

本資料は審議の結果変更になる場合がある

# 第2回長良川河口堰の更なる弾力的な運用 に関するモニタリング部会（案）

平成23年11月2日

国土交通省中部地方整備局  
独立行政法人水資源機構中部支社



# 目次

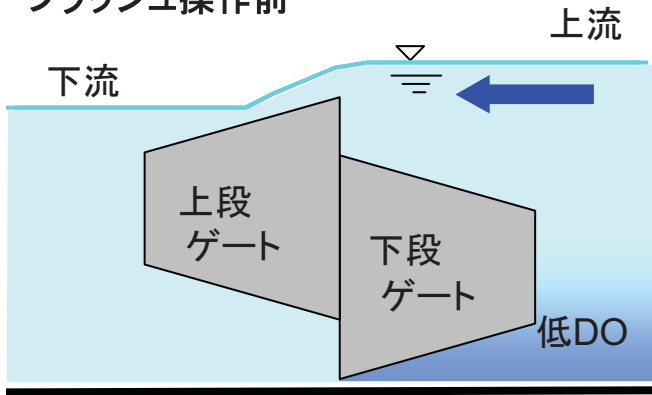
---

1. 平成23年度フラッシュ操作について
2. 平成23年モニタリング調査一覧
3. モニタリング調査結果
  1. 水質調査結果（自動監視・DO改善効果）
  2. 流動調査結果（定点・横断・縦断）水質現地観測
  3. 底質調査（ORP・浮泥厚・濁度）
  4. 底生動物調査結果
4. 今後の課題等について

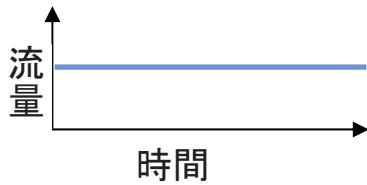
# 1. 平成23年度フラッシュ操作について

## アンダーフローによるフラッシュ操作とは

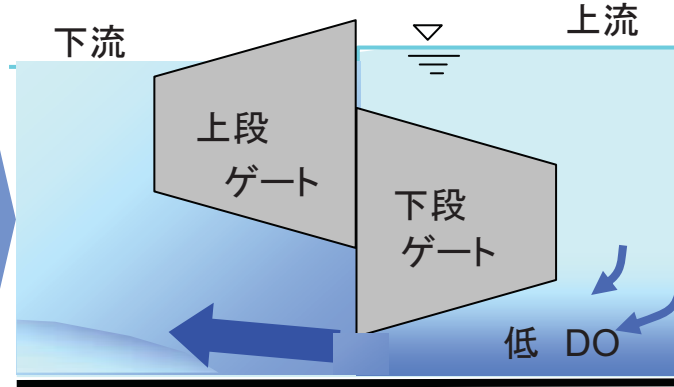
フラッシュ操作前



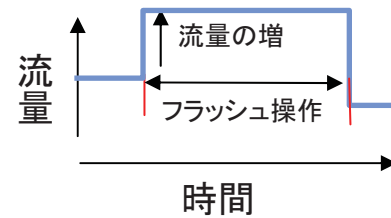
河口堰運用後は、DOの低い塩水塊の侵入が無くなり、堰上流の底層DOは、汽水域であった頃比べ改善しました。夏期には、水温が上昇することにより表層と下層の温度差による密度差が生じ、下層の水が動きにくくなり、一時的に底層のDOが低下する場合があります。



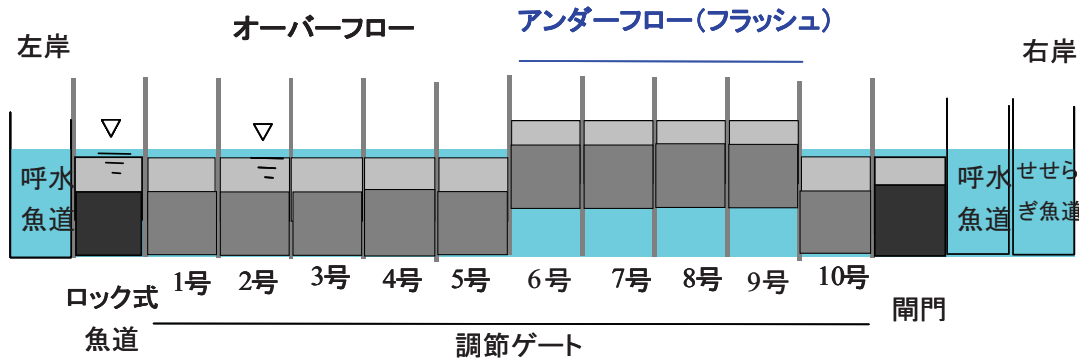
フラッシュ操作時



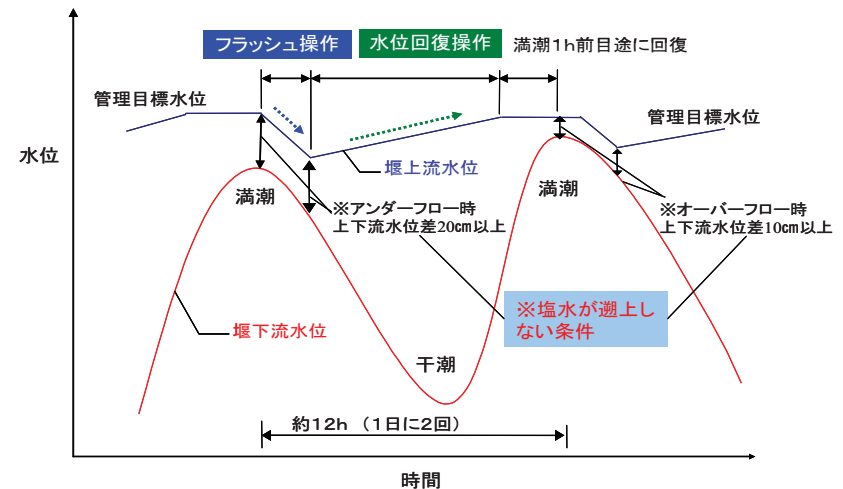
底層の低いDOの河川水を勢いよく流下（フラッシュ操作）させることにより、塩分が侵入しない範囲内で、下層に流動を生じさせ、底層DOの低下を防ぎます。さらに、流下した水は下流での混合等によりDOの改善効果が期待されます。



フラッシュ操作時堰状況図



【塩水を遡上させない範囲におけるフラッシュ操作】

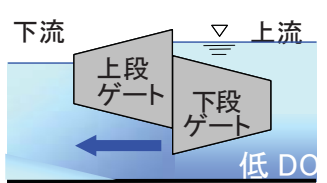


# 1. 平成23年度フラッシュ操作について

## 河川環境の保全と更なる改善を目指して

### 現行の操作

●河口堰上流の表層の溶存酸素量(DO)は、概ね良好であるが、夏期に底層DOの一時的な低下が見られるため、塩水が侵入しない範囲内で堰上流の底層の溶存酸素量の保全を目的とした、フラッシュ操作を実施している。  
(平成12~22年の実績平均で、年間約41回程度実施)

|         |   |
|---------|---|
| 目的      | 底層DO値の改善のためのフラッシュ操作（アンダーフロー）  |
| 操作の開始基準 | 伊勢大橋地点（河口から6.4km）の底層DOが6mg/l未満  |
| 実施時期    | 水温躍層によるDO低下が生じやすい夏期（5月～9月）を基本に実施  |
| 操作形態    |  |

| フラッシュ操作実施期間 |           | フラッシュ操作回数（アンダーフロー） |
|-------------|-----------|--------------------|
| 平成12年       | 6/20-9/8  | 32                 |
| 平成13年       | 5/22-9/27 | 14                 |
| 平成14年       | 6/2-9/26  | 47                 |
| 平成15年       | 5/23-9/13 | 23                 |
| 平成16年       | 6/5-9/17  | 22                 |
| 平成17年       | 5/5-9/20  | 59                 |
| 平成18年       | 6/5-9/30  | 82                 |
| 平成19年       | 5/17-8/20 | 18                 |
| 平成20年       | 5/7-9/17  | 56                 |
| 平成21年       | 4/10-9/30 | 54                 |
| 平成22年       | 6/4-9/13  | 43                 |
| 年平均         |           | 40.9               |

### より適切な管理に向けた新たな取り組み

#### ■ 目的

河川環境の保全と更なる改善に向け、夏期（4月～9月）の底層の溶存酸素量(DO)の低下頻度の減少を目指す。

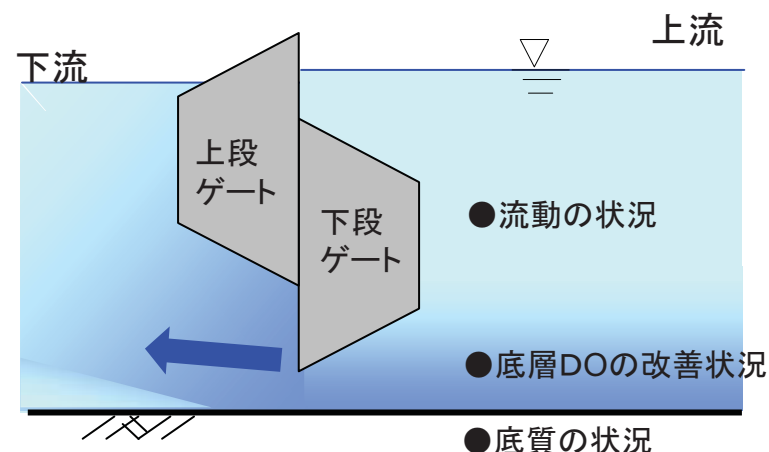
#### ■ 実施内容

- アンダーフローによるフラッシュ操作の開始基準を底層DO 6mg/lから7.5mg/lに変更。
- これにより、アンダーフローによるフラッシュ操作の回数が約2.3倍に増加。（平成12～22年の実績平均約41回/年⇒約94回/年に増加）（※試算値）

#### ■ 検証内容

検証項目：底層DOの改善状況、流動の状況、底質の状況、底生動物

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| 操作開始基準 | 伊勢大橋地点の底層DOが7.5mg/l未満 |
|--------|-----------------------|

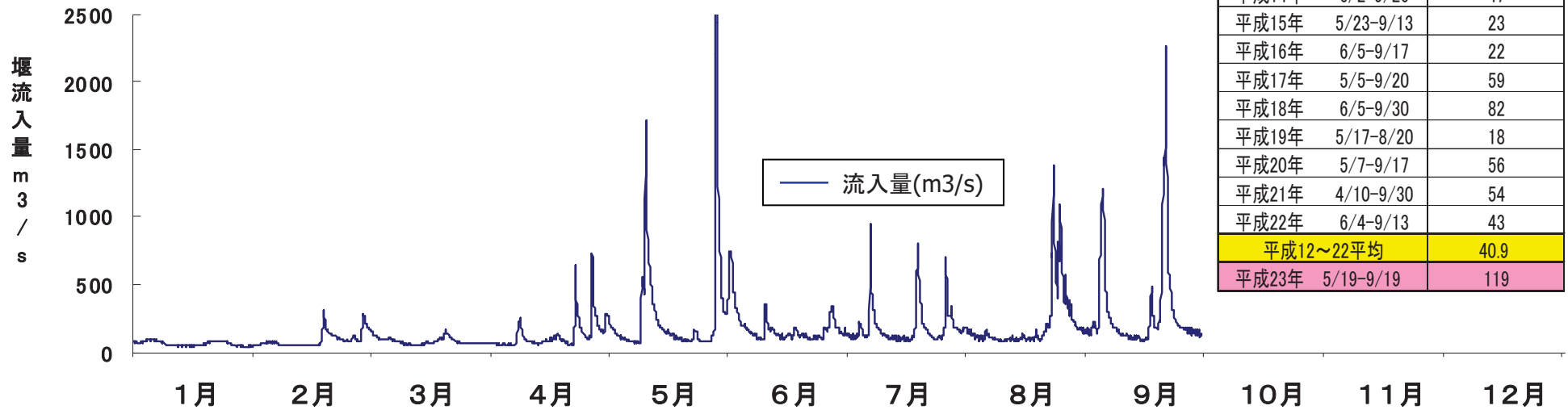


# 1. 平成23年度フラッシュ操作について

## 平成23年流況による操作実績

アンダーフラッシュ操作実施回数

| フラッシュ操作実施期間     | フラッシュ操作回数<br>(アンダーフロー) |
|-----------------|------------------------|
| 平成12年 6/20-9/8  | 32                     |
| 平成13年 5/22-9/27 | 14                     |
| 平成14年 6/2-9/26  | 47                     |
| 平成15年 5/23-9/13 | 23                     |
| 平成16年 6/5-9/17  | 22                     |
| 平成17年 5/5-9/20  | 59                     |
| 平成18年 6/5-9/30  | 82                     |
| 平成19年 5/17-8/20 | 18                     |
| 平成20年 5/7-9/17  | 56                     |
| 平成21年 4/10-9/30 | 54                     |
| 平成22年 6/4-9/13  | 43                     |
| 平成12~22平均       | 40.9                   |
| 平成23年 5/19-9/19 | 119                    |



|         |         |  |      |      |      |      |      |     |      |      |      |  |  |
|---------|---------|--|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|--|--|
| 平常時     |         | [Blue bar representing normal flow]                                |      |      |      |      |      |     |      |      |      |  |  |
| 洪水時(全開) |         | 全開操作 8回  |      |      |      |      |      |     |      |      |      |  |  |
| フラッシュ放流 | オーバーフロー | オーバーフラッシュ 3回   |      |      |      |      |      |     |      |      |      |  |  |
|         | アンダーフロー | アンダーフラッシュ119回  |      |      |      |      |      |     |      |      |      |  |  |
| 調査実施日   | 流向・流速   | 6/6 6/7 6/216/226/23 7/5 7/7 8/1 8/4 8/168/18 9/1415 16 19 9/28 30 |      |      |      |      |      |     |      |      |      |  |  |
|         | 底質      | 4/14   | 6/10 | 6/15 | 6/17 | 6/28 | 7/15 | 8/8 | 8/19 | 8/22 | 9/9  |  |  |
|         | 底生動物    |  |      |      |      |      | 7/14 |     |      |      | 9/15 |  |  |



## 2. 平成23年モニタリング調査実施内容（1）

### 平成23年度 モニタリング調査一覧（4月～9月）

| 調査項目  |  | 調査手法   | 調査地点                                   | 月   | 日   |
|-------|--|--|--|-----|-----|
| ①自動監視 | 1 水質自動監視装置による観測                        | 24時間自動観測<br>(水温・DO・クロロフィル<br>a・塩化物イオン濃度)                             | 3.0km(イーナちゃん)                          | 年間  |     |
|       |  |  | 6.4km(イセくん)                            |     |     |
|       |  |  | 13.6km(ナガラちゃん)                         |     |     |
|       |  |  | 22.6km(トーカイくん)                         |     |     |
| ②流動調査 | 1 流向・流速調査<br>(定点観測)                    | フラッシュ調査前後を含む<br>時間で定点観測 (①流向②<br>流速)<br>※音響ドップラー流速計使用                | 3.8km                                  | 9月  | 15日 |
|       |  |  | 4.0km                                  | 8月  | 4日  |
|       |  |  | 5.0km                                  | 8月  | 1日  |
|       |  |  | 5.2km                                  | 7月  | 6日  |
|       |  |  | 6.4km左岸                                | 6月  | 21日 |
|       |  |  | 6.4km右岸                                | 7月  | 5日  |
|       |  |  | 8.0km                                  | 6月  | 22日 |
|       |  |  | 13.6km                                 | 8月  | 16日 |
|       |  |  | 18.0km                                 | 9月  | 15日 |
|       | 22.6km                                 | 8月   | 18日                                    |     |     |
|       | 2 流向・流速調査<br>(縦断観測)                    | フラッシュ操作の影響がある<br>時間内で縦断観測 (①流向②<br>流速)<br>※音響ドップラー流速計使用              | 3.0km～5.2km<br>(堰下流)                   | 8月  | 4日  |
|       |  |  |  | 9月  | 16日 |
|       |  |  |  | 9月  | 28日 |
|       |  |  | 6.0km～9.0km<br>(堰上流)                   | 9月  | 28日 |
|       |  |  |  | 9月  | 28日 |
|       |  |  | 13.6km～18.0km<br>(堰上流)                 | 9月  | 19日 |
|       |  | 9月   | 30日                                    |     |     |
|       | 3 流向・流速調査<br>(横断観測)                    | フラッシュ操作前・中・後<br>等の時間で横断観測 (①流向②<br>流速)<br>※音響ドップラー流速計使用              | 3.8km                                  | 9月  | 14日 |
| 4.0km |  |  | 8月                                     | 4日  |     |
| 4.9km |  |  | 6月                                     | 6日  |     |
| 5.0km |  |  | 9月                                     | 14日 |     |
| 6.0km |  |  | 6月                                     | 7日  |     |
| 6.4km |  |  | 9月                                     | 14日 |     |
| ③水質調査 | 1 水質観測 (①DO<br>②水質センサー<br>による現地観<br>測) | 現地で横断方向に3地点、<br>鉛直1m間隔で水質観測<br>(①DO②水温③塩分濃度<br>(堰下流のみ))<br>※水質センサー使用 | 6.4km, 7.0km, 8.0km,<br>13.6km, 22.6km | 8月  | 18日 |
|       |  |  | 5.0km, 6.4km                           | 9月  | 14日 |
|       |  |  | 3.8km, 4.0km, 18.0km                   | 9月  | 15日 |
|       |  |  | 5.0km, 18.0km                          | 9月  | 16日 |
|       |  |  | 6.4km, 18.0km                          | 9月  | 19日 |
|       |  |  |  |     |     |

## 2. 平成23年モニタリング調査実施内容（2）

### 平成23年度 モニタリング調査一覧（4月～9月）

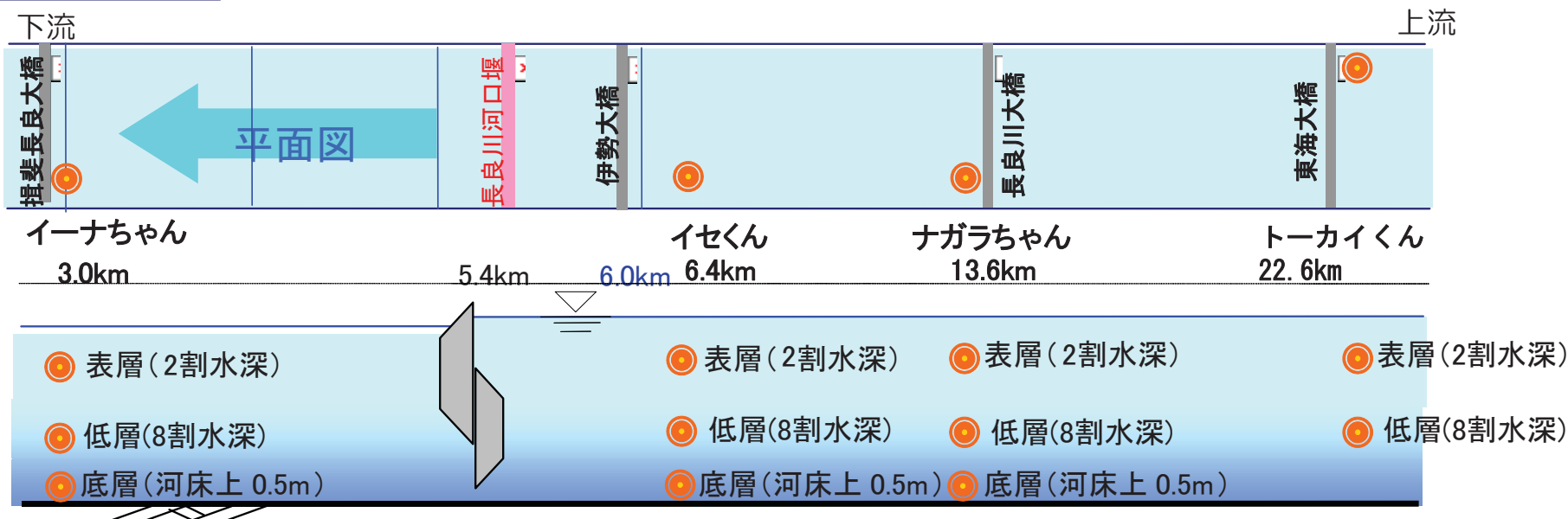
| 調査項目    | 調査項目                          | 調査手法   | 調査地点  | 月   | 日   |
|---------|-------------------------------|--|---|-----|-----|
| ④底質調査   | 1 底質観測（①酸化還元電位②ヤマトシジミ個体数：堰下流） | エクマンバージ採泥器で1地点当たり1回採取容器に入れ、センサーで表層付近のORPを計測。<br>※堰下流はシジミ個体数を計測 | 4. 0km（①②③）※                                      | 4月  | 14日 |
|         |                               |  | 5. 0km（①②③④⑤）                                     | 6月  | 10日 |
|         |                               |  | 5. 2km（①②③④⑤）                                     | 7月  | 15日 |
|         |                               |  | 5. 6km（①②③④⑤）                                     | 8月  | 8日  |
|         |                               |  | 6. 0km（①②③④⑤⑥）                                    | 8月  | 19日 |
|         |                               |  | ※4kmは7月以降実施                                       | 9月  | 9日  |
|         | 2 浮泥厚調査                       | コア採取と目視観察により、浮泥厚を調査<br>※潜水でアクリルコアで採取                           | No17, No16, No2<br>No 5, No8, No14<br>※詳細地点は別紙    | 5月  | 25日 |
|         |                               |  |   | 6月  | 29日 |
|         |                               |  |   | 7月  | 27日 |
|         |                               |  |   | 9月  | 9日  |
|         |                               |  |   | 9月  | 29日 |
|         | 3 濁度観測                        | 底から約20cmに濁度計を設置し、フラッシュ実施時の水質を測定                                | 4. 9km（堰直下）<br><br>5. 2km（堰直下）<br><br>5. 6km（堰直上） | 8月  | 18日 |
|         |                               |  |   | 9月  | 14日 |
|         |                               |  |   | 9月  | 15日 |
|         |                               |  |   | 9月  | 16日 |
| 8月      |                               |  |   | 4日  |     |
| 8月      |                               |  |   | 18日 |     |
| 9月      |                               |  |   | 14日 |     |
| 9月      |                               |  |   | 15日 |     |
| 9月      |                               |  |   | 16日 |     |
| 9月      |                               |  |   | 19日 |     |
| 9月      | 28日                           |  |   |     |     |
| ⑤底生動物調査 | 1 底生動物（①種同定②個体数②種別湿重量）        | スミスマッキンタイヤー型採泥器で1地点当たり5回採泥（0.25m2）                             | 3. 0km, 5. 0km（下流）                                | 7月  | 14日 |
|         |                               |  | 6. 0km, 9. 0km（上流）<br>各横断報告3地点                    | 9月  | 15日 |



### 3. モニタリング調査結果

### 水質調査（自動監視）

#### 自動監視装置の測定位置



#### 1. 平成23年(4月～9月)における水質変動状況

- 水温・DO・流量・風向風速・水位変動 クロロフィルa
- 堰上流: 伊勢大橋(6.4km) 長良大橋(13.6km) 東海大橋(22.6km)
- 堰下流: 揖斐長良大橋(3.0km)

#### 2. フラッシュ操作による水質改善効果(DO)

- フラッシュ操作前とフラッシュ操作後の水質状況を比較※  
(地点: 伊勢大橋(イセくん)、長良川大橋(ナガラちゃん))
- フラッシュ操作時の詳細時系列変化を整理
- 基準変更(6mg/l→7.5mg/l)によるH23年度のDO低下頻度の減少※

#### ※効果の評価数値

- 操作前: フラッシュ操作開始直前の値
- 操作後: フラッシュ操作終了時点の値

- 改善量: 操作後水質 - 操作前水質
- 改善率: 水質改善量 / 操作前水質

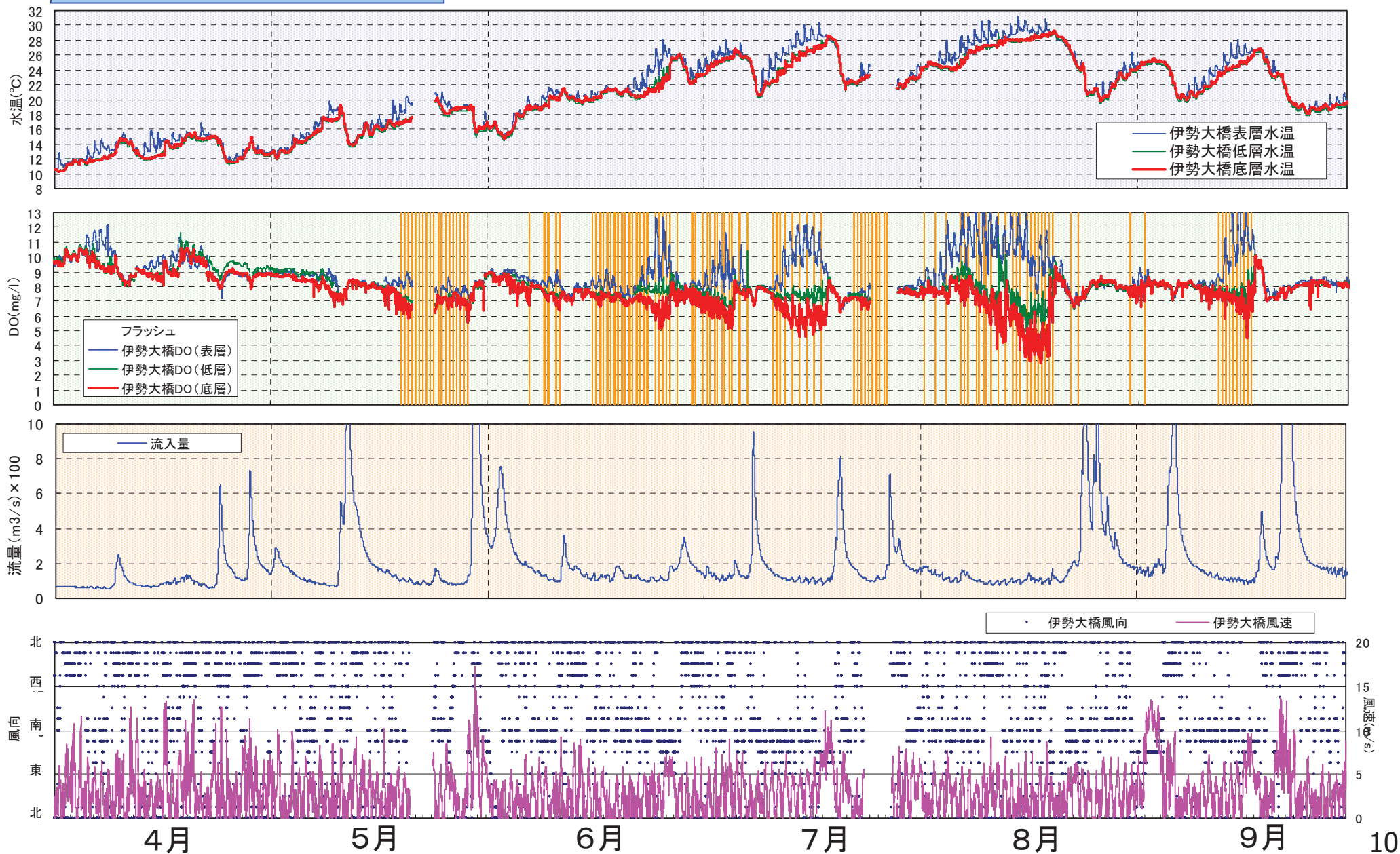
- 平成12年～22年データ及び平成23年を比較

- 伊勢大橋底層DO6mg/lを下回った時間 × 低下量

# 3. モニタリング調査結果

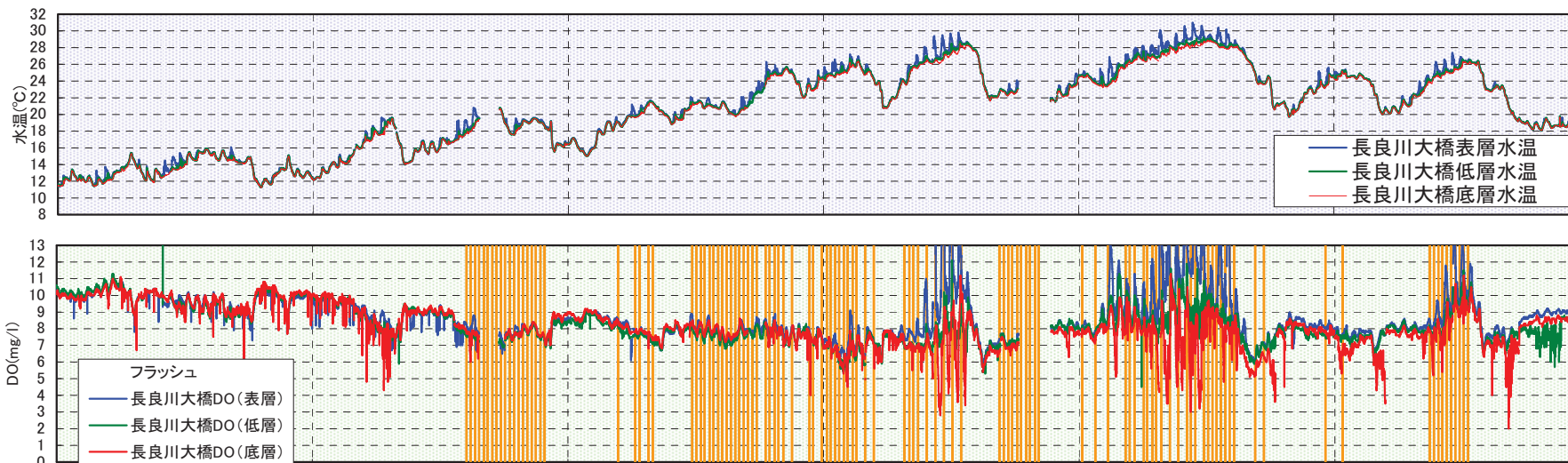
## 水質調査（自動監視）

### 伊勢大橋 (6.4km)

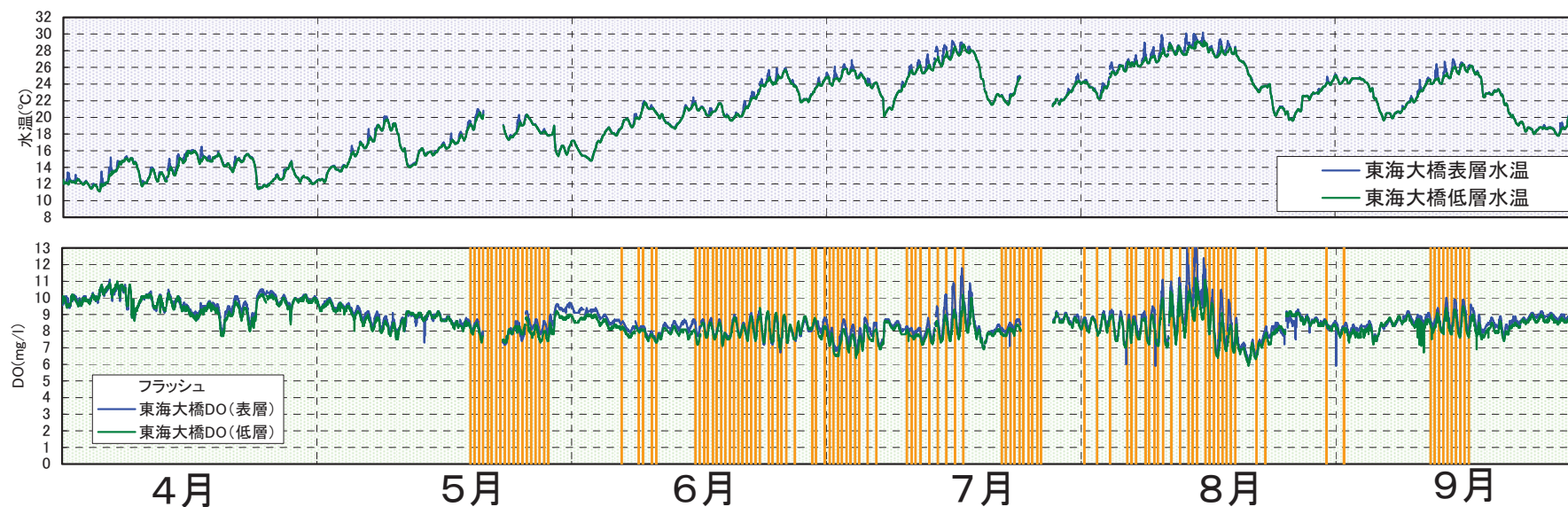


### 3. モニタリング調査結果 水質調査（自動監視）

#### 長良川大橋(13.6km)

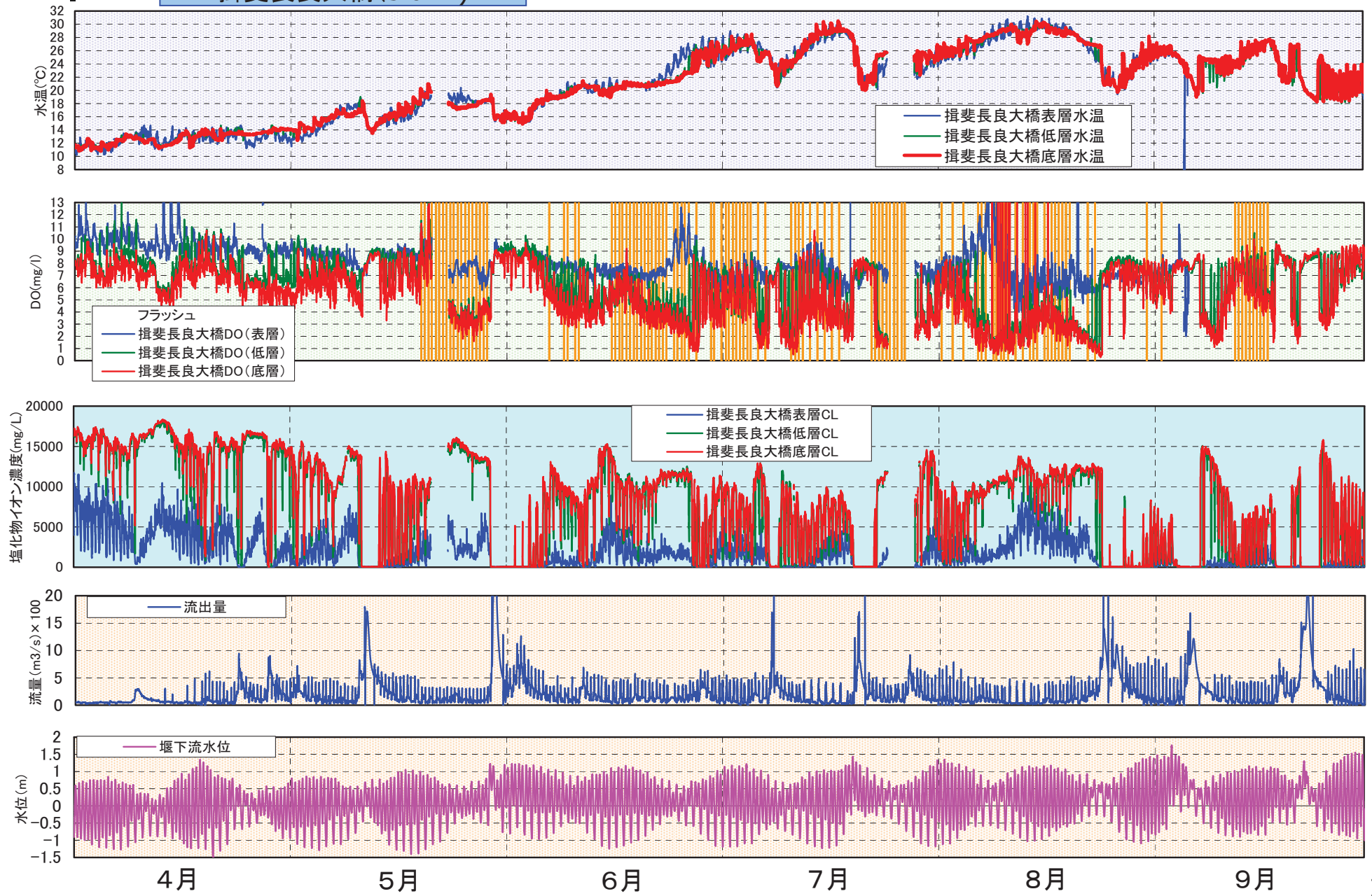


#### 東海大橋(22.6km)



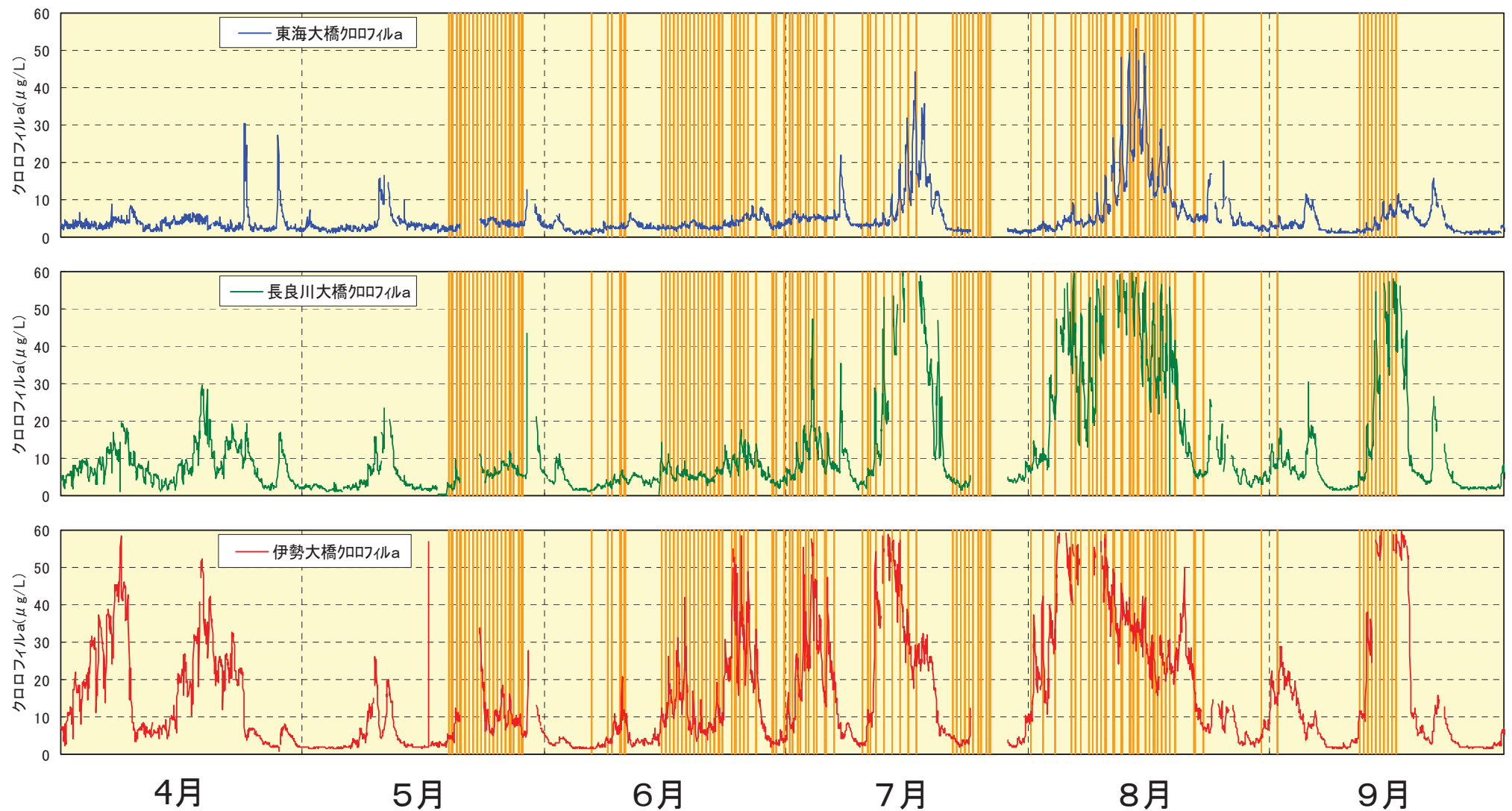
### 3. モニタリング調査結果 水質調査（自動監視）

揖斐長良大橋 (3.0km)



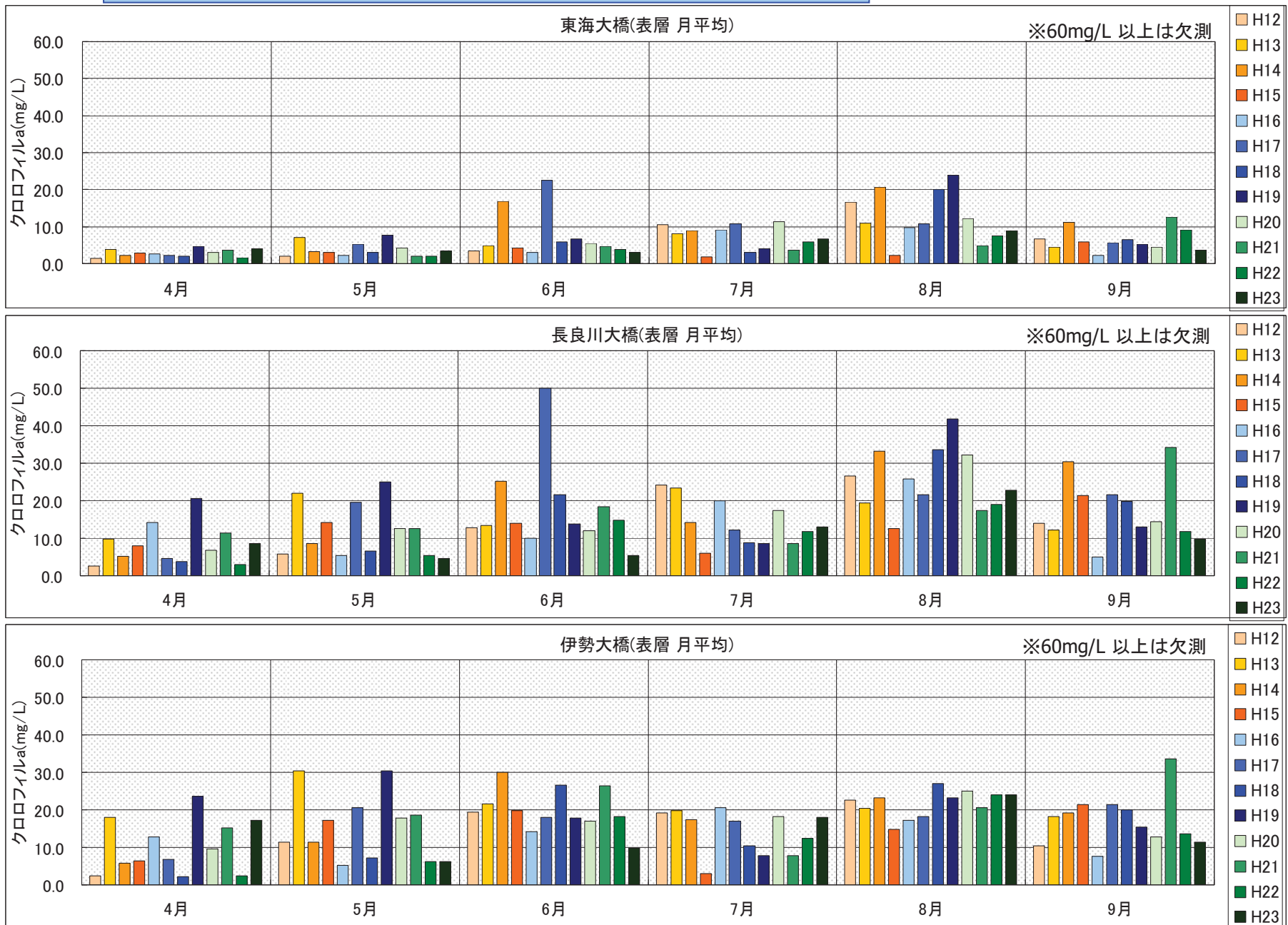
### 3. モニタリング調査結果 水質調査（自動監視）

クロロフィルa(表層2割水深)



### 3. モニタリング調査結果 水質調査（自動監視）

クロロフィルa(表層2割水深)月平均値(4月～9月)の経年変化



### 3. モニタリング調査結果

#### 平成23年度の水質状況

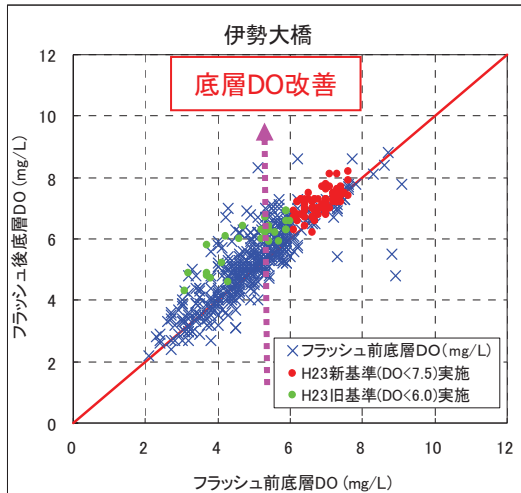
| 調査項目       | 調査結果（事象）  | 今後の課題  |
|------------|---|--|
| H23年度の水質状況 | <p>平成23年度フラッシュ操作期間（4月～9月）の伊勢大橋地点の底層DOは、概ね5mg/l以上で推移し、8月に一時的に3mg/l程度まで低下が見られた。DOの低下は、出水等により改善が見られた。</p> <p>クロロフィルaは夏期に60μg/l程度まで一時的な上昇が確認されたが、近年と比較して最大値に増加は見られなかった。</p> | <p>・堰上流の底層DOは、フラッシュ操作の効果もあり、一時的に3mg/l以下まで低下したが、概ね5mg/l以上で推移した。</p> <p>・今後各年の気象・流況との比較及びシミュレーションにより、操作回数が増加したことによる効果を確認する必要がある。</p> |

# 3. モニタリング調査結果 アンダーフラッシュ操作による水質改善効果

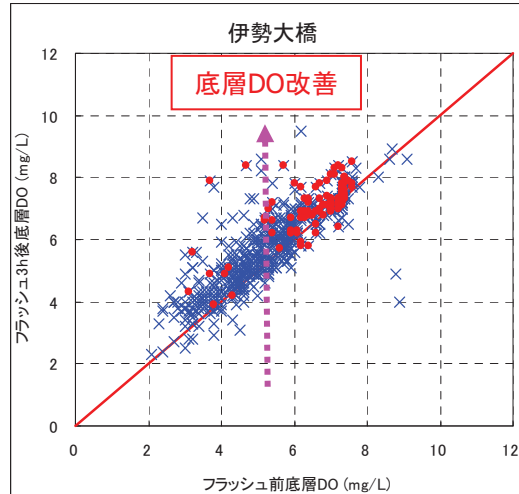
伊勢大橋 (6.4km)

フラッシュ操作前 (直前) とフラッシュ操作 (後) の底層DOの比較

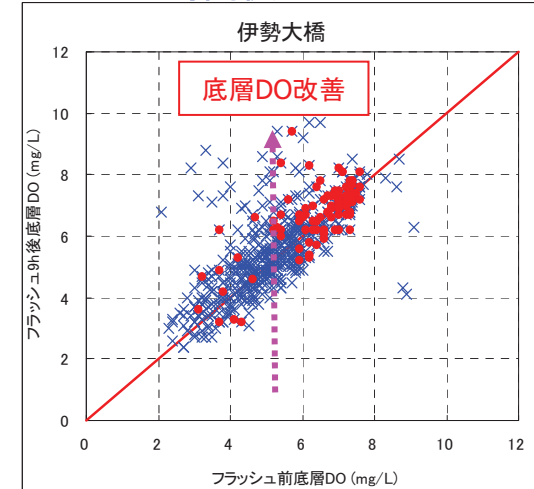
■フラッシュ終了直後



■3時間後



■9時間後

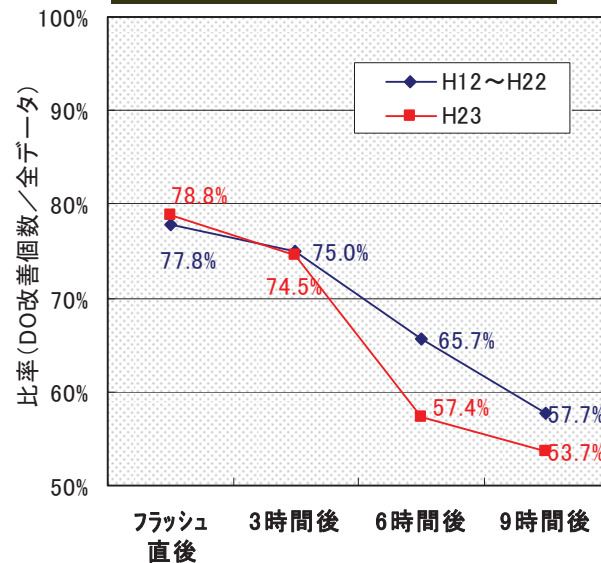


データは平成12~23年度

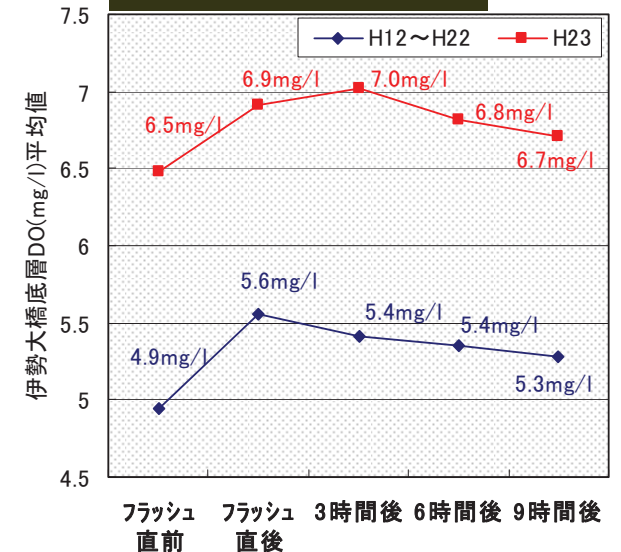
●は平成23年度分

| フラッシュデータ数 |        | 直後  | 3時間後 | 6時間後 | 9時間後 |
|-----------|--------|-----|------|------|------|
| H12-22    | データ数①  | 437 | 436  | 434  | 435  |
|           | DO上昇数② | 340 | 327  | 285  | 251  |
|           | 比率②/①  | 78% | 75%  | 66%  | 58%  |
| H23       | データ数①  | 118 | 106  | 108  | 108  |
|           | DO上昇数② | 93  | 79   | 62   | 58   |
|           | 比率②/①  | 79% | 75%  | 57%  | 54%  |

■フラッシュ後DO上昇データの比率



■フラッシュ前後DO平均値





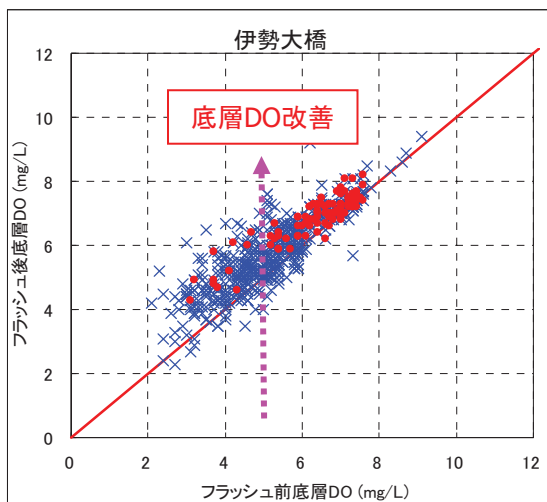
# 3. モニタリング調査結果

## フラッシュ操作による水質改善効果

伊勢大橋 (6.4km)

### アンダーフラッシュ

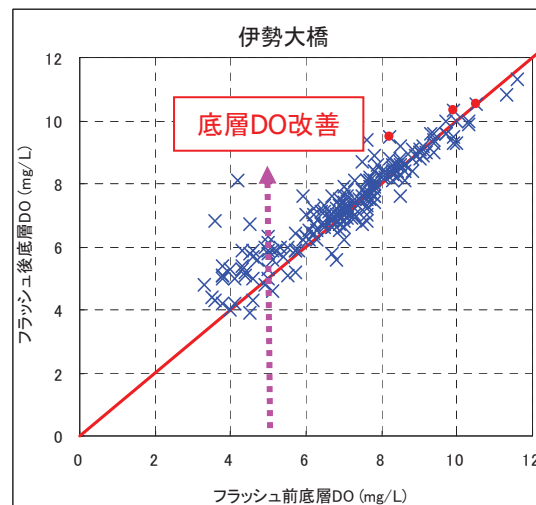
#### DO改善効果



|                           |      |       |        |
|---------------------------|------|-------|--------|
| アンダーフラッシュ<br>データ数(H12-23) |      | 560 個 | 100.0% |
| 操作前後底層<br>DO比較            | 上昇   | 436 個 | 77.9%  |
|                           | 変化無し | 52 個  | 9.3%   |
|                           | 低下   | 72 個  | 12.9%  |

### オーバーフラッシュ

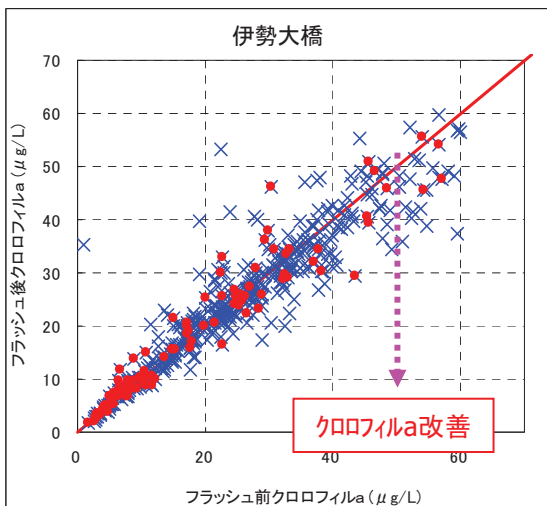
#### DO改善効果



データは平成12年度～23年度  
●は平成23年度分

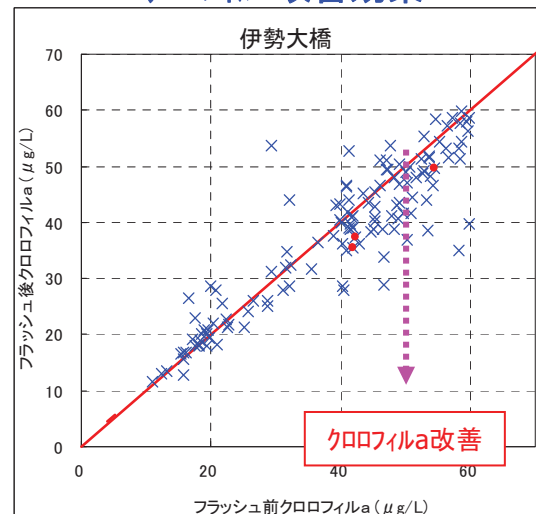
|                           |      |       |        |
|---------------------------|------|-------|--------|
| オーバーフラッシュ<br>データ数(H12-23) |      | 198 個 | 100.0% |
| 操作前後底層<br>DO比較            | 上昇   | 126 個 | 63.6%  |
|                           | 変化無し | 20 個  | 10.1%  |
|                           | 低下   | 52 個  | 26.3%  |

#### クロロフィルa改善効果



|                           |      |       |        |
|---------------------------|------|-------|--------|
| アンダーフラッシュ<br>データ数(H12-23) |      | 439 個 | 100.0% |
| 操作前後クロ<br>ロフィルa比較         | 減少   | 239 個 | 54.4%  |
|                           | 変化無し | 10 個  | 2.3%   |
|                           | 上昇   | 190 個 | 43.3%  |

#### クロロフィルa改善効果

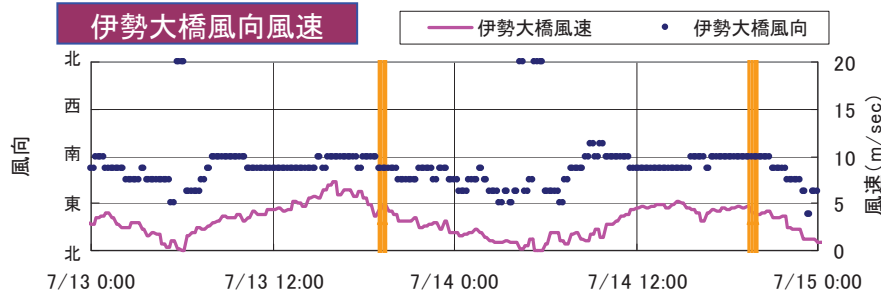
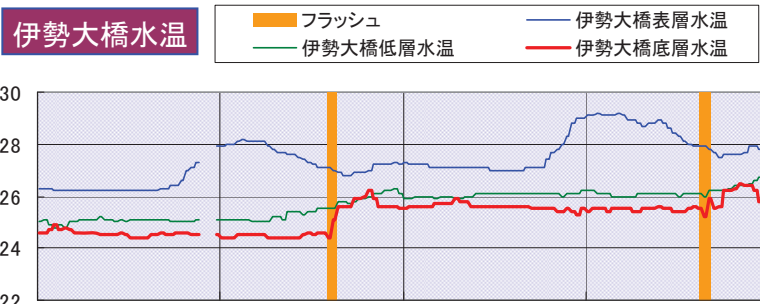
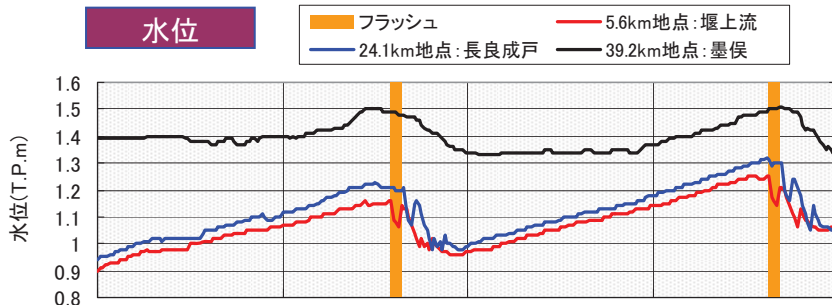
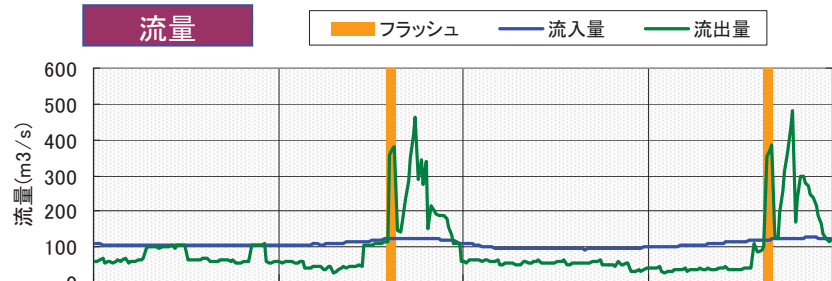


|                           |      |       |        |
|---------------------------|------|-------|--------|
| オーバーフラッシュ<br>データ数(H12-23) |      | 127 個 | 100.0% |
| 操作前後クロ<br>ロフィルa比較         | 減少   | 76 個  | 59.8%  |
|                           | 変化無し | 4 個   | 3.1%   |
|                           | 上昇   | 47 個  | 37.0%  |

# 3. モニタリング調査結果

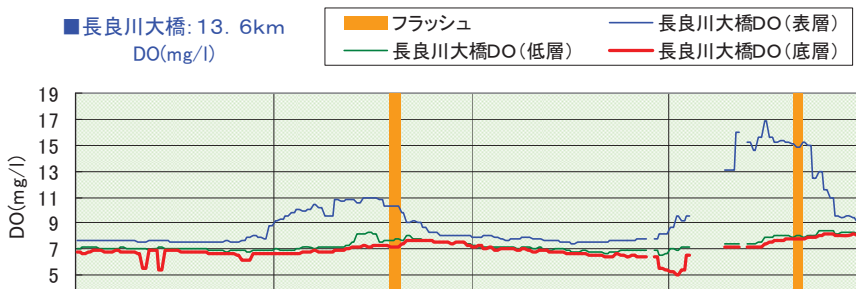
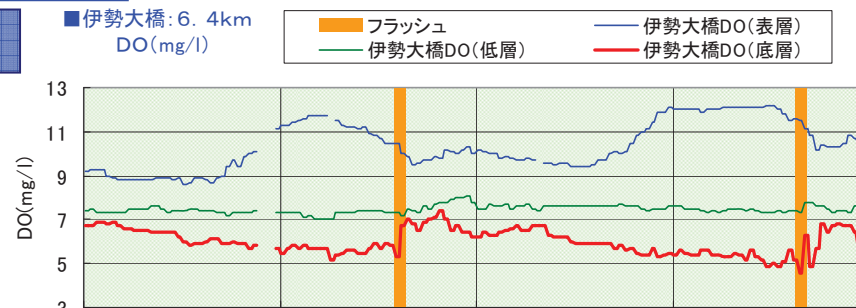
## DO改善効果

フラッシュ操作(7月13日~14日)

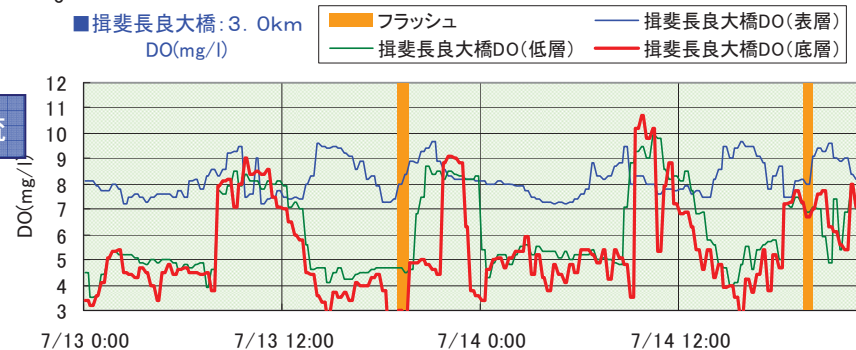


### 溶存酸素DO

#### 堰上流



#### 堰下流



# 3. モニタリング調査結果

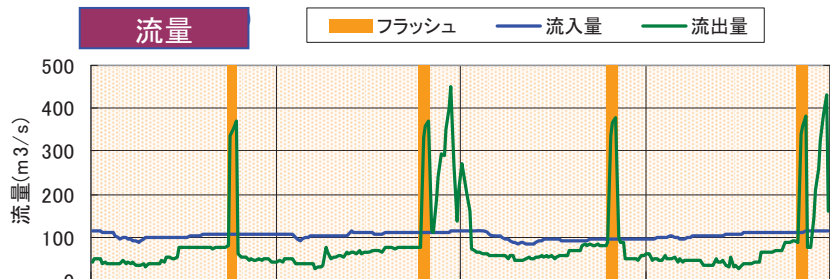
フラッシュ操作(8月17日~19日)

## DO改善効果

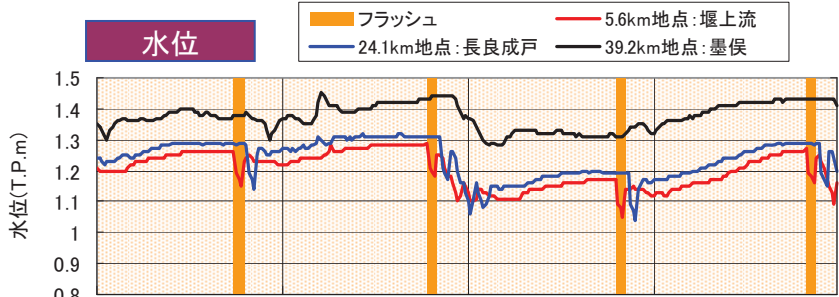
溶存酸素DO

堰上流

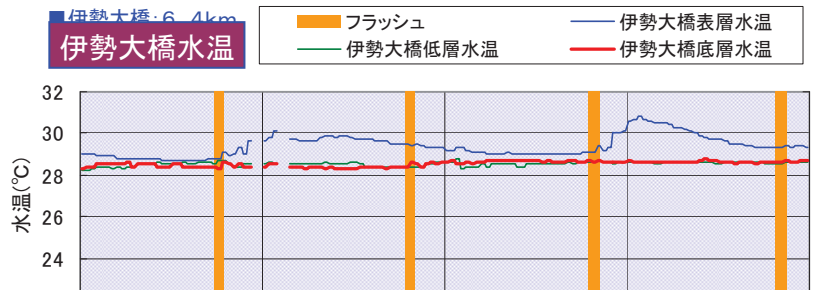
流量



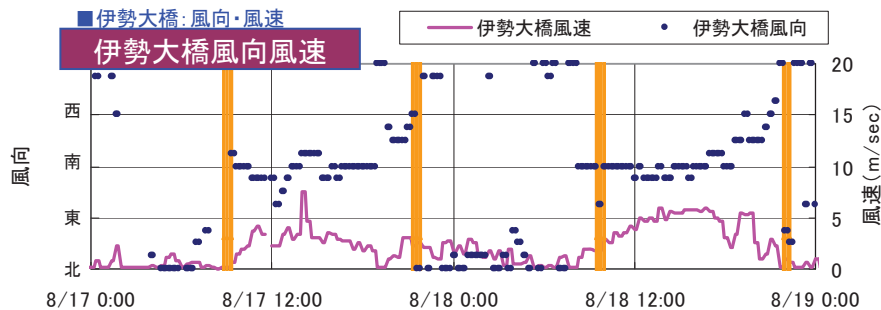
水位



伊勢大橋水温

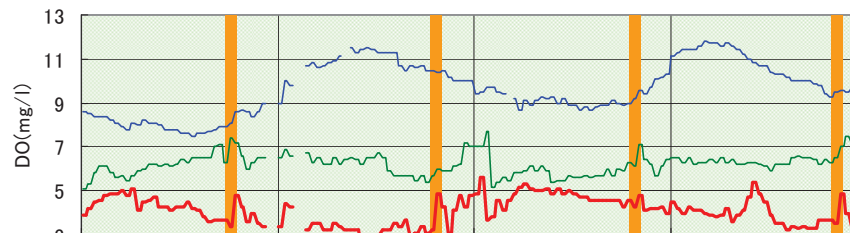


伊勢大橋風向風速

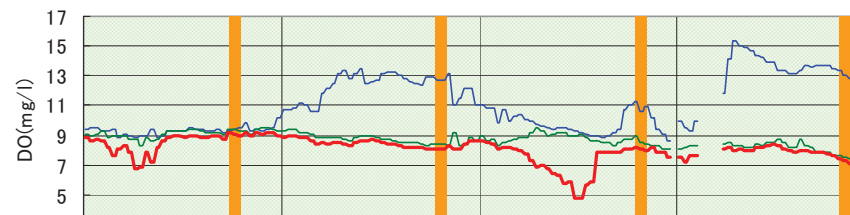


堰下流

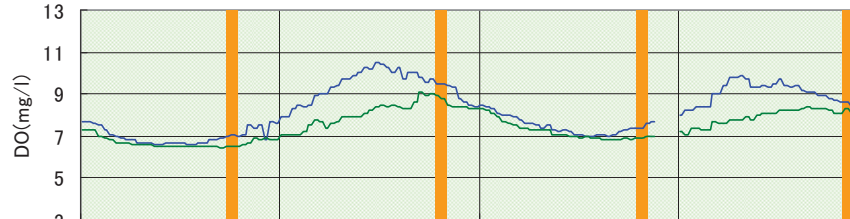
■伊勢大橋:6.4km DO(mg/l) フラッシュ (オレンジバー) 伊勢大橋DO(表層) (青線) 伊勢大橋DO(低層) (緑線) 伊勢大橋DO(底層) (赤線)



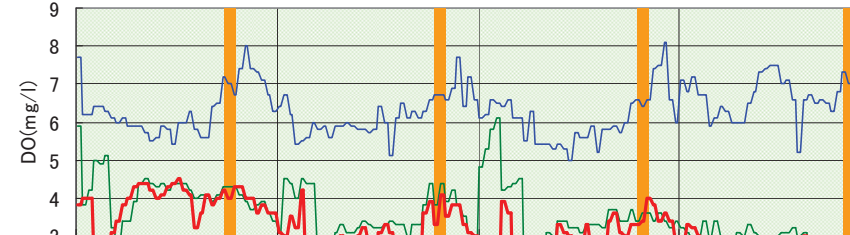
■長良川大橋:13.6km DO(mg/l) フラッシュ (オレンジバー) 長良川大橋DO(表層) (青線) 長良川大橋DO(低層) (緑線) 長良川大橋DO(底層) (赤線)



■東海大橋:22.6km DO(mg/l) フラッシュ (オレンジバー) 東海大橋DO(表層) (青線) 東海大橋DO(低層) (緑線)



■揖斐長良大橋:3.0km DO(mg/l) フラッシュ (オレンジバー) 揖斐長良大橋DO(表層) (青線) 揖斐長良大橋DO(低層) (緑線) 揖斐長良大橋DO(底層) (赤線)



# 3. モニタリング調査結果

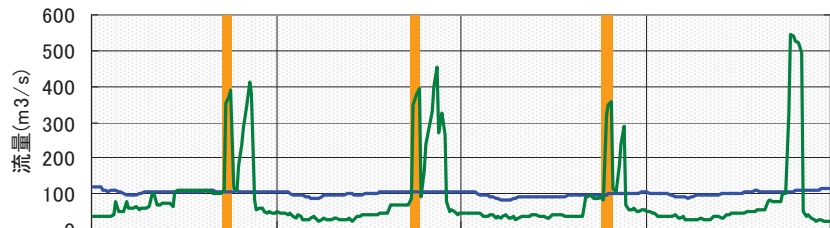
## DO改善効果

フラッシュ操作(9月15日~16日)

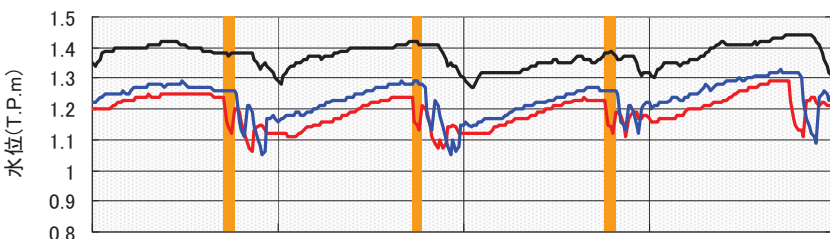
溶存酸素DO

堰上流

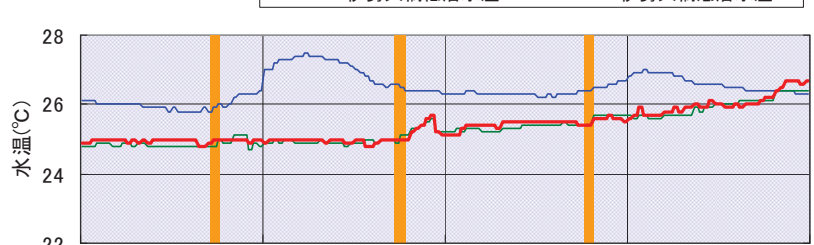
流量



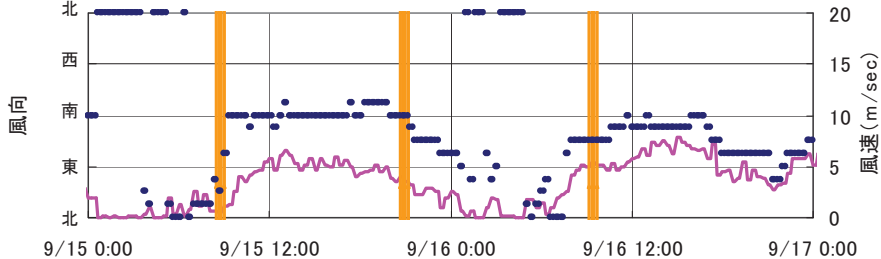
水位



伊勢大橋水温



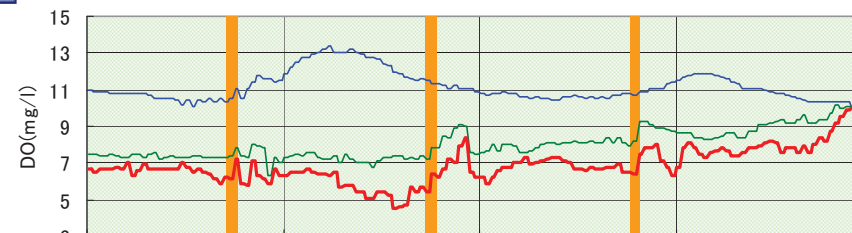
伊勢大橋風向風速



堰下流

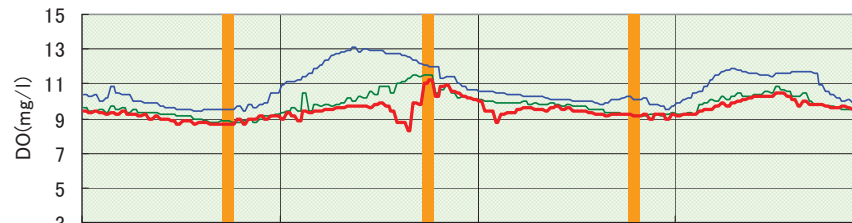
伊勢大橋: 6.4km DO(mg/l)

フラッシュ 伊勢大橋DO(表層) 伊勢大橋DO(低層) 伊勢大橋DO(底層)



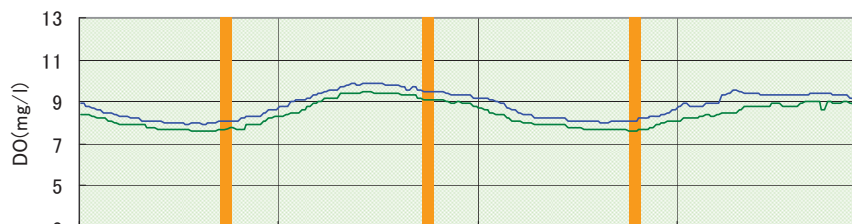
長良川大橋: 13.6km DO(mg/l)

フラッシュ 長良川大橋DO(表層) 長良川大橋DO(低層) 長良川大橋DO(底層)



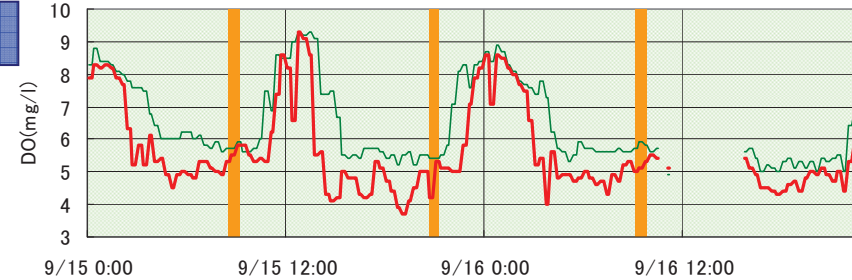
東海大橋: 22.6km DO(mg/l)

フラッシュ 東海大橋DO(表層) 東海大橋DO(低層)



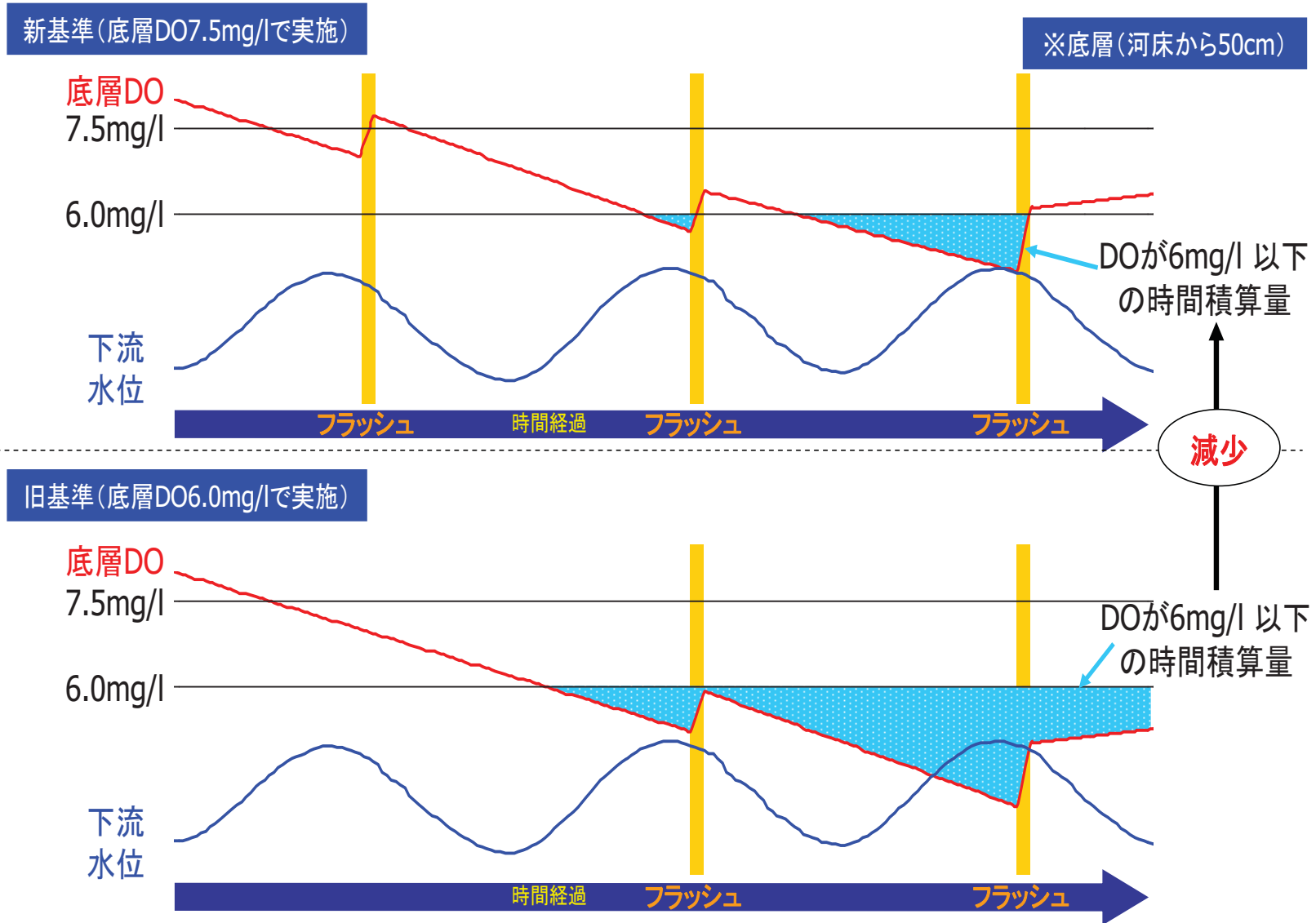
揖斐長良大橋: 3.0km DO(mg/l)

フラッシュ 揖斐長良大橋DO(表層) 揖斐長良大橋DO(低層) 揖斐長良大橋DO(底層)



### 3. モニタリング調査結果

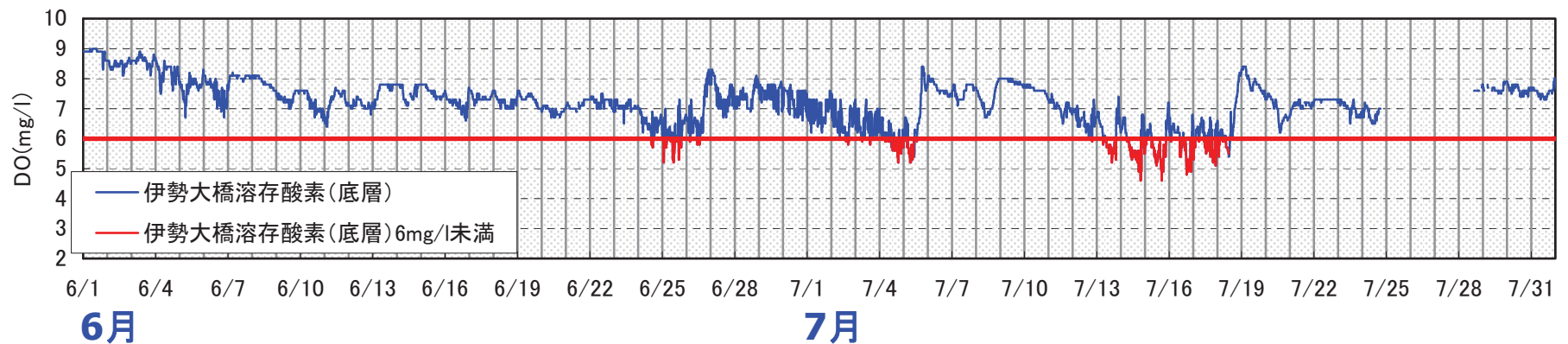
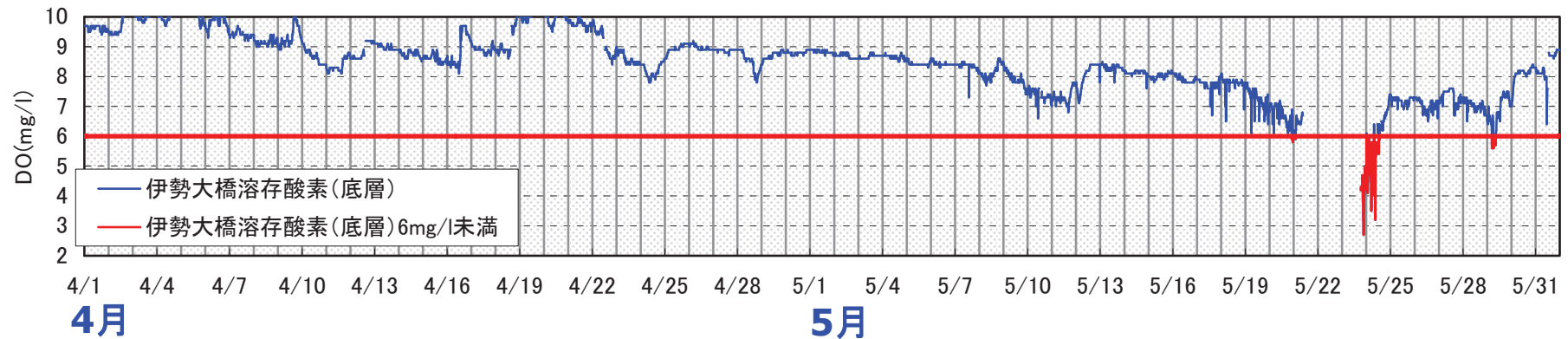
#### ●フラッシュ放流基準の変更によるDO低下頻度の減少（イメージ）



### 3. モニタリング調査結果

平成23年

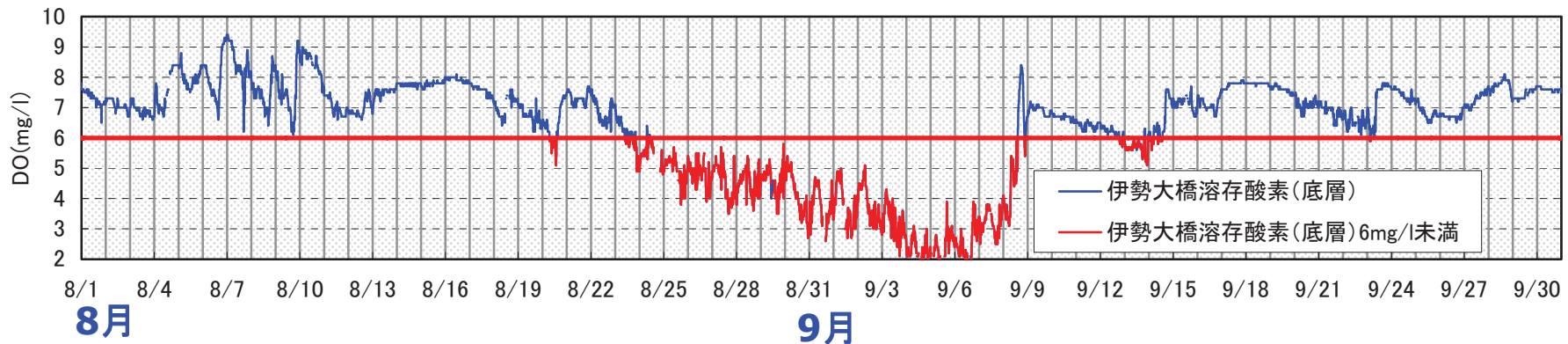
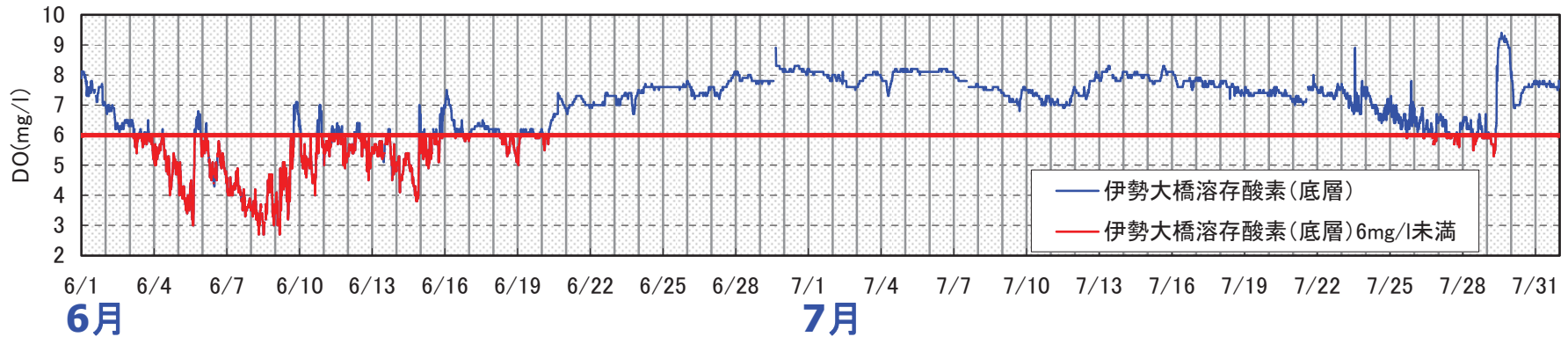
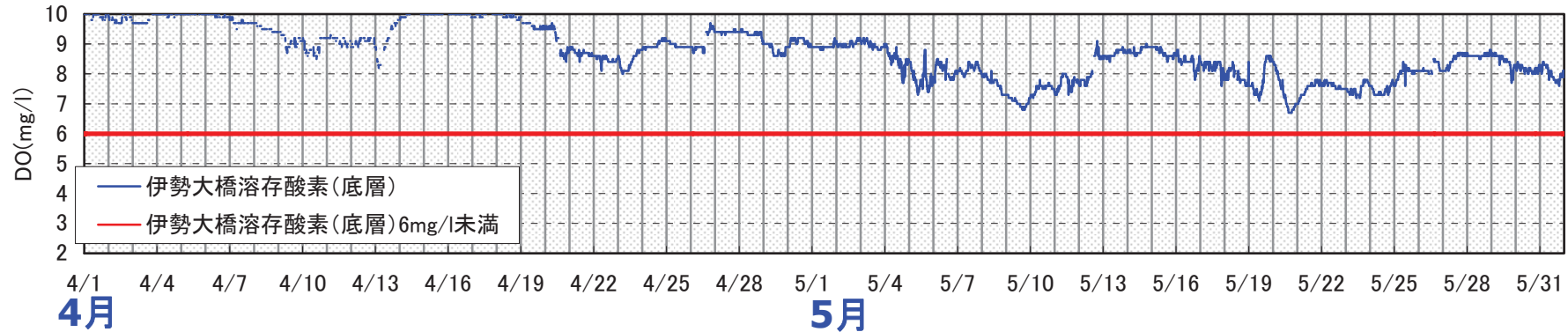
伊勢大橋底層DOが6mg/l以下に低下した期間（実測値）



### 3. モニタリング調査結果 フラッシュ操作による水質改善効果

平成22年

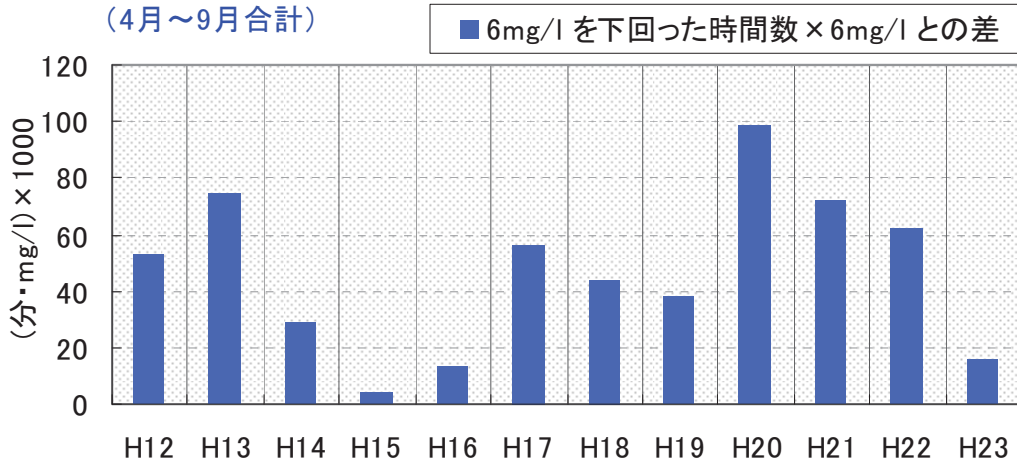
伊勢大橋底層DOが6mg/l以下に低下した期間（実測値）



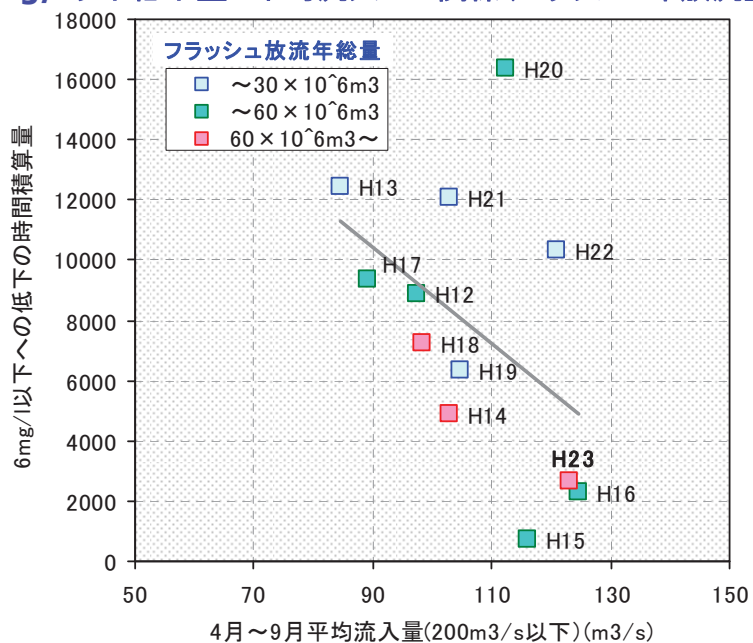
# 3. モニタリング調査結果 フラッシュ操作による水質改善効果

## ●実測値:DO6mg/l以下に低下した時間積算量(4月~9月)

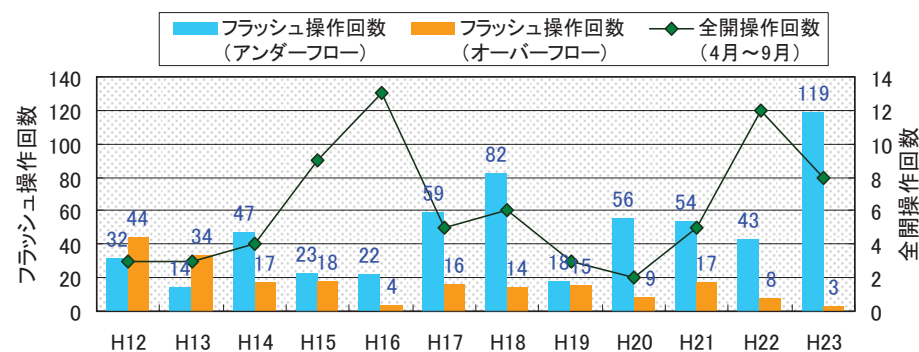
■伊勢大橋底層DO(6mg/l以下への低下の時間積算量)  
(4月~9月合計)



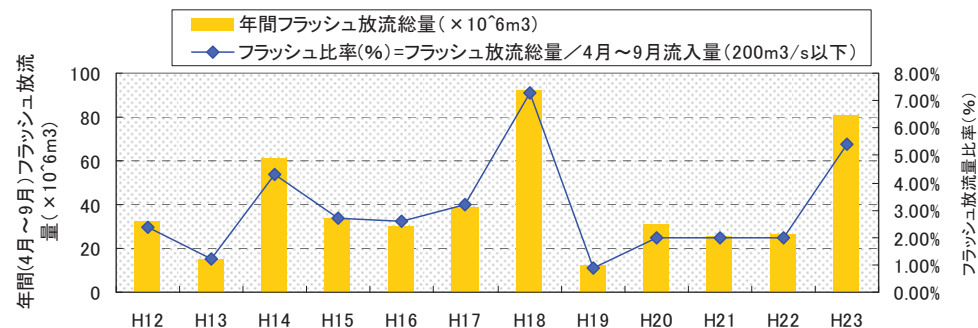
## ●DO6mg/l以下低下量と平均流入との関係(フラッシュ年放流量別)



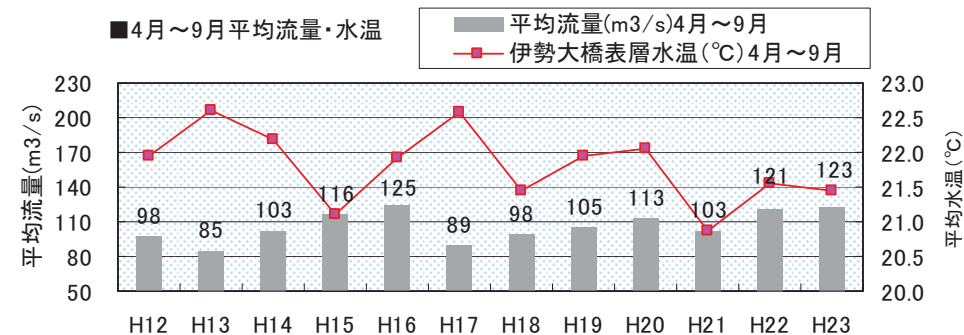
## ①フラッシュ操作回数・全開操作回数(H12~H23)



## ②フラッシュ放流総量及び流入に占める割合



## ③4月~9月平均流入量及び水温(200m<sup>3</sup>/s以下対象)





### 3. モニタリング調査結果

#### 水質調査結果（D0改善効果）と今後の課題

| 調査項目  | 調査結果（事象）  | 今後の課題   |
|---|---|---|
| <p style="text-align: center;">フラッシュ操作によるD0変化</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 伊勢大橋地点で、平成23年は平成12年～22年までと同様に、フラッシュ操作前後で全操回数119回の内78%の回で底層D0が上昇した。D0が上昇した個数は9時間後には54%であった。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ①操作回数が増加したことによるD0低下頻度の減少への効果及び</li> <li>②水位低下操作の効果（影響）について、気象・流況との比較及びシミュレーションによる確認と共に、経年的に状況を確認する必要がある。</li> <li>・ また流動効果、水位変動状況とあわせて効果メカニズムを検証し、効果的操作について検討する必要がある。</li> </ul> |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● H23年度アンダーフラッシュ操作119回の内、操作前D0が6mg/l未満の回数は27回であった。</li> </ul>  |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 伊勢大橋地点（イセくん）において、フラッシュ操作の実施後、底層水温の上昇が見られ、これに伴う底層D0の上昇が確認された。長良川大橋、東海大橋では上昇は確認されなかった。下流の揖斐長良大橋地点では、潮汐に伴うD0の変動が大きい。</li> </ul> |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● フラッシュ後は、水位の急激な変化（低下と上昇）が上流まで時間差で伝播しており、段波が確認された。</li> </ul>  |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 伊勢大橋地点（イセくん）底層D0の実測値について、6mg/l以下低下の時間積算量は、平成23年度は平成12年～23年（12カ年）中3番目に少なかった。</li> </ul>                                       |   |

# 3. モニタリング調査結果

## 調査概要(流動調査)

### 1. 目的 音響ドップラー流速計を使用し、フラッシュ操作時の流れの変化を調査

| 項目     | 調査内容   | 調査時期                                     | 調査地点   |
|--------|--|--|--|
| ① 定点観測 | 各地点における時系列的な流れの変化を調査。<br>■地点毎の到達時間、影響を比較                     | 操作の到達影響時間を含む、前後30分程度                     | 3.8km、4.0km、<br>4.3km、5.0km、<br>5.2km、5.6km、<br>6.1km、6.4km、<br>7.0km、8.0km、<br>13.6km、18.0km、<br>22.6km |
| ② 縦断観測 | 河川の上下流方向に船で移動しながら流向・流速を測定し、縦断方向の流れの変化を調査。<br>■フラッシュの有無で影響を比較 | 当該地点の到達時間から開始し、影響が無くなるまで移動<br>※継続30分≒4km | 3.0km～5.2km<br>6.0km～9.0km<br>13.6km～18.0km<br>19.0km～23.0km   |
| ③ 横断観測 | フラッシュ操作の実施前・中・後について、横断方向の流れの変化を調査。<br>■フラッシュの有無で横断の流れを比較     | フラッシュ前・中・後の時間に横断観測<br>※中は到達中             | 3.8km、4.9km、<br>5.0km、5.2km、<br>6.0km  |



音響ドップラー流向流速計

# 3. モニタリング調査結果

堰下流

(定点観測)5.0km (堰下流0.4km)

## ■観測位置

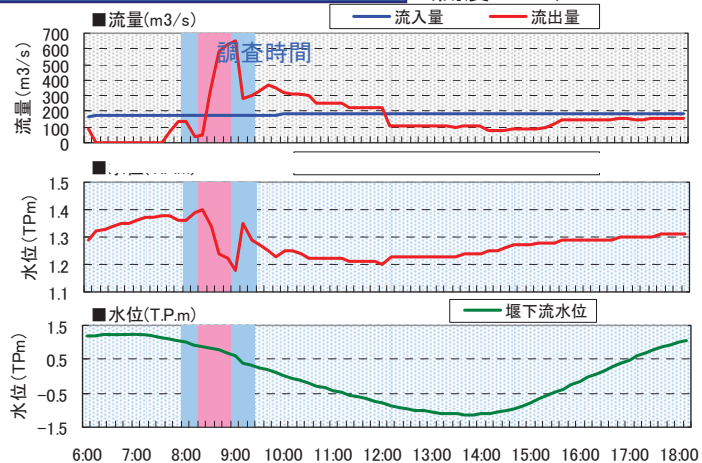


## ■操作時流量・水位等

●調査日:平成23年8月1日

●天候:曇り 潮目:大潮

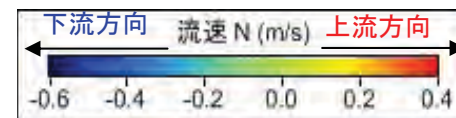
●操作ゲート:3~9号  
(開度84cm)



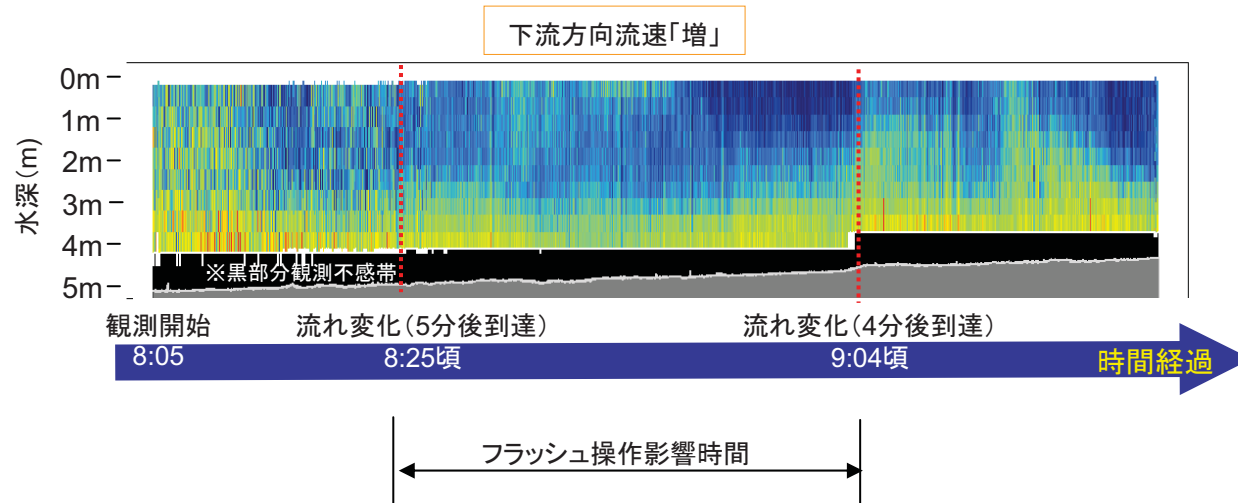
(フラッシュ操作 8:20~9:00)

## ■定点5.0km 時系列観測

8月1日



(●フラッシュ操作 8:20~9:00)



# 3. モニタリング調査結果

## 堰下流

(定点・横断観測) 4.0km (堰下流1.4km)  
 (縦断観測) 5.2km~3.4km(堰下流)

### 観測位置

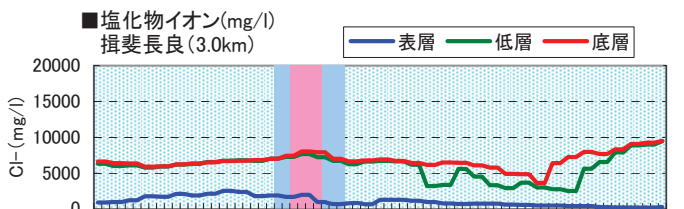
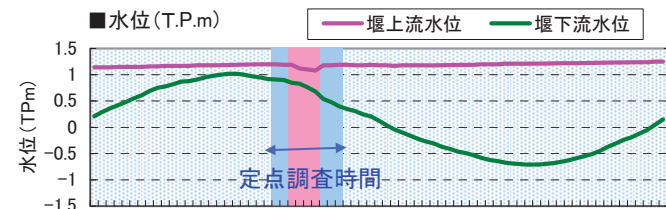
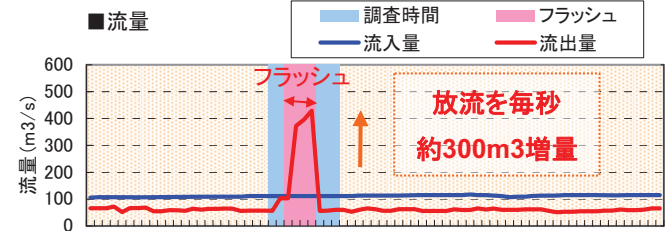


### 操作時流量・水位等

●調査日:平成23年8月4日  
 ●天候:晴れ 潮目:中潮

●操作ゲート:5,6,8,9号  
 (開度110cm)

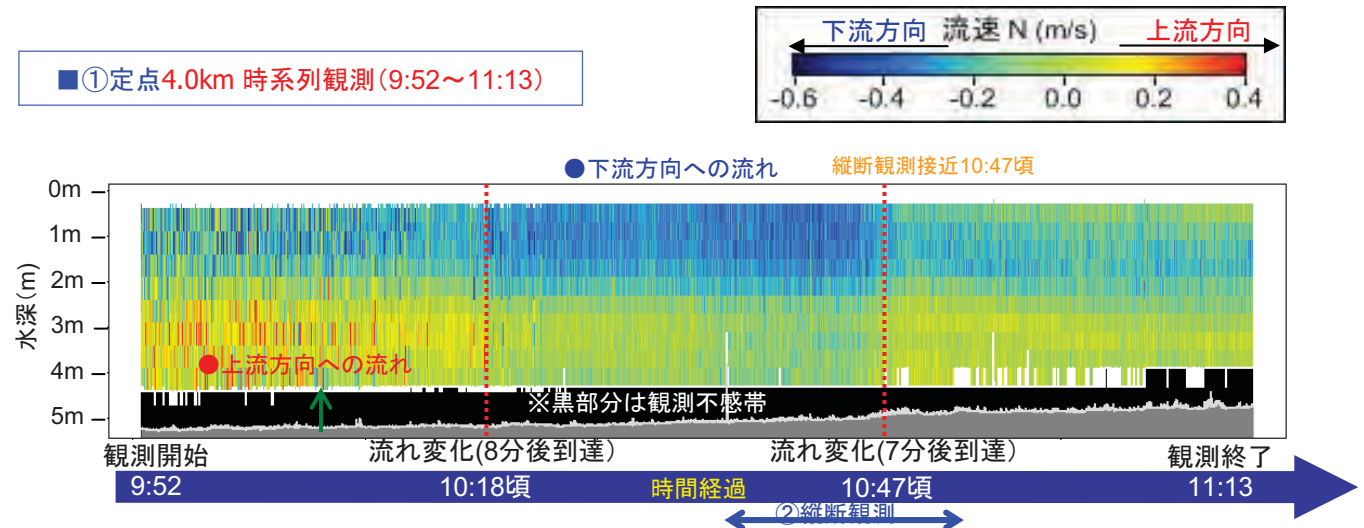
8月4日(6:00-18:00)



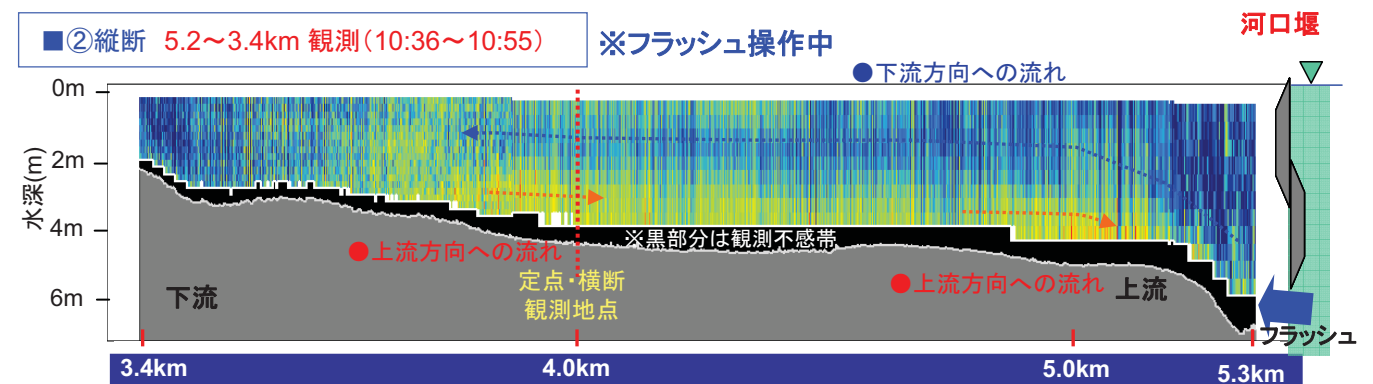
8月4日 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00

(●フラッシュ操作 10:10~10:40)

### ①定点4.0km 時系列観測(9:52~11:13)



### ②縦断 5.2~3.4km 観測(10:36~10:55)



# 3. モニタリング調査結果 堰下流 流動調査（横断観測）3.8km（堰下流）

## ■観測位置

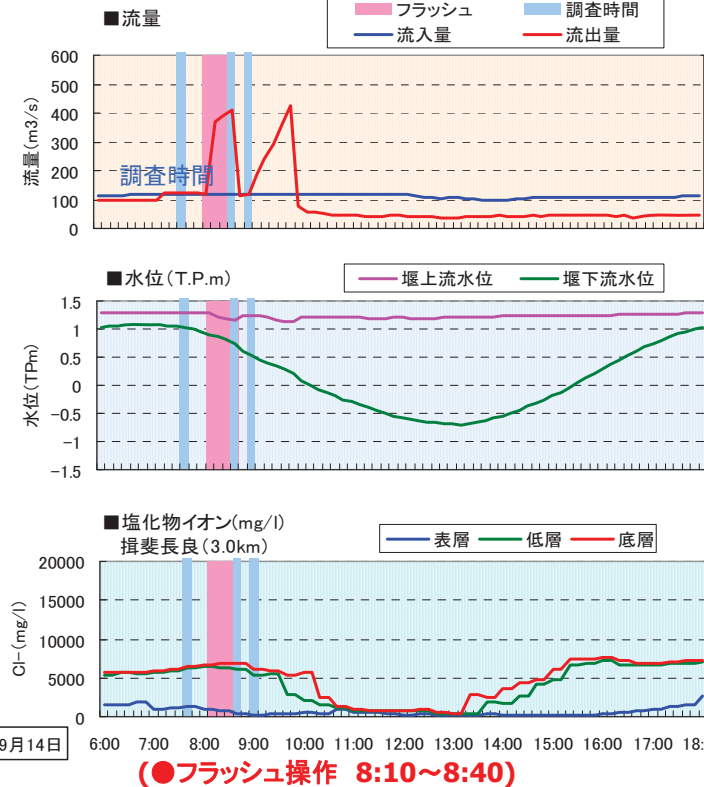
- 調査日：平成23年9月14日
- 天候：晴れ 潮目：大潮



## ■操作時流量・水位等

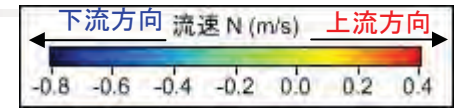
- 操作ゲート：6～9号（開度107cm）

9月14日(6:00-18:00)

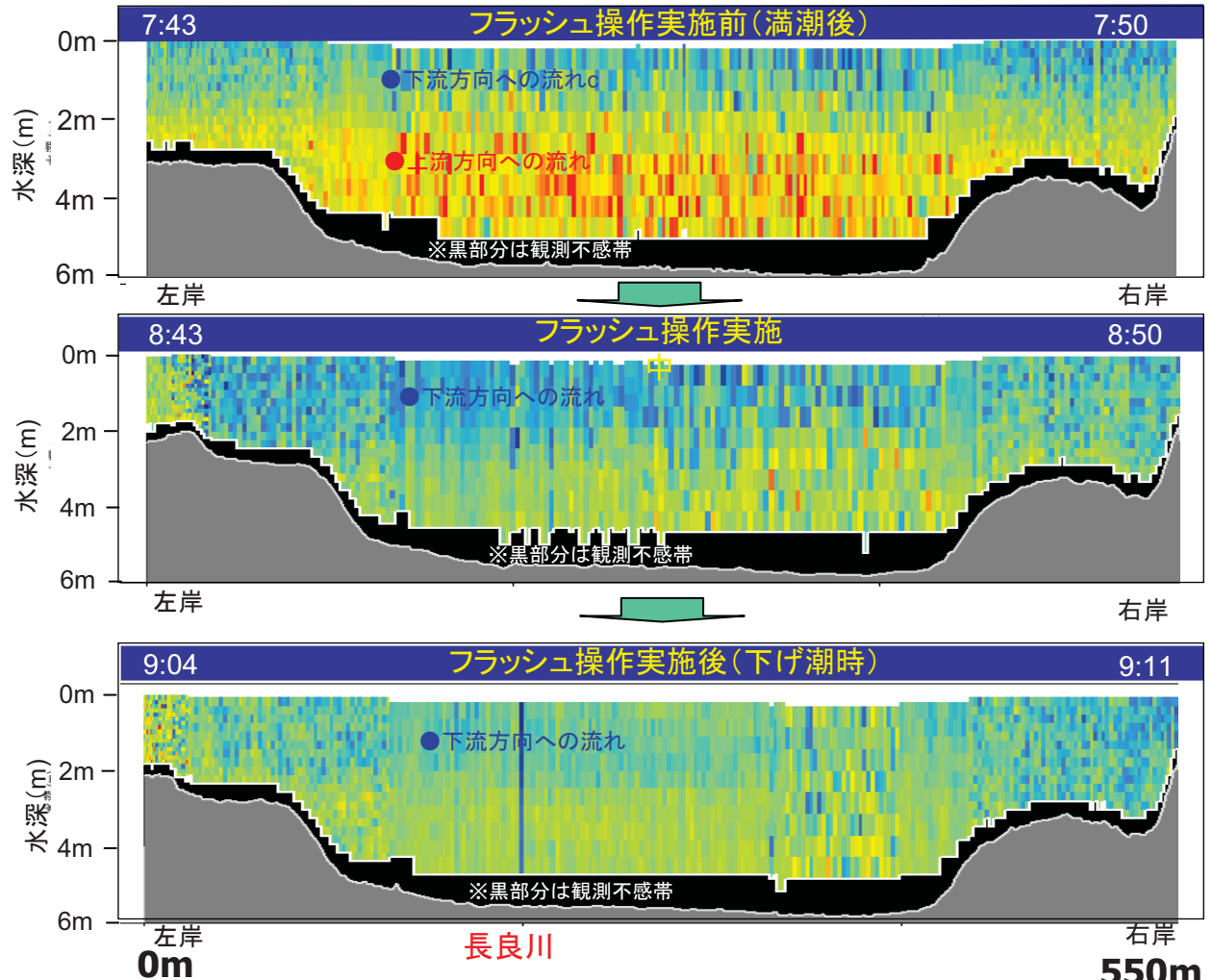


■①横断観測(3.8km)

9月14日



- 8月4日調査と同様に、フラッシュ操作期間中、3.8kmでは、表層の流れが確認された。



# 3. モニタリング調査結果

## 堰下流

(縦断観測) 5.2km~3.0km(堰下流)

### 観測位置

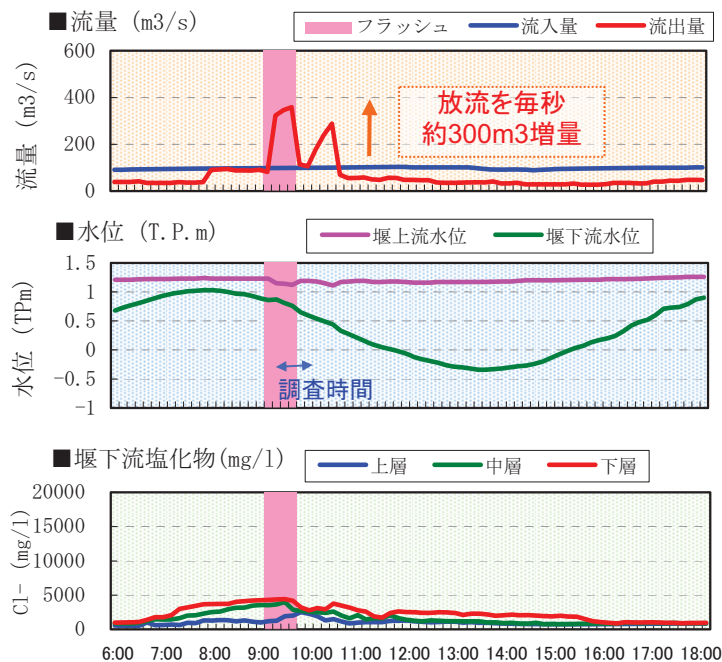
- 調査日:平成23年9月16日
- 天候:くもり 潮目:中潮



### 操作時水位等

操作ゲート:6号~9号  
(開度103cm)

9月16日(6:00-18:00)



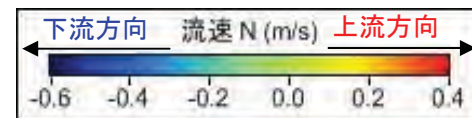
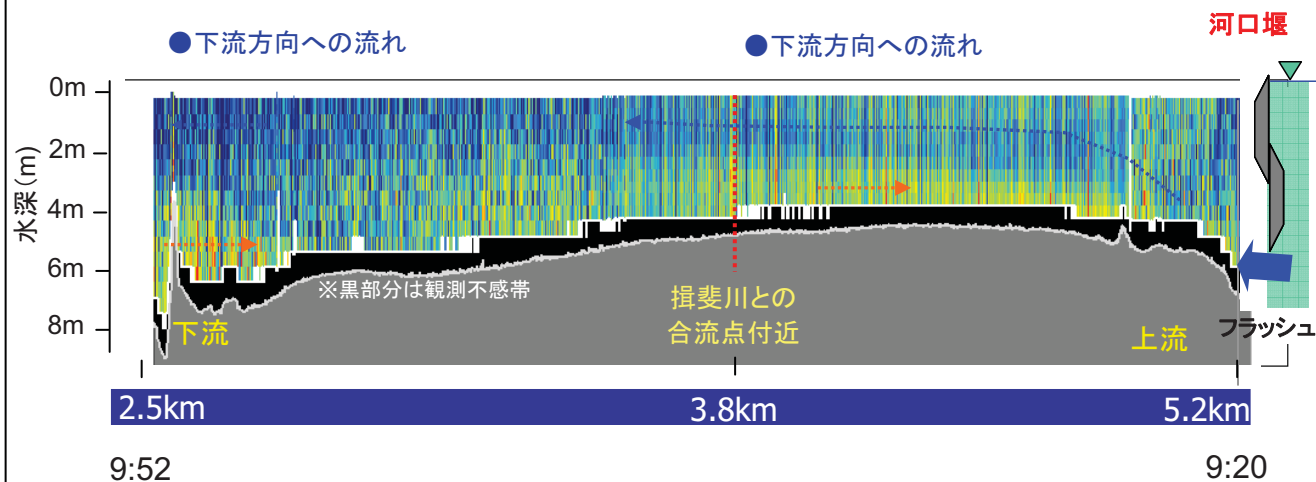
●フラッシュ操作 9:10~9:40

■縦断5.2km~2.5km観測(9:20~9:52)

平成23年9月16日

- 8月4日調査と同様に、フラッシュ操作期間中の測定で、4km付近までは、表層の流れが確認されたが、揖斐川との合流より下流では、影響は明確でなくなる状況が確認された。

### フラッシュ操作中



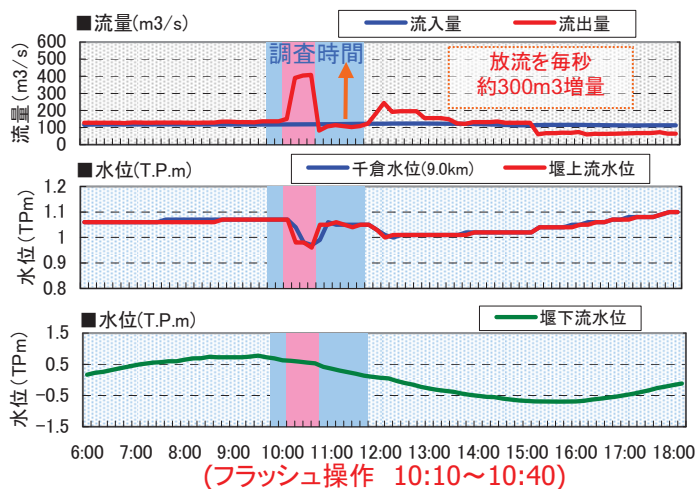
# 3. モニタリング調査結果

## 堰上流

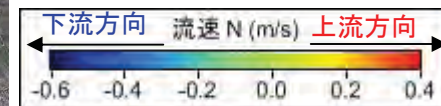
(定点観測) 6.4km (堰上流1.0km)  
(定点観測) 8.0km (堰上流2.6km)

### ■ 操作時流量・水位等

- 調査日: 平成23年6月21日
- 天候: 曇り 潮目: 中潮
- 操作ゲート: 6~9号 (開度101cm)



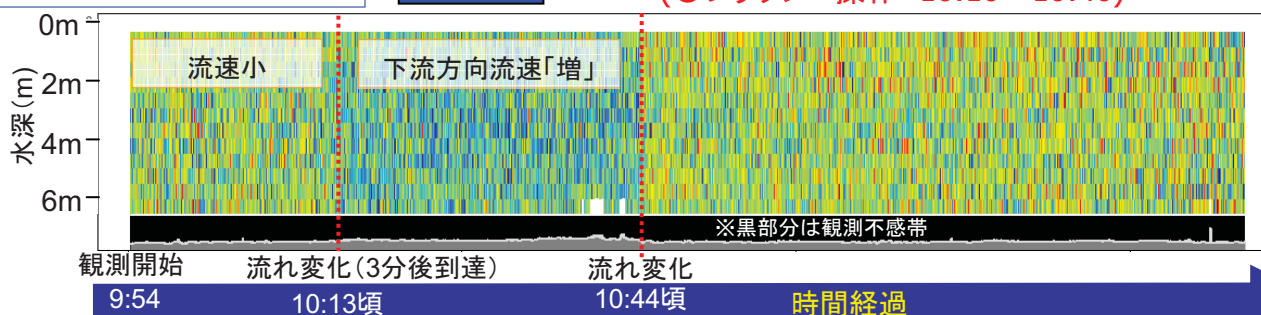
### ■ 観測位置



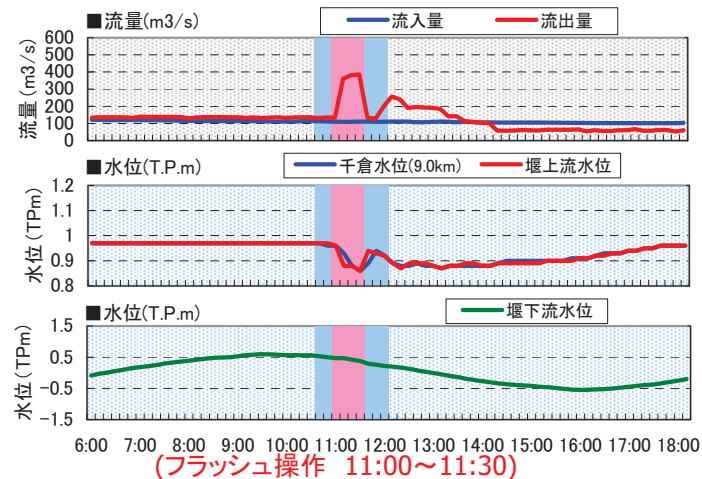
### ■ 定点6.4km 時系列観測

6月21日

(●フラッシュ操作 10:10~10:40)



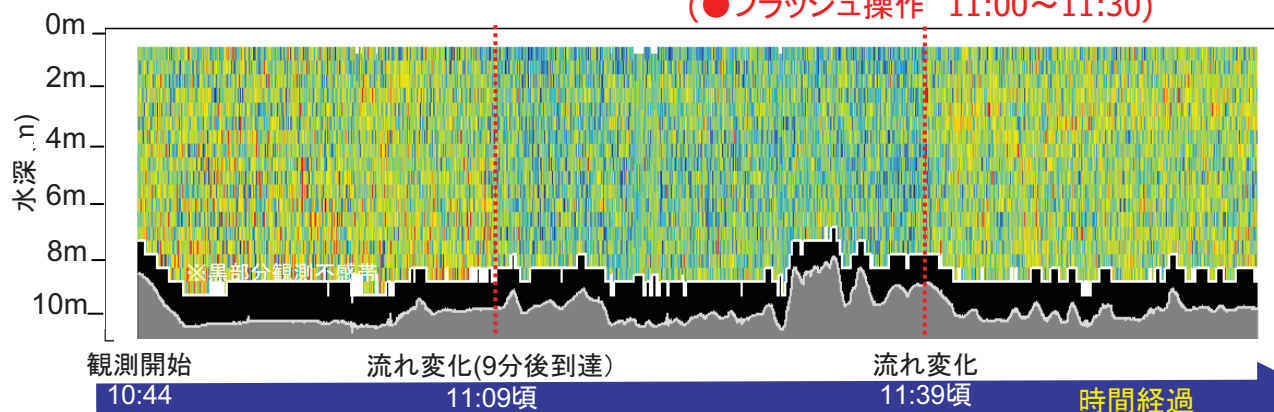
- 調査日: 平成23年6月22日
- 天候: 晴れ 潮目: 中潮
- 操作ゲート: 6~9号 (開度93cm)



### ■ 定点8.0km 時系列観測

6月22日

(●フラッシュ操作 11:00~11:30)



# 3. モニタリング調査結果

堰上流

(定点観測) 13.6km (堰上流8.2km)  
(定点観測) 22.6km (堰上流17.2km)

## 観測位置

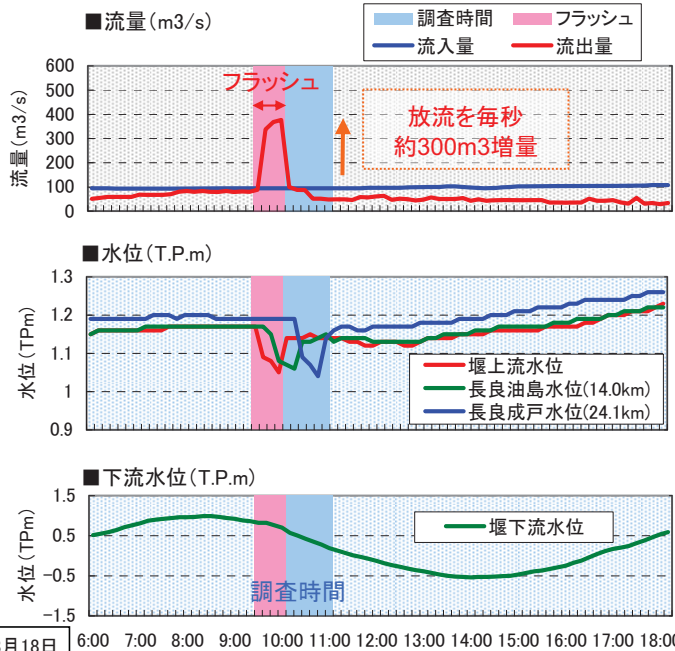


## 操作時流量・水位等

8月18日(6:00-18:00)

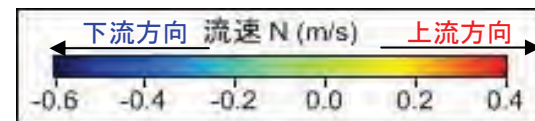
- 調査日:平成23年8月18日
- 天候:晴れ 潮目:中潮

●操作ゲート:6~9号  
(開度105cm)

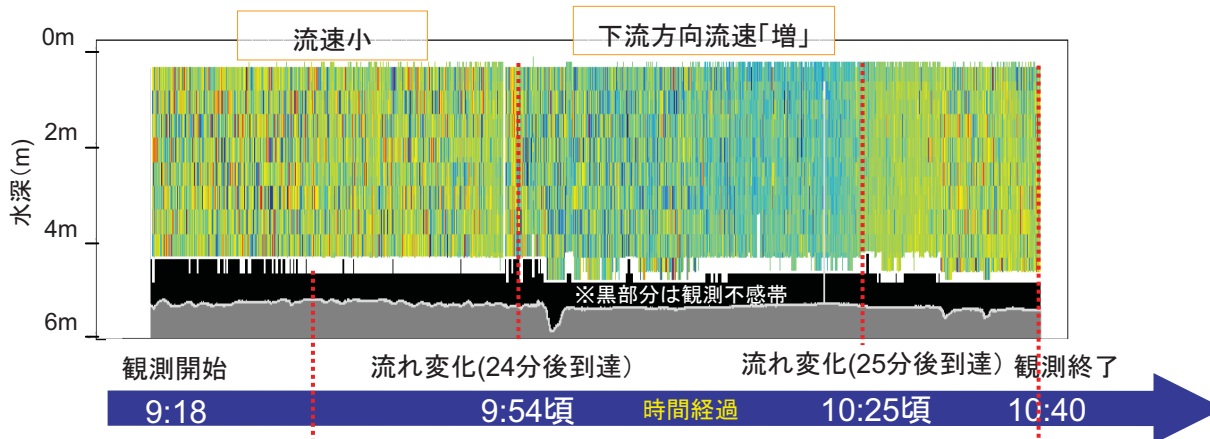


●フラッシュ操作 9:30-10:00

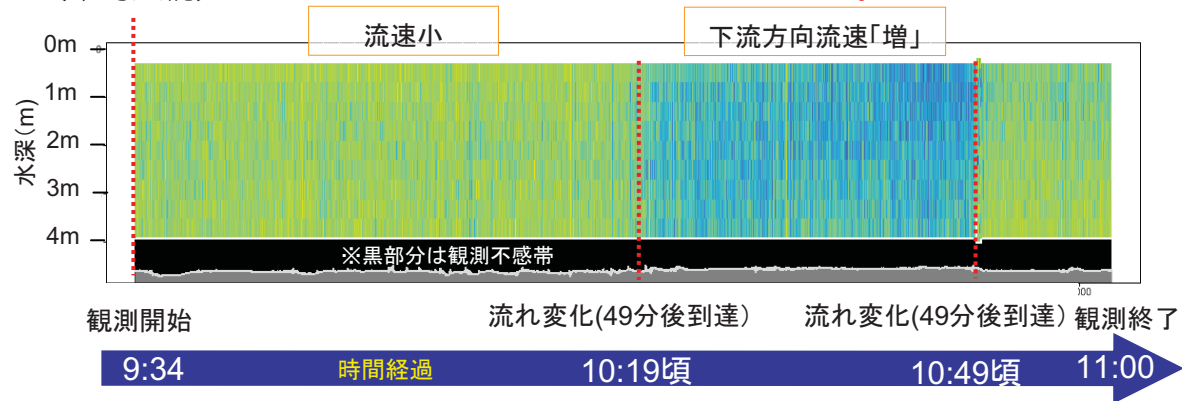
## 定点13.6km 22.6km 時系列観測



### 13.6km (長良川大橋)



### 22.6km (東海大橋)





# 3. モニタリング調査結果

堰上流

(縦断観測) 6km~9km

■観測位置

- 調査日:平成23年9月28日
- 天候:晴れ 潮目:大潮

■縦断 6.0km~9.0km観測

●フラッシュ操作 10:40~11:10

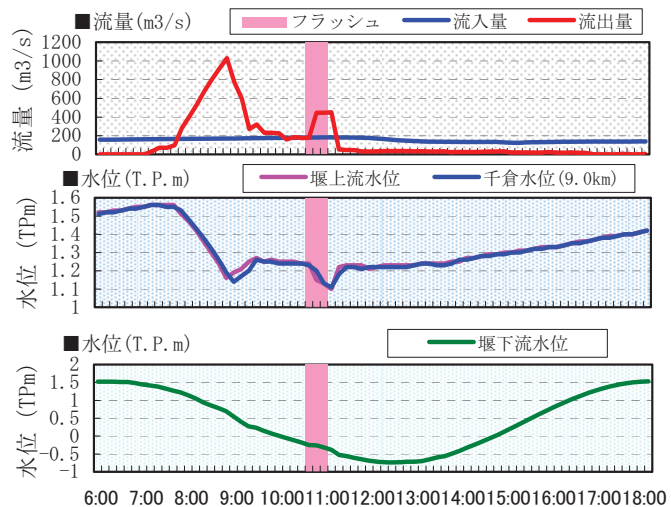
平成23年9月28日



■操作時流量・水位等

操作ゲート:6号~9号  
(開度64cm)

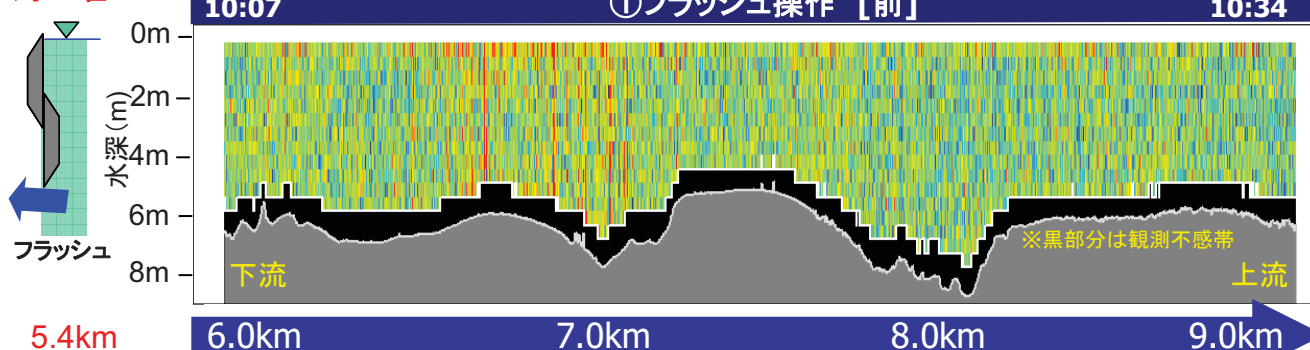
9月28日(6:00-18:00)



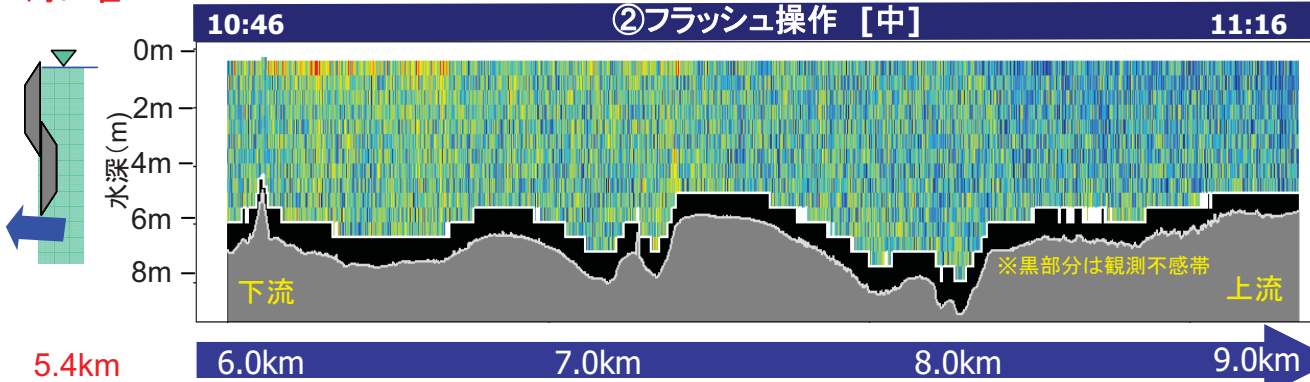
調査時間① フラッシュ操作前  
調査時間② フラッシュ操作中

●フラッシュ操作 10:40~11:10

河口堰



河口堰



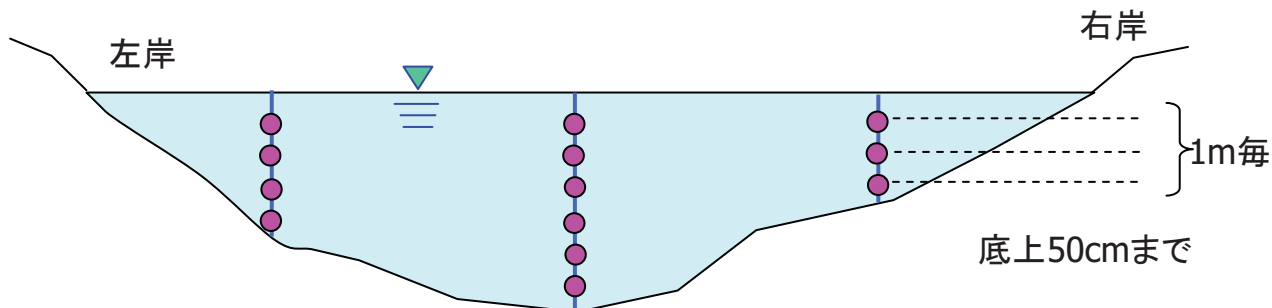
### 3. モニタリング調査結果

堰上流

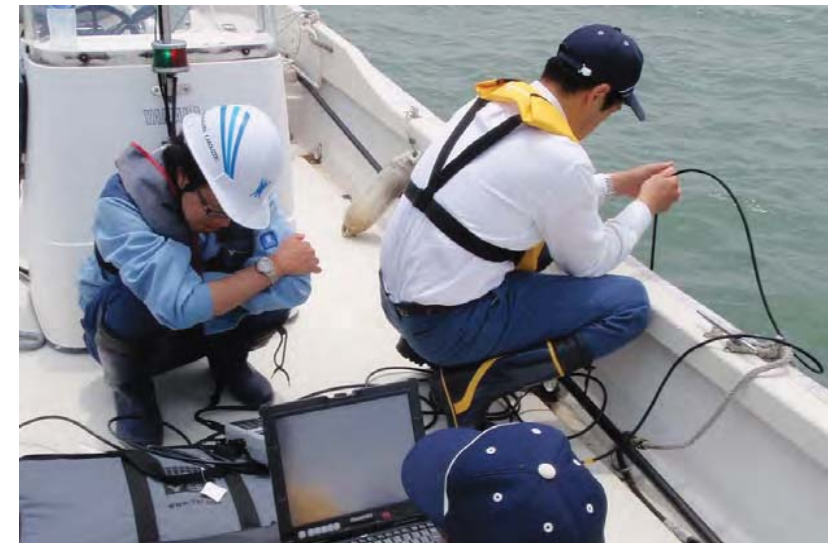
#### 調査概要(水質調査)

1. 目的 フラッシュ操作の実施前後の水質変化を調査するため、水質計(水質センサー)により測定

| 項目   | 調査内容                                     | 調査時期         | 調査地点   |
|------|--|--------------|--|
| 水質観測 | 鉛直方向の水温分布状況を測定。1m間隔でDO、水温、塩分濃度(堰下流のみ)を測定 | フラッシュ操作実施前、後 | 3.8km、4.0km、6.4km、7.0km、8.0km、13.6km、18.0km、22.6km<br>※各地点<br>左岸・中央・右岸付近の3地点 |



調査地点(横断)



調査状況



水質計(センサー)

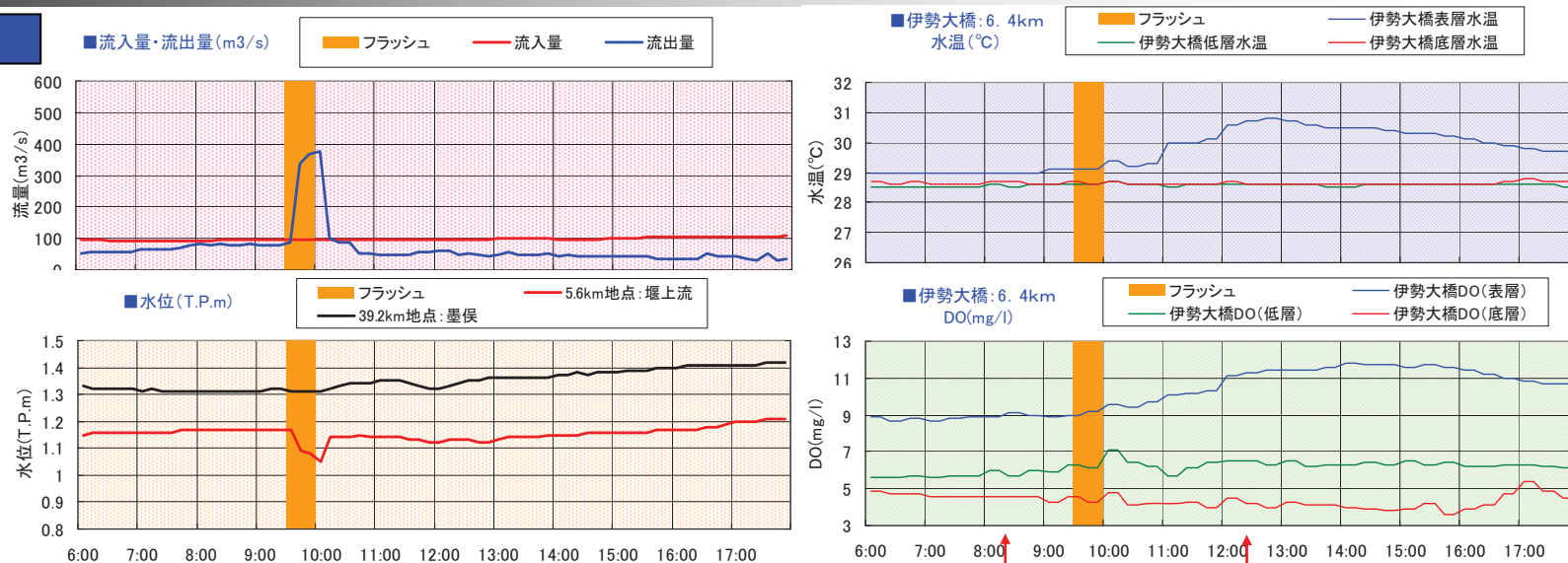
# 3. モニタリング調査結果 流動調査時（水質調査）7.0km（堰上流）

水質自動監視

●調査日：平成23年8月18日  
天候：晴れ 潮目：中潮



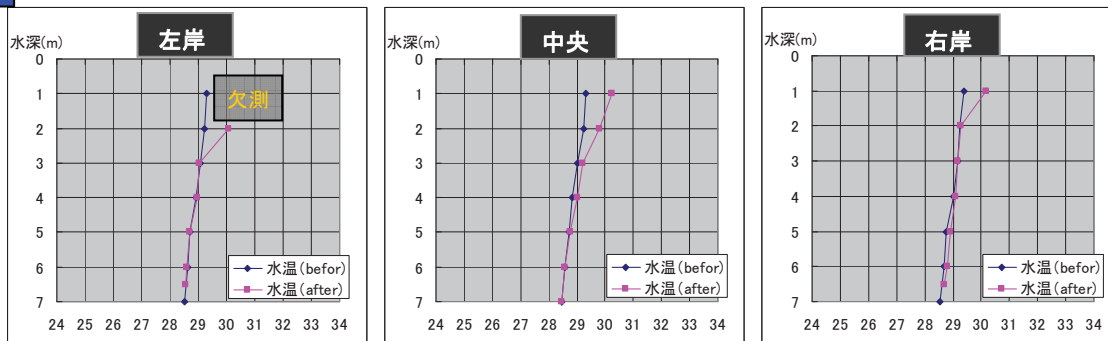
●フラッシュ操作 9:30~10:00



水質鉛直分布

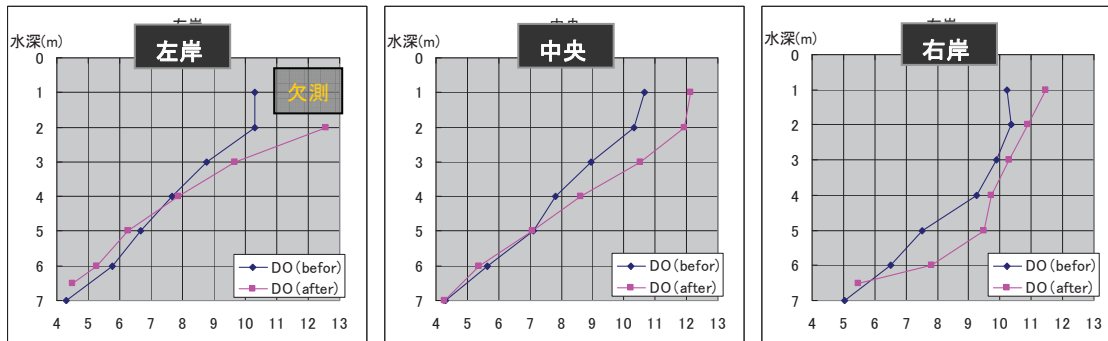
水温

単位  
°C



DO

単位  
mg/l



調査時刻

8:04 ~ 8:08(befor)  
12:18 ~ 12:22(after)

8:13 ~ 8:18(befor)  
12:25 ~ 12:32(after)

8:21 ~ 8:24(befor)  
12:35 ~ 12:40(after)

鉛直FL前

鉛直FL後

※フラッシュ実施前後で表層水温及びDOの上昇が確認された。  
実施前と実施後の観測間隔が4時間あることによる気温上昇の影響等が考えられる。

# 3. モニタリング調査結果 流動調査時 水質調査 13.6km (堰上流)

水質自動監視

●調査日:平成23年8月18日  
天候:晴れ 潮目:中潮

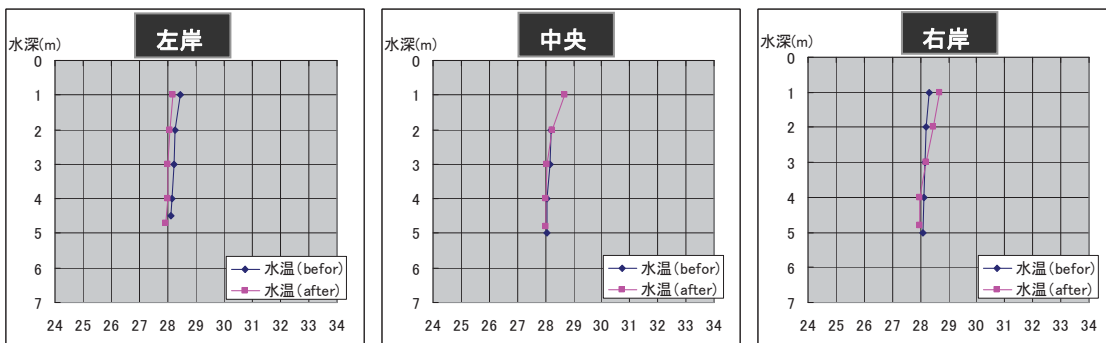


(●フラッシュ操作 9:30~10:00)

水質鉛直分布

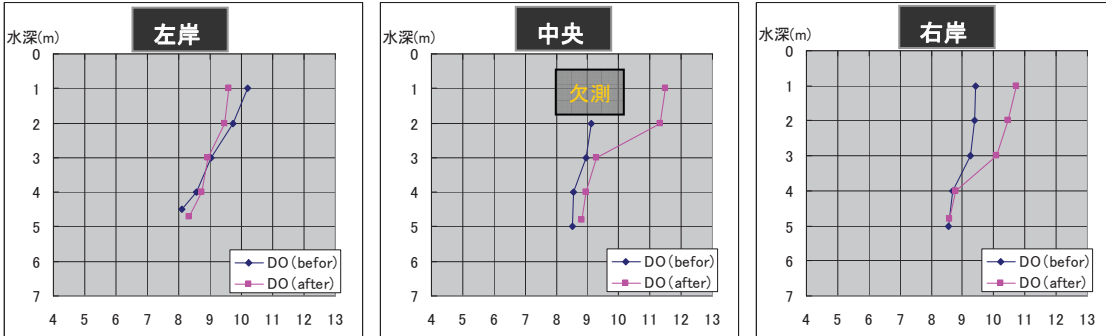
水温

単位  
°C



DO

単位  
mg/l

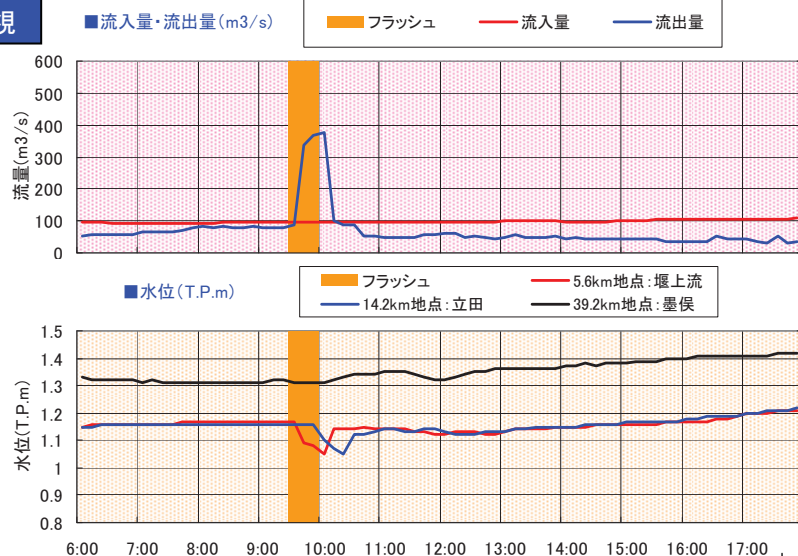


調査時刻

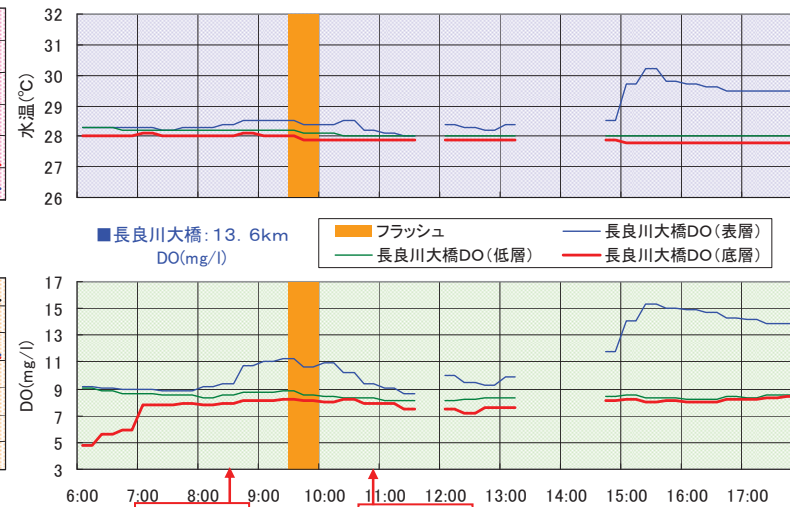
8:23 ~ 8:28(befor)  
11:00~11:04(after)

8:33 ~ 8:36(befor)  
10:44~10:48(after)

8:41 ~ 8:45(befor)  
10:53~10:56(after)



■長良川大橋:13.6km 水温(°C) ■フラッシュ ■長良川大橋表層水温 ■長良川大橋低層水温

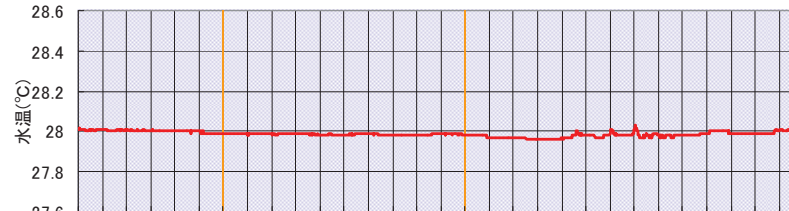


底層連続観測

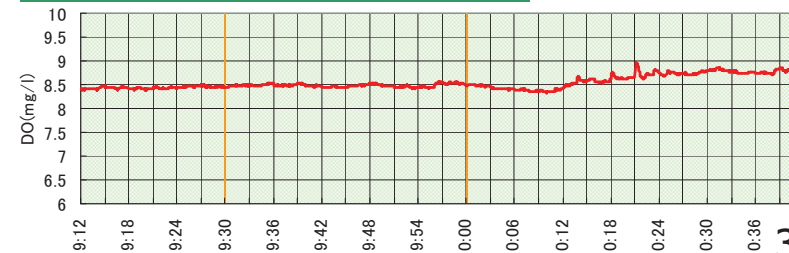
水質底層連続観測(9:12~10:40)

水温 (長良川大橋13.6km左岸)底上50cm

■長良川大橋:13.6km 定点水質観測結果 水温(°C)



DO (長良川大橋22.6km左岸)底上50cm



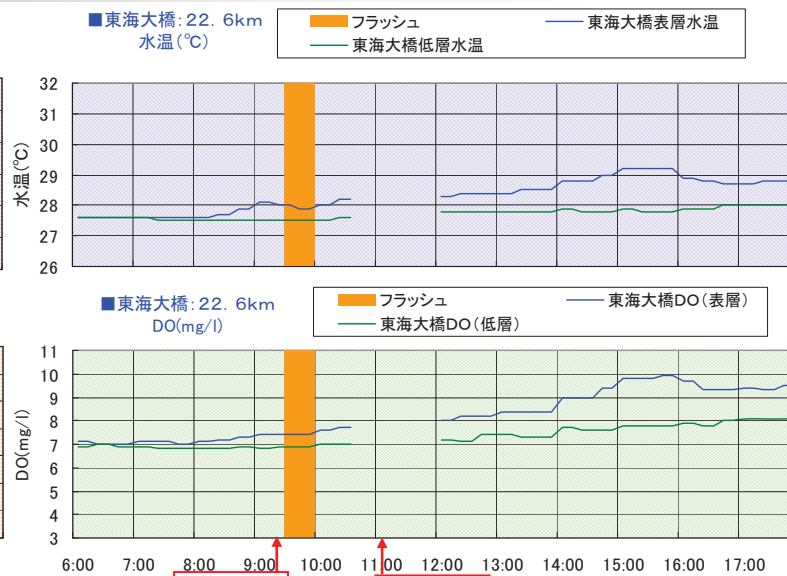
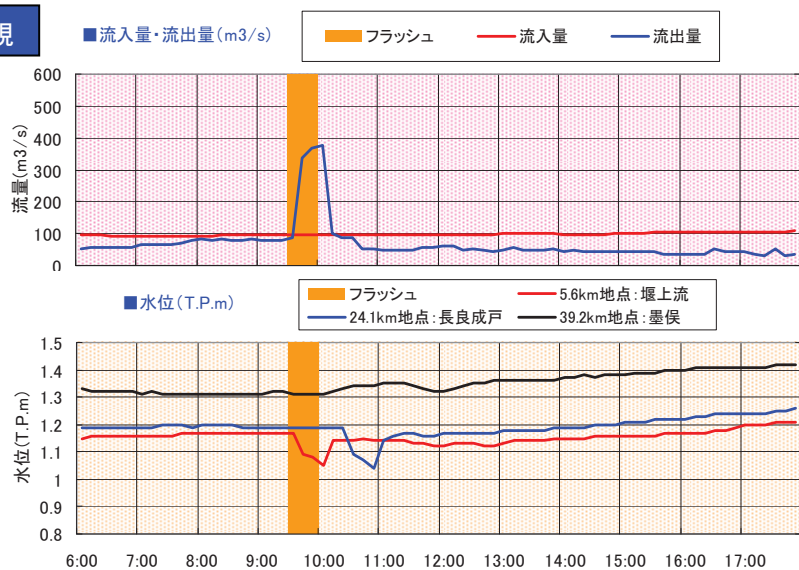
# 3. モニタリング調査結果 流動調査時 水質調査 22.6km (堰上流)

水質自動監視

●調査日:平成23年8月18日  
天候:晴れ 潮目:中潮



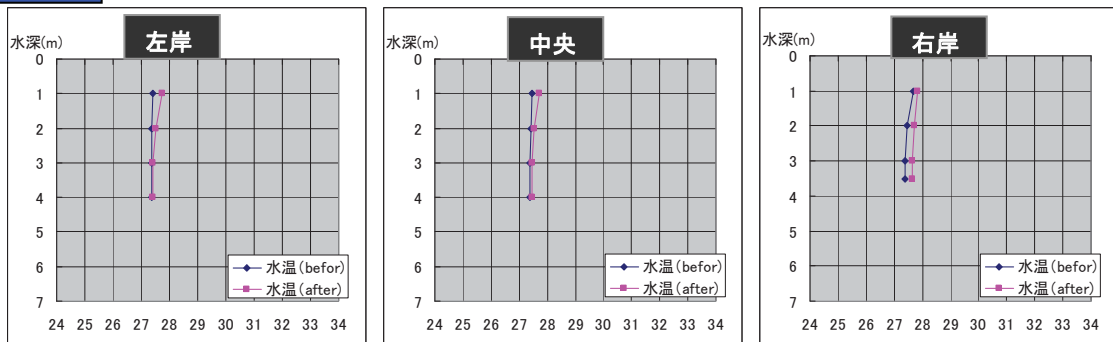
(●フラッシュ操作 9:30~10:00)



水質鉛直分布

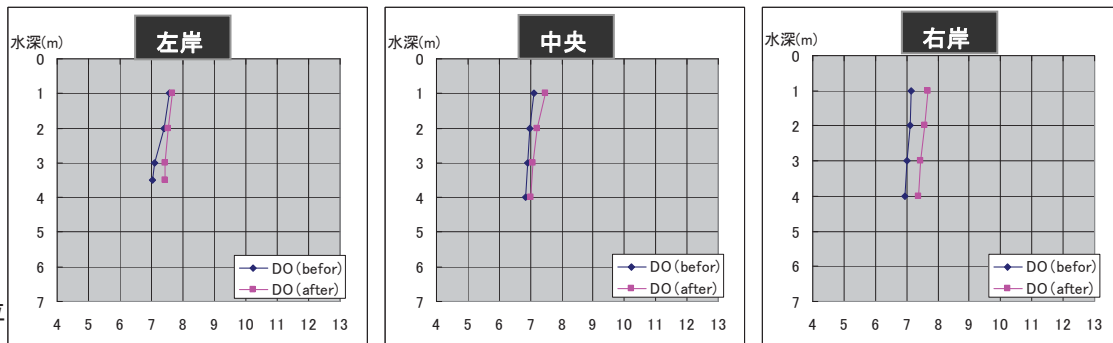
水温

単位 mg/l



DO

単位 °C



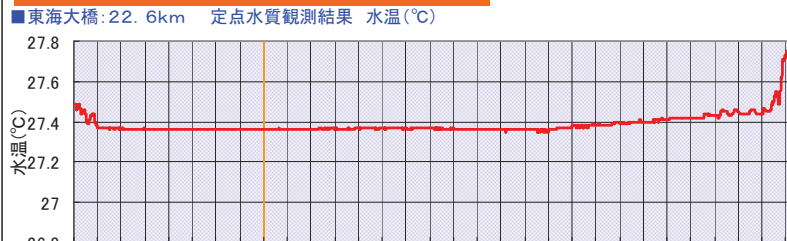
調査時刻 9:26 ~ 9:28(befor) 11:09~11:12(after)

9:37 ~ 9:40(befor) 11:02~11:06(after)

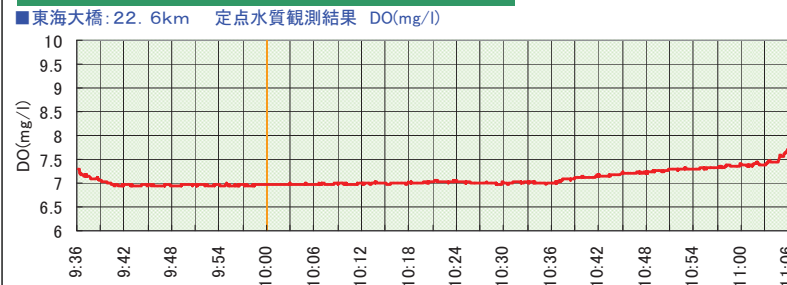
9:20 ~ 9:22(befor) 11:15~11:17(after)

水質底層連続観測(9:36~11:00)

水温 (東海大橋22.6km左岸)底上50cm



DO (東海大橋22.6km左岸)底上50cm



### 3. モニタリング調査結果

#### 流動調査結果と今後の課題

| 調査項目 |      | 調査結果（事象）   |   | 今後の課題  |
|------|------|------------|---|--|
| 流動効果 | 流速変化 | 堰上流<br>堰下流 | <ul style="list-style-type: none"> <li>アンダーフラッシュ実施後は、堰下流では4.0km付近まで、堰上流は22.6kmまで明確に、下流方向への流速増加が認められた。</li> <li>各地点時間差で流速が増加し、影響はフラッシュ実施時間中のみ確認された。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>フラッシュ操作による流動変化について、①上げ潮・下げ潮②潮目③流量の大小④ゲート操作（アンダーまたはオーバー）⑤水温・水質などの要素による系統立てたデータの蓄積が必要である。</li> <li>操作手法の違いやフラッシュ流量の違いによる効果を確認する必要がある。</li> <li>水質鉛直分布調査については、測定時刻等、適切な調査について検討し、実施する必要がある。</li> </ul> |
|      | 効果範囲 | 堰上流        | <ul style="list-style-type: none"> <li>定点・縦断観測により、上流24kmまで流動変化の影響が確認された。また水位観測により、上流39.2kmまで水位変動が観測された。</li> <li>鉛直方向は、表層から底層まで一様に下流方向の流れが観測された。</li> </ul>   |  |
|      |      | 堰下流        | <ul style="list-style-type: none"> <li>定点及び縦断観測により、下流4km地点付近まで、流動変化の影響が確認された。3.8km地点より下流では、揖斐川との合流による影響が大きく、フラッシュ操作の影響は明確でない。</li> <li>鉛直方向は、堰直下は下層付近での流れが速く、流下に伴い中層から表層の流れが速くなる。</li> </ul>  |  |
|      |      | その他        | <ul style="list-style-type: none"> <li>堰上流 <ul style="list-style-type: none"> <li>水位変動状況から、段波の現象が確認された。またセイシュの現象は確認できなかった。</li> </ul> </li> <li>堰下流 <ul style="list-style-type: none"> <li>底層付近の塩分濃度が高い場合には、底層付近で逆流が観測された。</li> </ul> </li> </ul> |  |
|      | 水質   | 堰上流        | <ul style="list-style-type: none"> <li>フラッシュ操作前後のD0鉛直分布の比較では、底層D0の改善は確認されなかった。実施前のD0分布状況や、測定時刻による気温変化等の影響が考えられる。</li> </ul>   |  |

### 3. モニタリング調査結果

### 調査概要(底質調査)

#### 1. 底質観測

①調査地点 4.0km:3箇所、5.0km:5箇所、5.2km:5箇所、5.6km:5箇所、6.0km:6箇所



#### ②試料採取

エクマンバージ採泥器(採泥面積15cm×15cm)を船上より投下し、河床土を採取



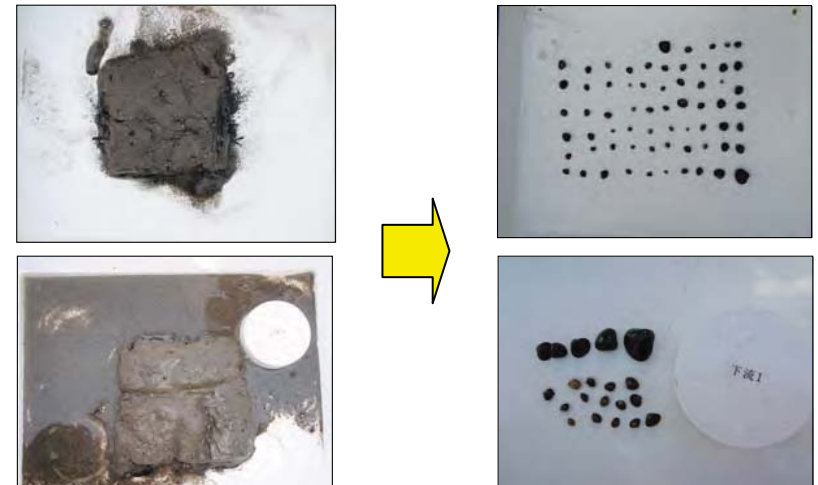
#### ③計測

ORP計(酸化還元電位計)により、採取した試料の酸化還元電位を測定



#### ④シジミの確認(堰下流地点)

採取した試料について、シジミ個数を確認

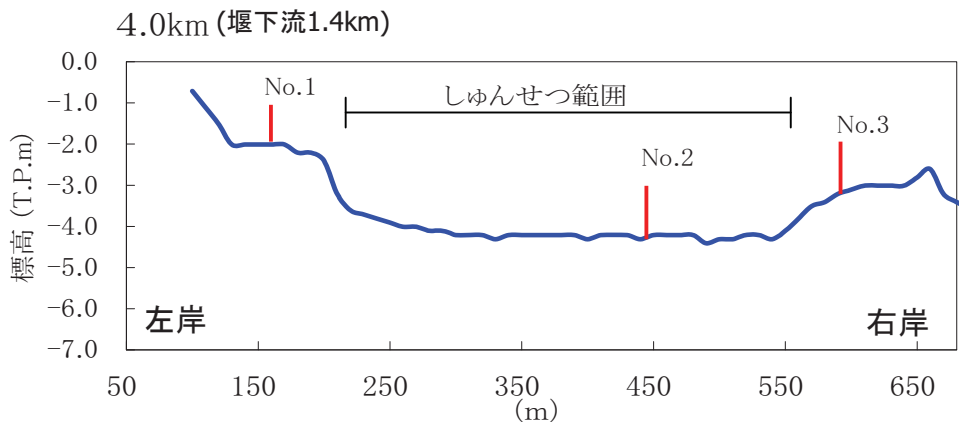
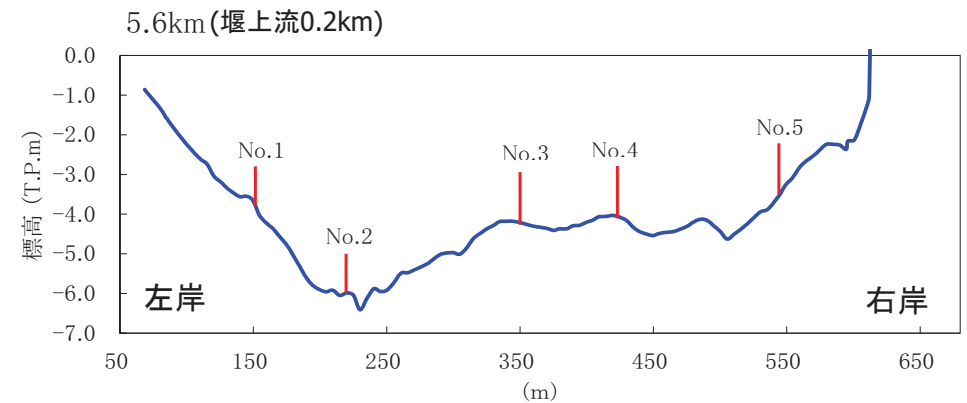
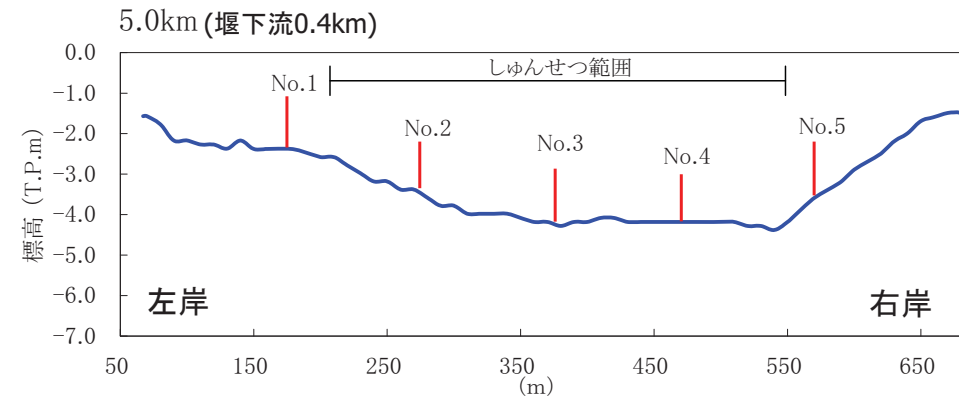
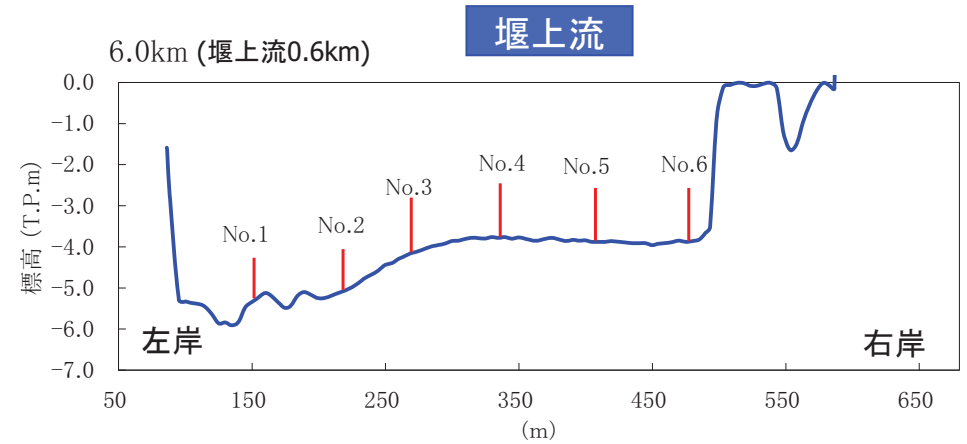
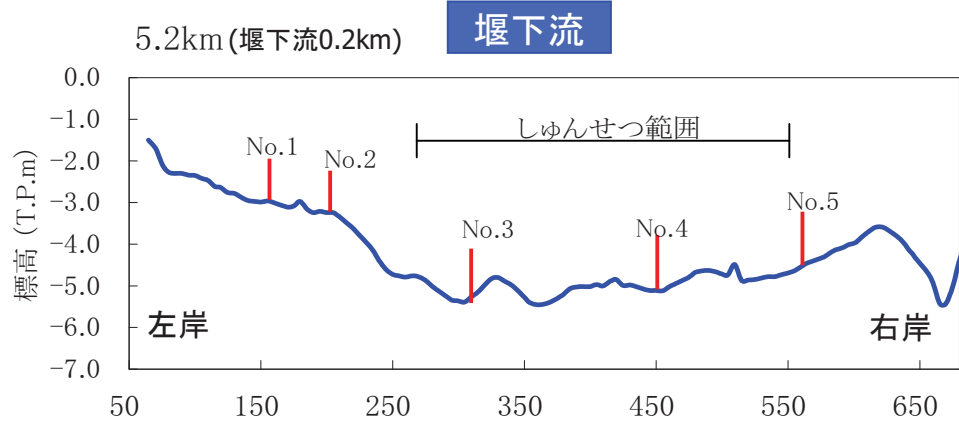


# 3. モニタリング調査結果

## 調査概要(底質調査)

### 調査概要(底質調査)ORP観測

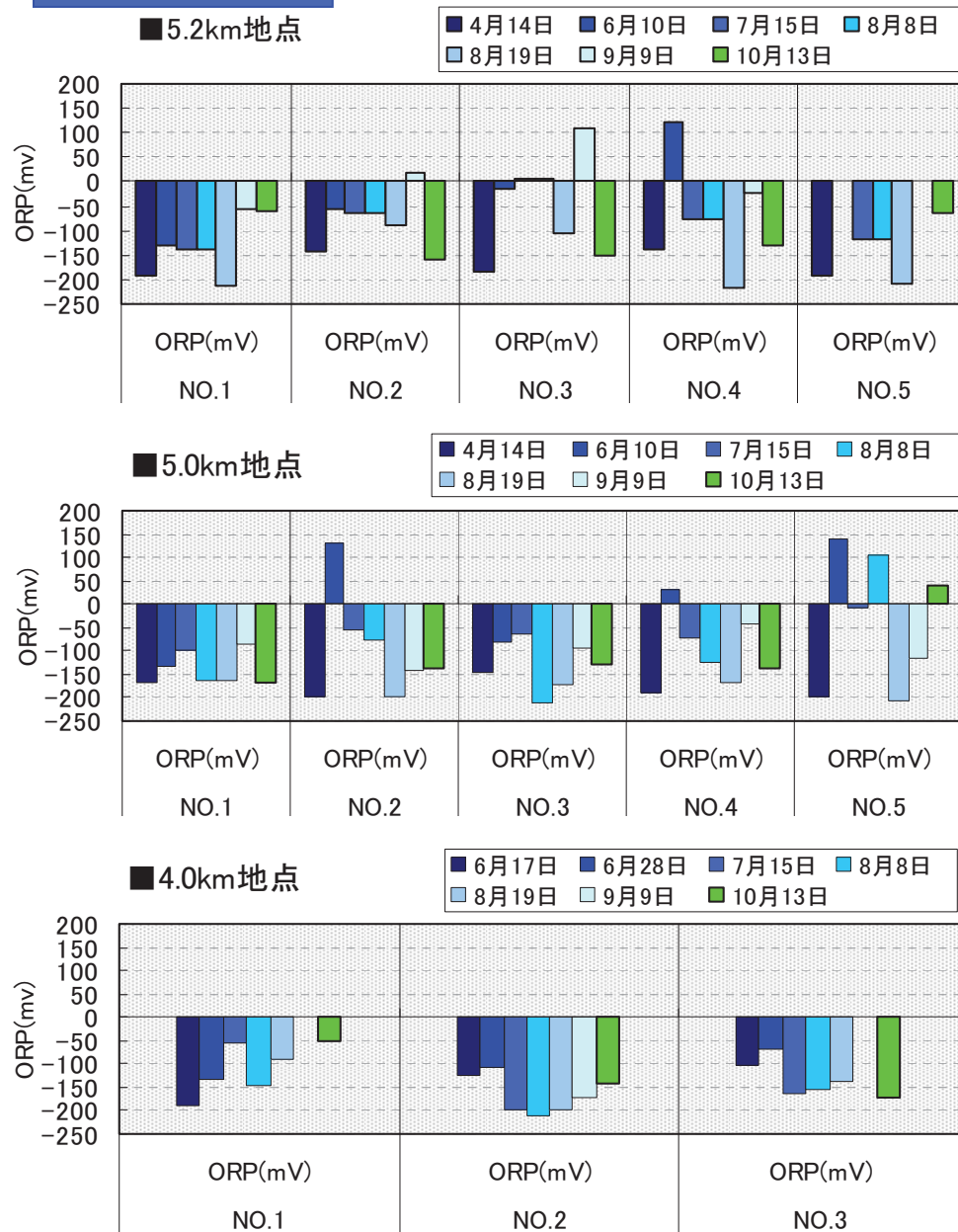
### 調査地点(横断方向)



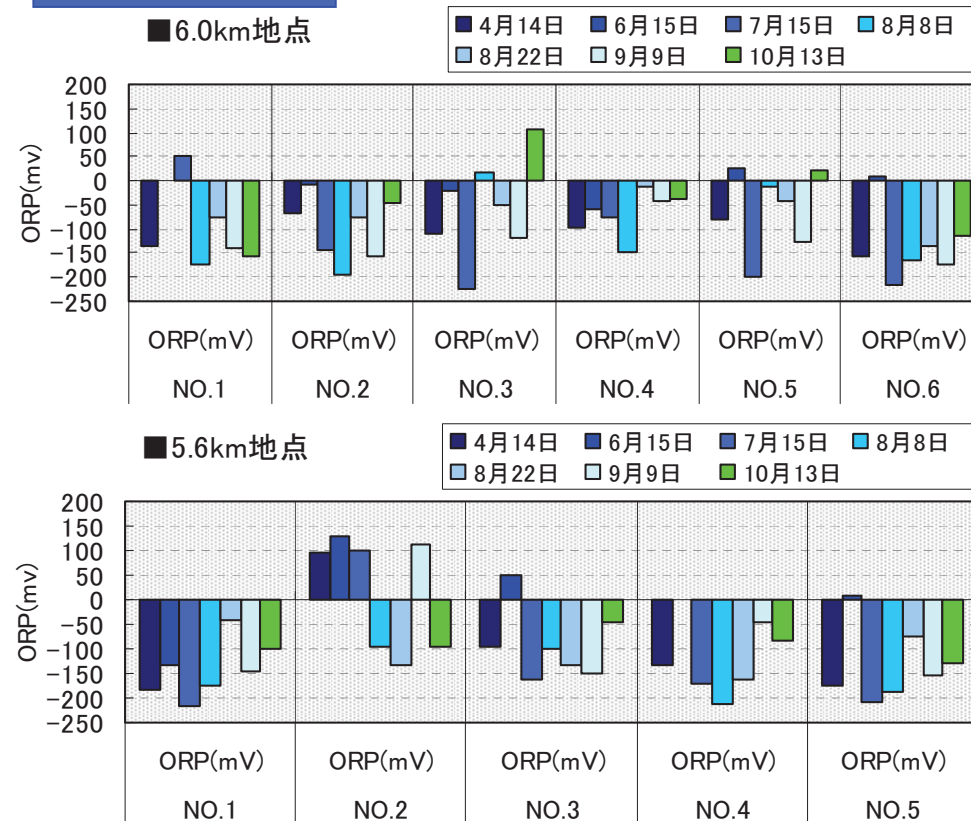


### 3. モニタリング調査結果 底質調査 (ORP観測)

#### 堰下流



#### 堰上流



# 3. モニタリング調査結果 底質調査 (ORP観測)

フォローアップ調査結果 (直近5カ年 : 平成18年~22年)

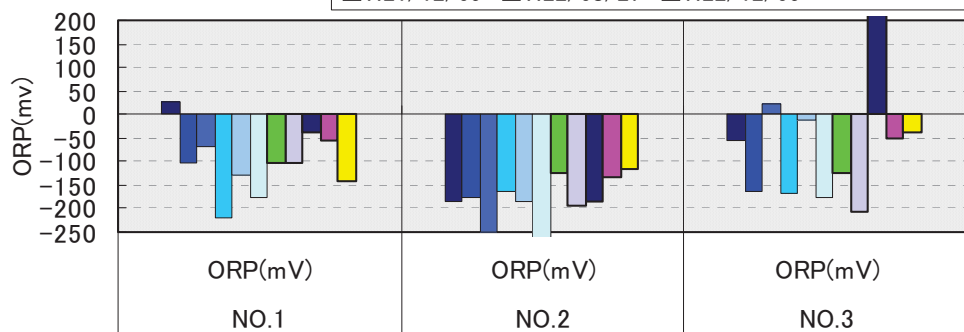
## 堰下流

5. 2km地点調査無し

### 5.0km地点

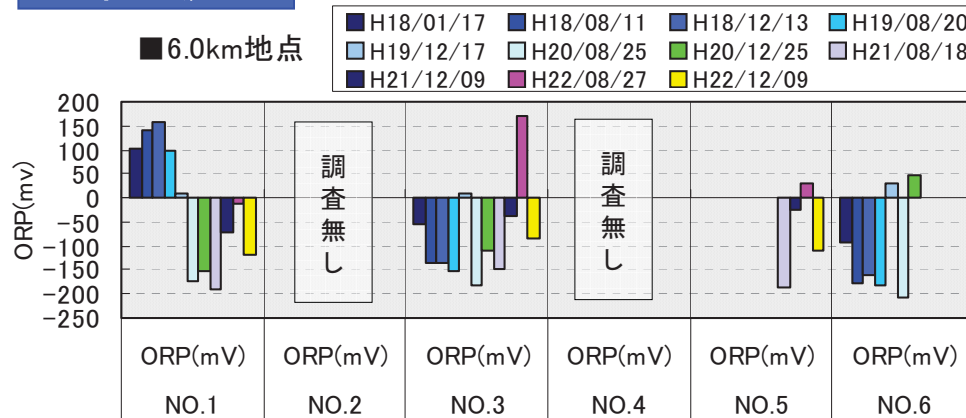


### 4.0km地点



## 堰上流

### 6.0km地点



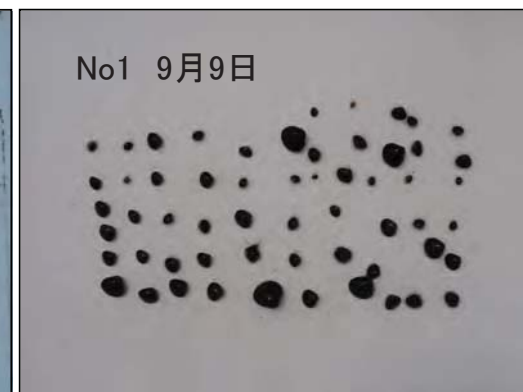
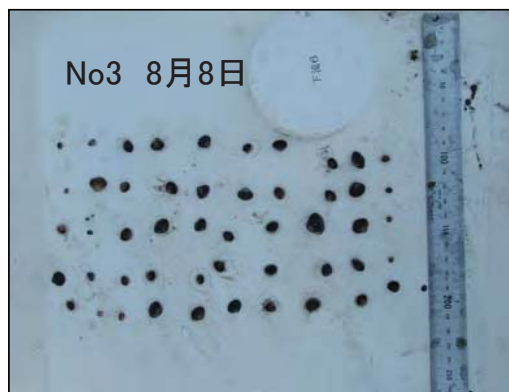
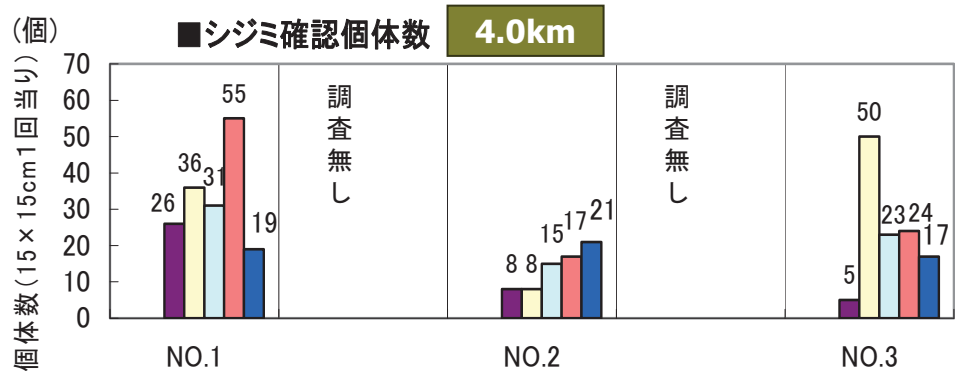
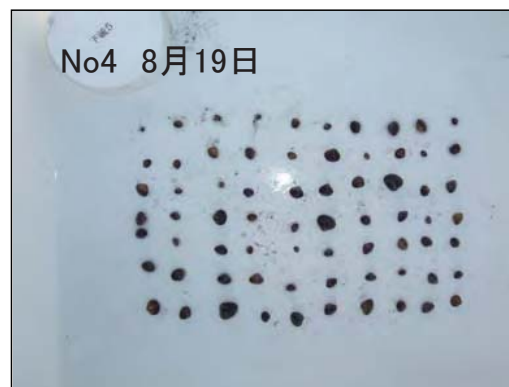
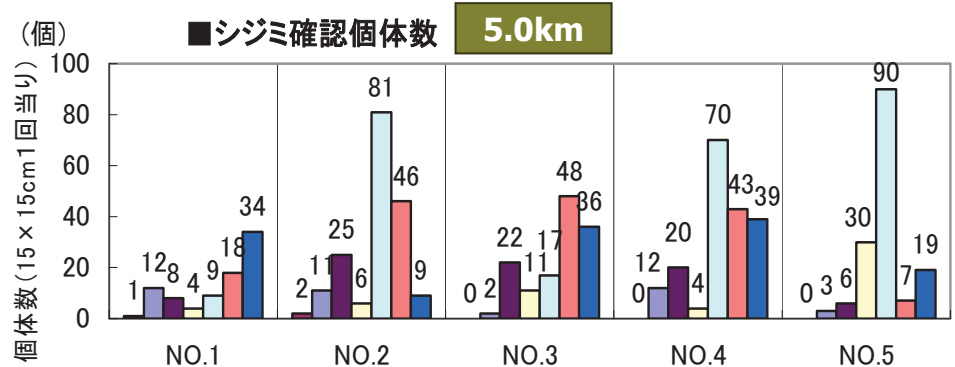
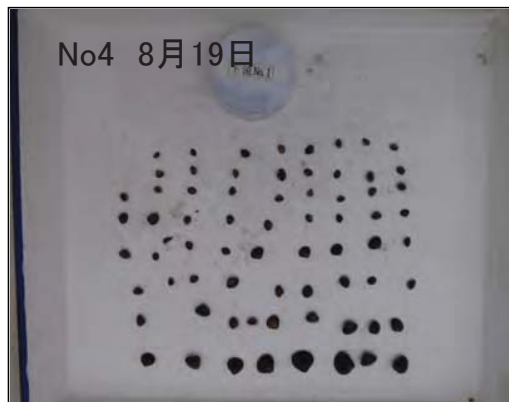
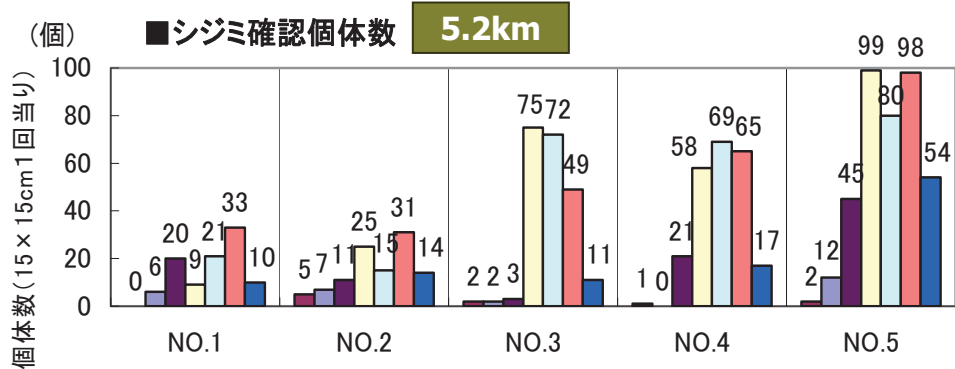
5. 6km地点調査無し

### 3. モニタリング調査結果 底質調査（シジミ確認数）

堰下流



※エクマンバージ採泥器15cm×15cm≒0.02m<sup>2</sup> 1回当り



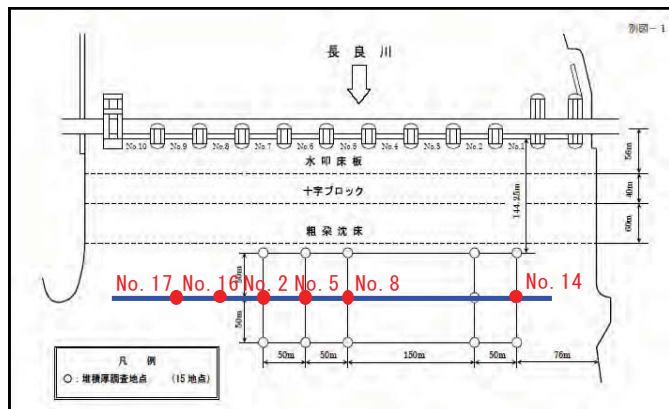
# 3. モニタリング調査結果

## 調査概要(底質調査)

### 2. 浮泥厚調査

潜水によるアクリルコア採取と目視観察により、浮泥厚を調査

観測期間:概ね月1回実施



調査位置(※)

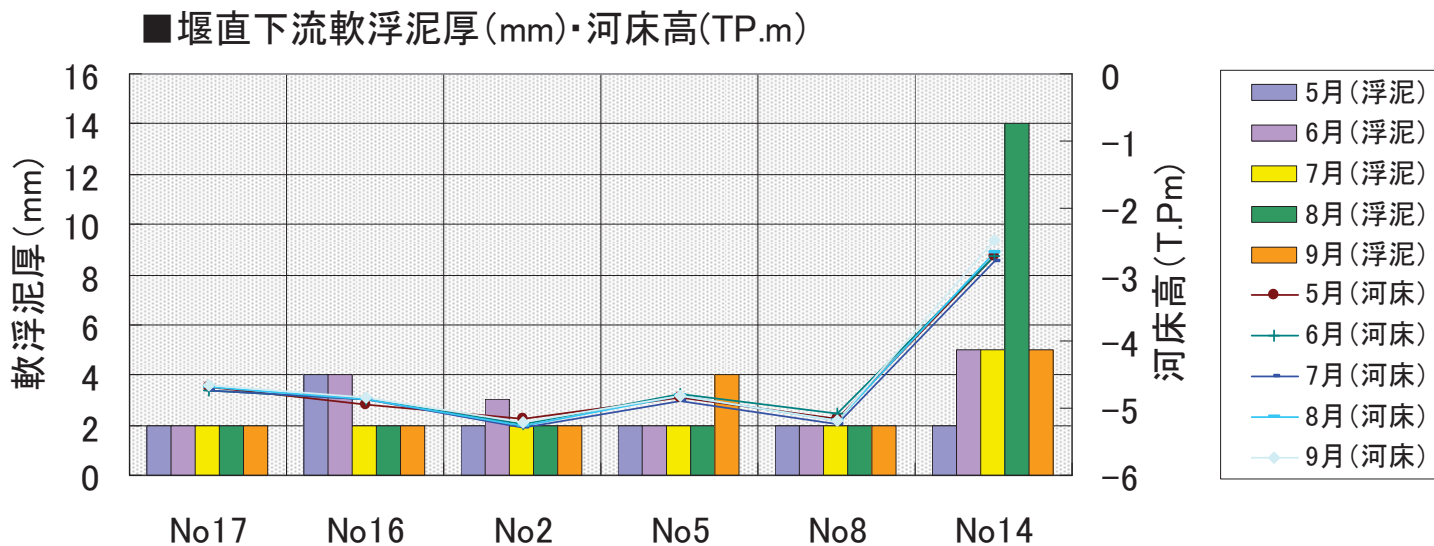


河床状況



アクリルコア採取

※調査地点のNoは、フォローアップ調査の河床高調査地点から、フラッシュ放流ゲート前地点としてNo2,5,8を選定しNo16,17を追加調査地点とした。また、比較対象としてNo14を選定した。



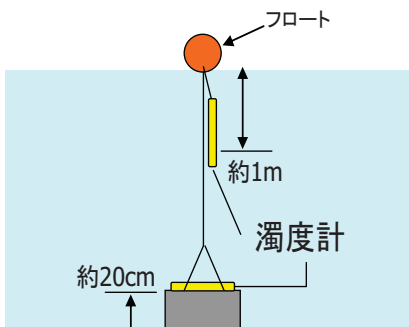
# 3. モニタリング調査結果

## (底質調査)

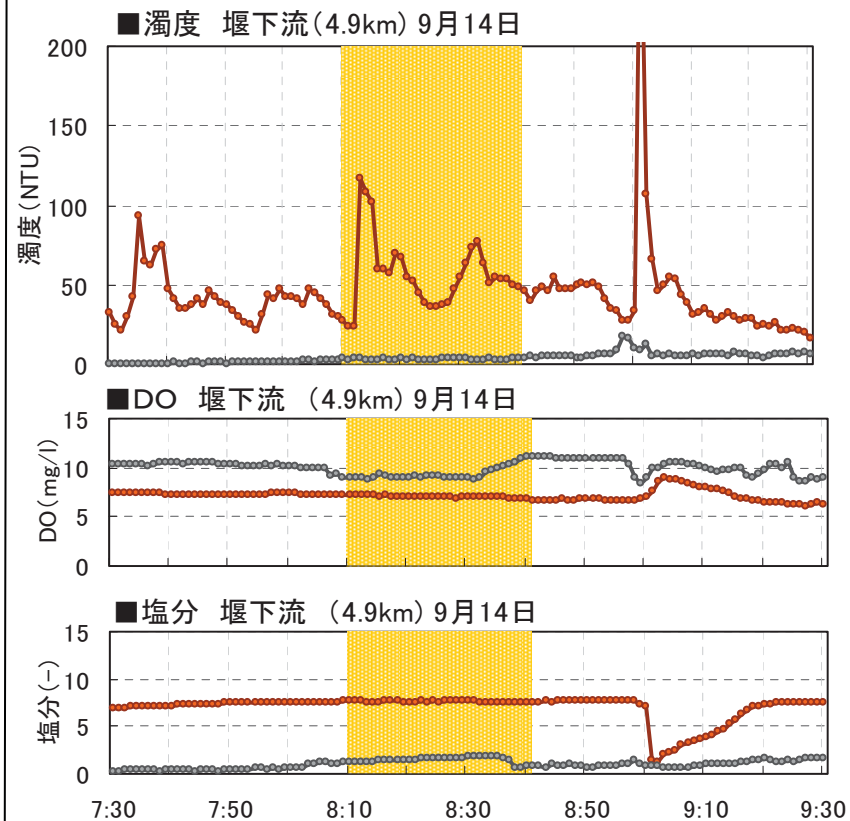
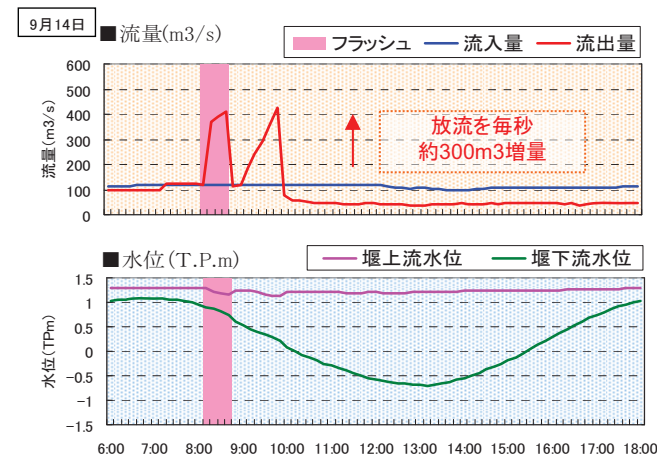
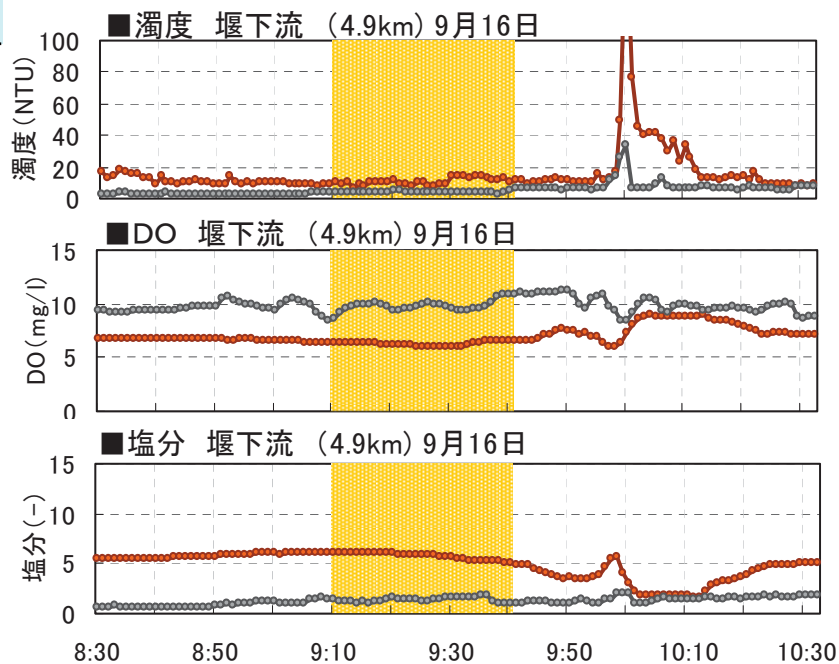
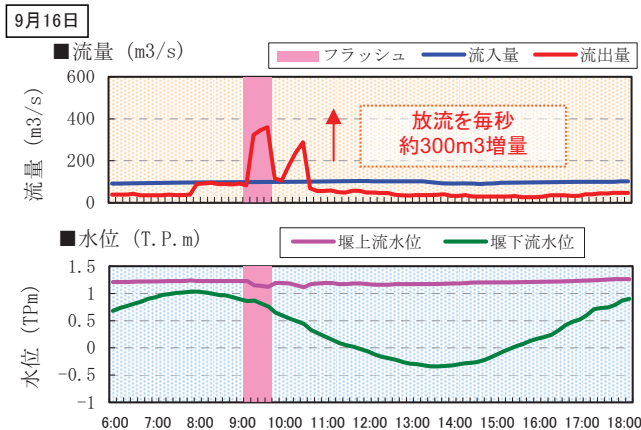
### 3. 濁度調査

河床から約20cmの高さに濁度計を設置し、フラッシュ操作実施時の水質を測定

調査位置: 河口から4.9km  
観測間隔: 1分毎に観測



濁度計



■ フラッシュ操作    ● 底層(底上20cm)    ○ 表層(1m)

### 3. モニタリング調査結果

#### 底質調査結果（フラッシュ操作による底質の変化）

| 調査項目 |       | 調査結果（事象）  | 今後の課題  |
|------|-------|---|--|
| 底質調査 | ORP調査 | <p>● ORPは、堰上下流ともマイナスの場合が多いが-250mv~+150mvで、調査回毎に変動が大きく、一定の増加又は低下傾向は見られない。フラッシュ操作の他、出水による全開操作等の影響が考えられる</p> <p>● 堰下流では、採泥時に、シジミが1回(15cm×15cm)あたり0~99個確認された。4km 5km 5.2kmとも左岸・中央・右岸で確認された。個体数は一定の増加又は減少傾向は見られない。</p> | <p>・フラッシュ操作回数の増加や、出水時の全開操作に伴う底質の長期的な変化について今後継続的に確認する必要がある。</p> <p>・フラッシュ操作実施後の、底層濁度の上昇については、流動調査等と併せて要因を確認する必要がある。</p> |
|      | 浮泥調査  | <p>● 表層に薄い浮泥が確認されたが、出水時の全開操作後に減少している傾向が確認された。</p> <p>● フラッシュ操作を行っているゲートの直下と行っていないゲートの直下 (No14) で、堆積状況に若干の違いが見られた。</p>   |  |
|      | 濁度調査  | <p>● アンダーフラッシュ操作実施後、堰下流の底層（河床から20cm）で、一瞬濁度が上昇する場所が見られた。堰上流では濁度上昇は見られない。</p>   |  |

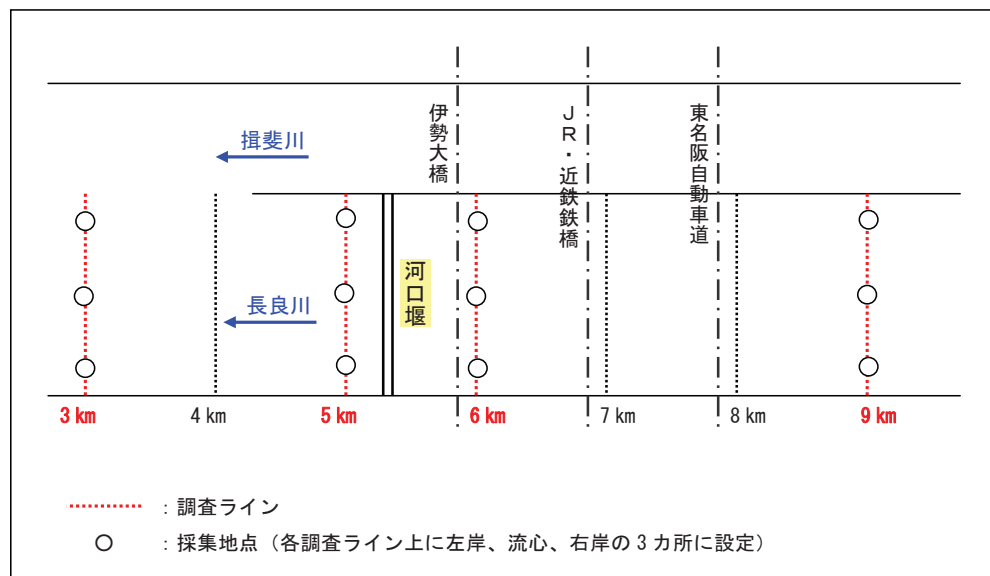
# 3. モニタリング調査結果

## 調査概要(底生動物調査)

1. 目的 長良川河口堰の更なる弾力的な運用に伴うフラッシュ操作回数の増加による堰上下流域の生物相の変動を把握

| 項目     | 調査項目                    | 調査方法   | 調査地点                                    |
|--------|-------------------------|--|---|
| 底生動物調査 | 貝類、ゴカイ類、水生昆虫類、ミズ類等の底生動物 | スミス・マッキンタイヤ型採泥器で、1地点当たり5回(採泥面積:0.05m <sup>2</sup> /回×5回=0.25m <sup>2</sup> )で採泥を実施 | 長良川河口堰から、3km、5km、6km、9km各地点左岸、流心、右岸の3箇所 |

調査地点配置図



スミス・マッキンタイヤ型採泥器

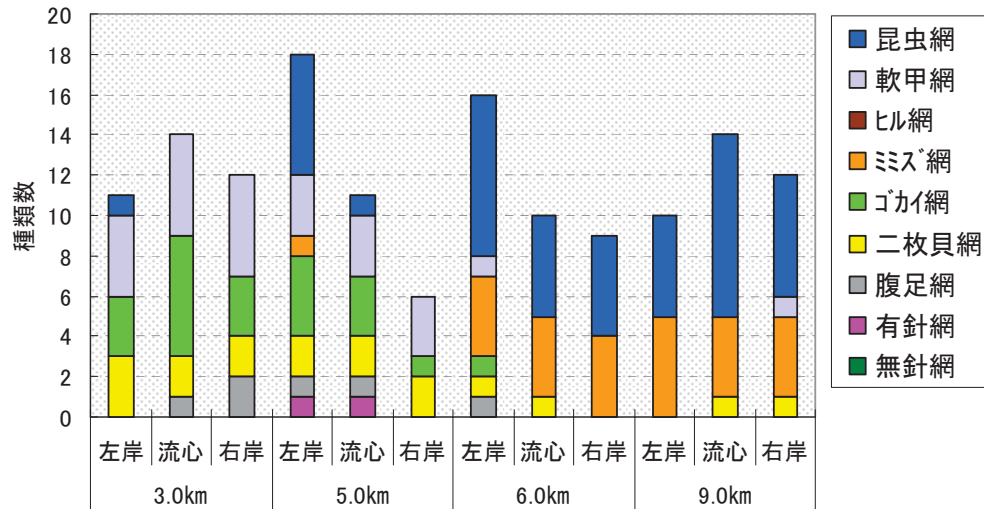


※4 km、7 km、8 kmについては、任意採集としてシジミ類の生息状況を適宜観察する (5の②参照)。

### 3. モニタリング調査結果 底生動物調査（7月、9月）

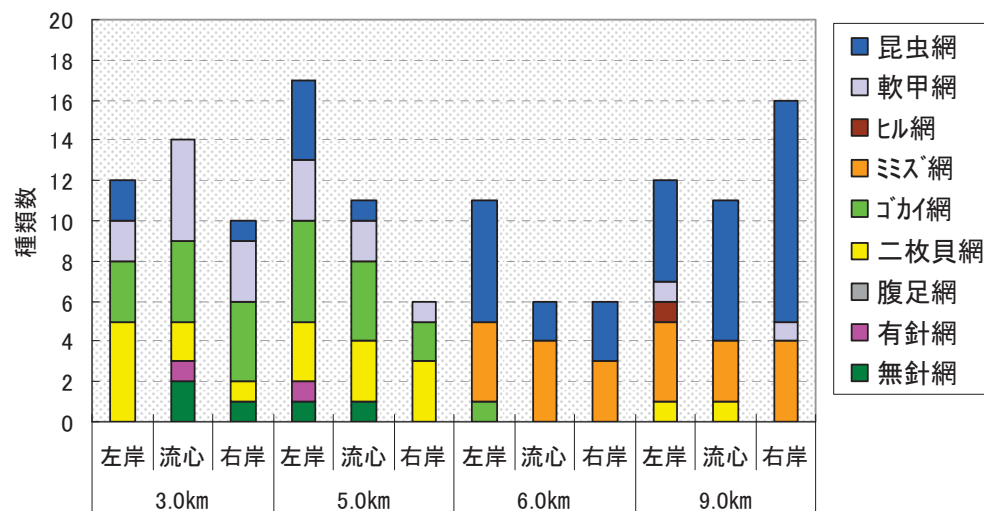
種類数

7月



地点別確認種数

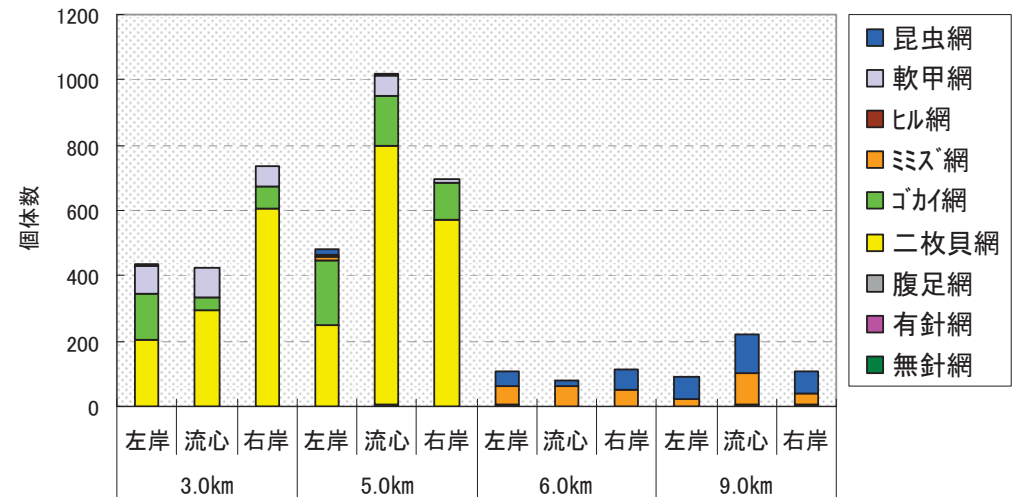
9月



地点別確認種数

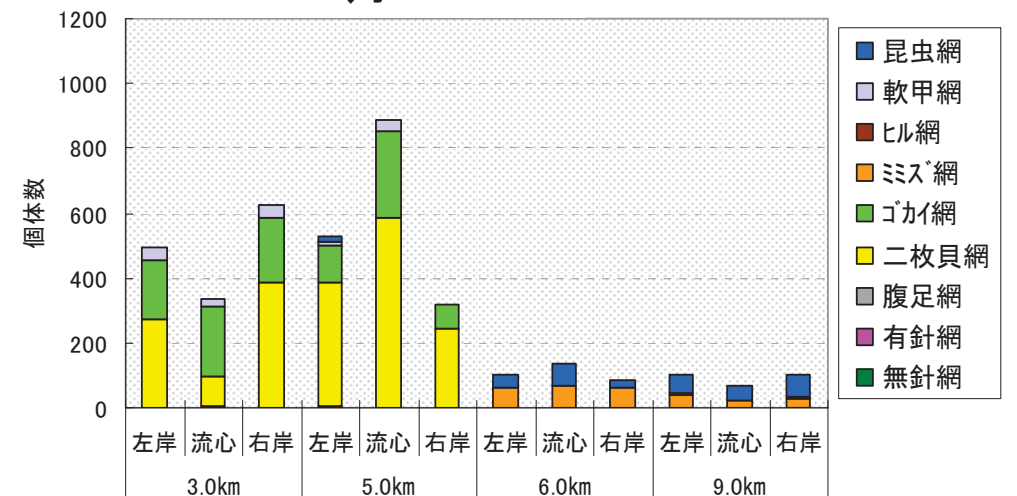
個体数

7月



地点別確認個体数

9月

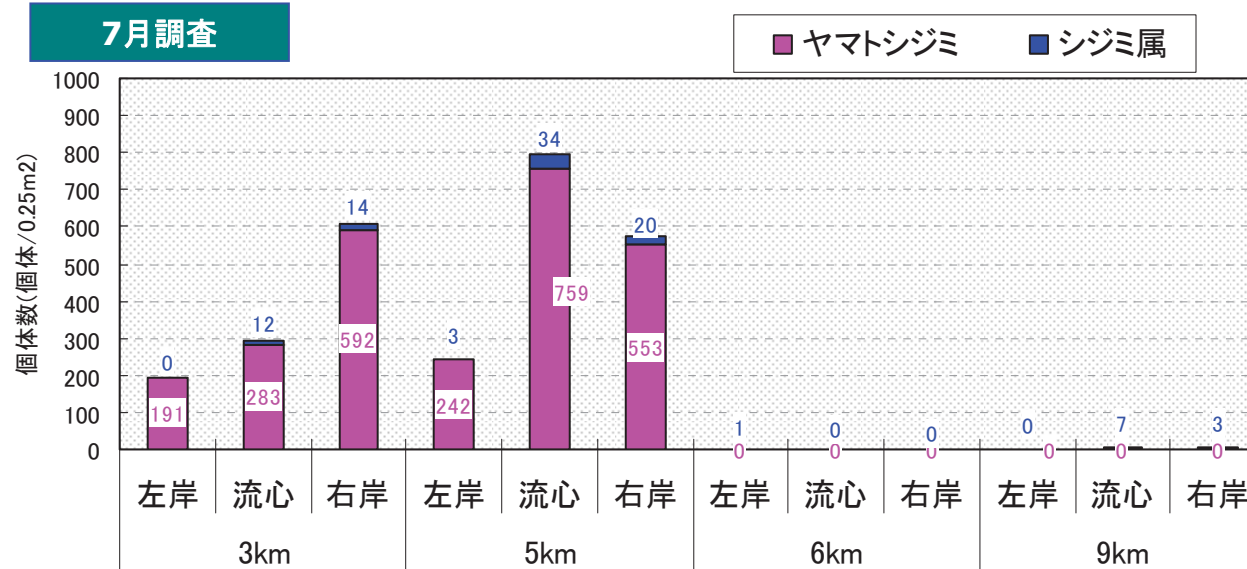


地点別確認個体数

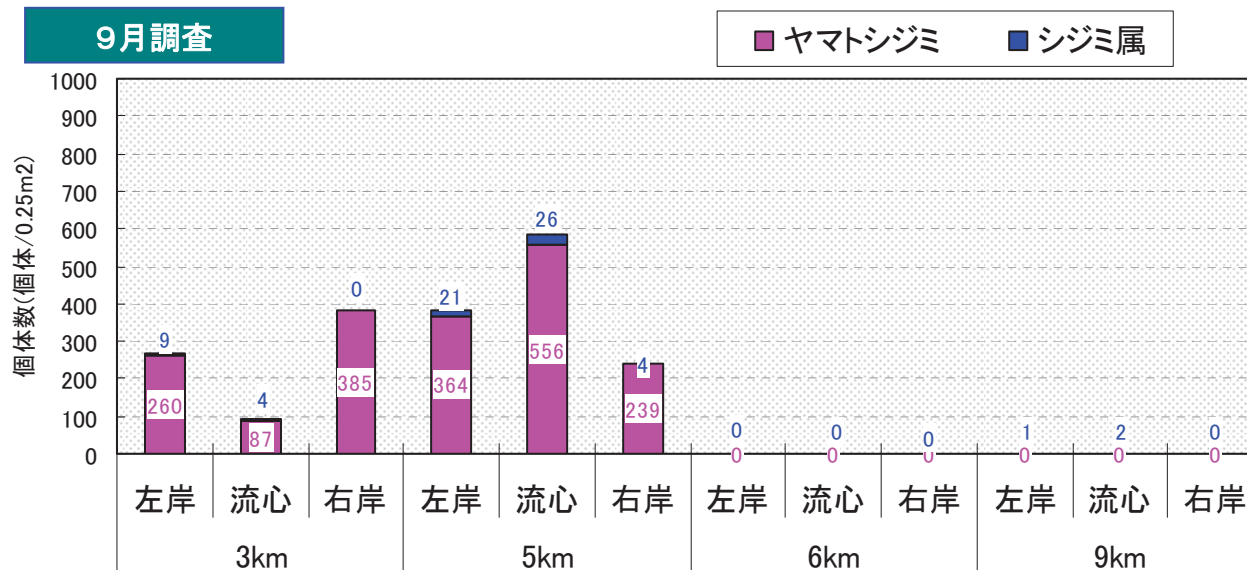


### 3. モニタリング調査結果 底生動物調査（7月、9月）

#### ヤマトシジミとシジミ属の個体数（採泥面積0.25m<sup>2</sup>当り）



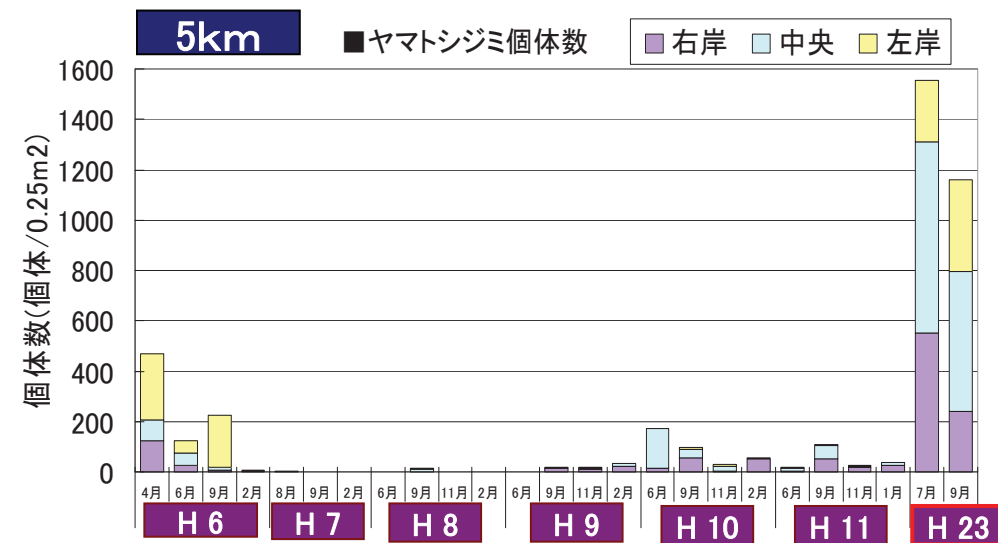
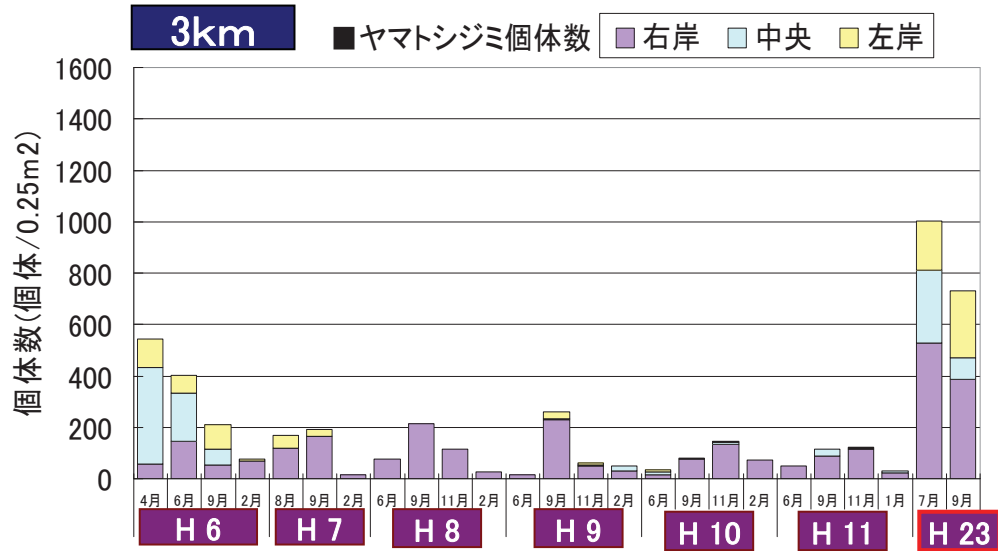
- ※ スミス・マッキンタイヤ型採泥器により採取。
- ※ 3km、5km、6km、9kmは、0.5mm目合いのふるいを使用。
- ※ シジミ属には、幼貝を含む



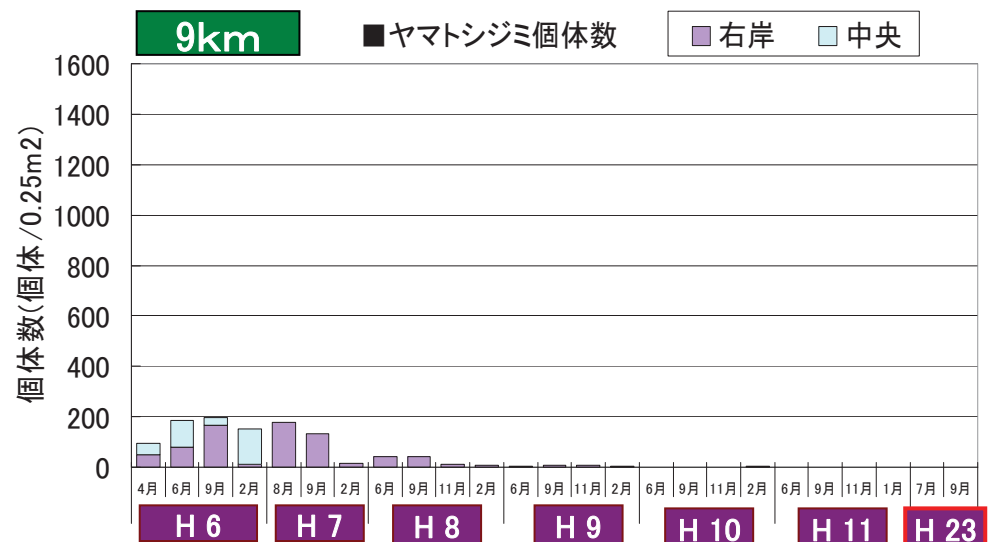
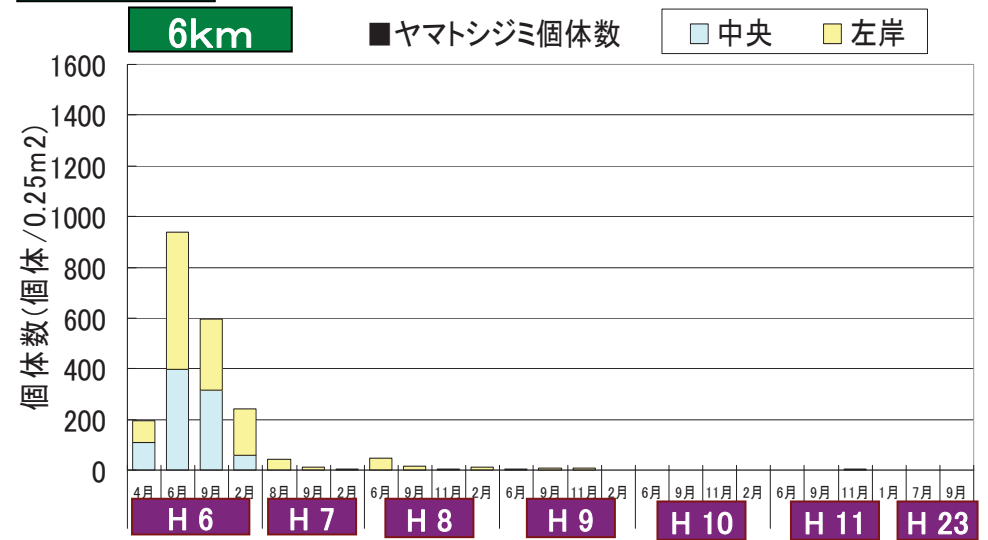
# 3. モニタリング調査結果

平成6～11年度：モニタリング調査結果  
【ヤマトシジミ個体数(採泥面積0.25m2当り)】

## 堰下流



## 堰上流



※ふるいの目合い：H6年(5mm)・H7年～H11年(2mm)・H23年(0.5mm:底生動物調査)を使用

### 3. モニタリング調査結果

#### 底生動物調査結果と今後の課題

| 調査項目   | 調査結果（事象）  | 今後の課題   |
|--------|---|---|
| 底生動物調査 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地点別確認種数は、これまでのフォローアップ調査結果と同様堰下流と堰上流で種組成に違いが見られたが、種類数に大きな違いは見られなかった。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堰下流におけるヤマトシジミ個体数の変化や成長状況（大きさ）も含めた底生動物の長期的な変化について、調査地点の見直し、及びフォローアップ調査等により継続して確認する必要がある。</li> </ul> |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 7月及び9月の調査では種類組成及び個体数に大きな変化は見られなかった。</li> </ul>                                 |   |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 堰下流ではゴカイ綱などの種が優占し、堰上流ではミミズ綱（イトミミズ）や昆虫綱（ユスリカ）の種が優占して確認された。</li> </ul>           |   |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地点別個体数では、堰下流で二枚貝類が優占して確認されており、これはヤマトシジミの個体数が多数確認されたことによる。</li> </ul>           |   |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 7月及び9月の二回の調査で堰下流では、ヤマトシジミが0.25m<sup>2</sup>あたり87～759個確認された。</li> </ul>         |   |

# 4. 今後の課題等について

H23年度

フラッシュ操作基準引上 (6.0mg/l→7.5mg/l)

※伊勢大橋底層DO

アンダーフラッシュ操作回数増(41→119)回

## (効果・影響検証)モニタリング調査

### 1. (効果)底層DO低下頻度の減少効果

・自動監視・気象観測・操作データ解析 事前・事後の改善(再確認)

- 課題
- ・統計的分析の継続(回数・オーバーフロー等) ※
  - ・シミュレーションによる効果確認(検証調査含む)

### 2. 底質・底生動物への影響

・定期的底質・底生動物調査(定点)

- 課題
- ・経年的調査データの蓄積
  - ・調査地点・項目の追加・見直し

### 3. フラッシュ効果(流動(堰上下流)水質(DO)改善)

・流動調査等(条件による比較調査)

- 課題
- ・今後調査(系統立てた調査計画)
    - ①調査項目: 効果範囲、時間、流速変化
      - ・自然条件(潮汐・流況・気象・水質)
      - ・操作条件(アンダー・オーバー・流量等)

### 4. 最適フラッシュの検討

- 課題
- ①回数(開始基準)
  - ②放流量(フラッシュ+水位低下等) ※
  - ③アンダー・オーバー

## ※(参考)水位低下操作について

【現状】

