 汽水域の底生動物の生息環境改善(22)

◆ これまでの調査・検討結果

○ 底層溶存酸素の低下抑制

- 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溶存酸素も増加する傾向がある。(万石地点150m³/s以上の流量となれば、生物生息限界(DO:3mg/L)を上回る可能性が高い。) (P43より)
- 夏場の小潮時のなかでも、タイダルプリズムPやP/Q(タイダルプリズムを河川総流量で除したもの)が小さい時に、底層DOが低下する傾向がある。(P47、P50より)
- 8月2日の小潮時(タイダルプリズムが小さい)で河川自流入の少ない状況では、底層DOが3mg/Lを下回る貧酸素水塊が河口から8.0km付近までにおいて、水深3m以下のところで連続して形成されていることが伺えた。(P54、P55より)
- 10月30日の長潮時で河川自流入の少ない状況では、河口から20km付近まで塩水が遡上し塩水くさびが発達していることを確認し、また、底層の溶存酸素については、全域にわたり3mg/Lを下回っていないことが伺えた。(P57、P58より)

○ 赤潮

- 近年、大規模な赤潮は発生していない。

◆ 課題

- タイダルプリズムの小さい小潮時において汽水域の底層DOが低下する場合、河川流量をどの程度増加することで底層DOの改善が可能か検証していく必要がある。

◆ 今後の方針(案)

- 低酸素塊の発生・滞留の有無について、揖斐川河口域の水質状況を把握する。
- 底層DOが低下する機構について、タイダルプリズムに着目した検討を引き続き実施する。
- 底層DO改善に必要な流量の精査に向け、水質シミュレーションを用いた検証(万石地点流量150m³/s以上での改善効果)について検討していく。
- 赤潮発生時にはデータを蓄積する。

3-3. 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3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。

3-4. 放流水の流達時間

◎放流水の流達時間

- ・令和3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)

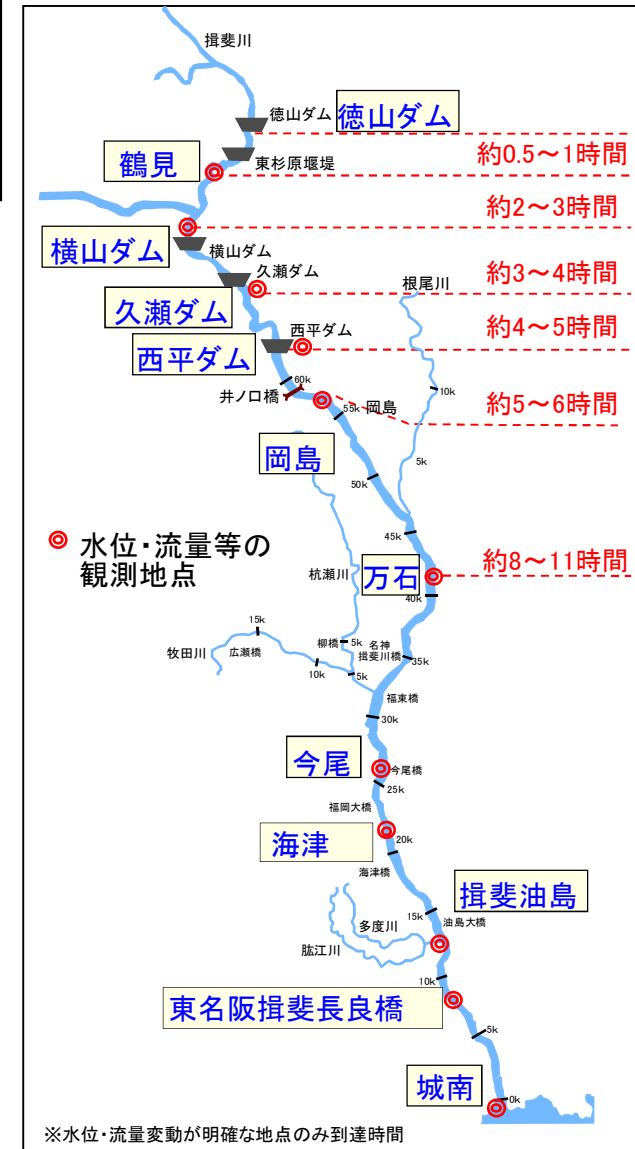
地点\年月	H25.8	H26.4	H27.9	H28.8	H30.8	R1.8	R1.9	R2.8
徳山ダム	—	—	—	—	—	—	—	—
鶴見	0.5	1	1	—	—	—	—	—
横山ダム	2.5	3	3	—	2	2.5	2.5	2.0
久瀬ダム	3	3	4	—	3	3	3	3
西平ダム	4	5	5	—	4	4.5	4	4
岡島	6(2)	6(1)	6(1)	(2)	5(1)	6(1.5)	6(2)	5.5(1.5)
万石	9(5)	10(5)	8.5(3.5)	(6)	9(5)	11(6.5)	10(6)	8(4)
増量放流 (万石地点)	31m ³ /s	44m ³ /s	5m ³ /s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



徳山ダムから各地点間までの流達時間(H25~R3)