

# 徳山ダムの弾力的な運用の試行について (案)

平成29年3月2日

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について               | 3  |
| 1- 1. 目的と進め方                        | 4  |
| 1- 2. 具体的なテーマ                       | 5  |
| 1- 3. 検討項目                          | 6  |
| 1- 4. 増量放流のパターン（イメージ）               | 8  |
| 2. 平成28年度における徳山ダムの管理および弾力的な運用の試行の概要 | 9  |
| 2- 1. 平成28年度における徳山ダムの管理の概要          | 10 |
| 2- 2. 平成28年度の弾力的な運用の試行の概要           | 12 |
| 3. 徳山ダムの弾力的な運用の試行による改善効果と影響         | 19 |
| 【改善メニュー】                            |    |
| 3- 1. ②付着藻類の剥離・更新の促進                | 20 |
| 3- 2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善              | 48 |
| 【影響メニュー】                            |    |
| 3- 3. ⑧河川全域の水温変化の影響                 | 58 |
| 3- 4. ⑪放流水の流達時間                     | 59 |
| 3- 5. まとめ                           | 60 |
| 4. 平成29年度の弾力的な運用の試行 計画（案）           | 61 |
| 4- 1. 平成29年度の弾力的な運用の試行（案）           | 62 |
| 4- 2. 平成29年度の調査内容                   | 65 |

# 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

### ■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、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

## 1-2. 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等は、「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それぞれ7項目、計14項目を設定。

| 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。<br><br>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。 |
| 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。  | 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ないか。  |
| 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。   | 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。   |
| 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。   | 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。   |
| 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。<br><br>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。  |

# 1-3. 検討項目 —改善メニュー—

## 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

| テーマ              | 仮説内容                                      | 検証結果   | 今後の予定  |
|------------------|---|--|--|
| ②付着藻類の剥離・更新の促進   | 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。       | 増量放流・自然出水による剥離、その後の更新に関する関係把握が不十分                  | 中流部(井ノ口橋地点、粕川合流点上流)を重点的に調査し、増量放流・自然出水による剥離・更新に関する関係把握に努める                        |
| ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善 | 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。 | 既存の観測データの整理をしているが、夏期小潮時の増量放流が未実施のため仮説の検証までには至っていない | ・8月から9月の小潮時における増量放流・自然出水による底層DO改善効果の把握に努める<br>・赤潮発生時における河川流量等の関係についてデータ整理・分析を行う。 |

## 弾力運用による効果の調査項目からは除外するが、継続的に見ていく項目

| テーマ                    | 仮説内容                           | 検証結果               | 今後の予定              |
|------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| ④攪乱域に生息する植物の再生促進       | 河岸冠水頻度の変化が貴重な植物の生育促進効果に寄与する。   | 生育促進の関係は簡単には分からない  | 当面は、河川水辺の国勢調査結果を活用 |
| ③淵や淀み、ワンド内の水循環、一時水域の保持 | 増量放流により淵や淀み等において一定の掃流・攪乱効果がある。 | 増量放流によりワンド内流水が循環する | 情報収集               |

## 維持流量確保により改善された項目

| テーマ            | 仮説内容   | 検証結果   | 今後の予定                 |
|----------------|--|--|-----------------------|
| ①水質改善の促進       | 横山ダムからの放流水質(濁度)を10度程度まで低減させるためには相当量のダム希釈水量が必要  | 徳山ダム連携操作により、横山ダム放流の濁水長期化は低減されている                       | 情報収集(横山ダムフォローアップ調査結果) |
| ⑤落ちアユ・仔アユの降下支援 | 岡島頭首工において増量放流時にゲート操作(底部開)をすることで落ちアユの降下支援が可能。また万石20m <sup>3</sup> /sを維持できれば、仔アユの降下に支障はない。 | 岡島頭首工のゲート操作及び万石20m <sup>3</sup> /s程度の流量で魚道等の通水を確認している。 | 情報収集                  |
| 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)   | 床固の魚道等には流水が確保  | 情報収集                  |

## 1-3. 検討項目 —影響メニュー—

### 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

| テーマ           | 仮説内容  | 検証結果                | 今後の予定              |
|---------------|---|---------------------|--------------------|
| ⑧河川全域の水温変化の影響 | 水温成層が発達しない春先・秋口に100m <sup>3</sup> /s程度の取水を行う場合、ダム放流水温が流入水温以下となり下流河川水温が低下する。春季～夏季の増量放流では下流河道での熱輻射による温度上昇が期待できず河川水温が低下する。 | わずかな水温低下が上流区間において発生 | 影響が生じる区間の把握が必要     |
| ⑪放流水の到達時間     | 増量放流時の下流到達時間の把握に努める   | 5回の増量放流における到達時間を把握  | より多くの増量放流機会での把握が必要 |

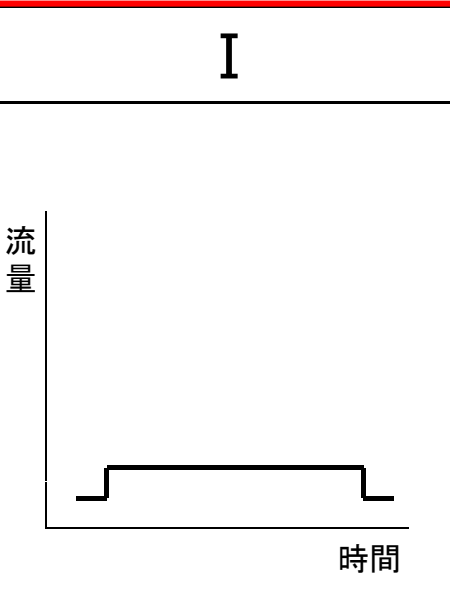
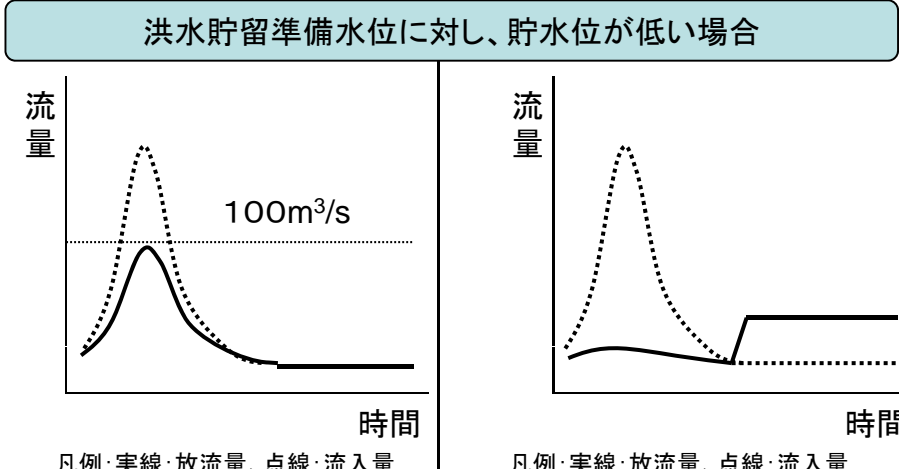
### 既存調査を活用して弾力運用による影響を把握する項目

| テーマ                   | 仮説内容   | 検証結果   | 今後の予定                 |
|-----------------------|--|--|-----------------------|
| ⑨河床変動による河床形態の改変の可能性   | 100m <sup>3</sup> /s以下の増量放流では、上流～中流域にかけて活発な河床変動は生じない。      | 増量放流程度(岡島100m <sup>3</sup> /s以下)では河床材料(着色礫)の移動は小さい | 情報収集                  |
| ⑩中州で繁殖する鳥類の卵や雛の流出の可能性 | 100m <sup>3</sup> /s以下の出水で冠水する砂州にコアジサシ等が営巣した場合、繁殖する可能性は低い。 | H17以降揖斐川砂州ではコアジサシの営巣・産卵は確認されていない                   | 河川水辺の国勢調査結果を活用        |
| ⑫魚類等の生息状況の変化          | (各地点の魚類相等の把握に努める)  | 過去の水国調査(H20、26)において魚類相の変化は確認されない                   | 河川水辺の国勢調査結果を活用        |
| ⑬ノリ漁場等への影響            | (ノリの成長期における増量放流による塩分濃度の変化の把握に努める)                          | ノリの成長期(10月～翌3月)における増量放流は実施しない                      | 出水時の観測データにて状況の把握に努める。 |
| ⑭ヤナへの影響               | (増量放流によるヤナの構造破損に留意する)                                      | ヤナの破損は確認していない                                      | 情報収集                  |

# 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。

《 2つの運用方法・4つのパターンを想定 》

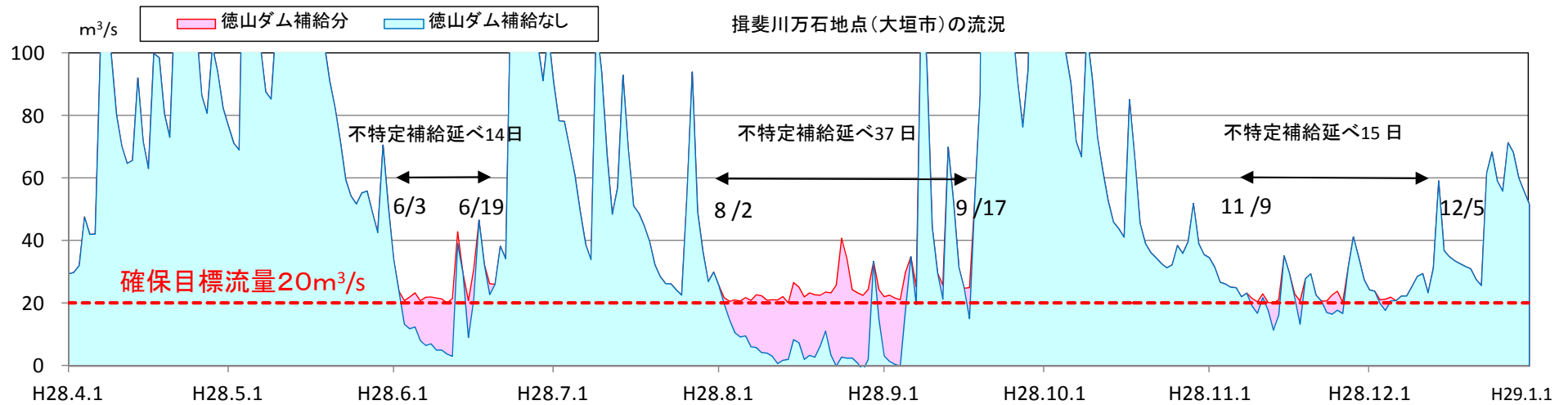
| 貯留水を放流する運用   |                                    | 中・小出水に合わせて放流する運用  |                                   |
|--|------------------------------------|---|-----------------------------------|
| I  | II                                 | III   | IV                                |
|  |                                    | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">洪水貯留準備水位に対し、貯水位が低い場合</div>  |                                   |
| 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<br><中>  | 河川利用への影響<br><大>                    | 河川利用への影響<br><小>   | 河川利用への影響<br><中>                   |



## 2. 平成28年度における徳山ダム<sup>①</sup>の管理 及び弾力的な運用の試行の概要

## 2-1. 平成28年度における徳山ダムの管理(不特定補給の実績)の概要

徳山ダムは、動植物の生息・生育等の河川環境を改善するため、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)の流量を確保するため、平成28年度においては、徳山ダムから延べ66日間、約6,260万 $\text{m}^3$ (速報値)の補給を実施。



揖斐川平野庄橋地点(神戸町・大野町)



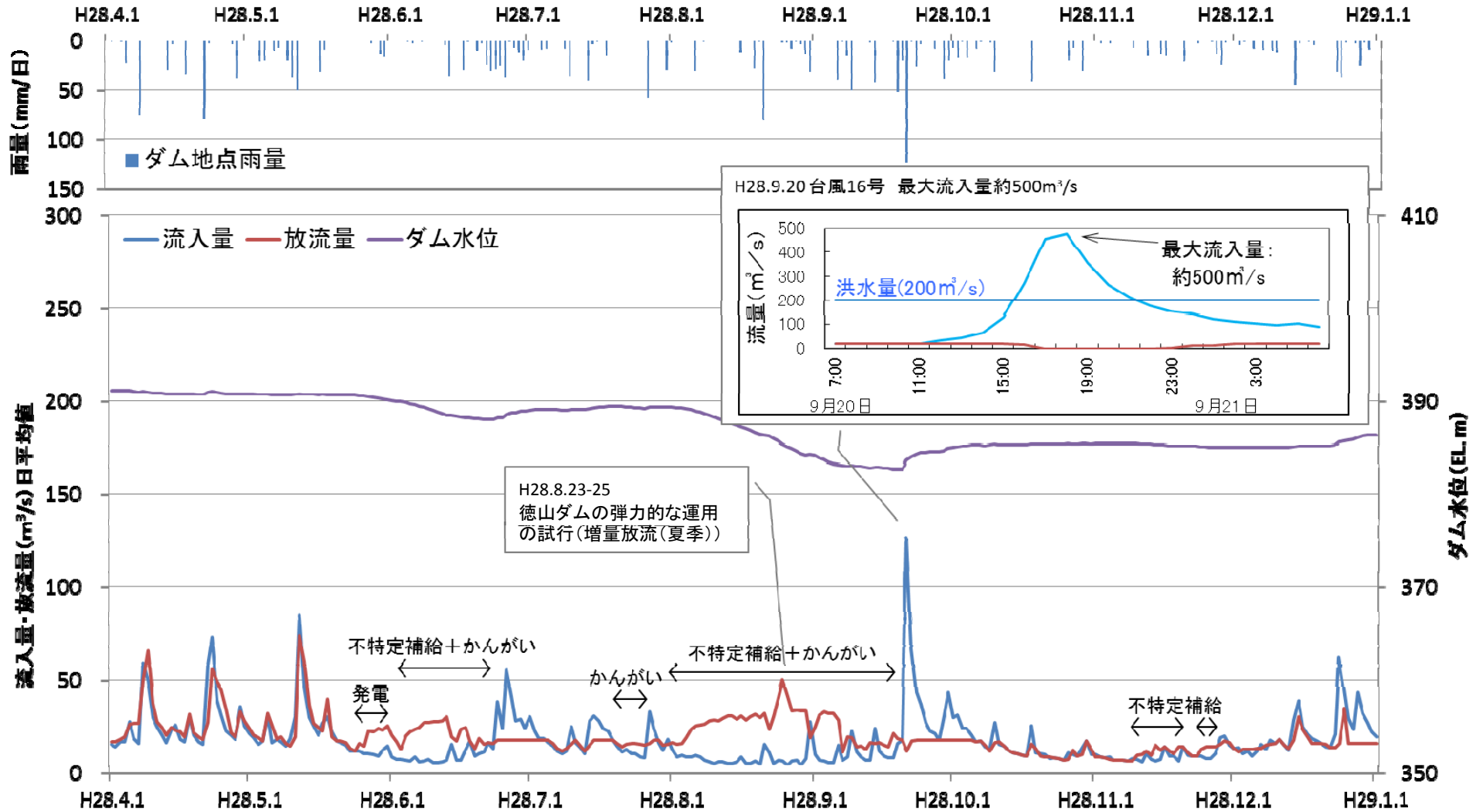
根尾川藪川橋地点(本巣市・大野町)



## 2-1. 平成28年度における徳山ダム管理(防災操作の実績)の概要

○徳山ダムは、平成28年度に洪水量 $200\text{m}^3/\text{s}$ を超える防災操作(洪水調節)を1回実施。

平成28年 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。

注) 発電とは、徳山水力発電所にて発電を行うため徳山ダムの発電専用容量に貯留した水を放流したものである。

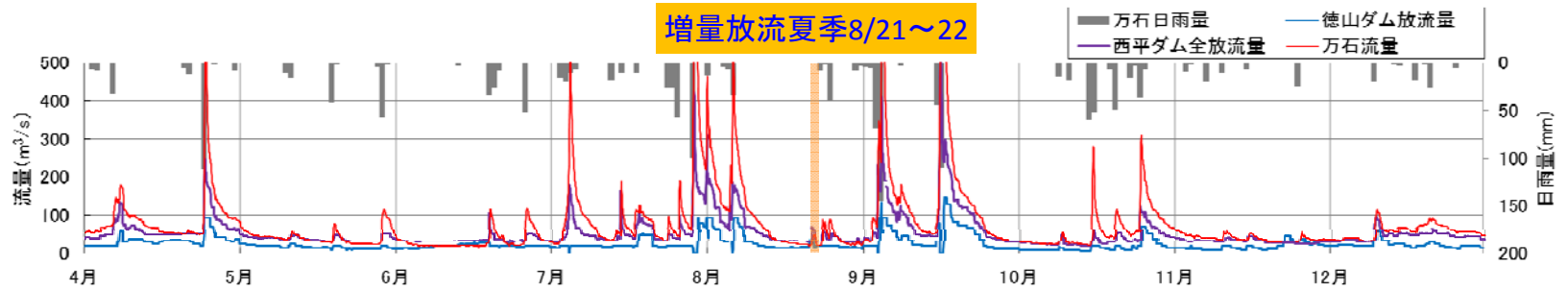
注) かんがいとは、揖斐川沿川のかんがい用水への補給のために徳山ダムに貯留した水を放流したものである。



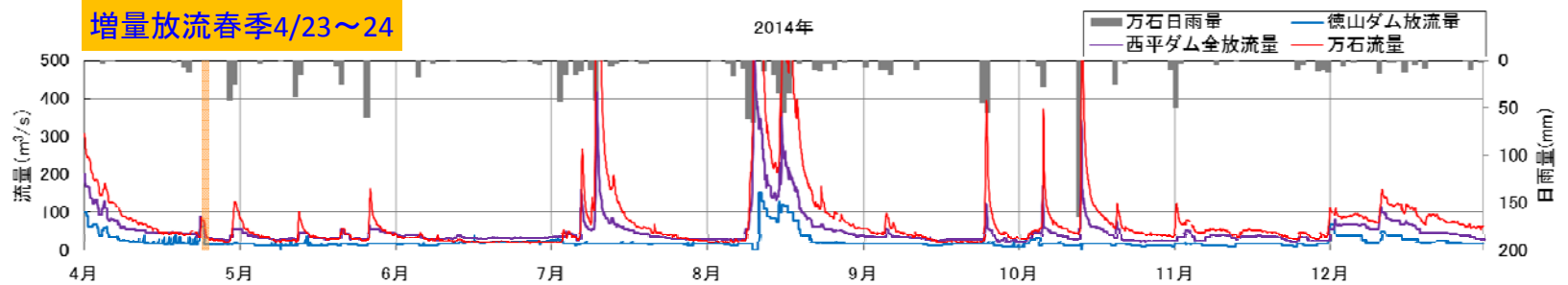
## 2-2. 平成28年度の弾力的な運用の試行の概要(2)

### ◎H25～28年度の河川流況

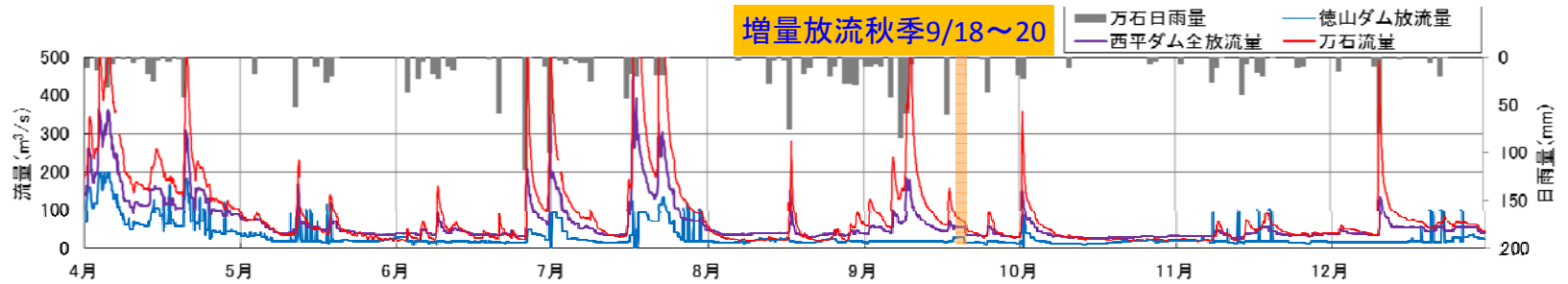
H25



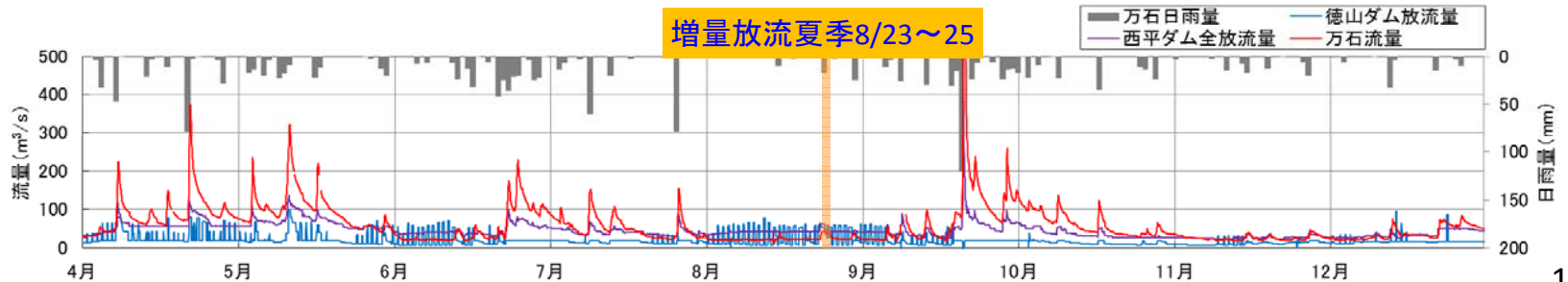
H26



H27



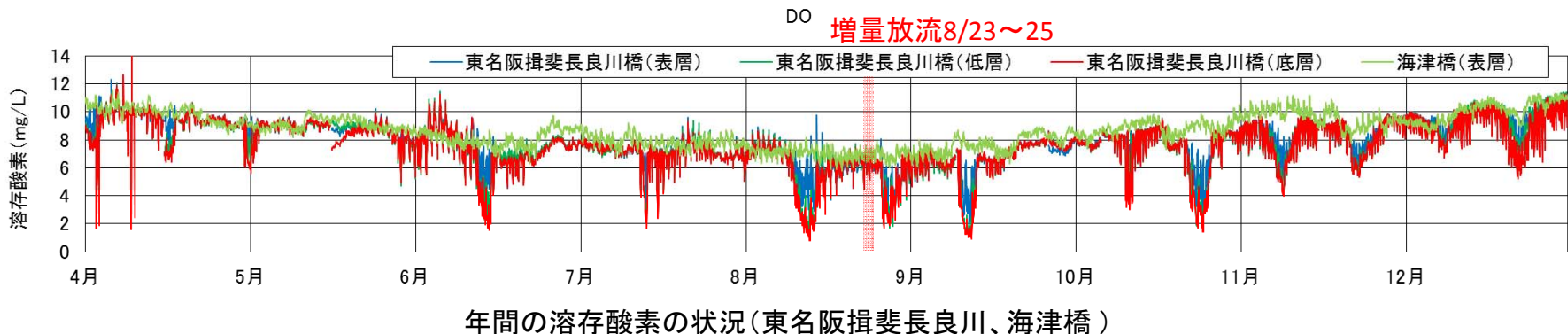
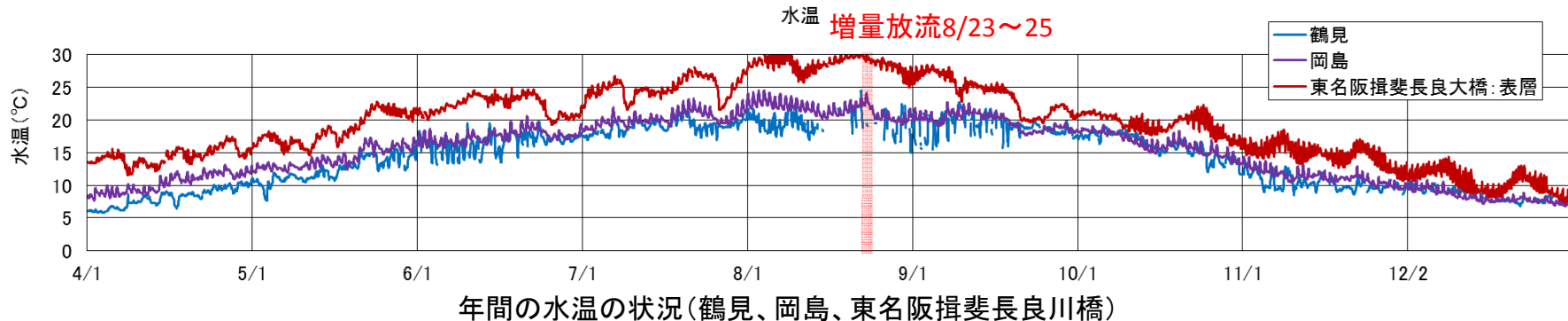
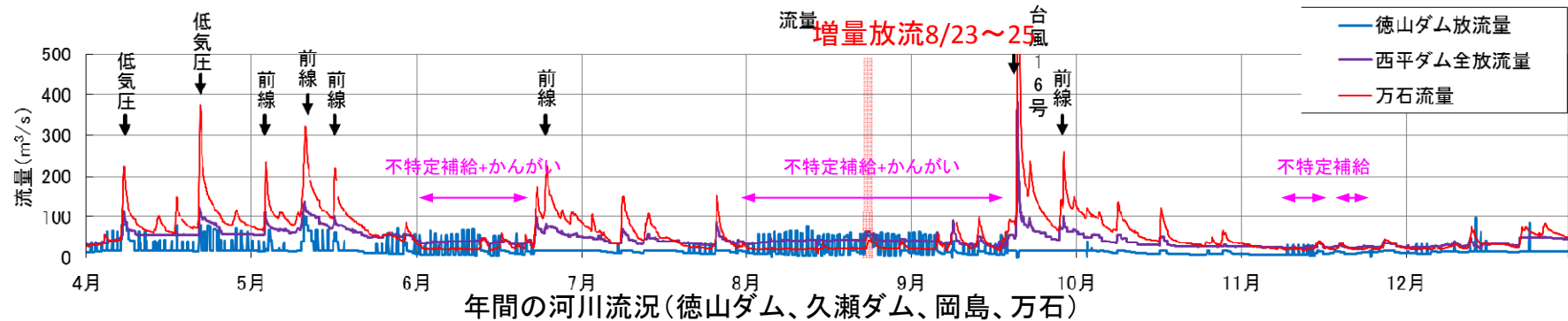
H28



## 2-2. 平成28年度の弾力的な運用の試行の概要(3)

### ◎流況・水質等概況

- ・平成28年は7月から9月中旬まで大きな出水がなく、流量が減少したため、不特定補給が長期間行われた。
- ・また、6月から8月にかけては出水による水温の低下がほとんどなく、高い状態で推移した。
- ・出水のなかった6月中旬、8月中旬に溶存酸素が低い期間があった。



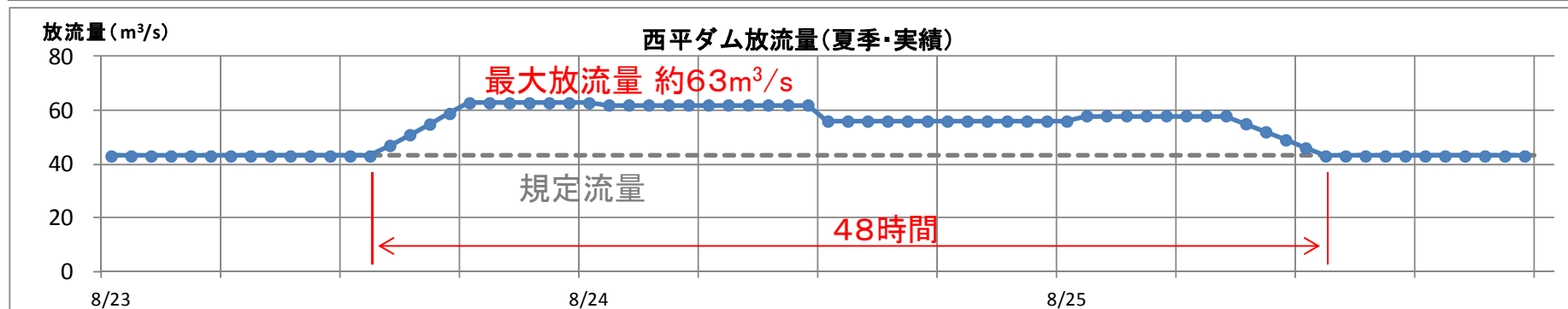
## 2-2. 平成28年度の弾力的な試験運用の概要(4)

### □ 実施概要(夏季)

西平ダムからの増量放流実施期間:平成28年8月23日 13:00 ~ 8月25日 13:00 (48時間)

放流量 : 約55~63m<sup>3</sup>/s 【増量分 : 約12~20m<sup>3</sup>/s】

(増量放流時の万石地点流量: 60m<sup>3</sup>/s程度 )



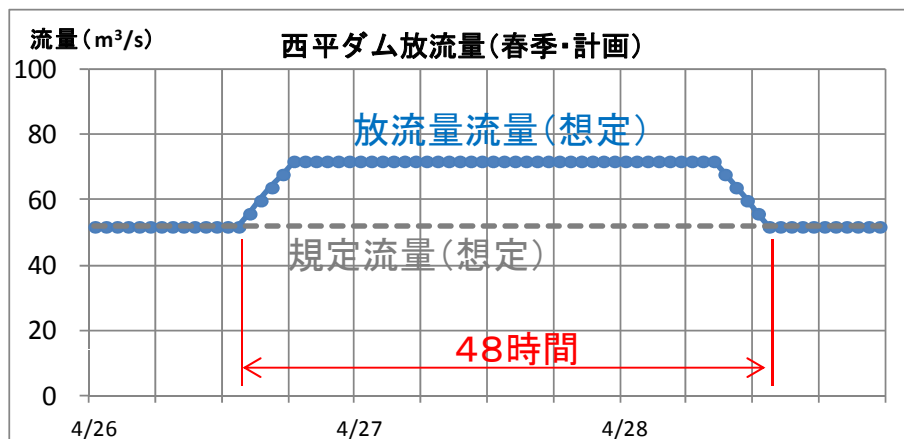
### □ 計画概要(春季)

※出水により未実施

西平ダムからの増量放流実施期間:

平成28年4月26日 13:00 ~ 4月28日 13:00 (48時間)

【 増量放流時の万石地点流量: 100m<sup>3</sup>/s程度 】



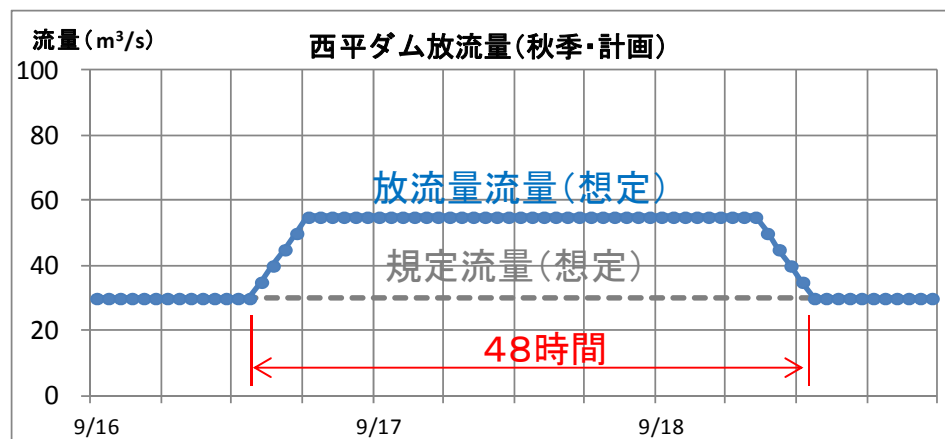
### □ 計画概要(秋季)

※近日の降雨等により万石地点の流況の

西平ダムからの増量放流実施期間: 改善が見込まれたため未実施

平成29年9月16日 ~ 9月18日 (48時間)

【 増量放流時の万石地点流量: 60~100m<sup>3</sup>/s程度 】



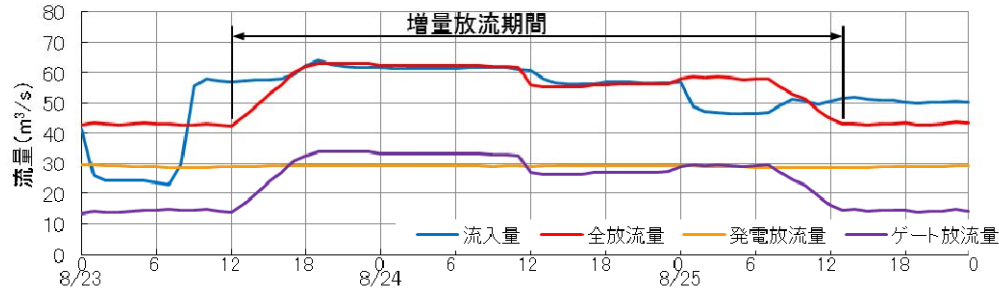


## 2-2. 平成28年度の弾力的な運用の試行の概要(5)

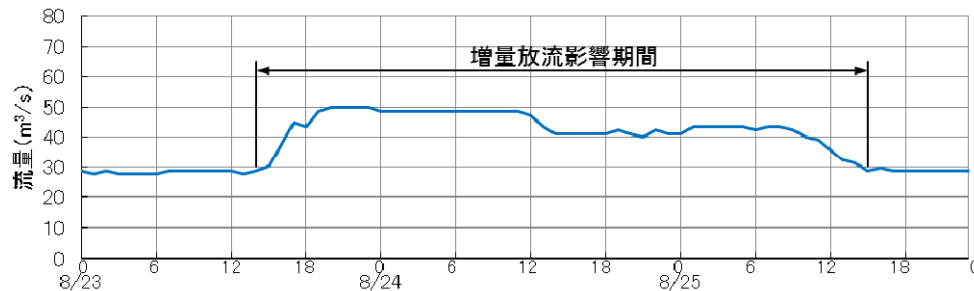
### □ 放流実績(夏季)

- ・西平ダムからの放流は最大約 $63\text{m}^3/\text{s}$ (増量分約 $20\text{m}^3/\text{s}$ )
- ・岡島地点における流量は最大約 $50\text{m}^3/\text{s}$ (増量分約 $21\text{m}^3/\text{s}$ )
- ・万石地点における流量は最大約 $46\text{m}^3/\text{s}$ (増量分約 $23\text{m}^3/\text{s}$ )

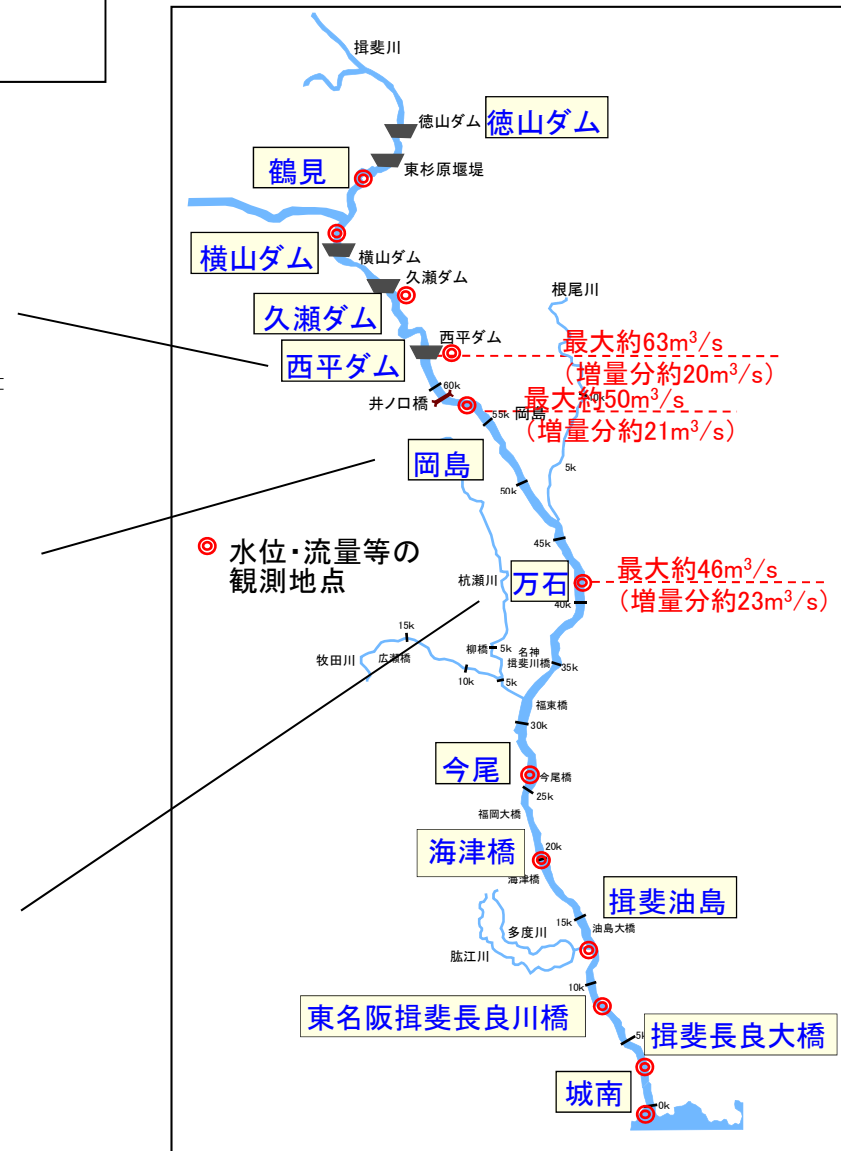
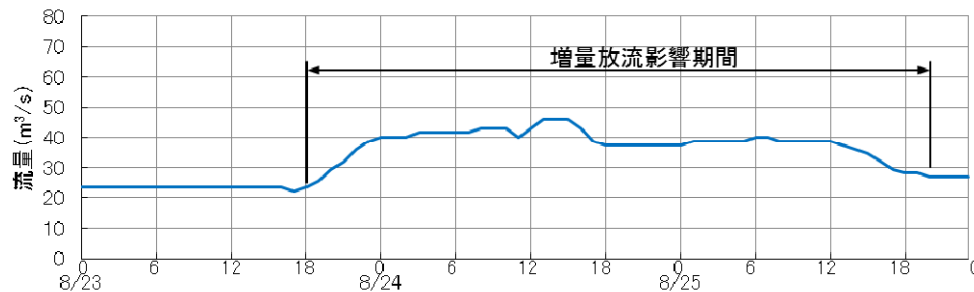
西平ダム



岡島



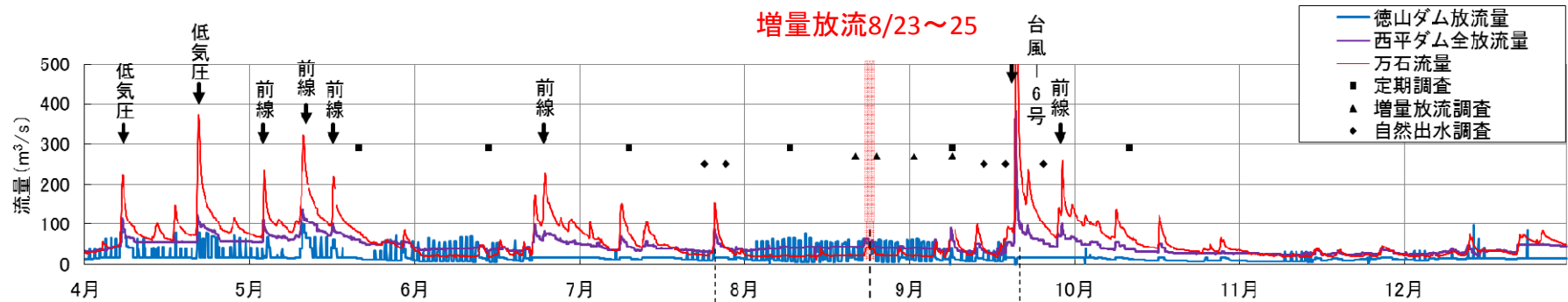
万石





## 2-2. 平成28年度の弾力的な運用の試行の概要(6)

- 付着藻類調査は、定期として5月から12月の毎月、増量放流前後、自然出水前後に実施した。
- 汽水域の環境および水温変化に関する調査は自動観測データを用いた。

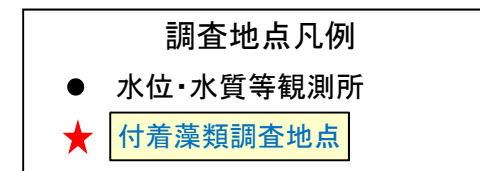


### 物理環境変化に伴う主な調査及び時期

| 調査項目                      | 4月            | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|---------------------------|---------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 増量放流<br>自然出水              |               |    |    | ☆  | ★  | ☆  |     |     |     |
| ②付着藻類【種別細胞数、クロロフィルa、強熱減量】 |               |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 定期                        |               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○   | ○   | ○   |
| 増量放流前後                    |               |    |    |    | ○  | ○  | ○   |     |     |
| 自然出水前後                    |               |    |    | ○  | ○  | ○  | ○   |     |     |
| ⑥汽水域の環境<br>⑧水温変化          | ← 水位・流量、水質等 → |    |    |    |    |    |     |     |     |

※付着藻類の定期調査は付着藻類の年間特性を把握するために実施

## 2-2. 平成28年度の弾力的な運用の試行の概要(7)



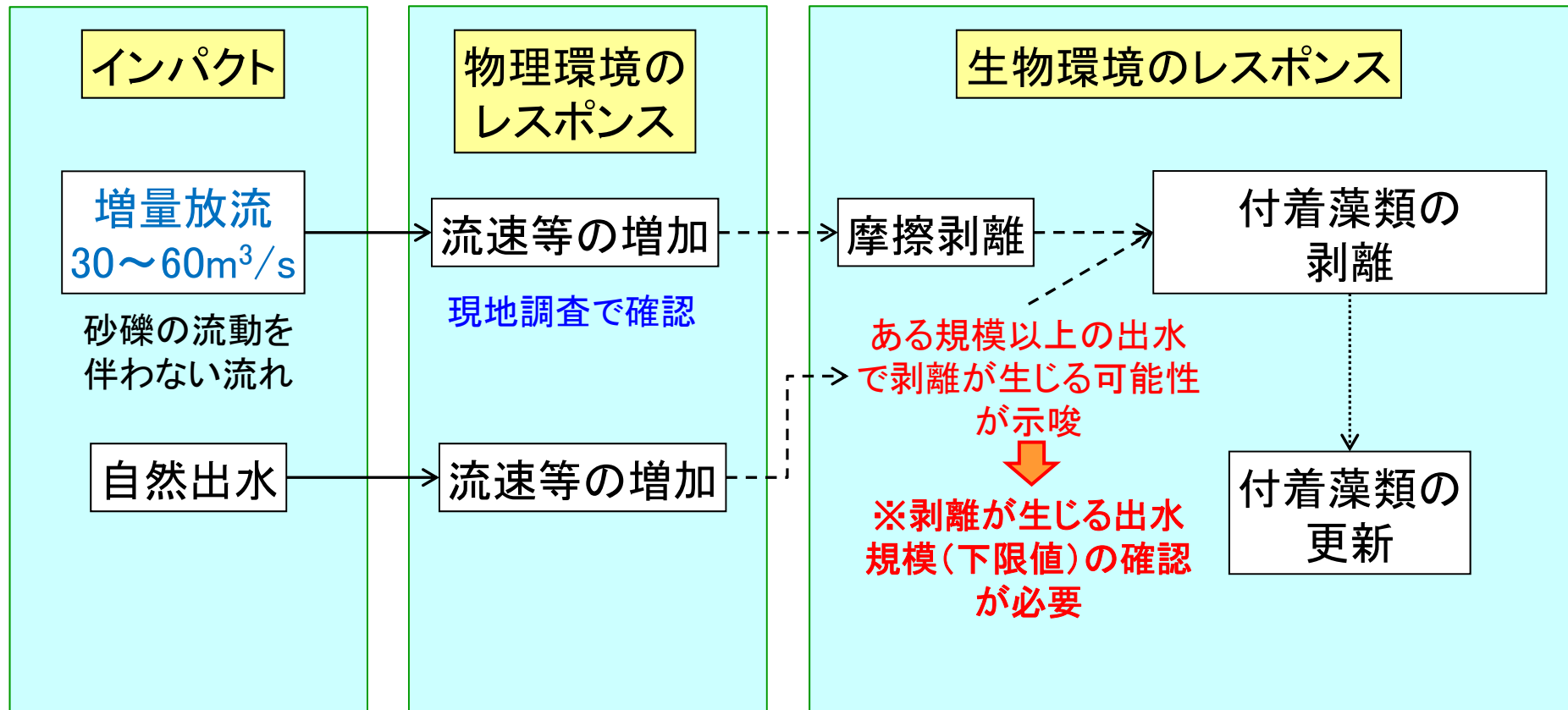
### 3. 徳山ダムの弾力的な運用の試行による 改善効果と影響

### 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(1) - 仮説の検証 -

平成28年2月  
第6回検討会資料

#### ◎第3回検討会における仮説の検証

- ・増量放流では、河道砂礫の流動を伴わない流れによる付着藻類の明確な(摩擦)剥離は確認できない。自然出水では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には今後のデータ蓄積が必要。
- ・剥離後の付着藻類の増加(更新)現象についても同様に今後のデータの蓄積が必要。



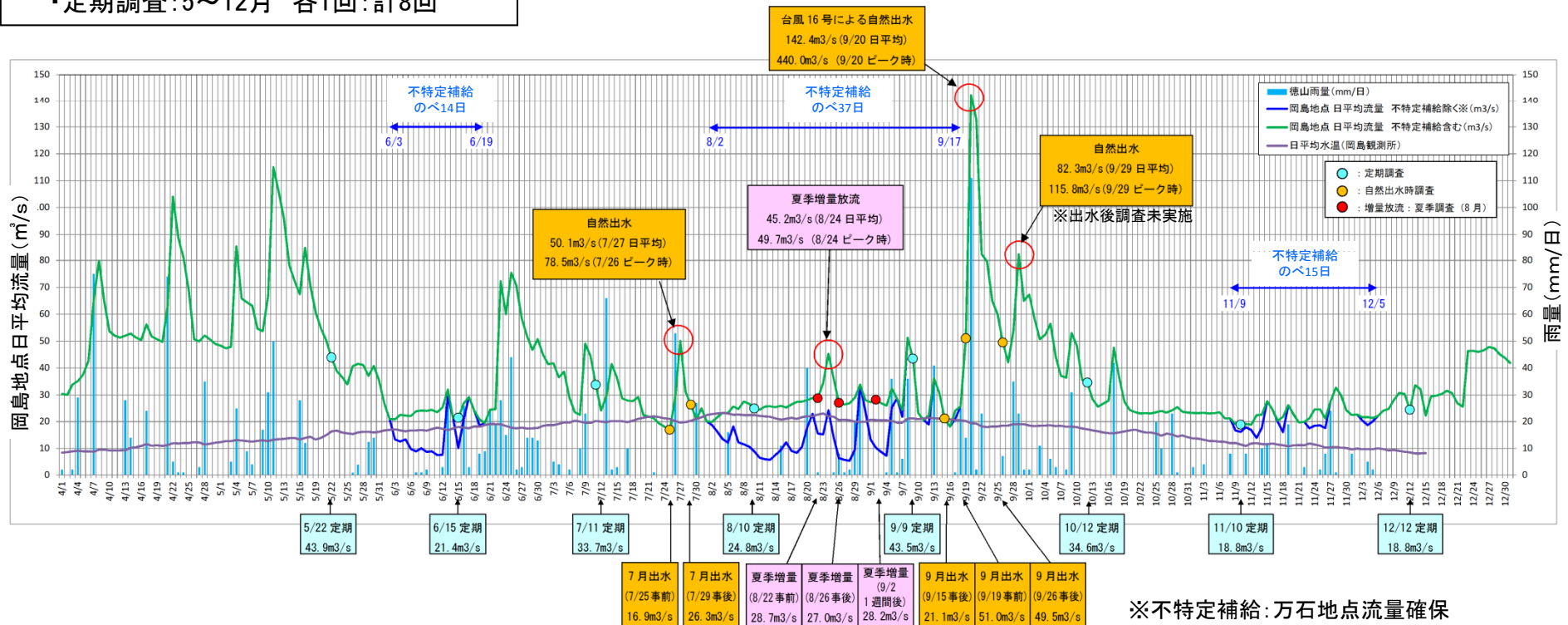
# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(2)

## ◎平成28年度の付着藻類調査の実施状況

- ・平成28年度における増量放流は、春季4月下旬、夏季8月頃、秋季9月下旬頃を予定していたが、夏季8月のみの実施となった。
- ・自然出水時の調査は、7月、9月の2洪水において行った。
- ・なお、5月～12月に各1回:計8回の定期調査を実施している。

### 【調査実施状況】

- ・増量放流: 夏季調査(8月)
- ・自然出水時調査: 7月1出水、9月1出水
- ・定期調査: 5~12月 各1回:計8回

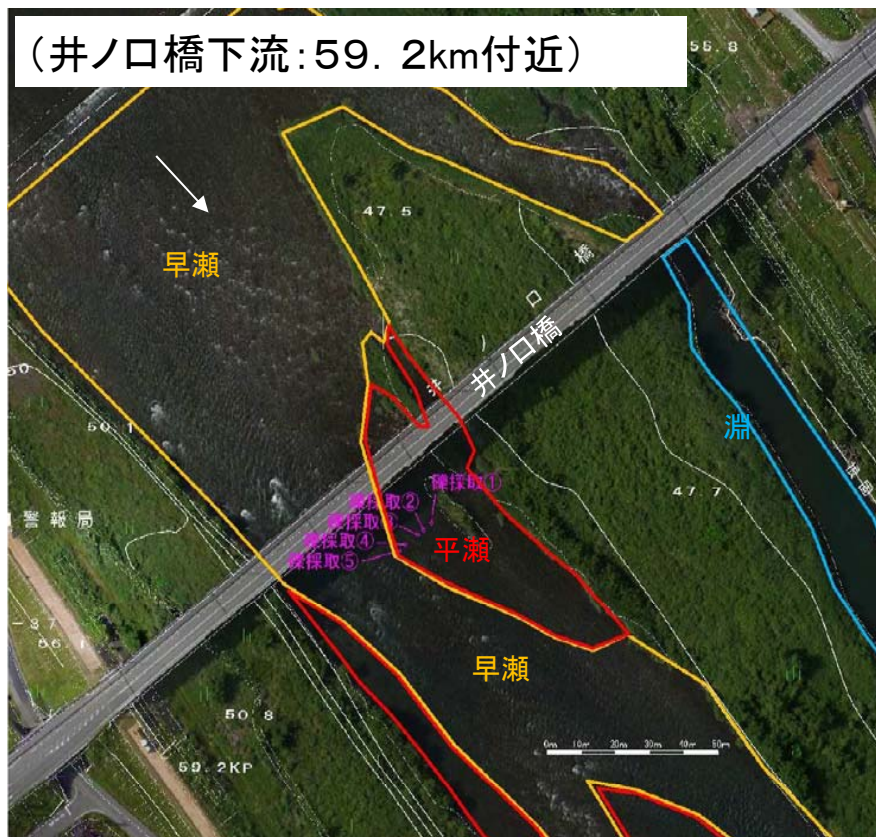




## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(3)

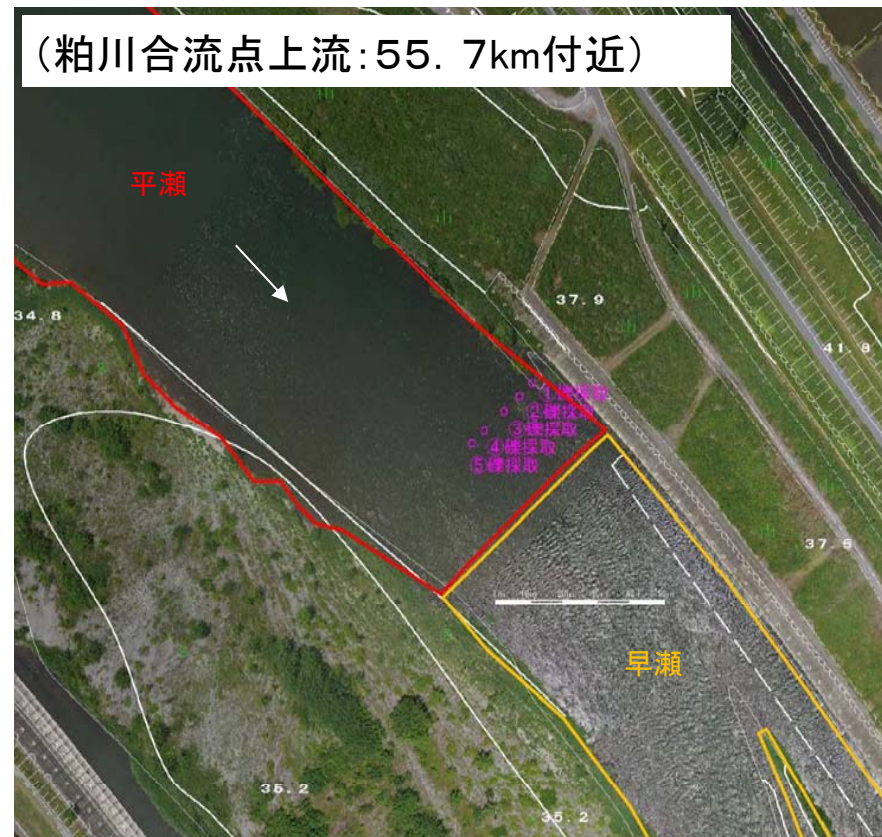
### ◎調査地点の状況

・調査地点はダムによる湛水や支川合流による影響のない区間とし、中流部の井ノ口橋および粕川合流点上流とした。測点は平瀬区間において流心、水際部など横断的に5地点配置した。



#### 【井ノ口橋下流】

調査地点は井ノ口橋より約20m下流の流水部左岸寄りに位置し、河床勾配は1/354である。  
測点位置は全て平瀬域の中にあるが、その上下流と流水部中央から右岸にかけては早瀬となっているため、流心に向かってつれて流れはやや複雑に変化する。



#### 【粕川合流点より上流】

調査地点は粕川合流点より約400m上流の左岸寄りに位置し、河床勾配は1/435である。  
測点位置は、平瀬が流水部全幅に広がる500m区間の最下流部に当たるため、流れは比較的一様であって測点間の変化は緩やかである。

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(4)

◎増量放流：夏季調査(8/23~25)：万石地点最大流量46m<sup>3</sup>/s、岡島地点最大流量49m<sup>3</sup>/s

・揖斐川の流量が減少し、8/2より万石地点で20m<sup>3</sup>/sを確保するための不特定補給が継続している状況において、増量放流を8/23~25に実施した。

## 【流量】

万石地点：自然流量※約23m<sup>3</sup>/s、増量後流量最大約46m<sup>3</sup>/s(約23m<sup>3</sup>/s増)

岡島地点：自然流量※約29m<sup>3</sup>/s、増量後流量最大約49m<sup>3</sup>/s(約20m<sup>3</sup>/s増)

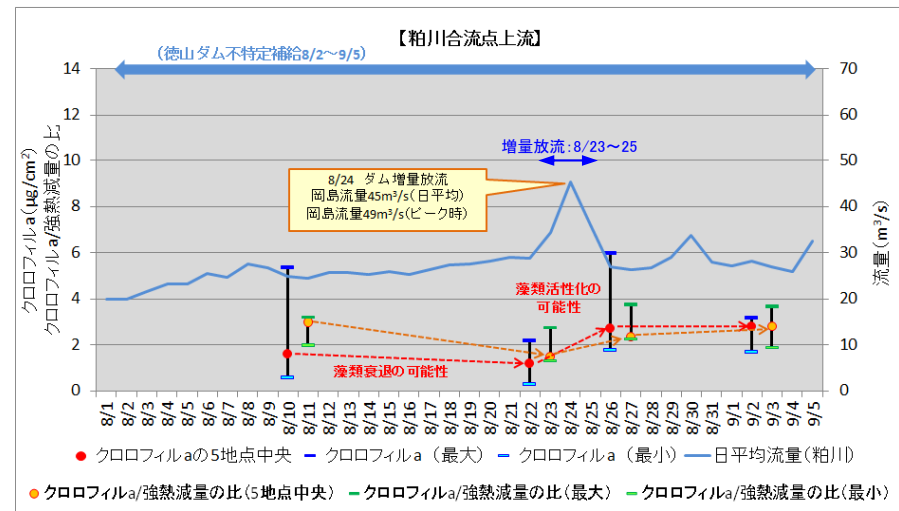
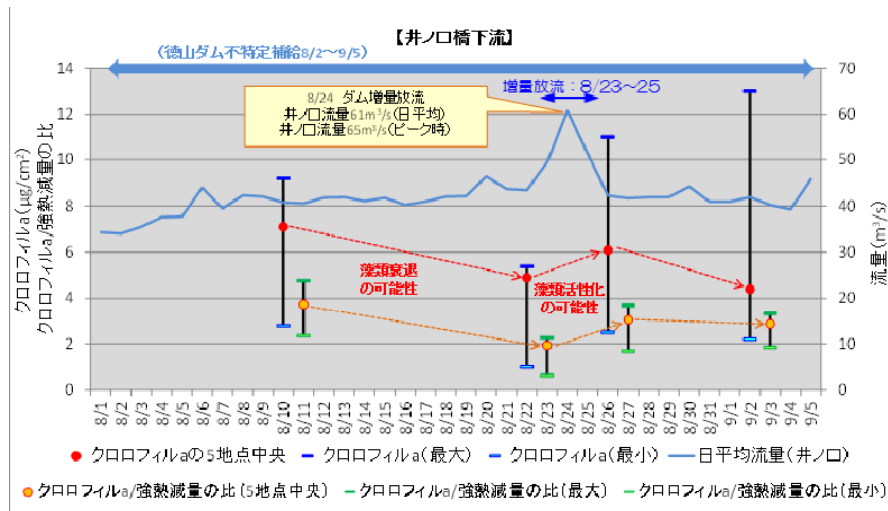
※自然流量：不特定補給等後の流量

・付着藻類の調査は、定期調査8/10、事前調査8/22、事後調査8/26、9/2に実施。

・両地点とも8/10から8/22にかけて「クロロフィルa」は減少傾向、増量放流後は増加傾向であった。その後の調査で井ノ口橋下流は減少傾向となった。

(井ノ口橋：自然約44m<sup>3</sup>/s、増量後最大約65m<sup>3</sup>/s)

(粕川合流点上流：自然約29m<sup>3</sup>/s、増量後最大約49m<sup>3</sup>/s)



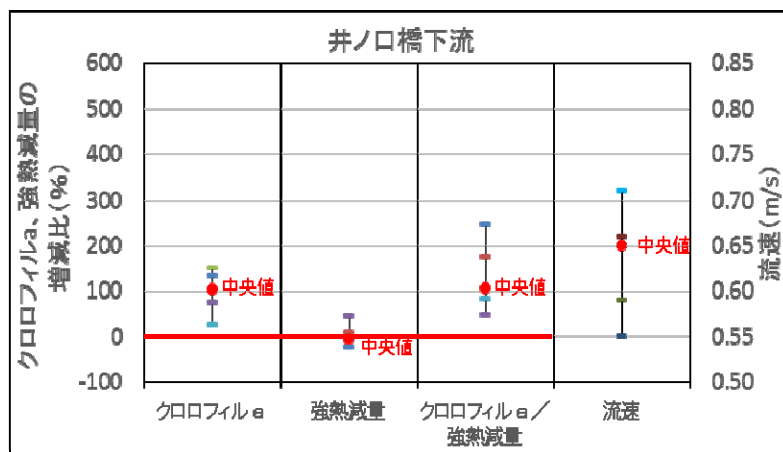
※クロロフィルa/強熱減量の比(藻類比率)：有機物に占める藻類量の比率を示す

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(5)

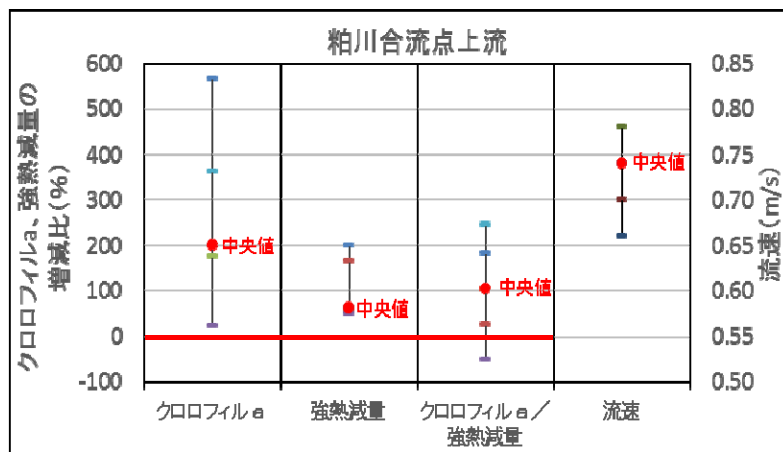
◎増量放流：夏季調査(8/23~25)：万石地点最大流量46m<sup>3</sup>/s、岡島地点最大流量49m<sup>3</sup>/s

- ・両地点の増量放流中の推定流速は0.7m/s程度であった。
- ・藻類の現存量の目安となる「クロロフィルa」及び、有機物に占める藻類量の比率を示す「藻類比率(クロロフィルa/強熱減量)」は増水後に増加しており、剥離現象は見られないが、徳山ダムからの増量放流により有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと考えられる。

(井ノ口橋下流)



(粕川合流点上流)



【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

- ・藻類の現存量の目安となる「クロロフィルa」及び、有機物に占める藻類量の比率を示す「藻類比率(クロロフィルa/強熱減量)」は増水後に増加しており、剥離現象は見られないが、徳山ダムからの増量放流により有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと考えられる。

【流速(井ノ口橋下流)】

- ・増量放流中の推定流速は、5地点中央値は0.65m/sであった。

【流速(粕川合流点上流)】

- ・増量放流中の推定流速は、5地点中央値は0.74m/sであった。

※増減比は増量放流の前後の比率 [8/26]/[8/22]

※増減比の中央値は増量放流の前後の中央値の比率 [8/26①~⑤中央値]/[8/22①~⑤中央値]

※増量放流時の流速は調査時(H26.4~H28.12)の流量と流速からQ-V回帰式を作成し、出水時の流量から流速を推定。8/24



# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(6)

◎自然出水(7月26日) : 万石地点:最大流量156m<sup>3</sup>/s、岡島地点:最大流量79m<sup>3</sup>/s

・揖斐川の流量が徐々に減少し間もなく不特定補給開始が想定される状態で、7/26に発生した自然出水時に調査を実施した。

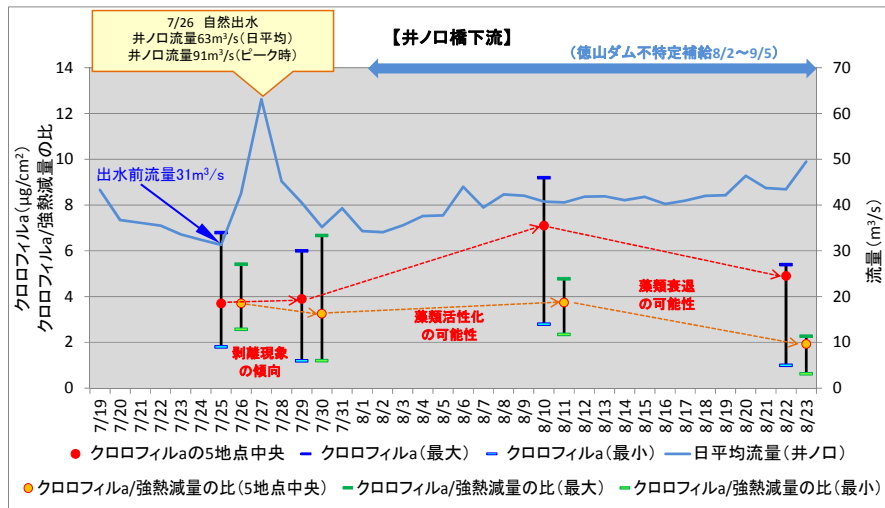
## 【流量】

万石地点:出水前流量約23m<sup>3</sup>/s、出水時最大流量約156m<sup>3</sup>/s(約133m<sup>3</sup>/s増)

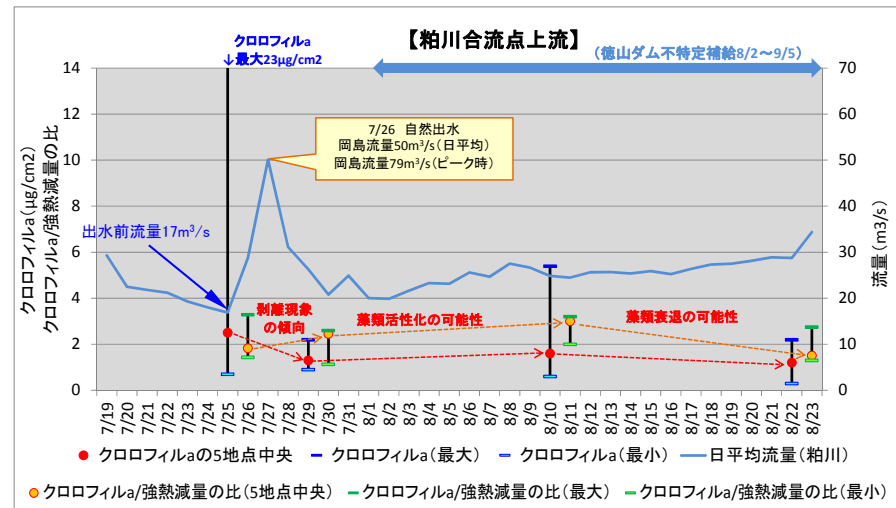
岡島地点:出水前流量約17m<sup>3</sup>/s、出水時最大流量約79m<sup>3</sup>/s(約62m<sup>3</sup>/s増)

- ・付着藻類の調査は、出水前7/25、出水後は7/29、8/10(定期調査)、8/22(夏季調査(事前))に実施。
- ・出水前後(7/25から7/29)で粕川合流点上流で「クロロフィルa」が減少傾向、その後は増加傾向にあり、藻類の剥離後に生育が活性化した傾向が見られた。

(井ノ口橋:出水前約31m<sup>3</sup>/s、出水時最大約91m<sup>3</sup>/s)



(粕川合流点上流:出水前約17m<sup>3</sup>/s、出水時最大約79m<sup>3</sup>/s)



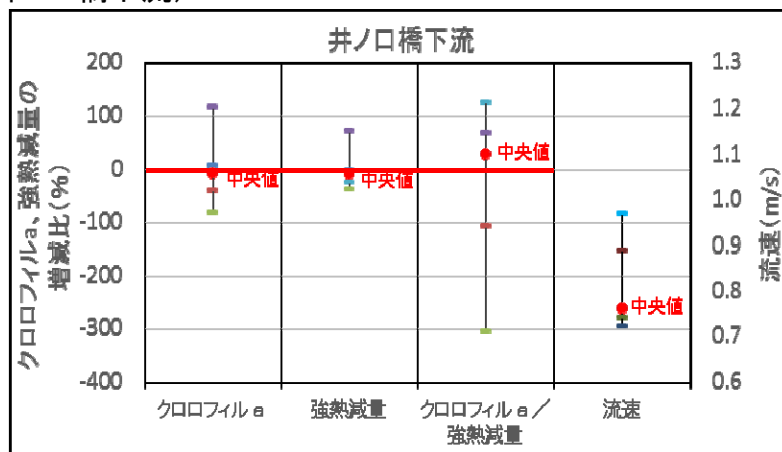
※クロロフィルa/強熱減量の比(藻類比率):有機物に占める藻類量の比率を示す

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(7)

◎自然出水(7月26日) : 万石地点: 最大流量156m<sup>3</sup>/s、岡島地点: 最大流量79m<sup>3</sup>/s

- ・7月26日の自然出水(万石地点最大156m<sup>3</sup>/s)では、出水中の推定流速が約1.0m/sとなった粕川合流点上流において剥離現象の傾向が見られた。
- ・一方、井ノ口橋下流では推定流速は 約0.8m/sであり、剥離現象は確認されなかった。

(井ノ口橋下流)



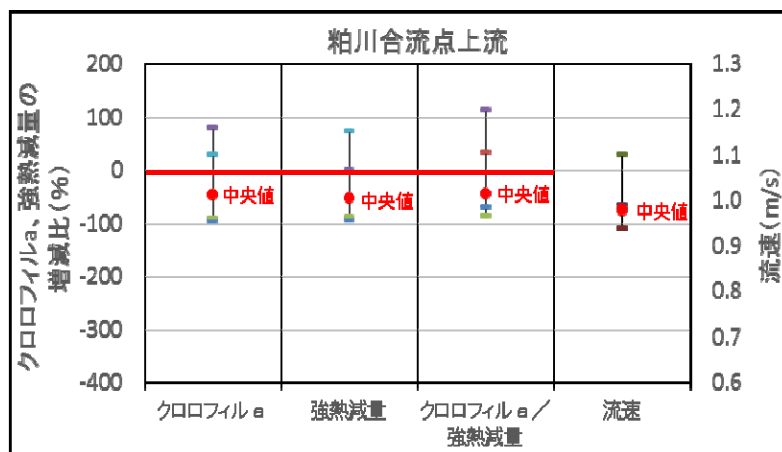
【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

- ・「クロロフィルa」及び、「強熱減量」の増減は出水前後でバラツキがあり、5地点中央値は出水後に減少傾向とはなっておらず、剥離現象は確認されなかった。

【流速】

- ・出水中の推定流速は、5地点中央値は0.76m/sあった。

(粕川合流点上流)



【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

- ・「クロロフィルa」及び、「強熱減量」は出水前後でバラツキがあるが、5地点中央値は出水後に減少しており、剥離現象の傾向が見られる。

【流速】

- ・出水中の推定流速は、5地点中央値は0.98m/sあった。

※増減比は自然出水の前後日の比率 [7/29]/[7/25]

※出水時の流速はQ-V回帰式(H26.4~H28.12)で推定。7/26

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(8)

◎自然出水(9月20日) : 万石地点:最大流量1,407m<sup>3</sup>/s、岡島地点:最大流量440m<sup>3</sup>/s

・揖斐川の流量が減少し8/2~9/17徳山ダムからの不特定補給が断続的に行われた(延べ37日)後の、台風16号(9/20)による自然出水時に調査を実施した。

## 【流量】

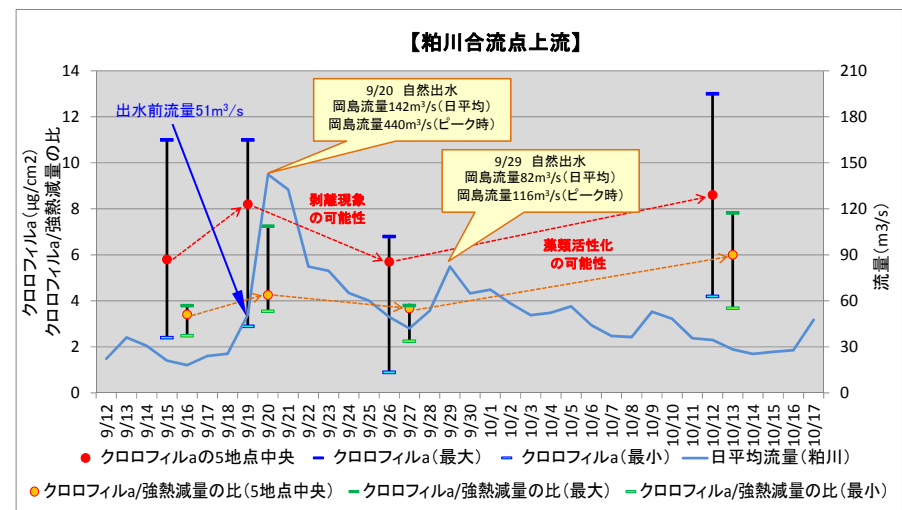
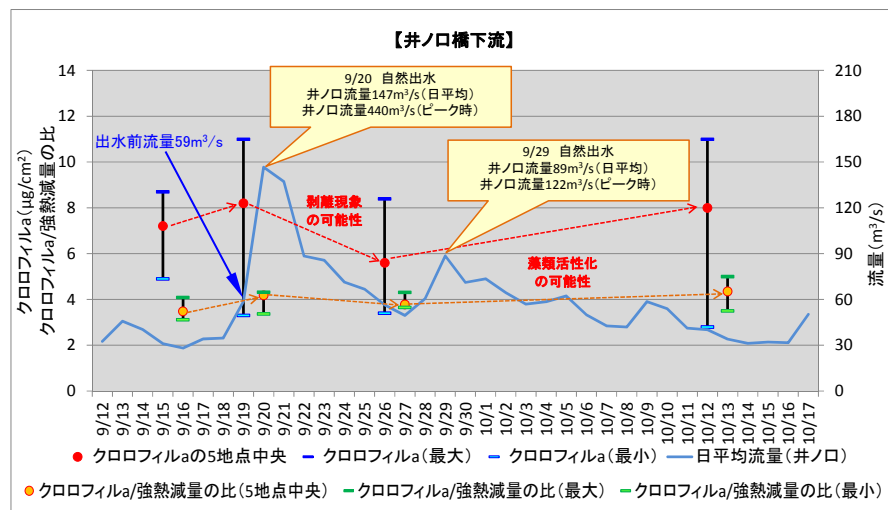
万石地点:出水前流量約86m<sup>3</sup>/s、出水時最大流量約1,407m<sup>3</sup>/s(約1321m<sup>3</sup>/s増)

岡島地点:出水前流量約51m<sup>3</sup>/s、出水時最大流量約440m<sup>3</sup>/s(約389m<sup>3</sup>/s増)

・付着藻類の調査は、出水前9/15、9/19、出水後は9/26、10/12(定期調査)に実施。

・両地点とも出水前後(9/19から9/26)で「クロロフィルa」は減少傾向、その後は増加傾向にあり、藻類の剥離後に生育が活性化した傾向が見られた。

(井ノ口橋:出水前約59m<sup>3</sup>/s、出水時最大約440m<sup>3</sup>/s) (粕川合流点上流:出水前約51m<sup>3</sup>/s、出水時最大約440m<sup>3</sup>/s)



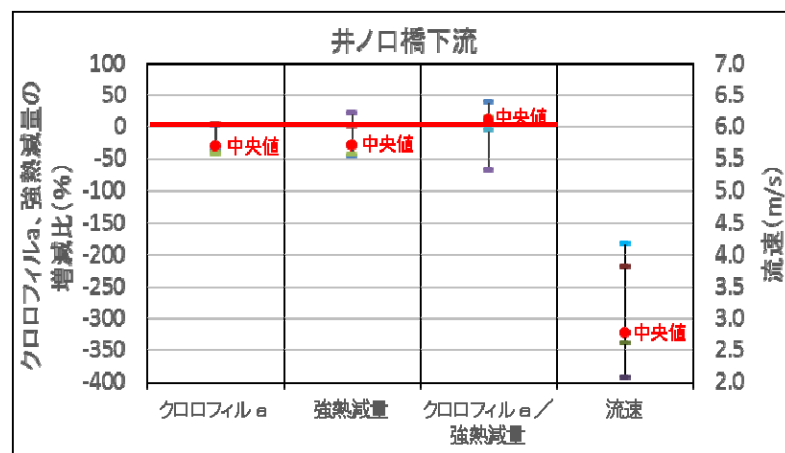
※クロロフィルa/強熱減量の比(藻類比率):有機物に占める藻類量の比率を示す

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(9)

◎自然出水(9月20日) : 万石地点: 最大流量1,407m<sup>3</sup>/s、岡島地点: 最大流量440m<sup>3</sup>/s

・自然出水(万石地点最大1407m<sup>3</sup>/s)において、剥離現象が確認された。

(井ノ口橋下流)



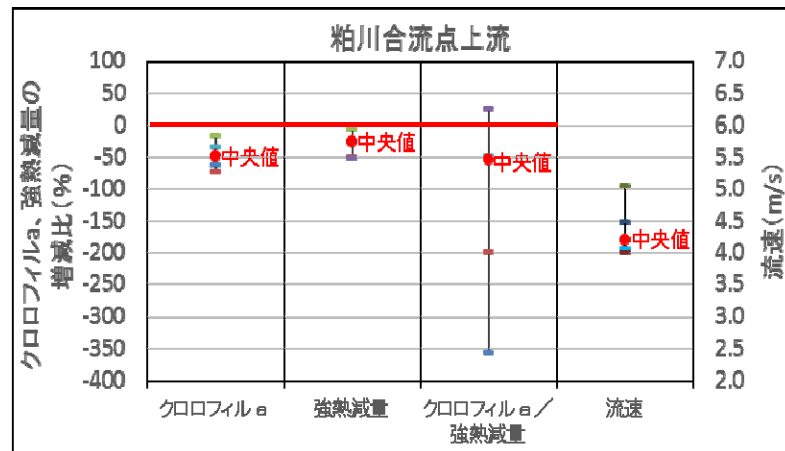
【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

・「クロロフィルa」及び「強熱減量」が、5地点中央値及び5地点のうち3地点で出水後に減少していることから、剥離現象と考えられる。

【流速】

・出水中の推定流速は、5地点中央値で流速2.78m/sであった。

(粕川合流点上流)



【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

・「クロロフィルa」及び「強熱減量」は、全地点で出水後に減少していることから、剥離現象と考えられる。

【流速】

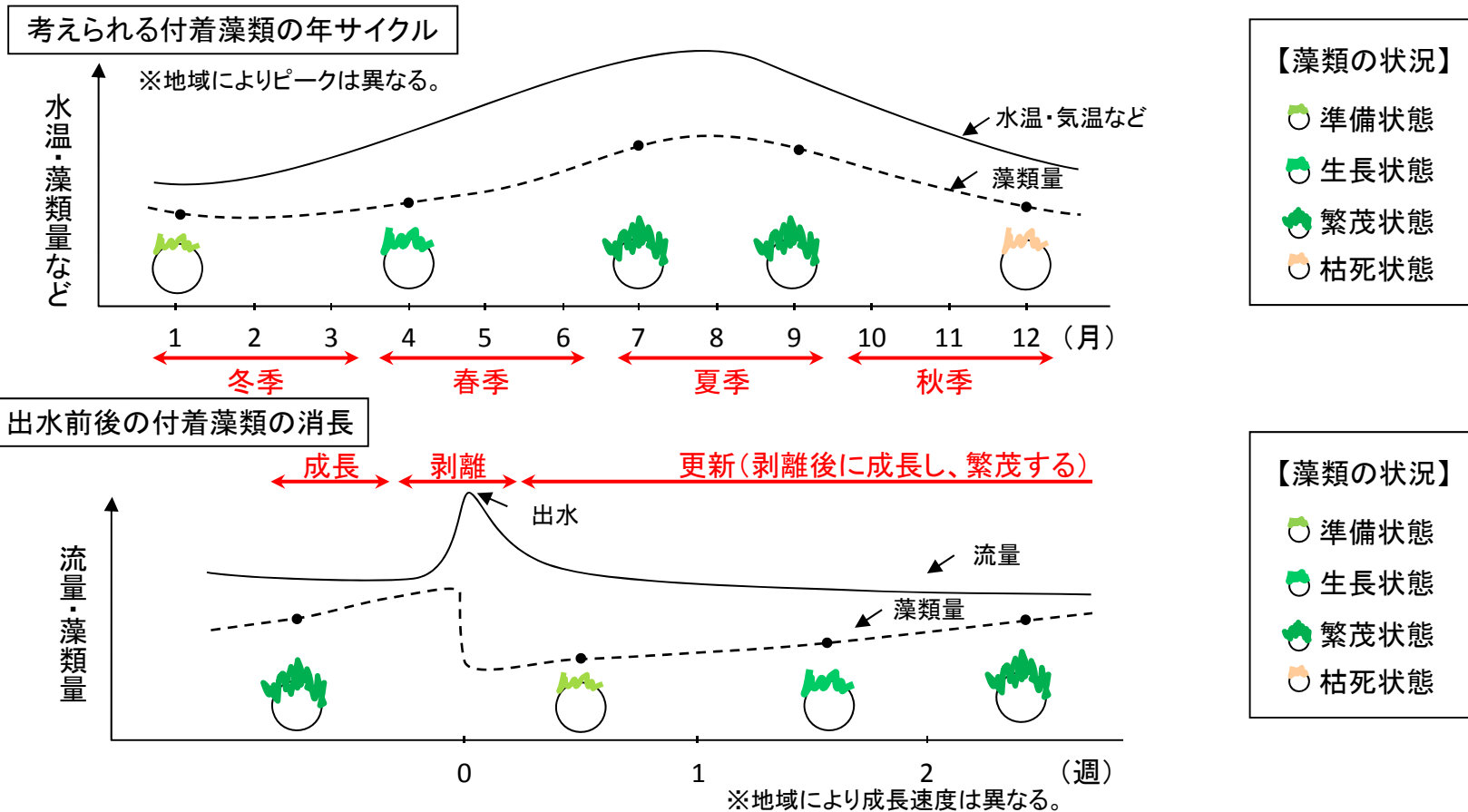
・出水中の推定流速は、5地点中央値で流速4.21m/sであった。

※増減比は自然出水の前後日の比率 [9/26]/[9/19]

※出水時の流速はQ-V回帰式(H26.4~H28.12)で推定。9/20

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(10) —藻類の年サイクル—

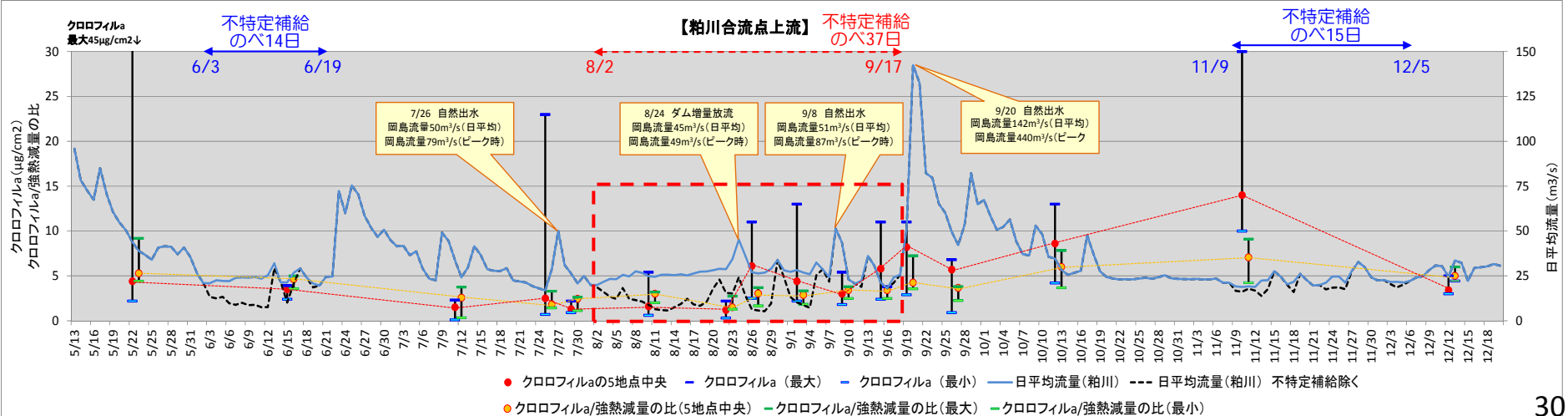
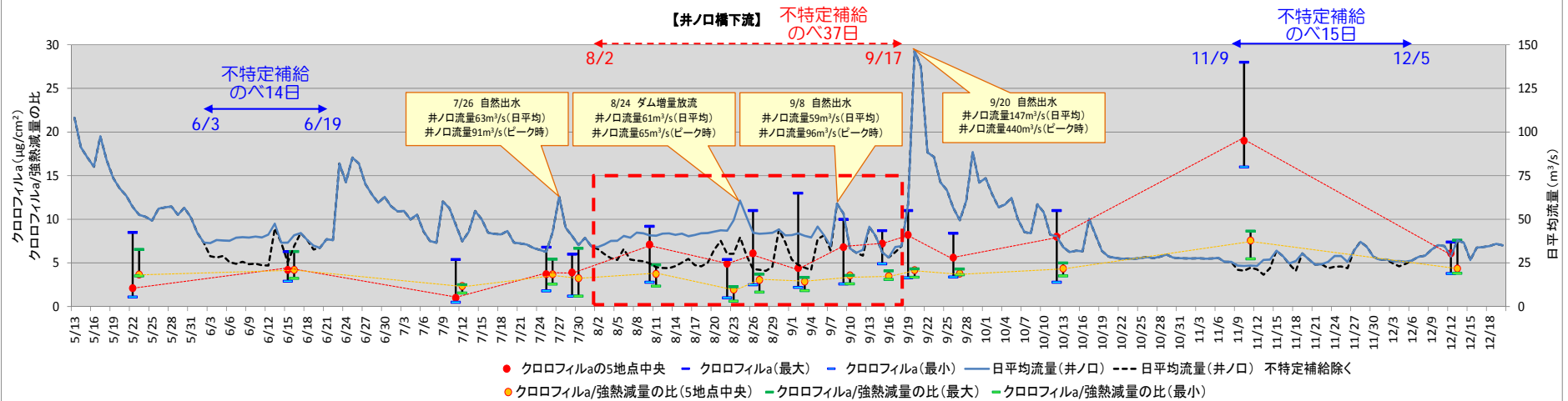
- ・付着藻類は、春季から夏季における水温上昇や日射の増加など、藻類の成長要因が高まる時期に生長する。
- ・夏季に一定のピークを迎えた後に、秋季から冬季の水温低下や日射の減少などにより枯死し、藻類量は減少する。
- ・生長期では、出水やその他の要因により藻類の剥離が進むと一時的に減少するが、後にあらためて生長する。



# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(11)

## ◎年間を通した傾向の把握

- ・井ノ口橋下流では、「クロロフィルa」が夏季に向けて増加し、8月下旬から9月上旬に減少している。
- ・粕川合流点上流は、「クロロフィルa」が8月中旬まで小さい値を示し、増量放流後に増加したがその後に減少した。
- ・11月に「クロロフィルa」、「クロロフィルa/強熱減量」の値とも上昇しており、要因としては、大きな出水が無く、安定して付着藻類が生育したものと考えられる。
- ・なお、8~9月は渇水により河川流量が減少したため、徳山ダムからの不特定補給を行っている。





# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(12)

## ◎毎月の付着藻類調査(定期調査)

・付着藻類の種類は、井ノ口橋下流、粕川合流点上流ともに、藍藻類のヒロウドラソウ (Homoeothrix janthina) が第一優占種である。

※Homoeothrix janthinaは日本の河川の中流域において最も一般的に生育している種

(井ノ口橋下流)

| 地点     | 平成28年度              |   |   |  |
|--------|---------------------|---|---|--|
|        | 調査日                 | 第一優占種   | 第二優占種   | 第三優占種  |
| 井ノ口橋下流 | 5月22日<br>(水温16.9℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>480,840細胞/cm <sup>2</sup>     | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>239,290細胞/cm <sup>2</sup> | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium biasolettianum<br>84,030細胞/cm <sup>2</sup> |
|        | 6月15日<br>(水温18.4℃)  | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>101,010細胞/cm <sup>2</sup> | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>77,150細胞/cm <sup>2</sup>      | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>29,520細胞/cm <sup>2</sup>               |
|        | 7月11日<br>(水温21.0℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>1,629,840細胞/cm <sup>2</sup>   | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>262,900細胞/cm <sup>2</sup> | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>243,960細胞/cm <sup>2</sup>              |
|        | 8月10日<br>(水温23.2℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>871,210細胞/cm <sup>2</sup>     | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>366,920細胞/cm <sup>2</sup>           | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium japonicum<br>24,423細胞/cm <sup>2</sup>      |
|        | 9月9日<br>(水温21.9℃)   | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>763,020細胞/cm <sup>2</sup>     | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>386,740細胞/cm <sup>2</sup>           | 珪藻綱(マカリケイソウ)<br>Achnanthes spp.<br>79,545細胞/cm <sup>2</sup>              |
|        | 10月12日<br>(水温17.6℃) | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix spp.<br>1,820,040細胞/cm <sup>2</sup>       | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>1,402,440細胞/cm <sup>2</sup>   | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>856,080細胞/cm <sup>2</sup>              |
|        | 11月10日<br>(水温11.6℃) | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix spp.<br>2,196,720細胞/cm <sup>2</sup>       | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>758,160細胞/cm <sup>2</sup>     | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>241,062細胞/cm <sup>2</sup>    |
|        | 12月12日<br>(水温8.7℃)  | 藍藻綱(サヤユレモ)<br>Phormidium spp.<br>184,760細胞/cm <sup>2</sup>            | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>163,635細胞/cm <sup>2</sup>     | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix spp.<br>163,320細胞/cm <sup>2</sup>            |

※種別細胞数の優占種は地点④⑤の平均値

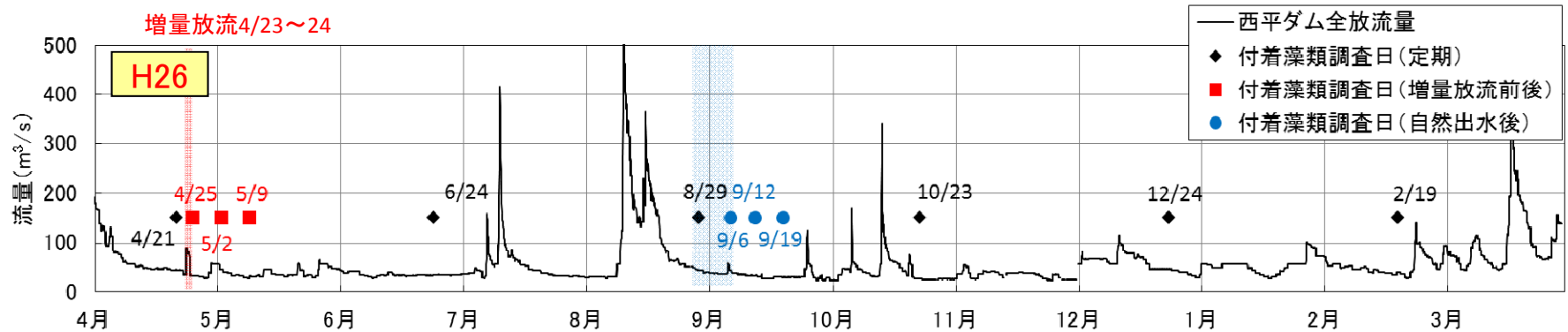
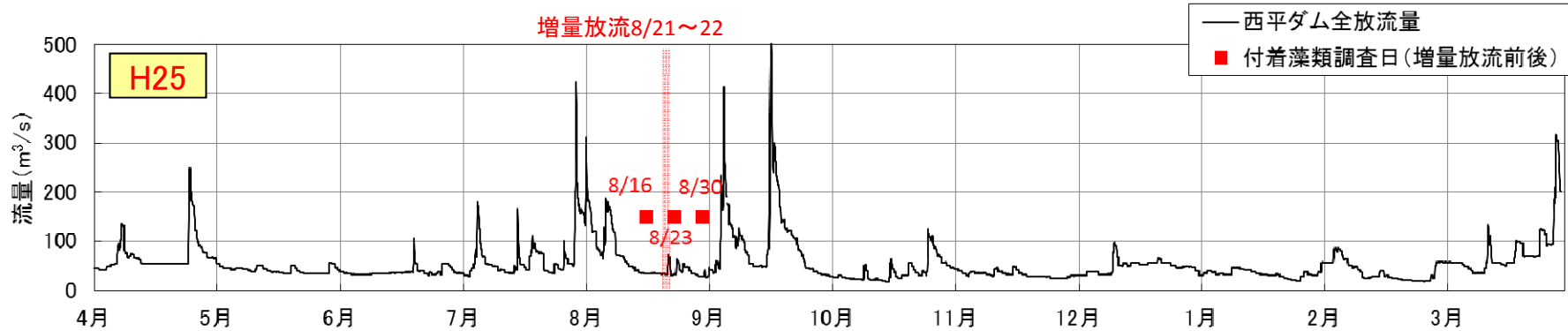
(粕川合流点上流)

| 地点      | 平成28年度              |   |   |   |
|---------|---------------------|---|---|---|
|         | 調査日                 | 第一優占種   | 第二優占種   | 第三優占種   |
| 粕川合流点上流 | 5月22日<br>(水温16.9℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>504,440細胞/cm <sup>2</sup>     | 珪藻綱(クサビケイソウ)<br>Gomphonema rhombicum<br>39,200細胞/cm <sup>2</sup>      | 藍藻綱(サヤユレモ)<br>Phormidium sp.<br>37,370細胞/cm <sup>2</sup>            |
|         | 6月15日<br>(水温18.2℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>206,800細胞/cm <sup>2</sup>     | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>25,230細胞/cm <sup>2</sup>  | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>17,820細胞/cm <sup>2</sup>          |
|         | 7月11日<br>(水温20.9℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>431,568細胞/cm <sup>2</sup>     | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>183,600細胞/cm <sup>2</sup>           | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium japonicum<br>15,530細胞/cm <sup>2</sup> |
|         | 8月10日<br>(水温22.9℃)  | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>885,688細胞/cm <sup>2</sup>     | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>501,960細胞/cm <sup>2</sup>           | 珪藻綱(マカリケイソウ)<br>Achnanthes spp.<br>11,046細胞/cm <sup>2</sup>         |
|         | 9月9日<br>(水温21.6℃)   | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>308,880細胞/cm <sup>2</sup>     | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>133,320細胞/cm <sup>2</sup>           | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix spp.<br>10,230細胞/cm <sup>2</sup>        |
|         | 10月12日<br>(水温17.8℃) | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>2,377,404細胞/cm <sup>2</sup>   | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix spp.<br>1,223,760細胞/cm <sup>2</sup>       | 緑藻綱(カエトフオ科)<br>Chaetophoraceae<br>665,472細胞/cm <sup>2</sup>         |
|         | 11月10日<br>(水温10.9℃) | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>3,165,507細胞/cm <sup>2</sup>   | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>659,110細胞/cm <sup>2</sup> | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix spp.<br>305,856細胞/cm <sup>2</sup>       |
|         | 12月12日<br>(水温8.1℃)  | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium convergens<br>184,407細胞/cm <sup>2</sup> | 藍藻綱(ヒロウドラソウ)<br>Homoeothrix janthina<br>36,360細胞/cm <sup>2</sup>      | 珪藻綱(ツマカケイソウ)<br>Achnanthydium japonicum<br>23,727細胞/cm <sup>2</sup> |

※種別細胞数の優占種は地点④⑤の平均値

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(13)

## ◎既往調査結果の整理



※H25.8の増量放流は調査地点が岡島であるため、対象から除いた。

※H26.4は珪藻が優占し、夏季の藍藻と剥離のしやすさが異なるため、対象から除いた。

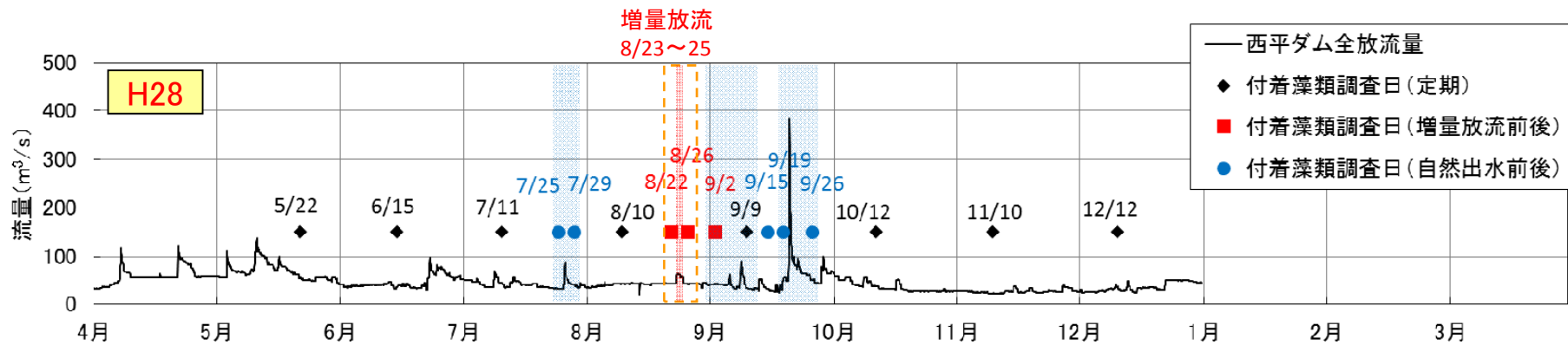
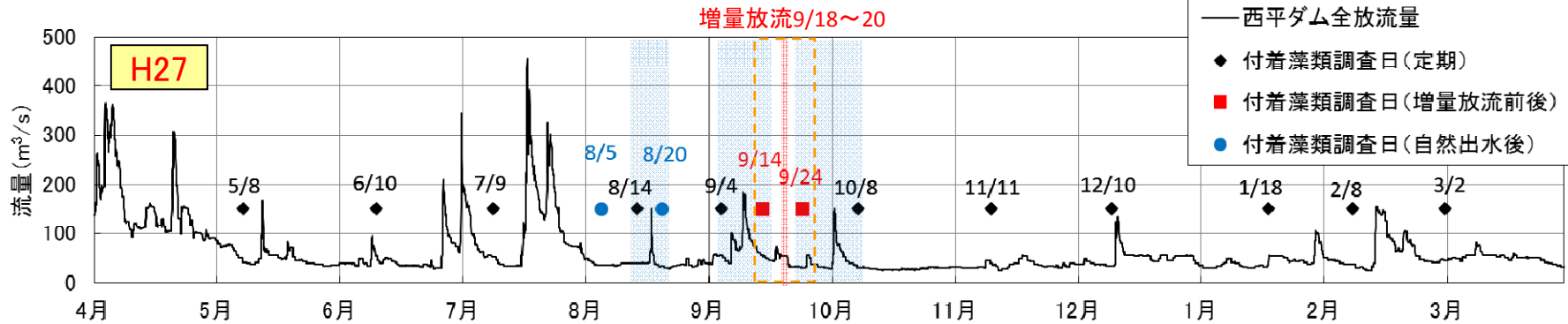
自然出水による付着藻類の剥離・更新を評価する期間

※増量放流の終了後または出水ピークから調査日までの日数が一週間以上のものは対象から除いた。



# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(14)

## ◎既往調査結果の整理



   増量放流による付着藻類の剥離・更新を評価する期間  
   自然出水による付着藻類の剥離・更新を評価する期間

※増量放流の終了後または出水ピークから調査日までの日数が一週間以上のものは対象から除いた。

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(15)

### ◎既往調査結果の整理

・7月から10月上旬に行われた既往の増量放流前後および自然出水前後調査のうち、増量放流終了または出水から調査日までが一週間以内のものを対象にして、整理を行った。

### 付着藻類の剥離・更新の評価対象とする増量放流および自然出水

| 年   | 増量放流        |         |                             |                    |                    | 自然出水     |           |                             |                   |                   |
|-----|-------------|---------|-----------------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
|     | 増量放流日       | 付着藻類調査日 | 岡島ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s) | 出水前調査から増量放流開始までの日数 | 増量放流終了から出水後調査までの日数 | 出水ピーク日   | 付着藻類調査日   | 岡島ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s) | 出水前調査から出水ピークまでの日数 | 出水ピークから出水後調査までの日数 |
| H25 | —           | —       | —                           | —                  | —                  | —        | —         | —                           | —                 | —                 |
| H26 | —           | —       | —                           | —                  | —                  | H26/9/5  | 8/29,9/6  | 46                          | 7                 | 1                 |
| H27 | H27/9/18~20 | 9/14,24 | 45                          | 4                  | 4                  | H27/8/17 | 8/14,20   | 145                         | 3                 | 3                 |
|     |             |         |                             |                    |                    | H27/9/9  | 9/4,14    | 180                         | 5                 | 5                 |
|     |             |         |                             |                    |                    | H27/10/2 | 9/24,10/8 | 147                         | 8                 | 6                 |
| H28 | H28/8/23~25 | 8/22,26 | 50                          | 1                  | 1                  | H28/7/26 | 7/25,29   | 79                          | 1                 | 3                 |
|     |             |         |                             |                    |                    | H28/9/8  | 9/2,9     | 83                          | 6                 | 1                 |
|     |             |         |                             |                    |                    | H28/9/20 | 9/19,26   | 440                         | 1                 | 6                 |

黒字: 定期調査 赤字: 増量放流前後調査 青字: 自然出水前後調査

※H25.8の増量放流は調査地点が岡島であるため、対象から除いた。

※H26.4は珪藻が優占し、夏季の藍藻と剥離のしやすさが異なるため、対象から除いた。

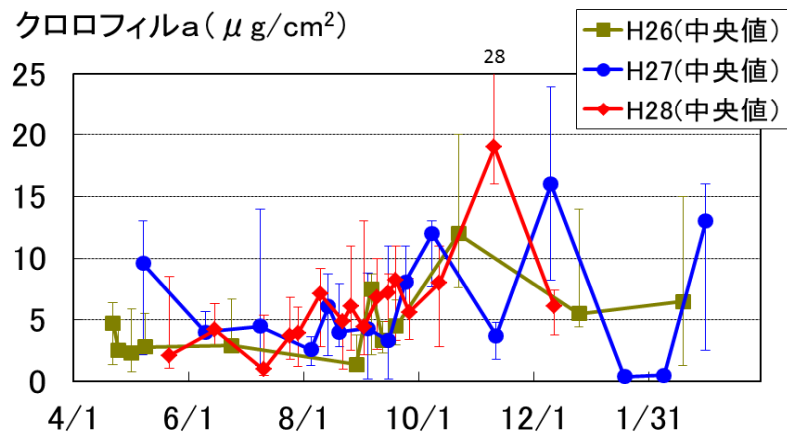
※増量放流の終了後または出水ピークから調査日までの日数が一週間以上のものは対象から除いた。

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(16) 一年間変動特性一

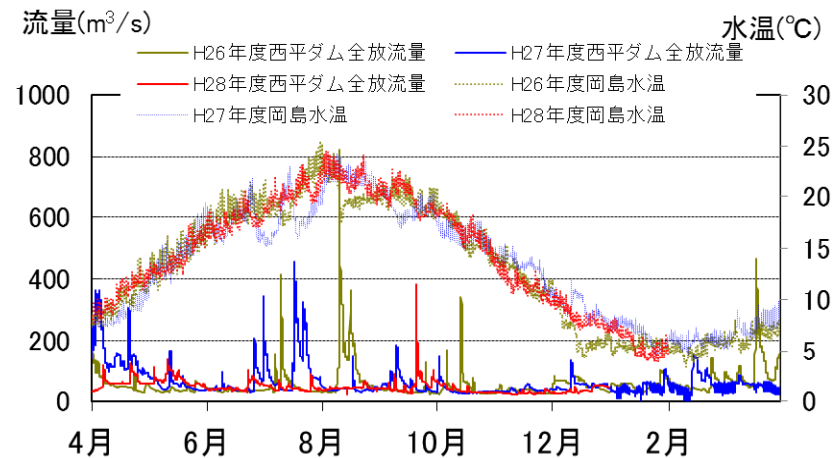
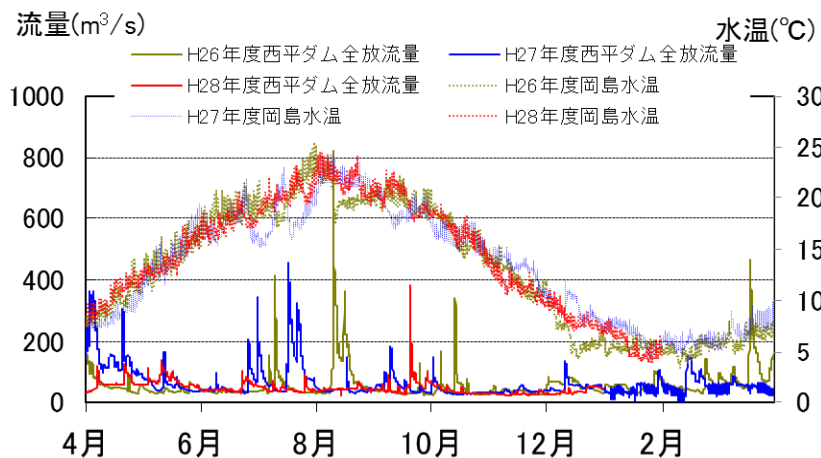
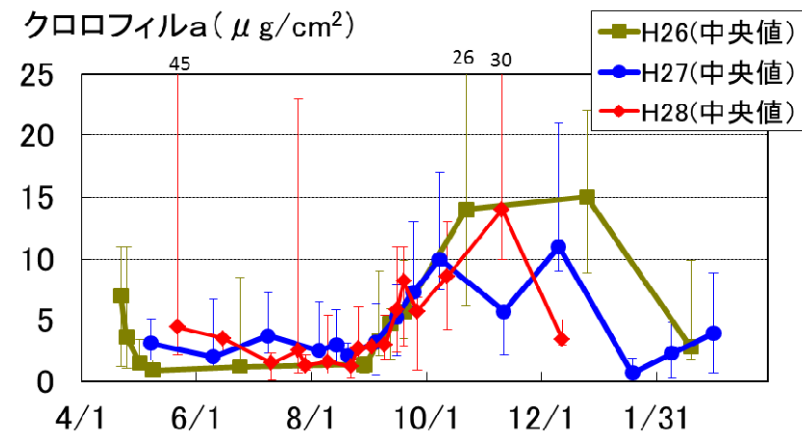
## ◎年間を通じたクロロフィルaの変化(H26~28年度調査の結果から)

- ・「クロロフィルa」は6~9月に小さく、10~12月に大きくなる傾向を示した。
- ・H28年は夏季に大規模な出水はなかったが、粕川合流点上流部の「クロロフィルa」は小さい値で推移した。

井ノ口橋



粕川合流点上流部



## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(17)

### ◎流速と剥離の関係(H26~28年度調査の結果から)

- ・今年度の調査では、推定流速が約1.0m/sとなった7/26自然出水の粕川合流点上流、推定流速が約2.8~4.2m/sとなった9/20自然出水において剥離が確認されている。
- ・これまで行った調査全体で流速と剥離の関係を整理したが、現状では剥離が生じる出水規模(下限値)の確認には至っていない。

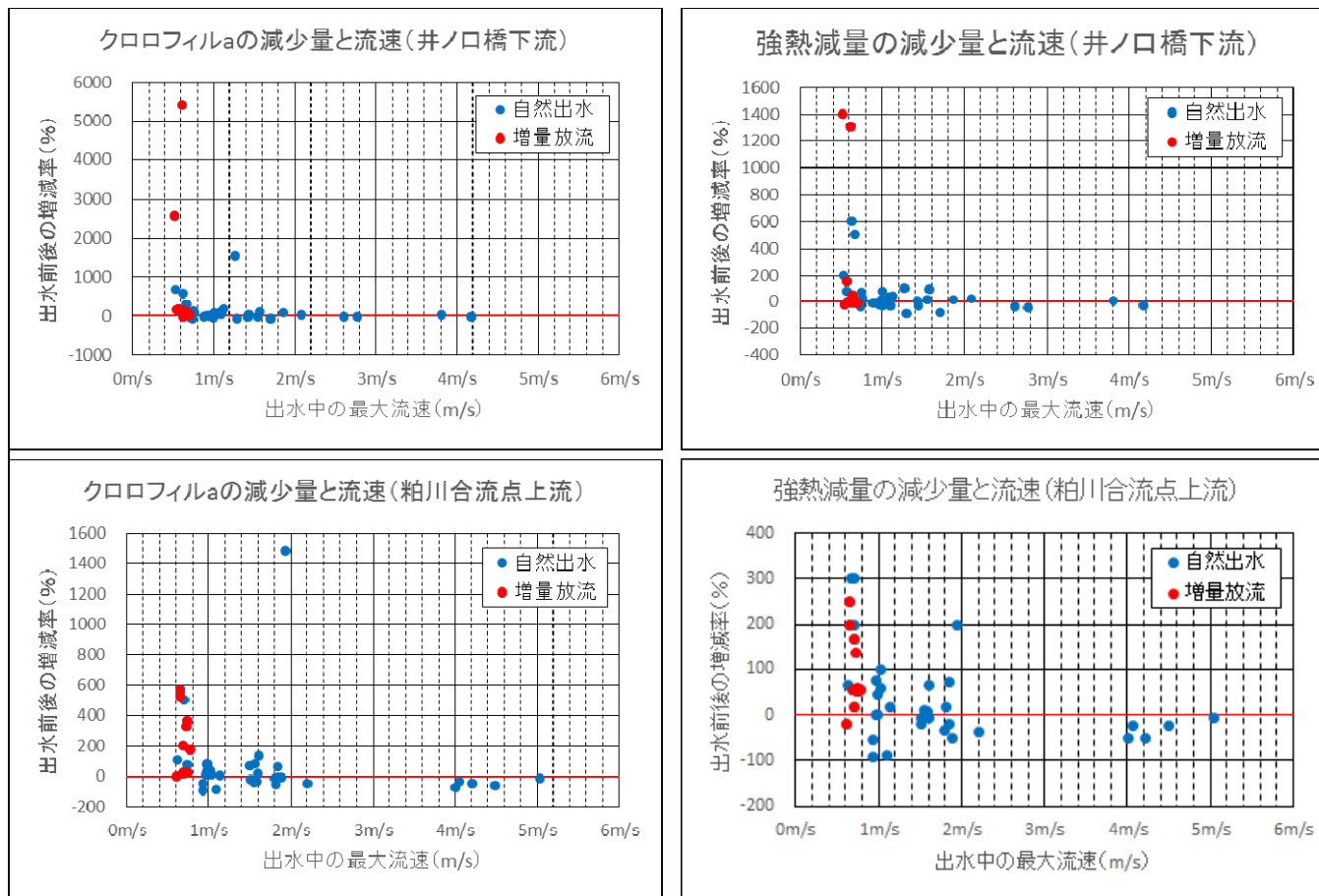


図) 出水前後のクロロフィルa、強熱減量の増減率と流速の関係

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(18)

前のページの拡大版

## ◎流速と剥離の関係(H26~28年度調査の結果から)

- ・今年度の調査では、推定流速が約1.0m/sとなった7/26自然出水の粕川合流点上流、推定流速が約2.8~4.2m/sとなった9/20自然出水において剥離が確認されている。
- ・これまで行った調査全体で流速と剥離の関係を整理したが、現状では剥離が生じる出水規模(下限値)の確認には至っていない。

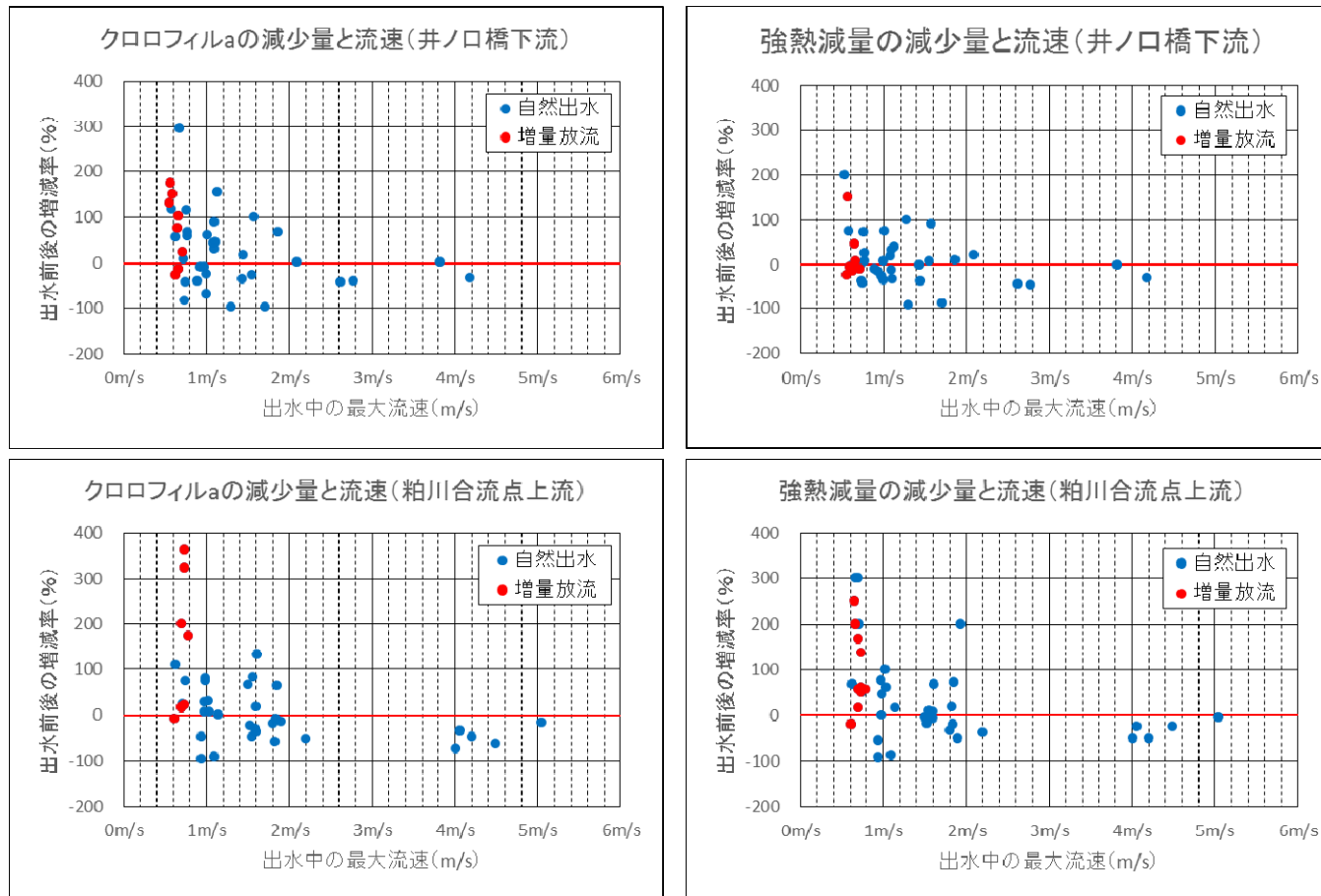
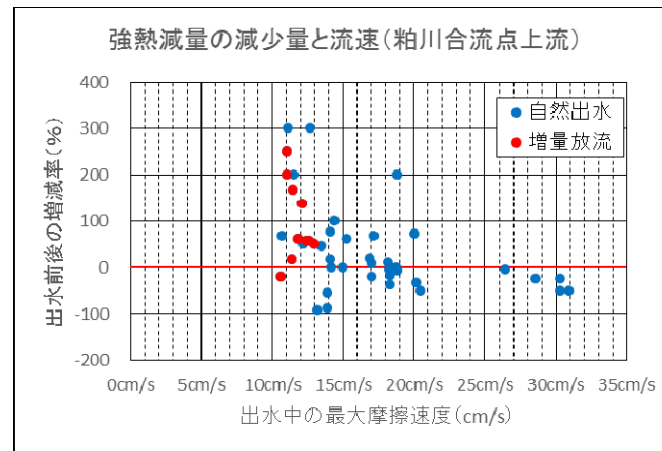
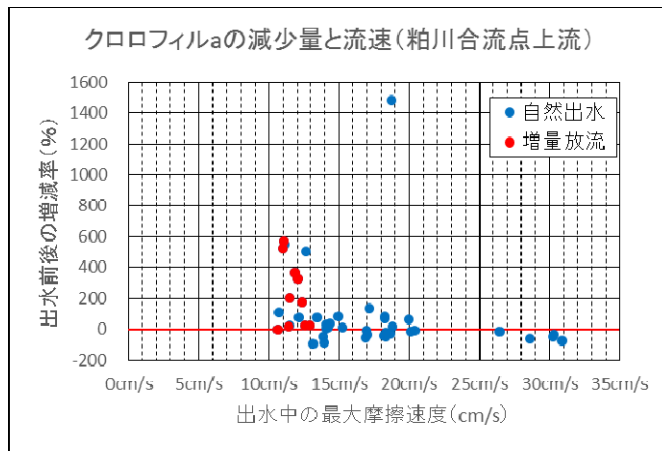
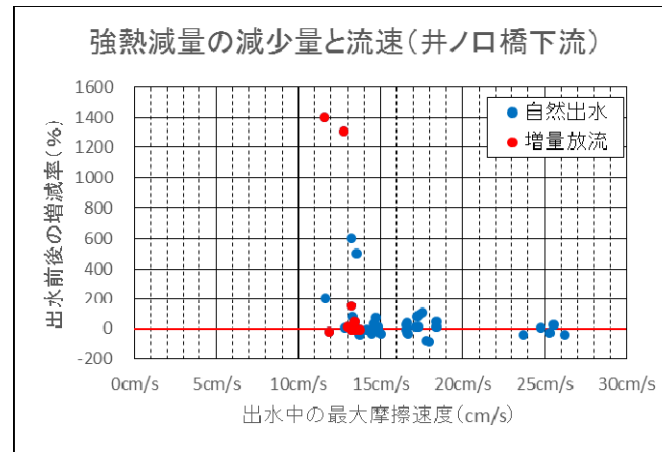
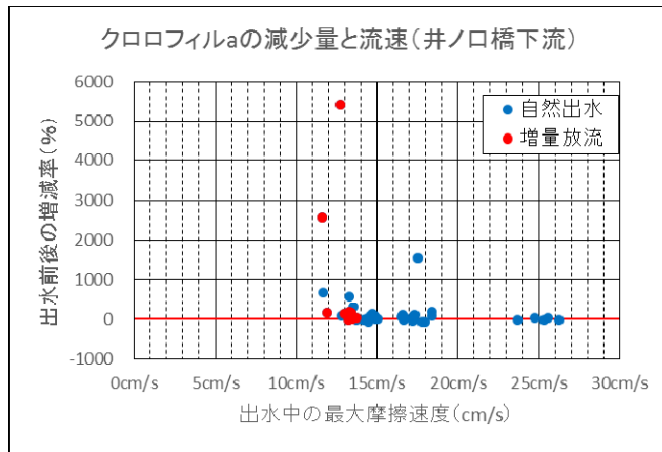


図) 出水前後のクロロフィルa、強熱減量の増減率と流速の関係

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(19)

## ◎摩擦速度と剥離の関係(H26~28年度調査の結果から)

・これまで行った調査全体で摩擦速度と剥離の関係を整理したが、現状では剥離が生じる出水規模(下限値)の確認には至っていない。



摩擦速度は流水により河床付近に働く力

$$\text{摩擦速度} = \sqrt{gRi}$$

ここで、

g: 重力加速度

R: 径深(出水時の水深)

i: 勾配(河床勾配)

出水時の水深は調査時の流量と水深からQ-H回帰式を作成し、出水時の流量から水深を推定。

図) 出水前後のクロロフィルa、強熱減量の増減率と摩擦速度の関係

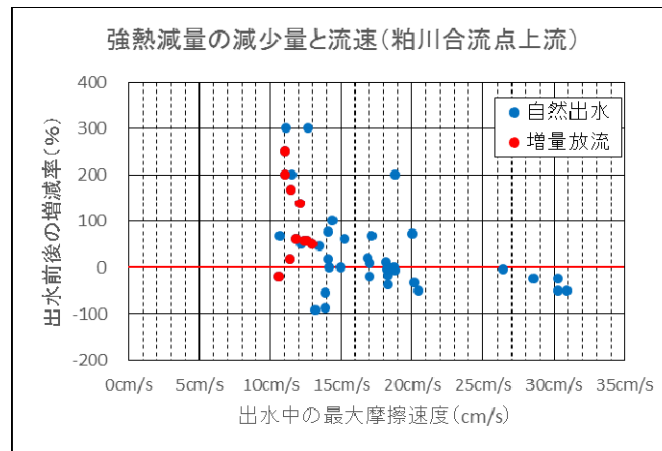
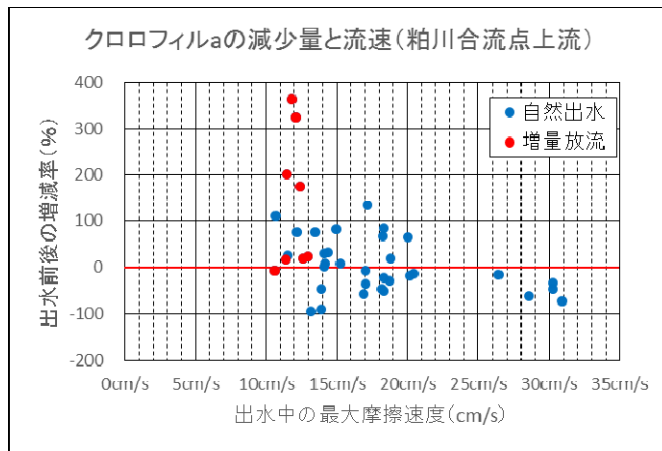
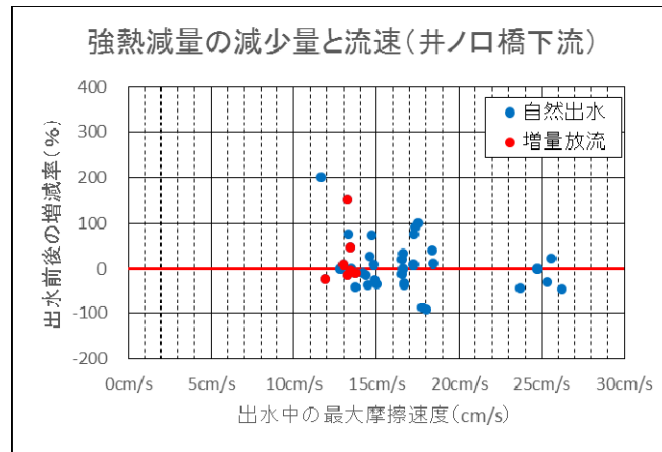
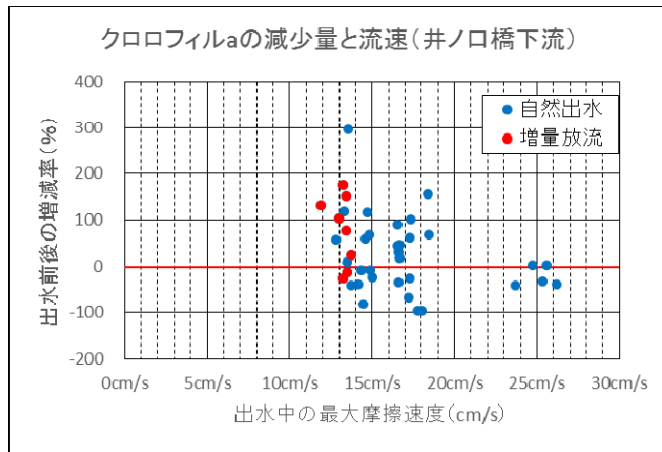


# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(20)

前のページの拡大版

## ◎摩擦速度と剥離の関係(H26~28年度調査の結果から)

・これまで行った調査全体で摩擦速度と剥離の関係を整理したが、現状では剥離が生じる出水規模(下限値)の確認には至っていない。



摩擦速度は流水により河床付近に働く力

$$\text{摩擦速度} = \sqrt{gRi}$$

ここで、

g: 重力加速度

R: 径深(出水時の水深)

i: 勾配(河床勾配)

出水時の水深は調査時の流量と水深からQ-H回帰式を作成し、出水時の流量から水深を推定。

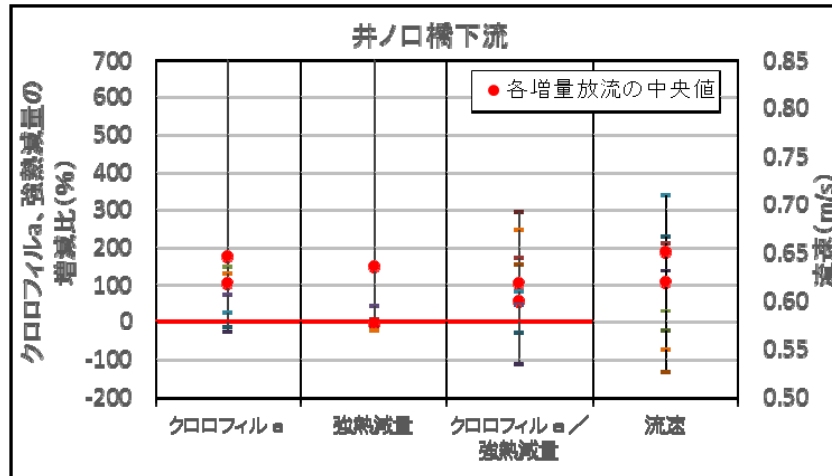
図) 出水前後のクロロフィルa、強熱減量の増減率と摩擦速度の関係

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(21)

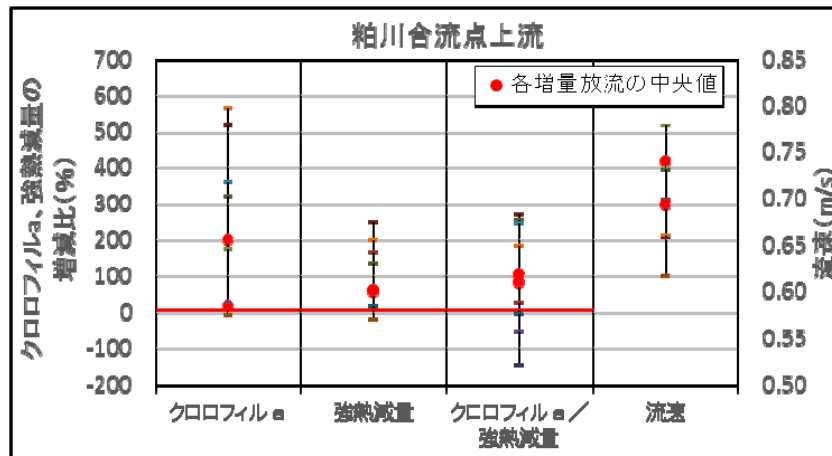
### ◎増量放流(H27.9、H28.8)のまとめ

- ・増量放流後に「クロロフィルa」が増加しており、増量放流による剥離と見られる現象は確認されなかった。
- ・藻類の生育が活性化した傾向が、「クロロフィルa/強熱減量」の増加より確認された。

#### (井ノ口橋下流)



#### (粕川合流点上流)



#### 【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

- ・藻類の現存量の目安となる「クロロフィルa」及び、有機物に占める藻類量の比率を示す「藻類比率(クロロフィルa/強熱減量)」は増水後に増加しており、剥離現象は見られないが、徳山ダムからの増量放流により有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと考えられる。

#### 【流速(井ノ口橋下流)】

- ・増量放流中の推定流速は、5地点中央値は0.62~0.65m/sであった。

#### 【流速(粕川合流点上流)】

- ・増量放流中の推定流速は、5地点中央値は0.69~0.74m/sであった。

※増減比は増量放流の前後の比率

※増減比の中央値は増量放流の前後の中央値の比率

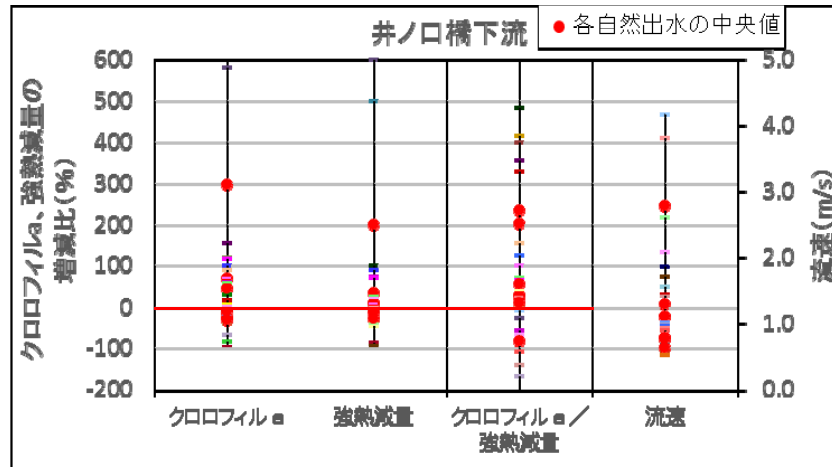
※増量放流時の流速は調査時(H26.4~H28.12)の流量と流速からQ-V回帰式を作成し、出水時の流量から流速を推定。



## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(22)

◎自然出水(H26.9.5、H27.8.17、H27.9.9、H27.10.2、H28.7.26、H28.9.8、H28.9.20)のまとめ  
 ・自然出水においても付着藻類が剥離せずに、「クロロフィルa」が増加する場合があった。

(井ノ口橋下流)



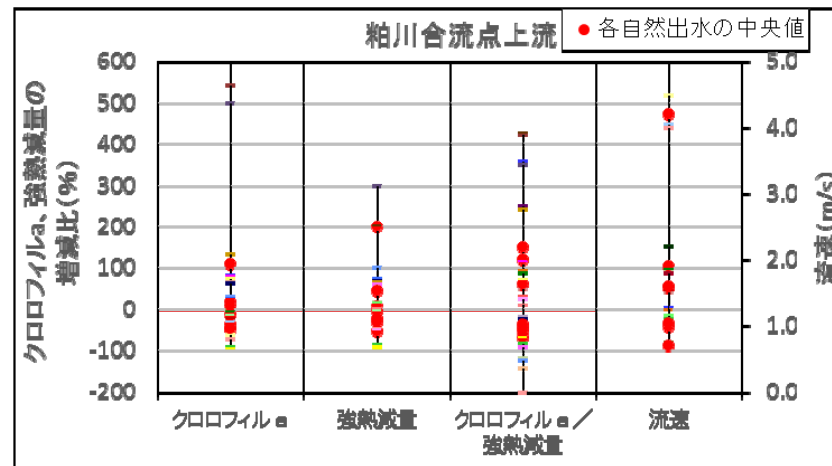
【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

・「クロロフィルa」及び「強熱減量」が、7出水のうち4地点で中央値が出水後に減少し、3出水で増加しており、一部で剥離したと考えられる。

【流速】

・出水中の推定流速は、中央値で0.63～2.78 m/sであった。

(粕川合流点上流)



【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

・「クロロフィルa」及び「強熱減量」が、7出水のうち4地点で中央値が出水後に減少し、3出水で増加しており、一部で剥離したと考えられる。

【流速】

・出水中の推定流速は、中央値で流速0.70～4.21m/sであった。

※増減比は自然出水の前後の比率

※増減比の中央値は自然出水の前後の中央値の比率

※自然出水時の流速は調査時(H26.4～H28.12)の流量と流速からQ-V回帰式を作成し、出水時の流量から流速を推定。

### 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(23)

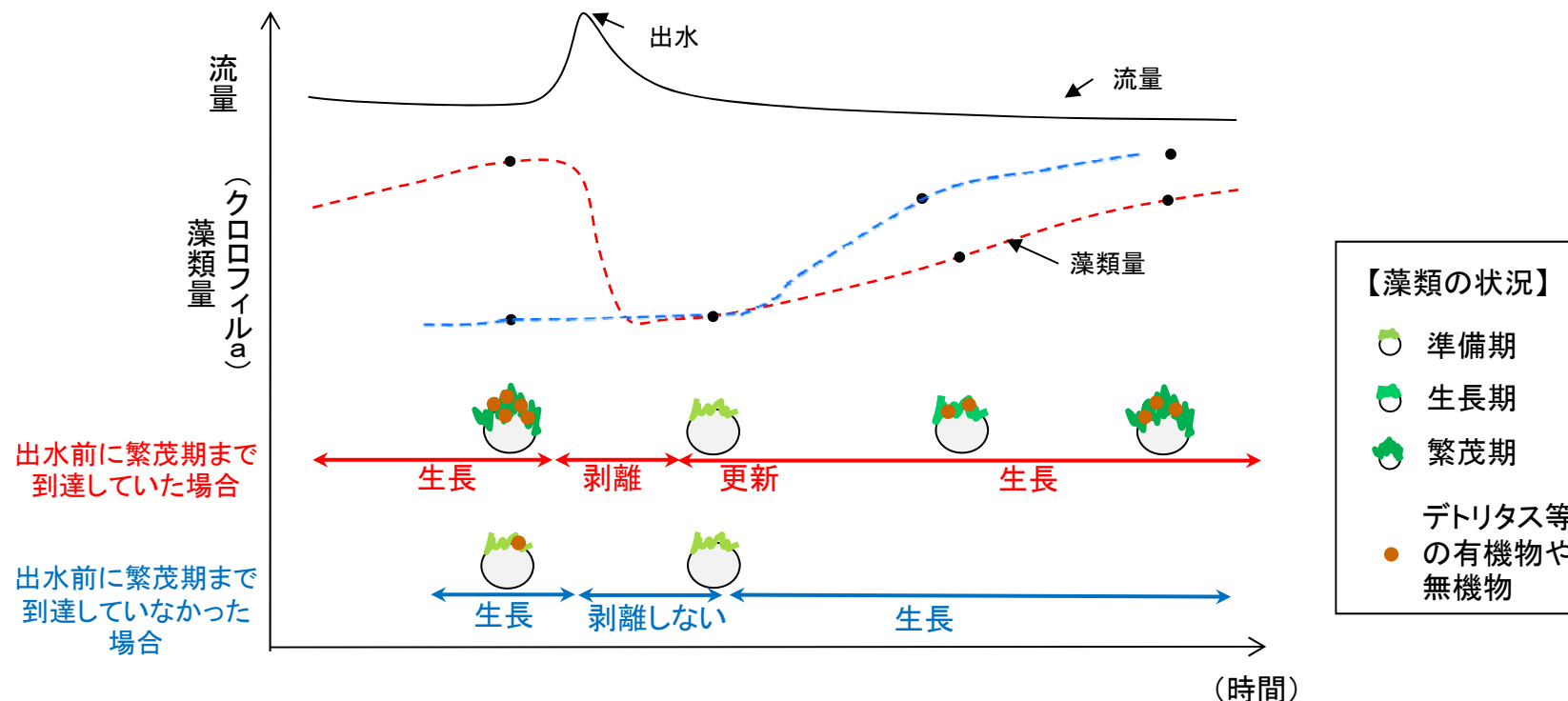
◎有機物や無機物の剥離による生育環境の改善効果

【これまでの視点】

・付着藻類は出水により剥離し、その後、更新・生長というサイクル(赤線)を繰り返す。

【新たな視点①】

・増量放流や出水前に繁茂期まで至っていないため付着藻類は剥離しない(大きな変化は見られない)のではないかと。(青線)。



※地域により生長速度は異なる。

出水前後の付着藻類の消長サイクル

## 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(24)

### ◎生育度合と剥離の関係(H26~28年度調査の結果から)

- ・付着藻類の生育度合が高いほど、増量放流・出水後の「クロロフィルa」、「強熱減量」の減少率が高くなる傾向がある。

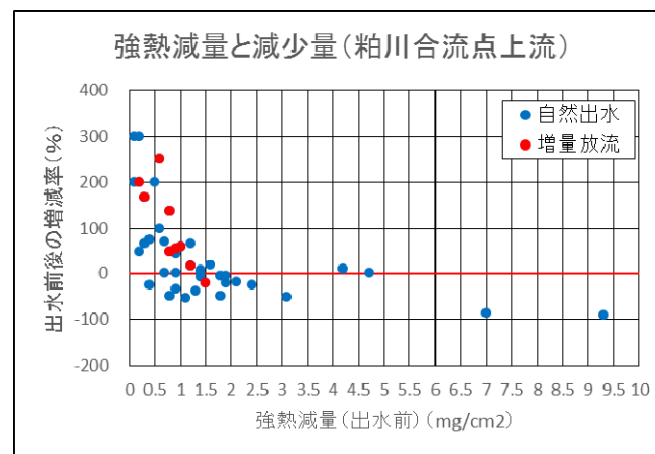
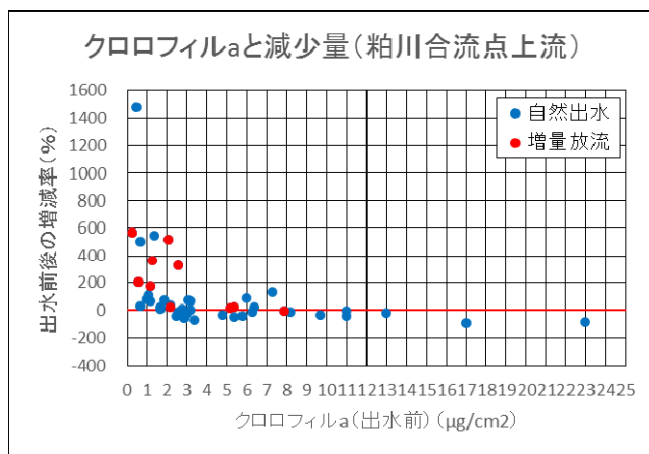
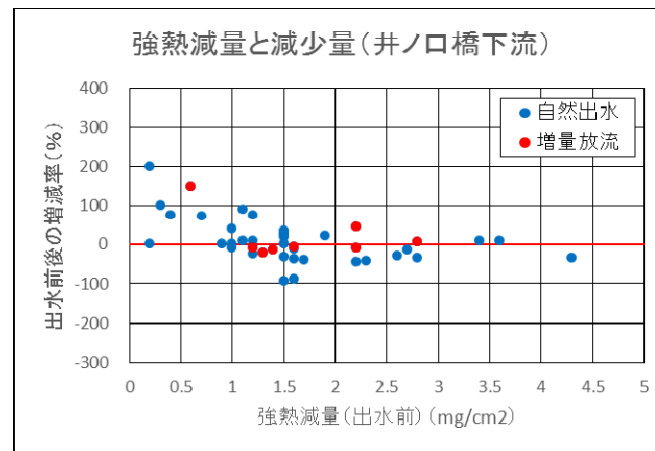
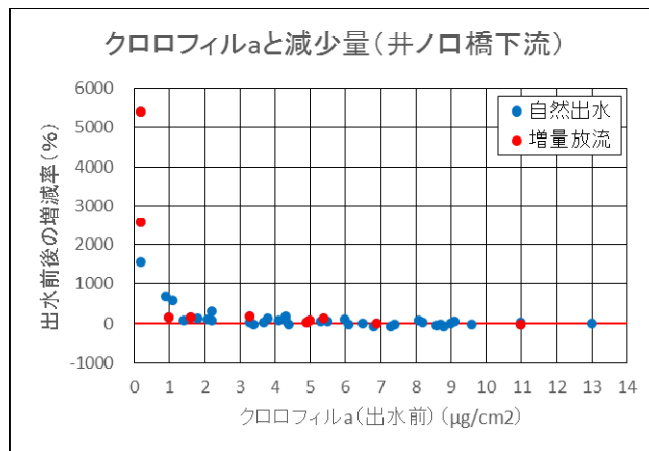


図) 出水前後のクロロフィルa、強熱減量の増減率

## ◎生育度合と剥離の関係(H26~28年度調査の結果から)

・付着藻類の生育度合が高いほど、増量放流・出水後の「クロロフィルa」、「強熱減量」の減少率が高くなる傾向があり、剥離が生じやすくなると考えられる。

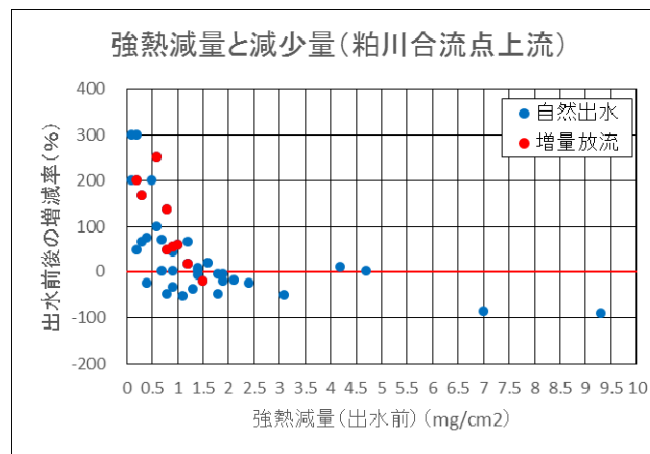
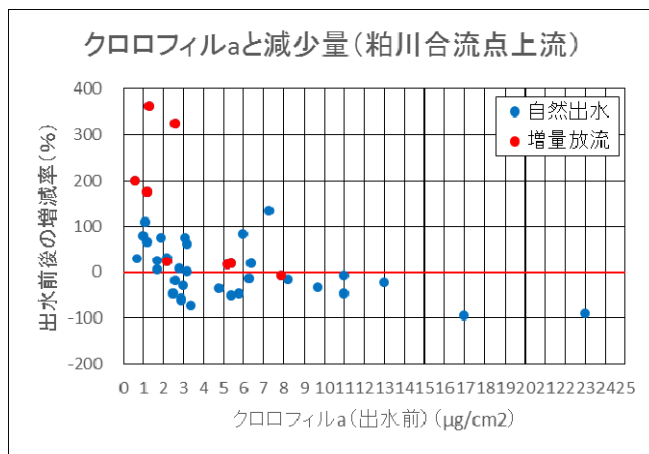
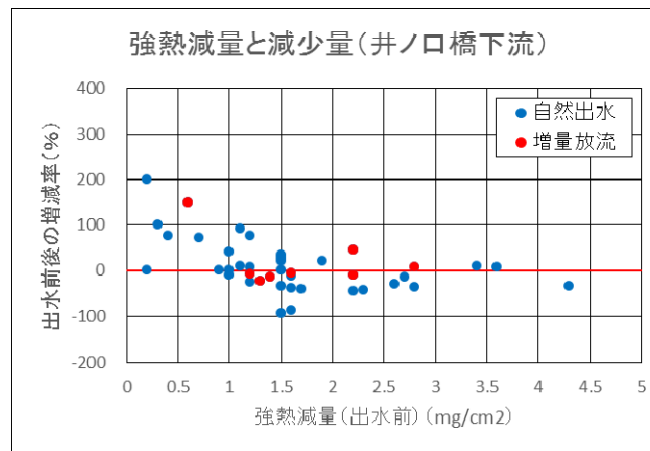
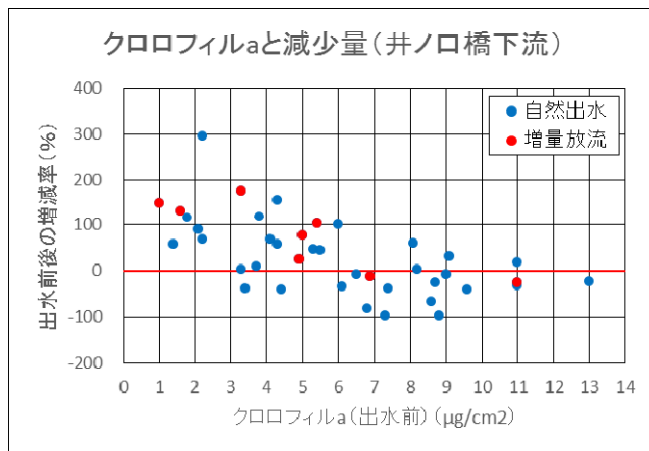


図) 出水前後のクロロフィルa、強熱減量の増減率

### 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(26)

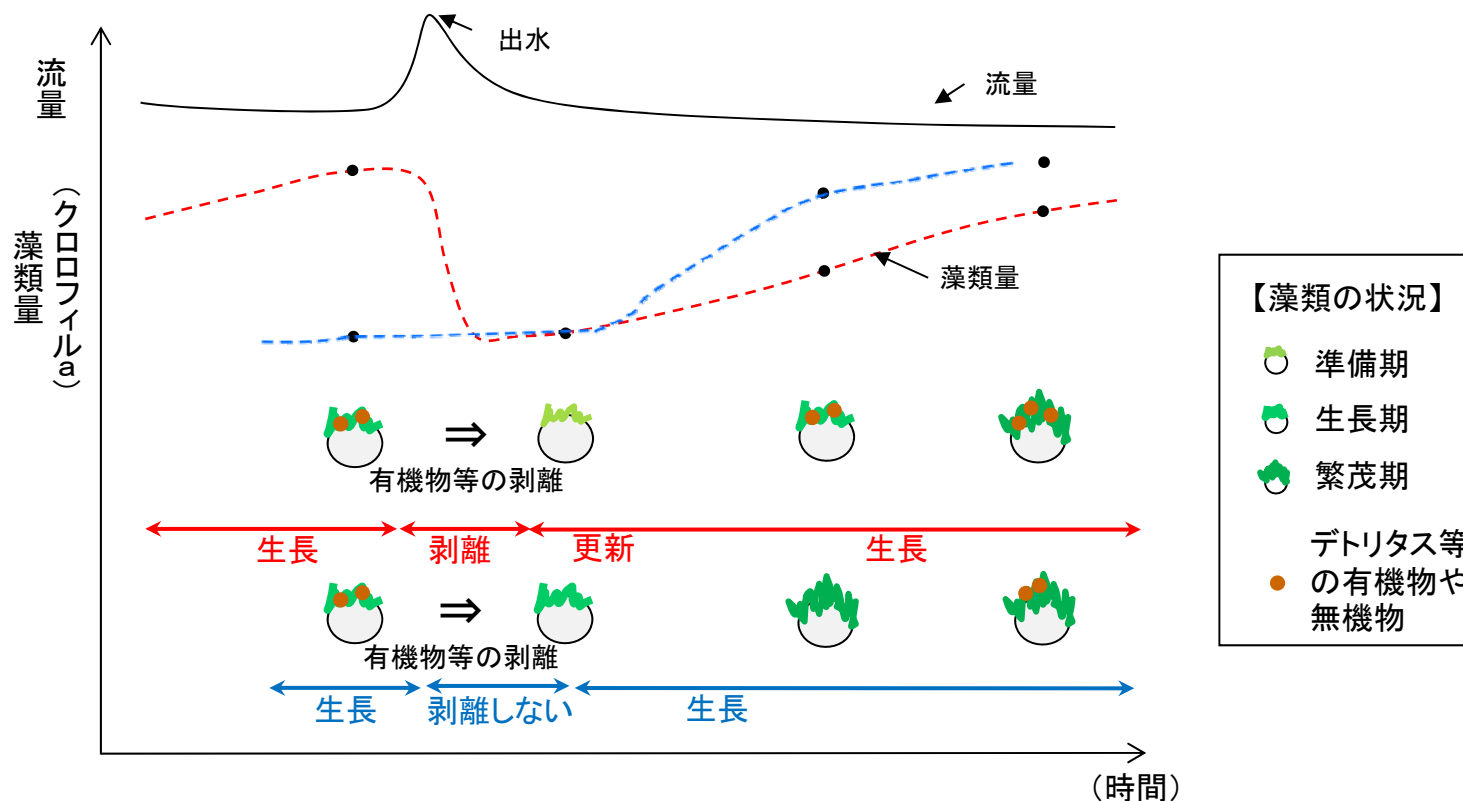
#### ◎有機物や無機物の剥離による生育環境の改善効果

##### 【これまでの視点】

・付着藻類は出水により剥離し、その後、更新・生長というサイクル(赤線)を繰り返す。

##### 【新たな視点②】

・増量放流や出水による付着藻類の剥離は生じないが、デトリタス等の有機物や無機物が剥離したことにより、付着藻類を取り巻く生育環境が改善され、生長が促進することも考えられる。(青線)。



※地域により生長速度は異なる。

出水前後の付着藻類の消長サイクル

# 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(27)

再掲

◎増量放流：夏季調査(8/23~25)：万石地点最大流量46m<sup>3</sup>/s、岡島地点最大流量49m<sup>3</sup>/s

・揖斐川の流量が減少し、8/2より万石地点で20m<sup>3</sup>/sを確保するための不特定補給が継続している状況において、増量放流を8/23~25に実施した。

## 【流量】

万石地点：自然流量※約23m<sup>3</sup>/s、増量後流量最大約46m<sup>3</sup>/s(約23m<sup>3</sup>/s増)

岡島地点：自然流量※約29m<sup>3</sup>/s、増量後流量最大約49m<sup>3</sup>/s(約20m<sup>3</sup>/s増)

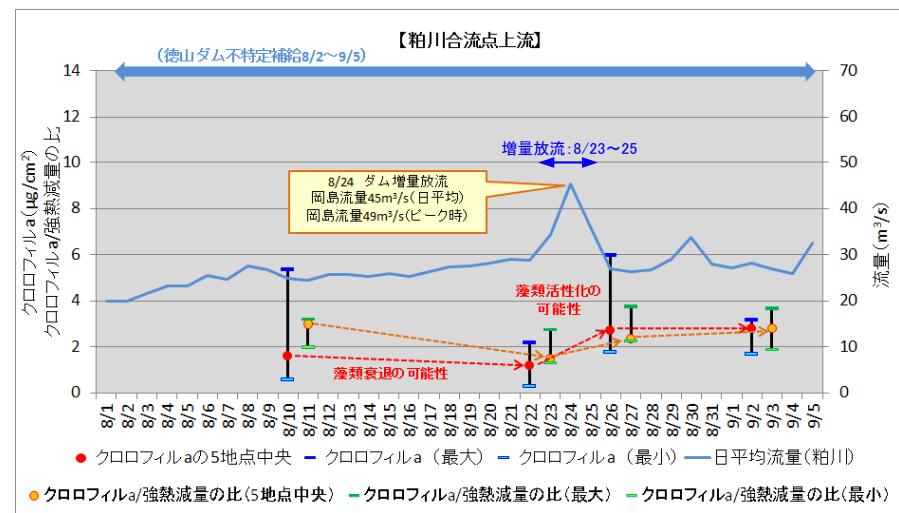
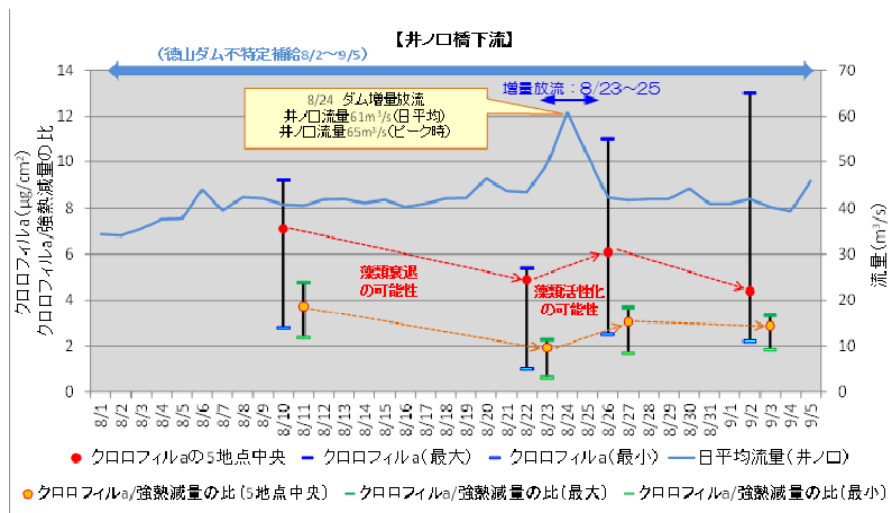
※自然流量：不特定補給等後の流量

・付着藻類の調査は、定期調査8/10、事前調査8/22、事後調査8/26、9/2に実施。

・両地点とも8/10から8/22にかけて「クロロフィルa」は減少傾向、増量放流後は増加傾向であった。その後の調査で井ノ口橋下流は減少傾向となった。

(井ノ口橋：自然約44m<sup>3</sup>/s、増量後最大約65m<sup>3</sup>/s)

(粕川合流点上流：自然約29m<sup>3</sup>/s、増量後最大約49m<sup>3</sup>/s)



※クロロフィルa/強熱減量の比(藻類比率)：有機物に占める藻類量の比率を示す

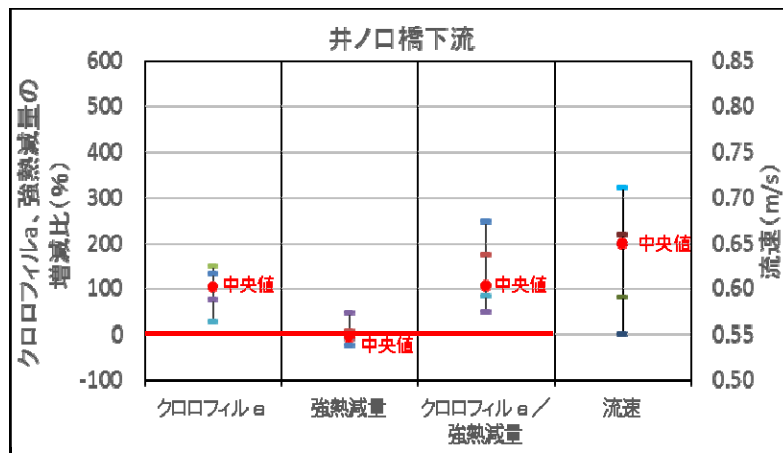
### 3-1. ②付着藻類の剥離・更新の促進(28)

再掲

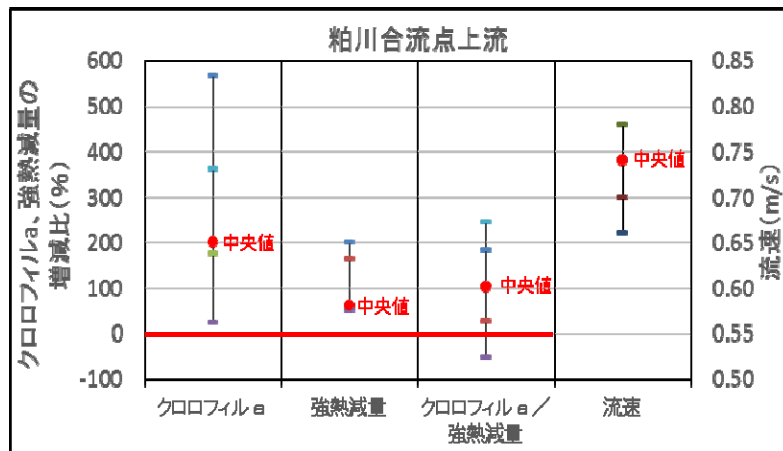
◎増量放流：夏季調査(8/23~25)：万石地点最大流量46m<sup>3</sup>/s、岡島地点最大流量49m<sup>3</sup>/s

- ・両地点の増量放流中の推定流速は0.7m/s程度であった。
- ・藻類の現存量の目安となる「クロロフィルa」及び、有機物に占める藻類量の比率を示す「藻類比率(クロロフィルa/強熱減量)」は増水後に増加しており、剥離現象は見られないが、徳山ダムからの増量放流により有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと考えられる。

(井ノ口橋下流)



(粕川合流点上流)



【クロロフィルa及び強熱減量の変化】

- ・藻類の現存量の目安となる「クロロフィルa」及び、有機物に占める藻類量の比率を示す「藻類比率(クロロフィルa/強熱減量)」は増水後に増加しており、剥離現象は見られないが、徳山ダムからの増量放流により有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと考えられる。

【流速(井ノ口橋下流)】

- ・増量放流中の推定流速は、5地点中央値は0.65m/sであった。

【流速(粕川合流点上流)】

- ・増量放流中の推定流速は、5地点中央値は0.74m/sであった。

※増減比は増量放流の前後の比率 [8/26]/[8/22]

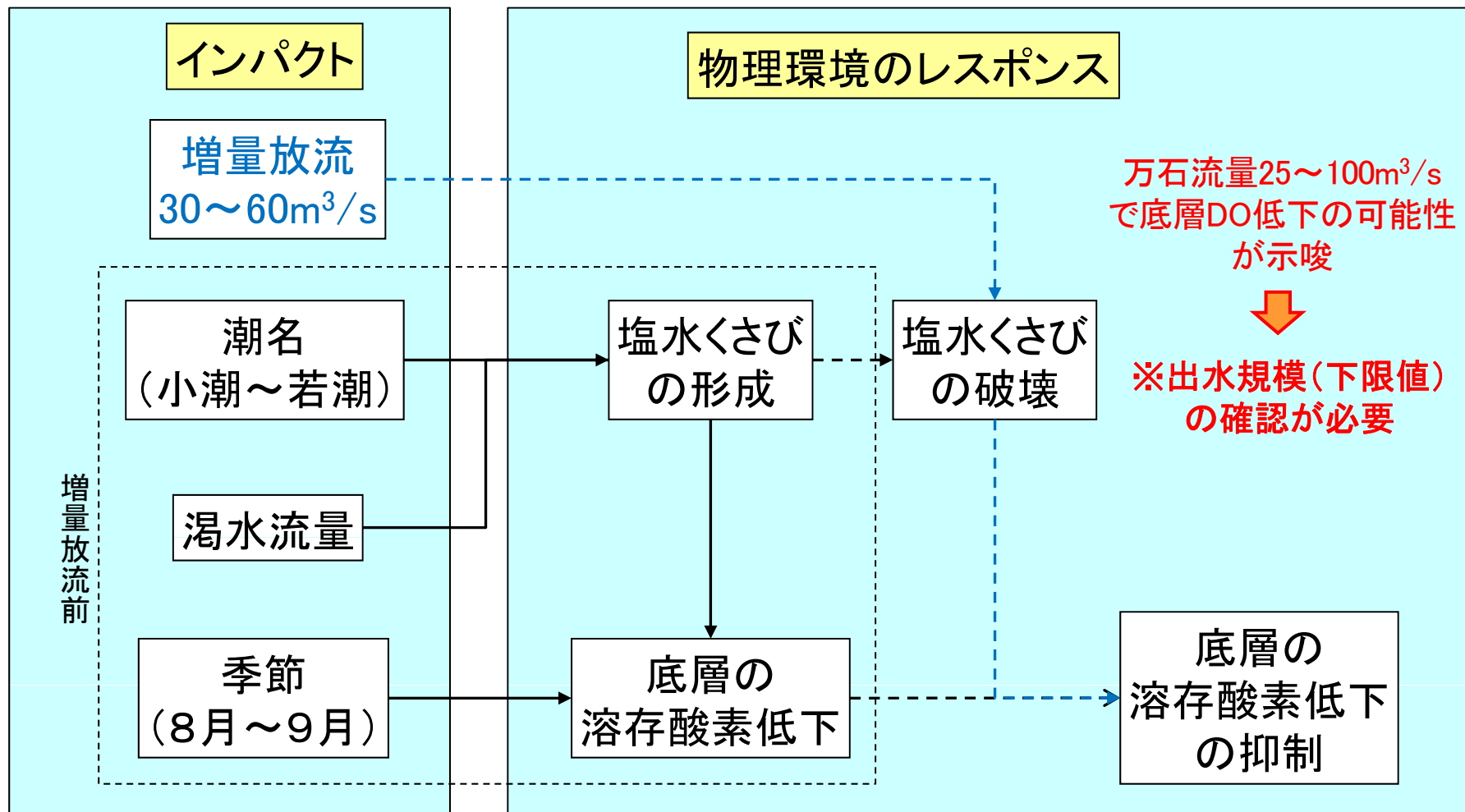
※増減比の中央値は増量放流の前後の中央値の比率 [8/26①~⑤中央値]/[8/22①~⑤中央値]

※増量放流時の流速は調査時(H26.4~H28.12)の流量と流速からQ-V回歸式を作成し、出水時の流量から流速を推定。8/24



◎第3回検討会における仮説の検証

- ・底層の溶存酸素(DO)の低下傾向は、8月～9月の小潮～若潮時において河川流量に関係して発生。
- ・これまでの実施した増量放流量では、汽水域における底層DOの低下抑制確認は不十分。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。



## 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(2)

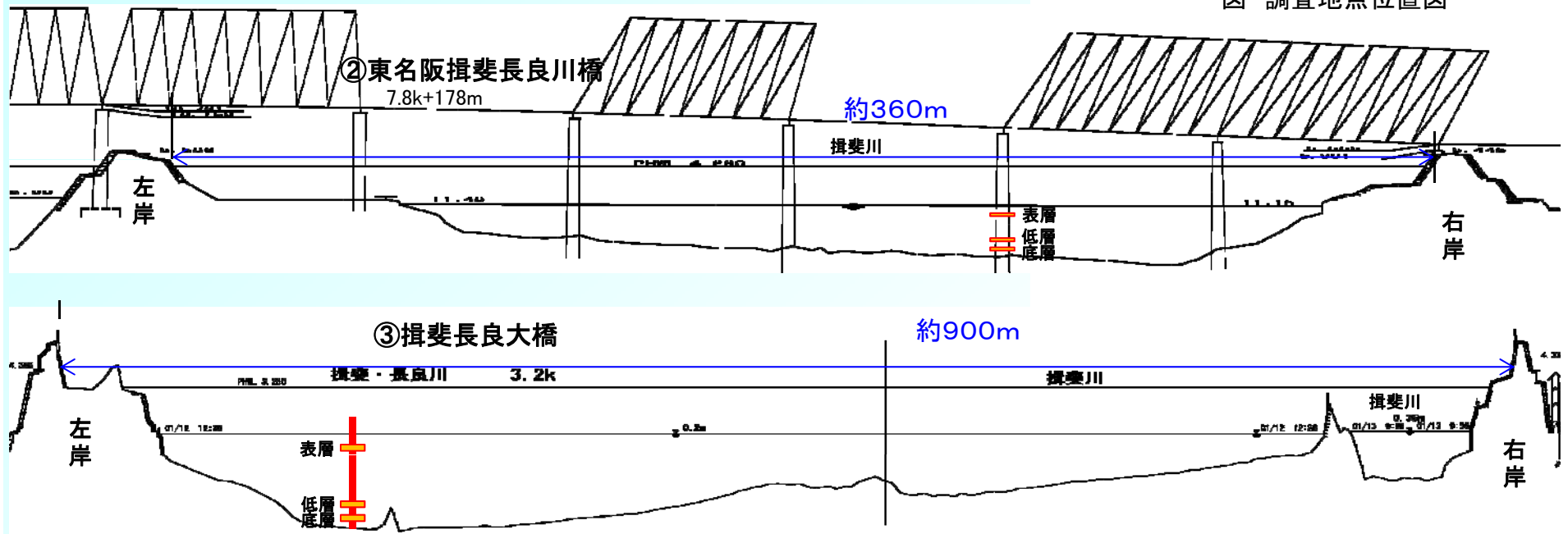
- ・調査地点: 海津橋、東名阪揖斐長良川橋、揖斐長良大橋、城南(計4地点)
- ・調査時期: 年間
- ・調査内容: 水温、塩化物イオン濃度、DO、濁度

### 水温、塩分、DOの調査地点及び計測位置

- ①海津橋(22.3k) : 表層
- ②東名阪揖斐長良川橋(8.0k) : 表層、低層、底層
- ③揖斐長良大橋(3.0k) : 表層、低層、底層
- ④城南(-0.5k) : 表層、低層、底層



図 調査地点位置図



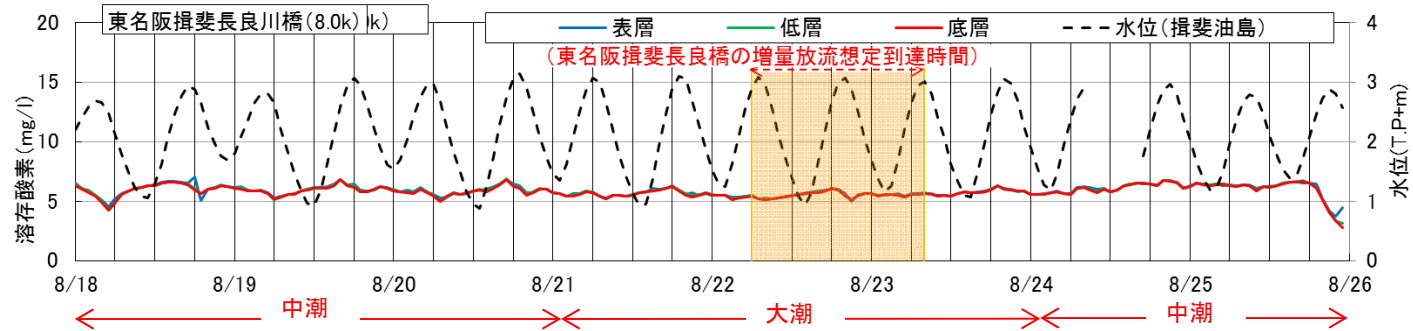
注) 表層: 2割水深、低層: 8割水深、底層: 河床より50cm

# 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(3) ー増量放流時ー

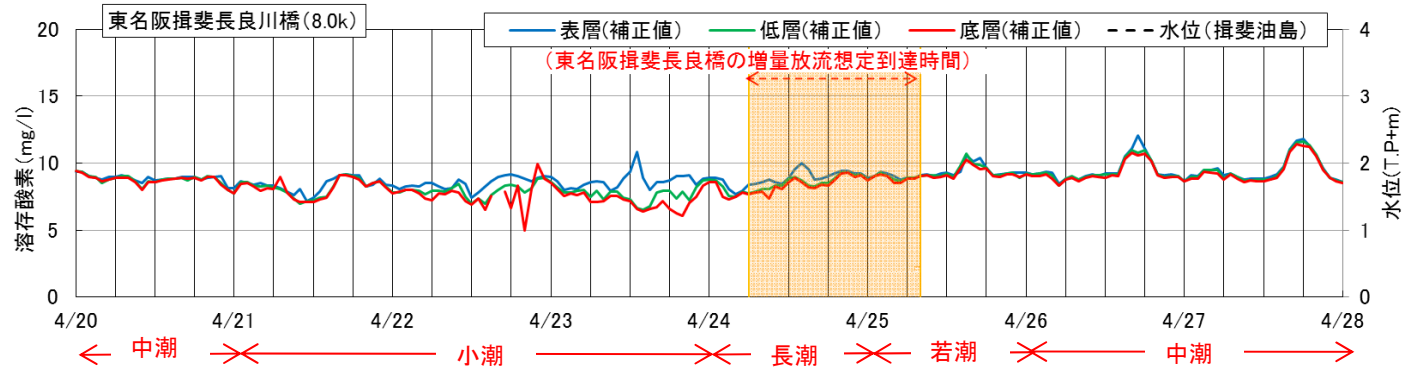
## ◎平成25～27年度の調査結果(溶存酸素)

・H27までは夏季の小潮での増量放流は実施していない。

H25



H26



H27

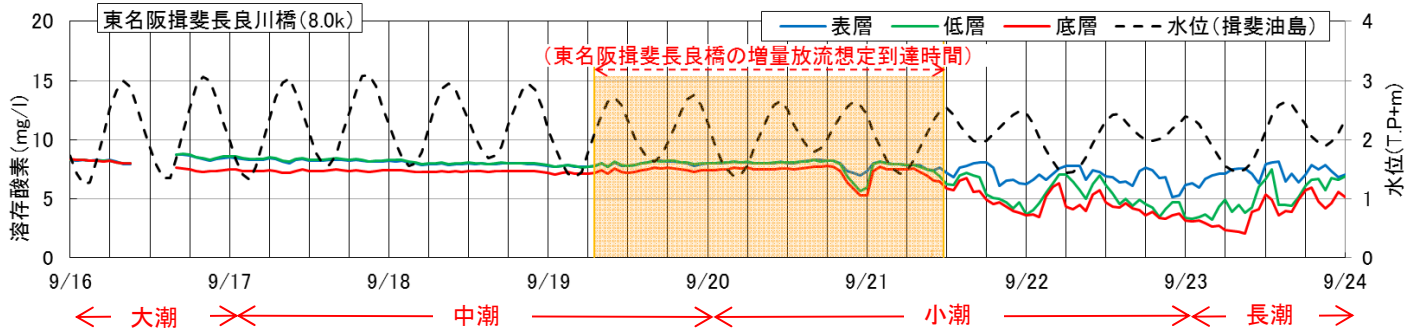


図 増量放流前後における溶存酸素の状況

# 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(4) ー増量放流時ー

## ◎平成28年度の調査結果(溶存酸素)

・夏季の小潮時の干満差が最も小さい期間(ピンク矢印)では増量放流による改善効果はなかったが、8/25夕方の方の干満差が小さかった期間(青矢印)では溶存酸素の低下が見られず、改善効果があった可能性がある。

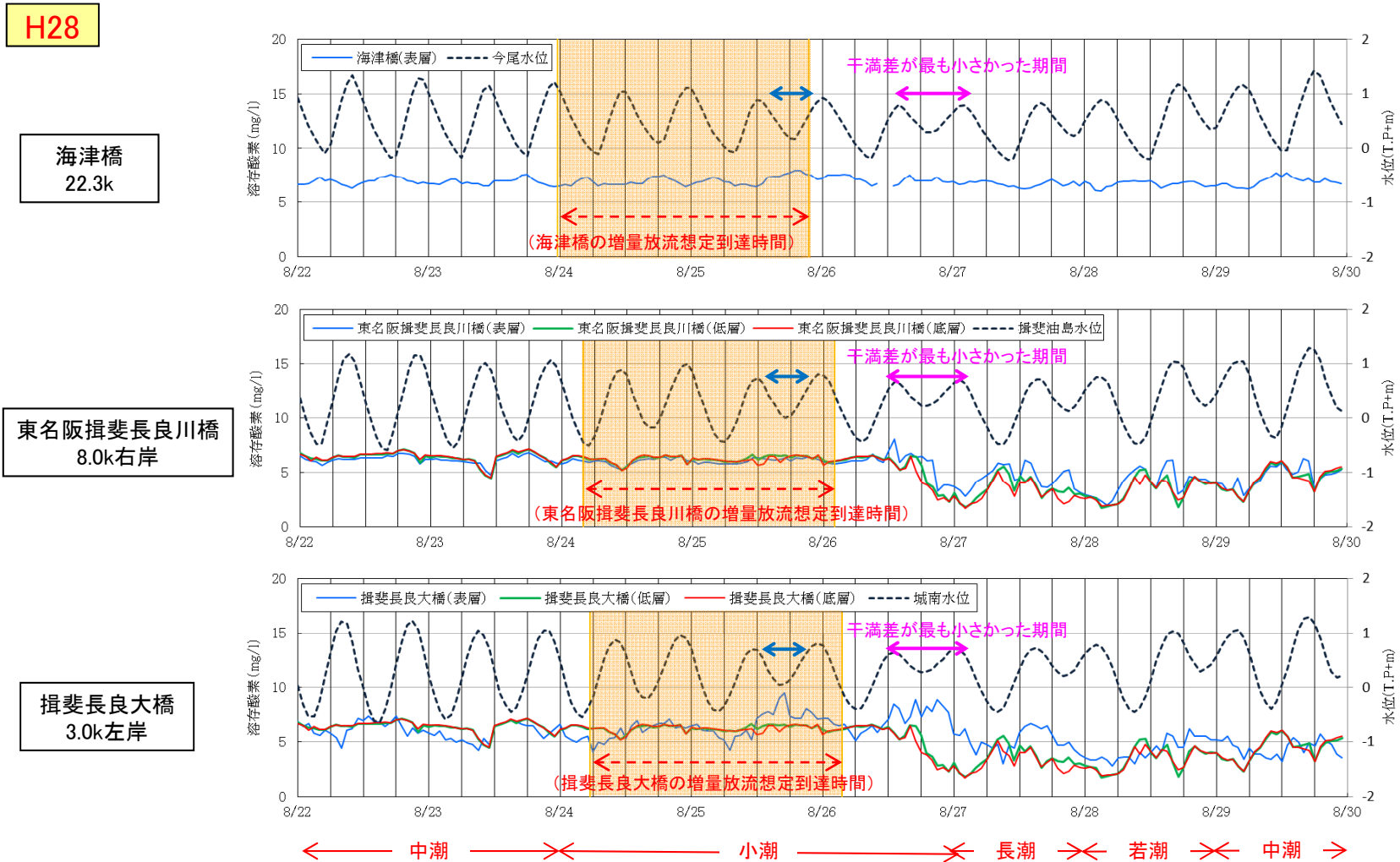


図 増量放流前後における溶存酸素の状況

## 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(5)

・夏季の小潮における増量放流はこれまでH28.8しか実施されていない。不特定補給が継続した後の増量放流であったため万石流量が46m<sup>3</sup>/sと少なかったが、効果はあった可能性がある。

### これまでの増量放流による汽水域の環境改善効果一覧

| 年月    |    | 潮名    | 万石流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 増量放流前の<br>溶存酸素の状況      | 増量放流による汽水域の環境<br>改善     |
|-------|----|-------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| H25.8 | 夏季 | 大潮    | 60                          | 5mg/l程度を維持しており、問題はなかった | —                       |
| H26.4 | 春季 | 小潮～長潮 | 80                          | 8mg/l程度を維持しており、問題はなかった | 小潮期間の後半でさらなる効果があった可能性あり |
| H27.9 | 秋季 | 中潮～小潮 | 90                          | 8mg/l程度を維持していたが、徐々に低下  | 小潮期間の前半で効果があった可能性あり     |
| H28.8 | 夏季 | 中潮～小潮 | 46                          | 6mg/l程度を維持、徐々に低下       | 小潮期間の前半で効果があった可能性あり     |



## 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(6)

### ◎東名阪揖斐長良川橋における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- 7/11～15の小潮(ピンク枠)では、期間前半で底層の溶存酸素が3mg/lを8時間下回った。しかし7/14に100m<sup>3</sup>/sの出水があり、期間後半は底層の溶存酸素が3mg/lを上回り、環境は良好であった。
- 7/26～30の小潮(緑枠)では、7/26に150m<sup>3</sup>/sの出水があり、塩水くさびの形成が抑えられ、底層の環境は良好であった。

H28年7月

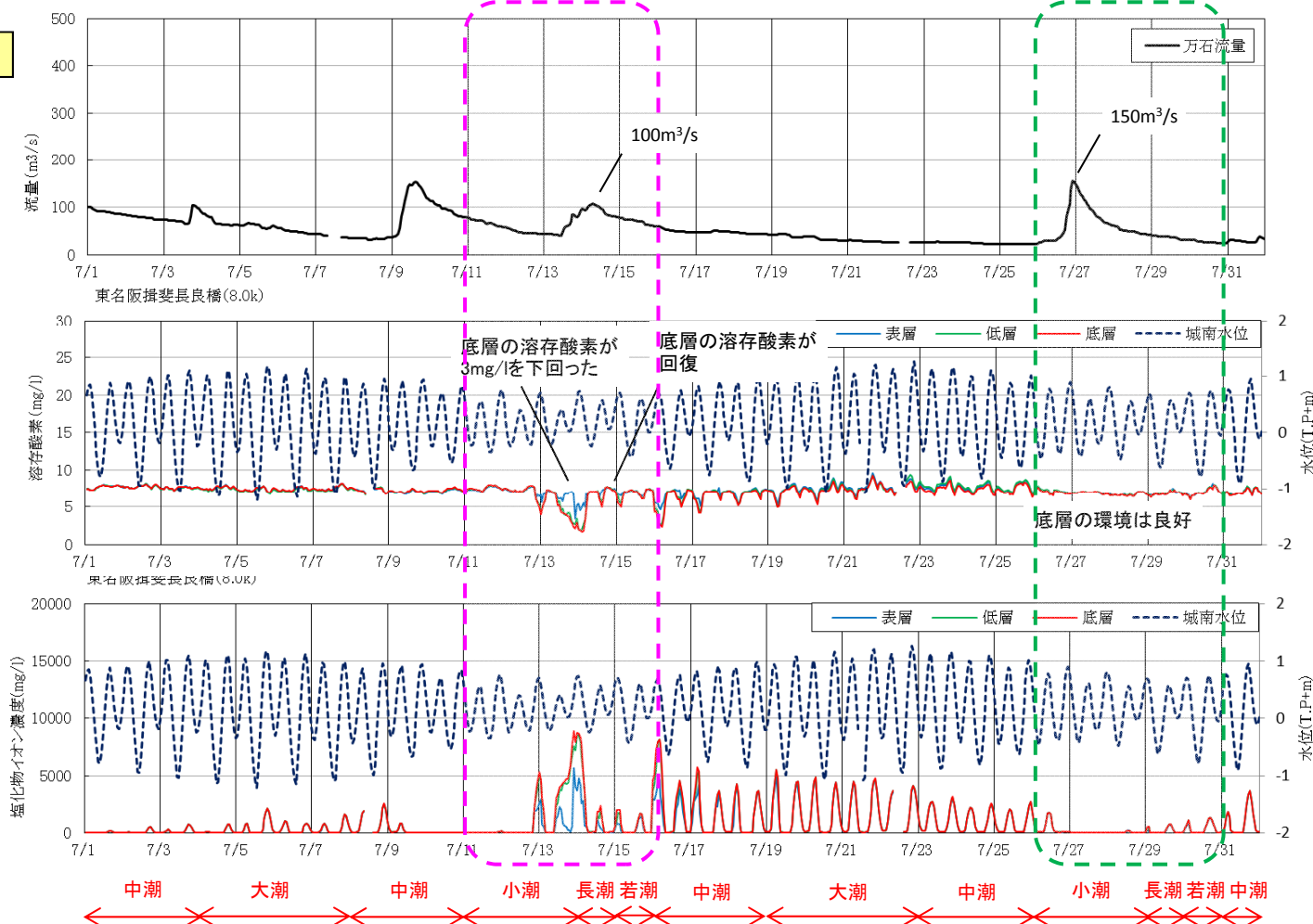


図 小潮時における溶存酸素の状況(H28.7の実績)

## 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(7)

### ◎東名阪揖斐長良川橋における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- ・8/9～15の小潮(ピンク枠)では、底層のDO(溶存酸素量)が表層に比べ低下し、2mg/L程度になった。塩化物イオン濃度も高くなり、塩水くさびが形成されたと推測された。
- ・8/24～28の小潮(緑枠)では、表層と底層のDOの違いは小さかった。8/25は増量放流により塩水くさびが形成されなかった可能性がある。

H28年8月

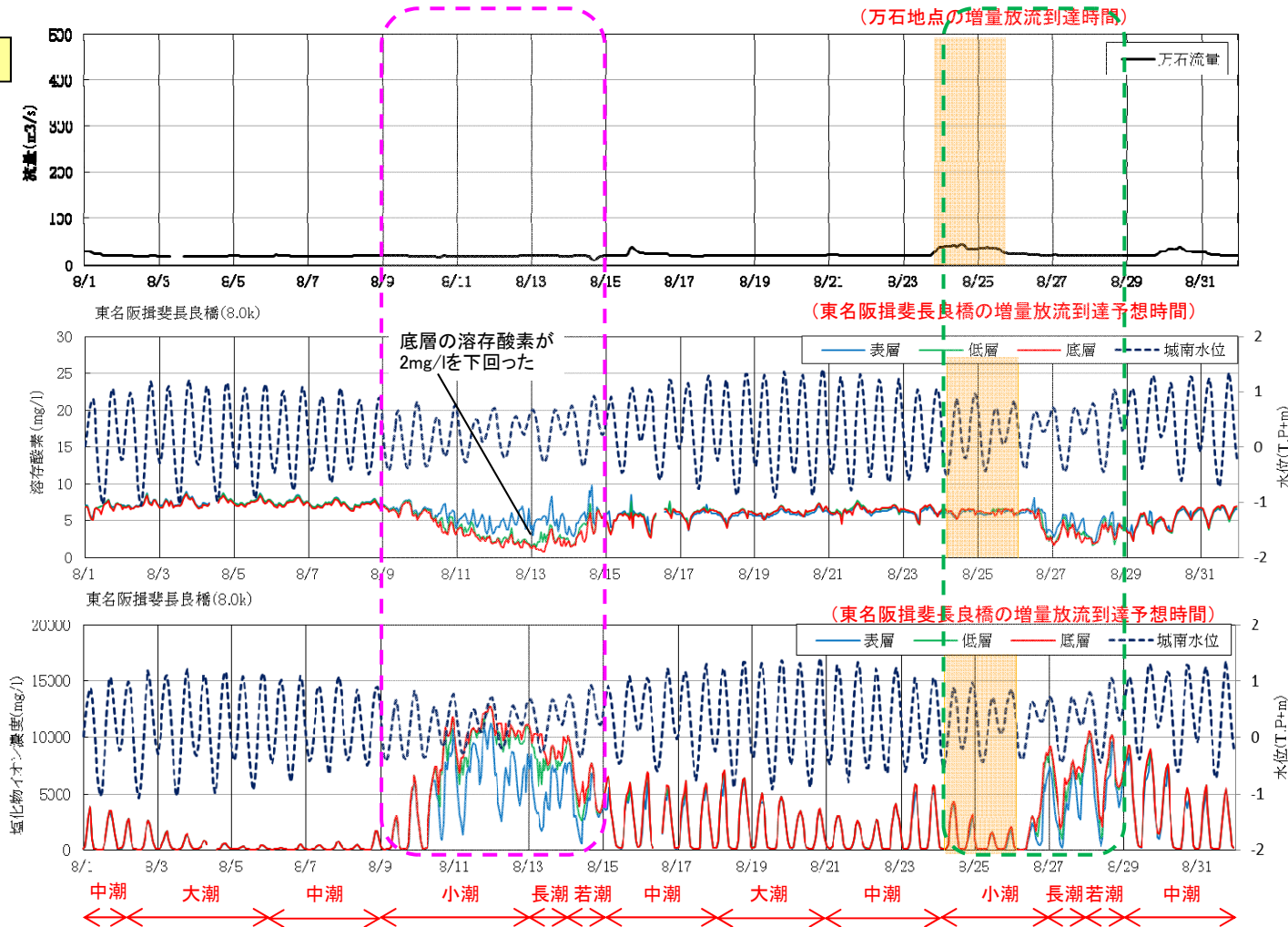


図 小潮時における溶存酸素の状況(H28.8の実績)



## 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(8)

### ◎東名阪揖斐長良川橋における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- 9/8～12の小潮(ピンク枠)では、9/9に出水(流量欠測)があったが、塩水くさびが形成され、底層の溶存酸素は2mg/L程度の状態が続いた。
- 9/24～27の小潮(緑枠)では、9/21に1,400m<sup>3</sup>/sの出水があり、塩水くさびの形成が抑えられ、底層の環境は良好であった。

H28年9月

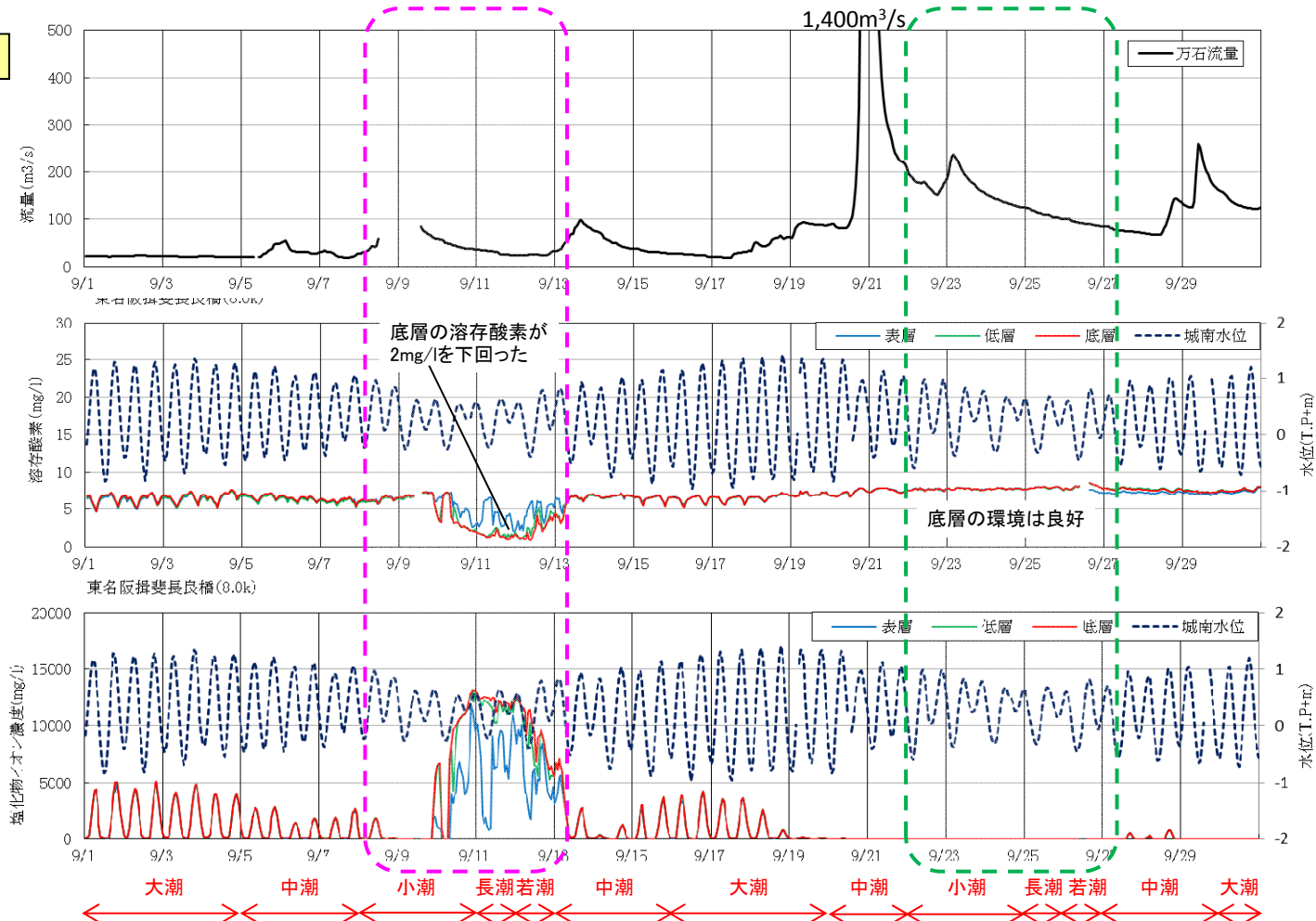
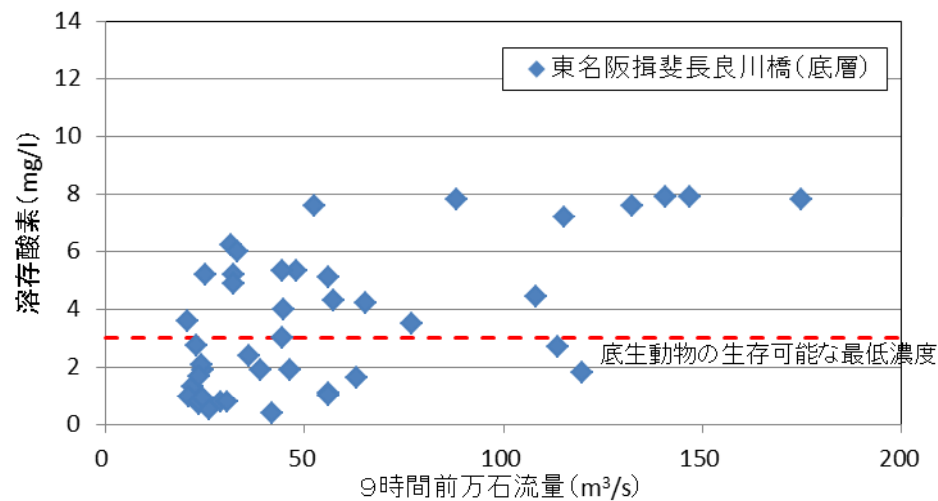


図 小潮時における溶存酸素の状況(H28.9の実績)

## 3-2 . ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(9)

### ◎東名阪揖斐長良川橋における溶存酸素、塩化物イオン濃度

- ・平成21年～28年の夏季の小潮時のデータを整理した結果、9時間前万石流量が大きいほど底層の最低溶存酸素が高くなる傾向にある。



※7月～9月の小潮～若潮時のデータによる

※底生生物の生存可能な最低濃度=3mg/l 水産用水基準(2012)

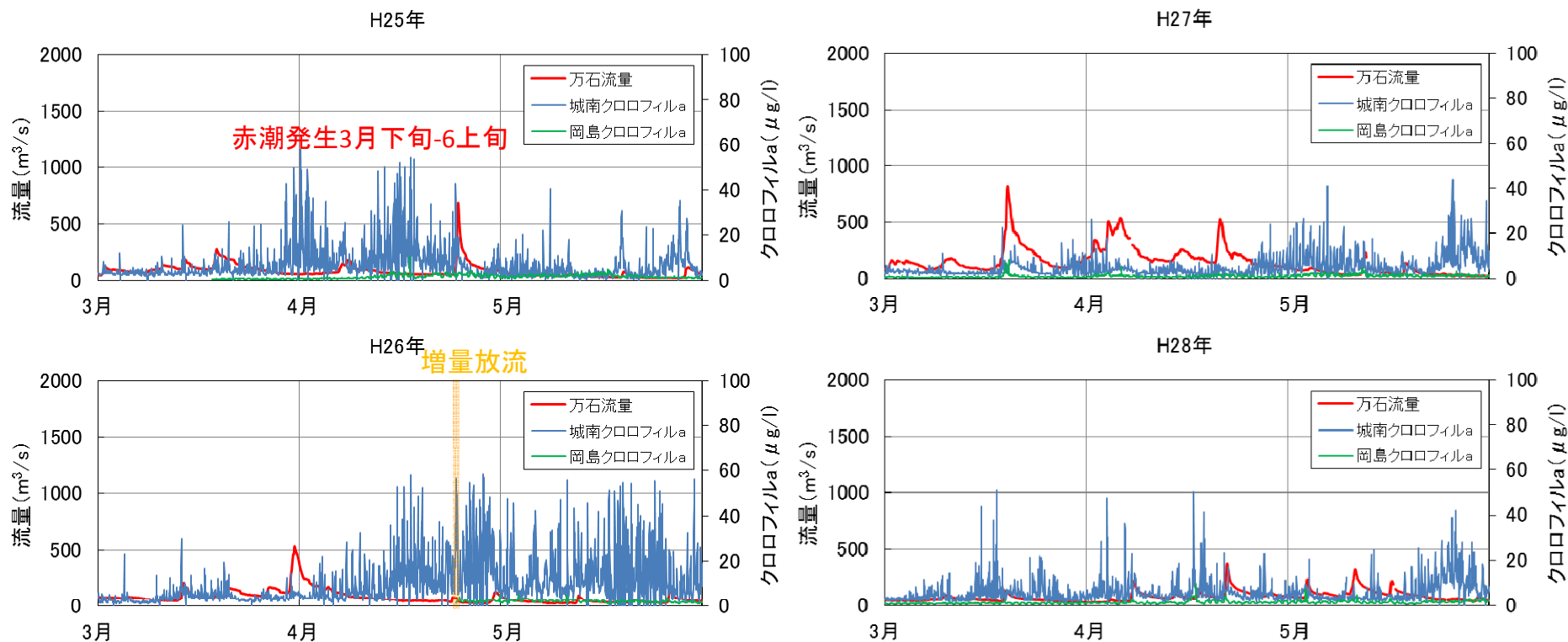
※万石から東名阪揖斐長良川橋の到達時間は出水の規模に関わらずに一律に9時間と仮定した。

夏季小潮時の最低溶存酸素と万石流量の関係(平成21～28年)

## 3-2. ⑥汽水域の底生動物の生息環境改善(10) —赤潮対策について—

### ◎流況の分析

- ・H25年3月下旬から6月上旬に、揖斐川河口部において赤潮が発生。3月から4月中旬までに大きな出水はなかった。
- ・H26、H27、28年は赤潮発生への報告はなかった。H26年は3月末に500m<sup>3</sup>/sの出水があったが、4月下旬から「クロロフィルa」の値は高い状態で推移した。H27年は3月下旬、4月上旬、下旬に連続して500m<sup>3</sup>/sの出水があった。H28年は出水はなかった。
- ・赤潮が発生した場合における揖斐川流量と赤潮消失(または長期化)の関係について、今後データを整理・分析する必要がある。



### 3-3. ⑧河川全域の水温変化の影響

#### ◎H28年8月増量放流時調査における結果

- ・増量放流中に水温低下がみられるが8/24(緑枠)の日照時間は前数日に比べて少なく、同様に日照時間が短い8/15、8/18(赤枠)と同程度の水温であり、増量放流期間中における水温低下の主な要因であると推定される。

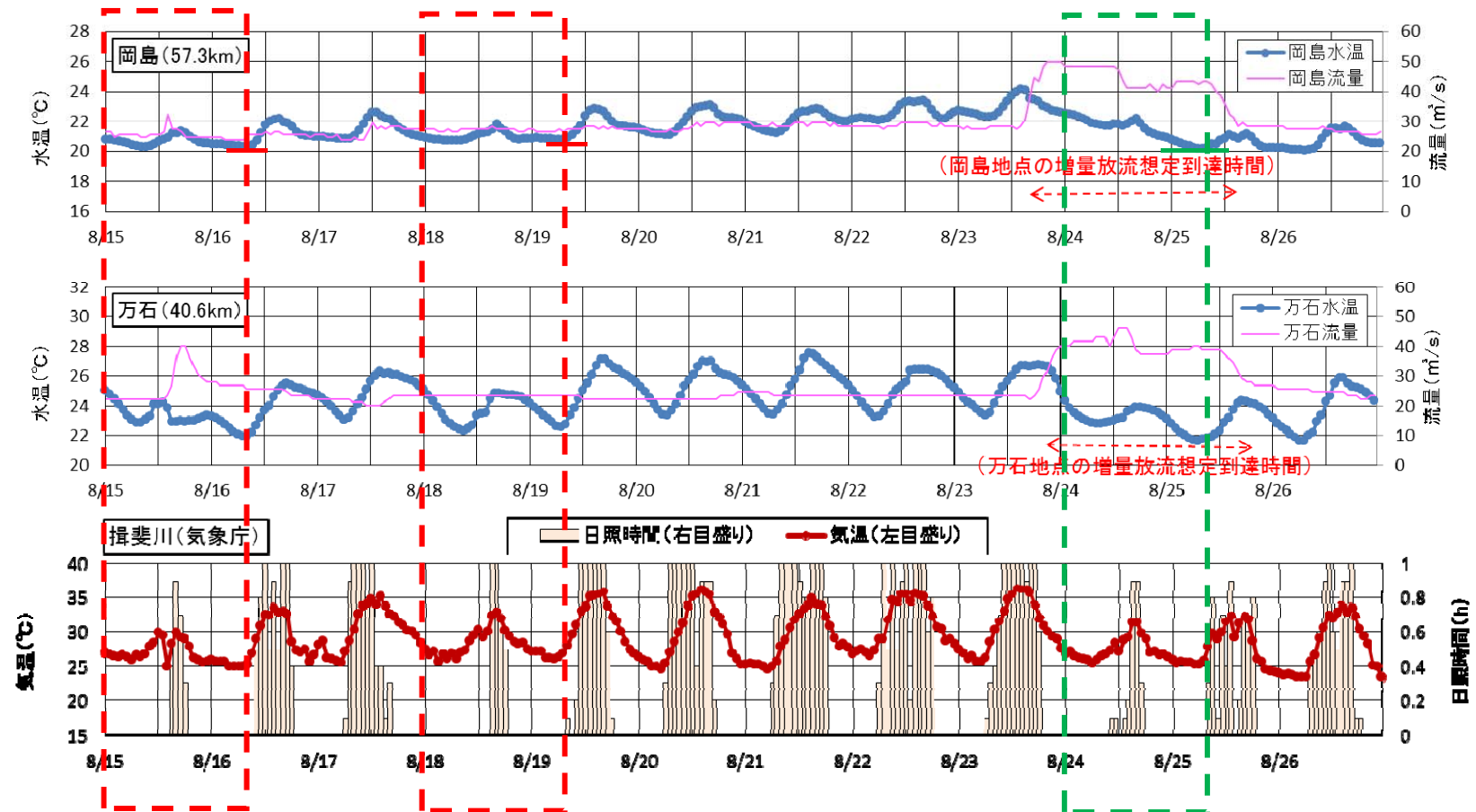


図 H28年8月増量放流時の水温の縦断変化

# 3-4. ⑪放流水の流達時間

## ◎放流水の流達時間

- ・平成28年8月(夏季)の増量放流の流達時間は、西平ダムを起点とすると、岡島で約2時間、万石で約6時間であった。
- ・これまでの調査全体で見ると、西平ダムから岡島まで1~2時間、万石まで3.5時間から6時間となっている。

表 増量放流時における徳山ダムからの放流水の流達時間

| 地点   | 平成25年<br>8月 | 平成26年<br>4月 | 平成27年<br>9月 | 平成28年<br>8月 |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 徳山ダム | —           | —           | —           | —           |
| 鶴見   | 約0.5時間      | 約1時間        | 約1時間        | —           |
| 横山ダム | 2.5         | 3           | 3           | —           |
| 久瀬ダム | 3           | 3           | 4           | —           |
| 西平ダム | 4           | 5           | 5           | —           |
| 岡島   | 6(2)        | 6(1)        | 6(1)        | (2)         |
| 万石   | 9(5)        | 10(5)       | 8.5(3.5)    | (6)         |

※到達時間は10分データを用いて判定し、0.5時間単位で丸めた。

※( )は西平ダムからの到達時間

※平成28年は西平ダムからの到達時間

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。尖塔発電を行っており下流の西平ダムにて流量調整を行い均等放流を行うことから西平ダムを起点とした整理を行っている



図 徳山ダムから各地点間までの流達時間(H25~H28) 59

## 3-5. まとめ

| メニュー            | 改善効果、影響効果のまとめ  |
|-----------------|--|
| 付着藻類の剥離・更新の促進   | <ul style="list-style-type: none"><li>・調査期間を通した「クロロフィルa」は6～9月が小さく、10～12月が大きいという傾向である。</li><li>・今年度は、増量放流1回(夏季8月)、自然出水2回を対象として付着藻類調査を行ったが、これまで行った調査と合わせて、現状では剥離が生じる出水規模(下限値)の把握には至っていない。</li><li>・新たに付着藻類の生育度合と剥離の関係を整理したところ、生育度合が高いほど、増量放流・出水後の「クロロフィルa」、「強熱減量」の減少率が高くなる傾向がある。</li><li>・また、増量放流において剥離は生じないが、有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと想定される事象があり、調査を継続する必要がある。</li></ul> |
| 汽水域の底生動物の生息環境改善 | <ul style="list-style-type: none"><li>・夏季の小潮時に万石46m<sup>3</sup>/sで東名阪揖斐長良橋(8.0k)で底層の低溶存酸素状態の改善に効果があった可能性が示唆され、調査を継続する必要がある。</li><li>・既存の観測データの整理・分析を行っているが、流量と赤潮現象の関係性の把握までには至っていない。</li></ul>   |
| 河川全域の水温変化の影響    | 今年度の増量放流時に岡島、万石において水温の低下がみられたが、増量放流期間の日照時間が短く、同様に日照時間が短い他日の水温と同程度であることから、日照時間が主な要因である推定される。  |
| 放流水の流達時間        | これまでの調査全体で見ると、西平ダムから岡島まで1～2時間、万石まで3.5時間から6時間となっている。  |

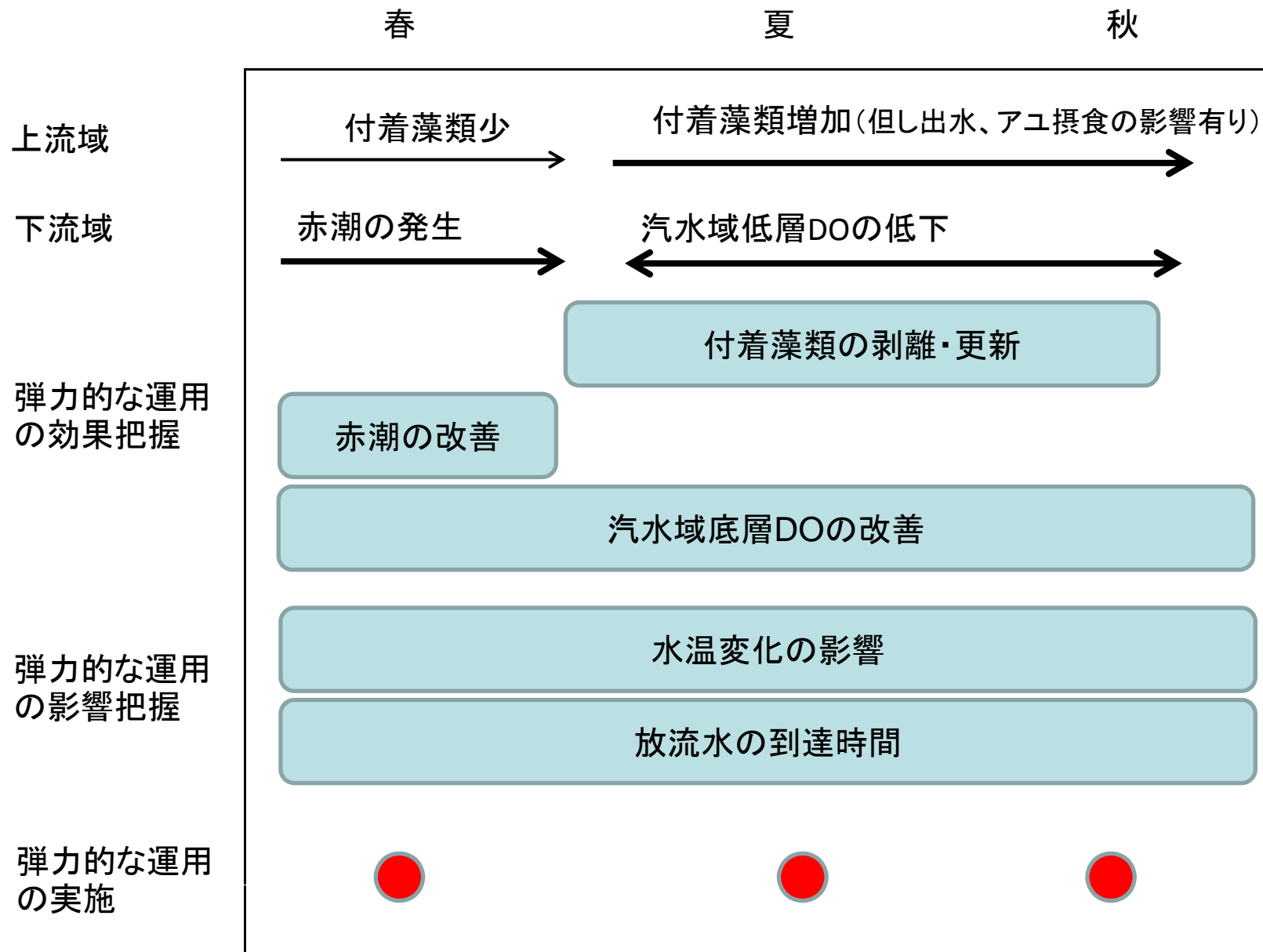
## 4. 平成29年度の弾力的な運用の試行 計画(案)



## 4-1. 平成29年度の弾力的な運用の試行(案)

| メニュー                | H28年度の成果  | 次年度以降検討する事項   | 増量放流(実施時期)   |             |
|---------------------|---|---|--|-------------|
| (1) 付着藻類の剥離・更新の促進   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査期間を通じた「クロロフィルa」は6～9月が小さく、10～12月が大きいという傾向である。</li> <li>・今年度は、増量放流1回(夏季8月)、自然出水2回を対象として付着藻類調査を行ったが、これまで行った調査と合わせて、現状では剥離が生じる出水規模(下限値)の把握には至っていない。</li> <li>・新たに付着藻類の生育度合と剥離の関係を整理したところ、生育度合が高いほど、増量放流・出水後の「クロロフィルa」、「強熱減量」の減少率が高くなる傾向がある。</li> <li>・また、増量放流において剥離は生じないが、有機物等がフラッシュされて、藻類の生育が活性化したと想定される事象があり、調査を継続する必要がある。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>①剥離が生じる流速(流量)下限値を把握するため、データを蓄積する。</li> <li>②生長度合と剥離の関係を把握するため、データを蓄積する。</li> <li>③剥離が生じない場合における、有機物等のフラッシュによる生育の活性化に着目した調査方法について検討する。</li> </ul> | 8月、9月に実施<br>付着藻類が増加し剥離現象の把握に適している時期  |             |
| (2) 汽水域の底生動物の生息環境改善 | ①小潮時の底層DO低下の抑制  | 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の低下が抑制できた可能性がある。   | 小潮・若潮時の塩水くさび形成に伴い生じる底層DO低下に対する増量放流の改善効果を確認する。                              | 4月、8月、9月に実施 |
|                     | ②赤潮等発生抑制  | これまで実施してきた増量放流規模の流量、継続時間における赤潮発生、「クロロフィルa」の上昇を抑制する効果は不明。  | 春季に赤潮の発生もしくは「クロロフィルa」が上昇する可能性があることから、増量放流による赤潮発生抑制もしくは「クロロフィルa」の改善効果を確認する。 | 4月          |
| (3) 河川全域の水温変化の影響    | 平成28年度増量放流においてデータを蓄積できた。  | 引き続き増量放流の機会にデータを蓄積する。   | —  |             |
| (4) 放流水の到達時間        | 平成28年度増量放流においてデータを蓄積できた。  | 引き続き増量放流の機会にデータを蓄積する。   | —  |             |

# 4-1. 平成29年度の弾力的な運用の試行(案)



## 4-1. 平成29年度の弾力的な運用の試行(案)

- 平成29年度の増量放流は、本年度の結果を踏まえつつ、同項目の調査を継続する。
- 増量放流実施時期は、今年度の計画同様に4月、8月、9月とし、期間は数日間程度とする。

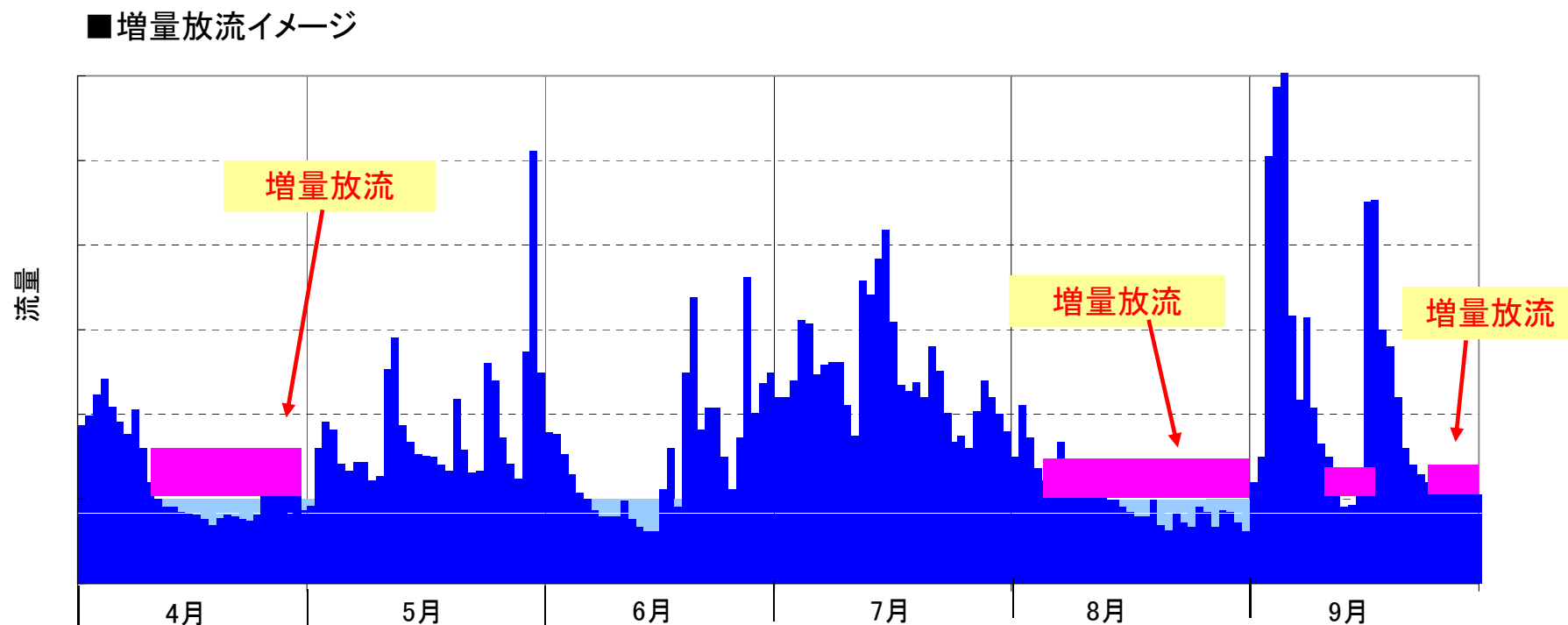


図 平成29年度の年間実施イメージ

## 4-2. 平成29年度の調査内容

改善・影響項目における調査時期

| 項目     |                     | 4月      | 5月 | 6月 | 7月 | 8月      | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |  |
|--------|---------------------|---------|----|----|----|---------|----|-----|-----|-----|--|
| 改善メニュー | 増量放流                | ←→      |    |    |    | ←→      |    |     |     |     |  |
|        | (1) 付着藻類の剥離・更新の促進   |         |    |    |    | ←→      |    |     |     |     |  |
|        | (2) 汽水域の底生動物の生息環境改善 | ←-----→ |    |    |    |         |    |     |     |     |  |
|        | (3) 河川全域の水温変化の影響    | ←-----→ |    |    |    |         |    |     |     |     |  |
| 影響メニュー | (4) 放流水の到達時間        | ←-----→ |    |    |    | ←-----→ |    |     |     |     |  |

←→ 増量放流期間

←→ 現地調査(増量放流)

←---→ 既存定期調査

おわり