

長良川河口堰の更なる弾力的な運用に関する 調査結果と今後の調査計画

令和6年6月25日

独立行政法人水資源機構
長良川河口堰管理所



目次

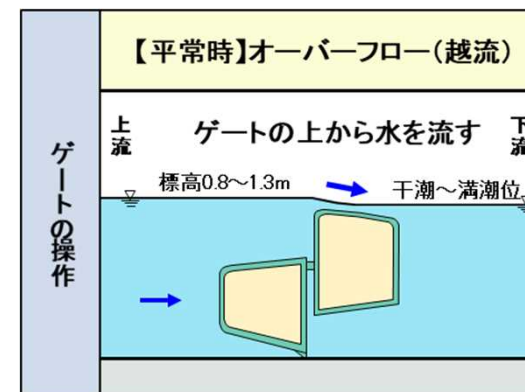
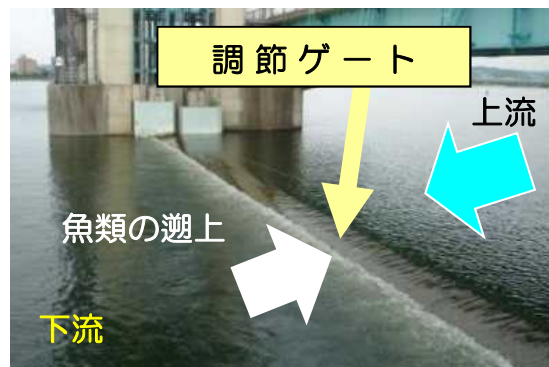
I	長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過	P2
II	令和5年度の更なる弾力的な運用について	P8
III	モニタリング調査結果	P13
	① 水質自動監視	
	② 底質調査	
	③ 底生動物調査	
IV	それぞれの調査等の結果について（まとめ）	P35
V	長良川大橋付近のDOの挙動について	P36
VI	令和6年度の更なる弾力的な運用について	P40

I 長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過

長良川河口堰のゲート操作

① 平常時のゲート操作

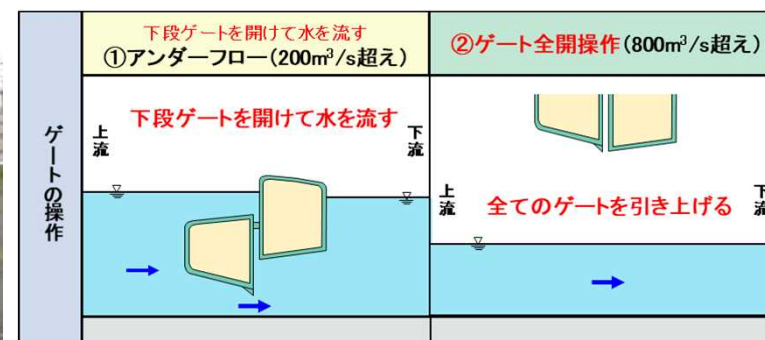
オーバーフロー（越流）操作を基本に常に水を流す操作を行い、ゲートからの魚類の遡上を考慮し、管理水位（T.P.+0.8~1.3m）の範囲で潮位の状況を見て、上流と下流の水位差が小さくなるように操作を行っている。



② 洪水時のゲート操作（高潮時、津波時は潮位を基準に全開操作を行う）

堰流入量が $200\text{m}^3/\text{s}$ を超え、さらに増加すると判断したときは下段のゲートを開けたアンダーフローの状態として、全開操作に備えます。その後、堰流入量が $800\text{m}^3/\text{s}$ に達した時には、洪水の流下に支障とならないよう、原則として、全てのゲートの下端を堤防高（標高5.8m）より高く引き上げ、ゲートを全開する操作を行っている。

ゲート全開操作中の長良川河口堰（下流より撮影）
（令和4年7月19日19時）



③ 弾力的な運用によるゲート操作

堰上流の水質保全のため、塩水が侵入しない範囲内で、一時的に堰からの流下量をアンダーフロー操作又はオーバーフロー操作により増大させる「フラッシュ操作」を行っている。

この操作方法について、平成23年度より「モニタリング部会」により調査・検討・改善を進めている。

I 長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過

1. モニタリング部会の設立経緯等

長良川河口堰は、平成7年4月より管理を開始し、平成12年度より、堰上流の水質保全のため、塩水が侵入しない範囲内で、平常時の越流流下に加えて、一時的に堰からの流下量を増大させる「フラッシュ操作」を実施している。

「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（平成23年3月15日設立）」は、「フラッシュ操作」により効果的な操作方法を検討するために、学識者より指導・助言をいただきながら、調査・検討・改善を進めてきたものである。

《設立経緯》

○平成22年8月31日「中部地方ダム等管理フォローアップ委員会」

（審議結果）フラッシュ操作は、底層溶存酸素量（DO）、クロロフィルa への一定の水質改善効果が確認されたことから、今後はより効果的な操作方法について、目的を明確にして検討すること

○平成23年1月24日「中部地方ダム等管理フォローアップ委員会」

（審議結果）平成23年4月からの「更なる弾力的な運用」にあたっては、モニタリング部会により検証及び評価を行っていくこととし承認された。

○平成23年3月15日「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」設立

《設立趣旨（H23.3.15_抜粋）》

～ 前文省略 ～

「フラッシュ操作」について、底層溶存酸素量の改善状況、流動の状況、底質の状況等をモニタリング調査し、その効果を詳細に分析・評価することで、長良川の河川環境の保全を目的とした、より効果的な操作方法を検討するために、各分野を専門とする学識者から、意見を頂くために設置したものである。

I 長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過

2. モニタリング部会の開催経過

○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の開催経過

回数	内容	開催日	回数	内容	開催日
－	部会設置 (※1)	H23.1.24	－	持ち回り説明 (※2)	H26.12～
第1回	部会開催	H23.3.15	－	持ち回り説明 (※2)	H28.2～
第2回	部会開催	H23.11.2	第7回	部会開催	H29.1.23
第3回	部会開催	H24.3.28	－	持ち回り説明 (※2)	H30.3～
第4回	部会開催	H24.10.29	－	持ち回り説明 (※2)	H31.3～
第5回	部会開催	H25.3.26	－	持ち回り説明 (※2)	R5.6～
第6回	部会開催	H25.12.2			

※1：平成22年度中部地方ダム等管理フォローアップ委員会において設置

※2：部会委員へのモニタリング結果の持ち回り説明

I 長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過

3. 弾力的な運用（アンダーフラッシュ操作）の検討

平成23～25年度の更なる弾力的な運用

- モニタリング部会において、フラッシュ操作に関するモニタリング調査結果を報告するとともに、更なる弾力的な運用について、指導・助言を得ながら検討・試行を行ってきた。
- 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DOの改善を目的としたフラッシュ操作を実施している。
《平成12～22年度の実績平均で、年間41回程度実施》
- 平成23年度は、アンダーフラッシュ操作の開始基準を底層DO値 6mg/Lから7.5mg/Lに変更。
《平成23年度の実績で119回実施》
- 平成24年度は、アンダーフラッシュ操作の放流量を堰流入量+300m³/s増量から+600m³/s増量に変更。
《平成24年度の実績で141回実施》
- 平成25年度は、アンダーフラッシュ放流ゲートとして、
①全門放流、②-1左岸放流、②-2右岸放流の3パターンで運用。
《平成25年度の実績で130回実施》

平成26年度からの更なる弾力的な運用

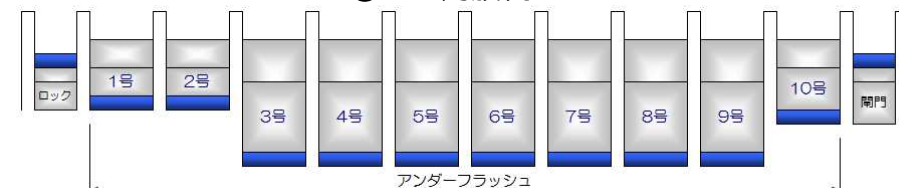
- 実施内容
 - アンダーフラッシュ操作の開始基準
底層DO値 7.5mg/L（平成23年度から継続）
 - アンダーフラッシュ操作の放流量
堰流入量+600m³/s増量放流を基本（平成24年度から継続）
 - アンダーフラッシュ放流ゲートパターン
 - ②-1 左岸放流（調節ゲート1～ 5号： 5門）
 - ②-2 右岸放流（調節ゲート6～10号： 5門）
- ※平成27年度以降は、通船を考慮し、6～9号の4門

アンダーフラッシュ操作

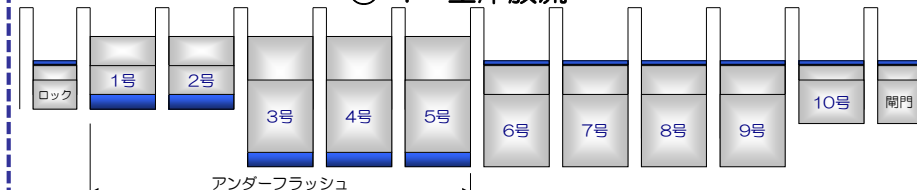
操作の目的	底層DO値の改善（低下抑制）
開始基準	伊勢大橋地点（河口から6.4km）の底層DO値が <u>7.5mg/L未滿</u>
実施時期	水温躍層による底層DOの低下が生じやすい夏期（4～9月）を基本
使用ゲート	調節ゲート6～9号（～H24）
操作形態	

アンダーフラッシュ操作ゲートパターン（H25）

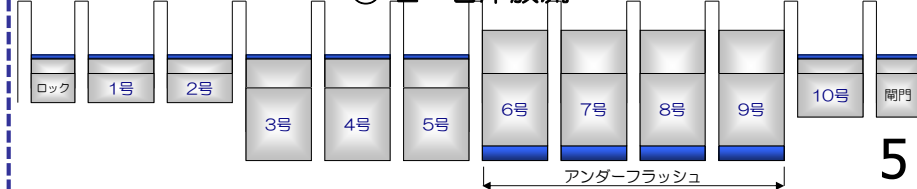
① 全門放流



②-1 左岸放流



②-2 右岸放流



(H26～)

I 長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過

4. 第7回モニタリング部会における審議結果

第7回モニタリング部会

日時：平成29年1月23日

15～17時

場所：水資源機構中部支社会議室

委員：全員出席

傍聴：公開で実施

主催：国土交通省中部地方整備局

水資源機構中部支社

事務局：水資源機構長良川河口堰管理所



審議状況

審議結果

- ・平成26年度からの長良川河口堰の更なる弾力的な運用に関し審議した。
- ・操作手法については概ね確立でき、効果を発現していることは評価できる。
- ・フラッシュ操作で溶存酸素量が改善されるものの、溶存酸素量が短時間で低下する箇所があるなど確認しておくべき課題がある。
- ・また、長期的視点での調査が必要な項目もある。
- ・引き続き当面の間、試行運用及びモニタリング調査を継続すること。

I 長良川河口堰の更なる弾力的な運用の経過

○第7回モニタリング部会以降における、意見等対応状況

第7回モニタリング会 意見等	意見等対応状況
アンダーフラッシュ操作のうち、表層クロロフィルa に対する効果ついて、放流量の違いに加えて、使用ゲートの違いについても整理を行うこと。	第7回モニタリング部会後に、アンダーフラッシュ操作とオーバーフラッシュ操作、左岸放流(1～5号ゲート)と右岸放流(6～9号ゲート)、300m ³ /s増量と600m ³ /s増量のグラフにより説明し、了承済み。
アンダーフラッシュ操作が行われた範囲では、それによる効果は明らかであり、特に伊勢大橋では2mg/L を下回るような状況が見られなくなっており、予防保全的効果があったと考えられる。	フラッシュ操作については、今後も継続して実施する。
P39「流速分布に大きな変化が生じるのは、アンダーフラッシュ操作中のみ」という表現は誤解を招くので「流速分布に大きな変化が生じるのは、フラッシュ操作中のみ」と改めること。	部会資料を修正済み。
自動観測装置の測定精度は、点検校正が重要なので、実施頻度に留意すること。	装置の点検・校正を適切に実施している。 (点検・校正ともに週1回の頻度で実施。)
平成29 年度のモニタリング調査では、段波的な表面の振動(水位の変化)についても調査を行うこと。	第7回モニタリング部会後に、堰直上流水位、油島水位(13.78km地点)、立田水位(14.2km地点)の経時変化グラフにより説明し、了承済み。
平成29 年度のモニタリング調査では、過去の観測結果を参考に調査のタイミングを設定すること。また、底層DO が減少していくタイムスパンを考慮し現地調査時間の設定を行うとともに、密度効果の把握についても留意すること。	調査は、過去の観測結果を参考に設定し、実施した。 ・観測回数ー5～9月に2回(標準調査、詳細調査) ・観測時間ーアンダーフラッシュ操作開始30分前～ 標準調査:7時間、詳細調査:48時間 ・調査頻度ー流動調査、水質観測(自動):1秒間隔 水質観測(手動)、底質調査:15～30分間隔

Ⅱ 令和5年度の更なる弾力的な運用について

1. アンダーフラッシュ操作の運用計画

【アンダーフラッシュ操作の目的】

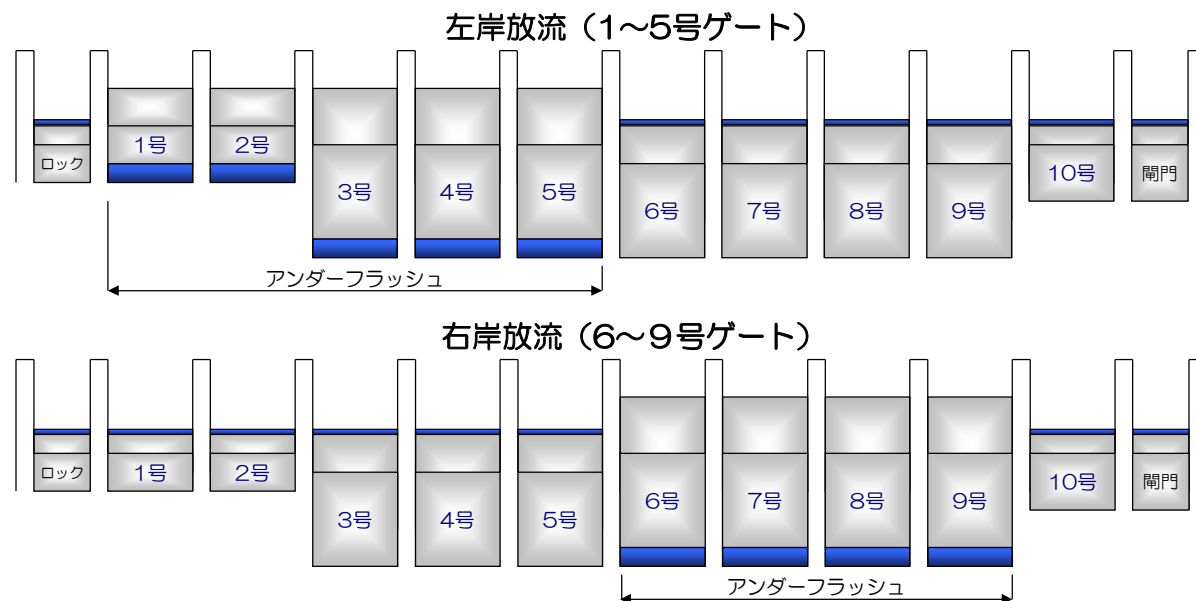
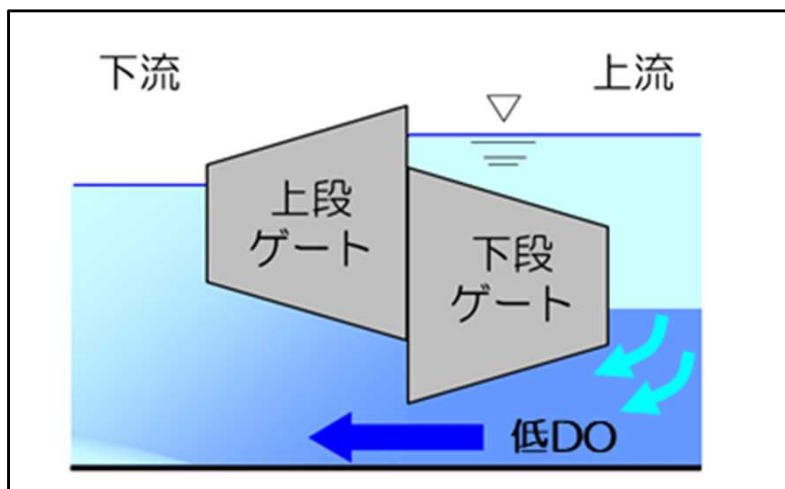
- ◆ 操作の目的 : 河川環境の保全と更なる改善（底層の溶存酸素量（DO）の改善）

【アンダーフラッシュ操作の基本条件】

◎水温躍層による底層DOの低下が生じやすい4～9月に適用する

- ◆ 操作の基本 : 塩水を遡上させない条件のもとで実施
- ◆ 開始基準 : 伊勢大橋地点の底層DO値7.5mg/L未満 【環境基準A類型 7.5mg/L】
堰流入量200m³/s未満
- ◆ 最大流出量 : 堰流入量+600m³/sを基本
- ◆ 操作時間 : 30分間
- ◆ フラッシュ放流ゲート : 《左岸放流：1～5号ゲート》《右岸放流：6～9号ゲート》を繰り返し実施

アンダーフラッシュ操作



※右岸については、閘門通船を考慮し、6～9号の4門放流

Ⅱ 令和5年度の更なる弾力的な運用について

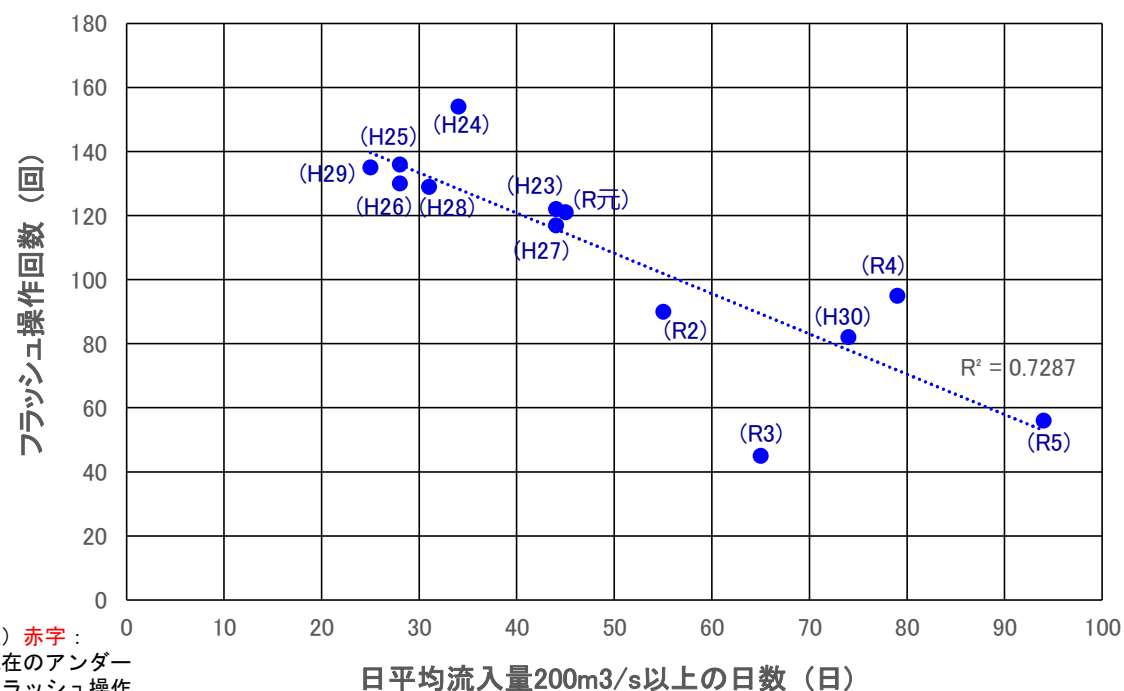
2. アンダーフラッシュ操作実績

- 平成12年度にフラッシュ操作方法が確立し、平成22年度までの間にアンダーフラッシュ操作を年14～82回（平均約41回）実施した。
- 平成23年度にフラッシュ操作開始基準を見直し、その後、令和5年度までの間でアンダーフラッシュ操作を43～141回（平均約102回）実施した。
- 令和5年度は、アンダーフラッシュ操作を54回実施した。

アンダーフラッシュ操作 実施回数

アンダーフラッシュ 操作開始基準	アンダーフラッシュ 操作実施期間		アンダー フラッシュ 操 作 回 数	[参 考] オ ー バ ー フラッシュ 操 作 回 数
伊勢大橋 底層 DO 値 < 6 mg/L	平成12年	6月20日～9月 8日	32 回	44 回
	平成13年	5月22日～9月27日	14 回	34 回
	平成14年	6月 2日～9月26日	47 回	17 回
	平成15年	5月23日～9月13日	23 回	18 回
	平成16年	6月 5日～9月17日	22 回	4 回
	平成17年	5月 5日～9月20日	59 回	16 回
	平成18年	6月 5日～9月30日	82 回	14 回
	平成19年	5月17日～8月20日	18 回	15 回
	平成20年	5月 7日～9月17日	56 回	9 回
	平成21年	4月10日～9月30日	54 回	17 回
	平成22年	6月 4日～9月13日	43 回	8 回
	平成12～22年 平均		約 41 回	約 18 回
伊勢大橋 底層 DO 値 < 7.5 mg/L	平成23年	4月18日～9月19日	119 回	3 回
	平成24年	5月 8日～9月28日	141 回	13 回
	平成25年	5月 9日～9月25日	130 回	6 回
	平成26年	4月29日～9月30日	117 回	13 回
	平成27年	5月 8日～9月29日	110 回	7 回
	平成28年	5月22日～9月28日	126 回	3 回
	平成29年	5月22日～9月26日	119 回	16 回
	平成30年	5月18日～9月29日	76 回	6 回
	令和元年	5月 9日～9月26日	121 回	0 回
	令和2年	5月13日～9月28日	81 回	9 回
	令和3年	6月18日～9月25日	43 回	2 回
	令和4年	4月22日～9月14日	86 回	9 回
	令和5年	7月19日～9月27日	54 回	2 回
	平成23年～令和5年 平均		約 102 回	約 7 回
	平成26年～令和5年 平均		約 93 回	

H23～R5 フラッシュ操作回数と日平均流入量200m³/s以上の日数

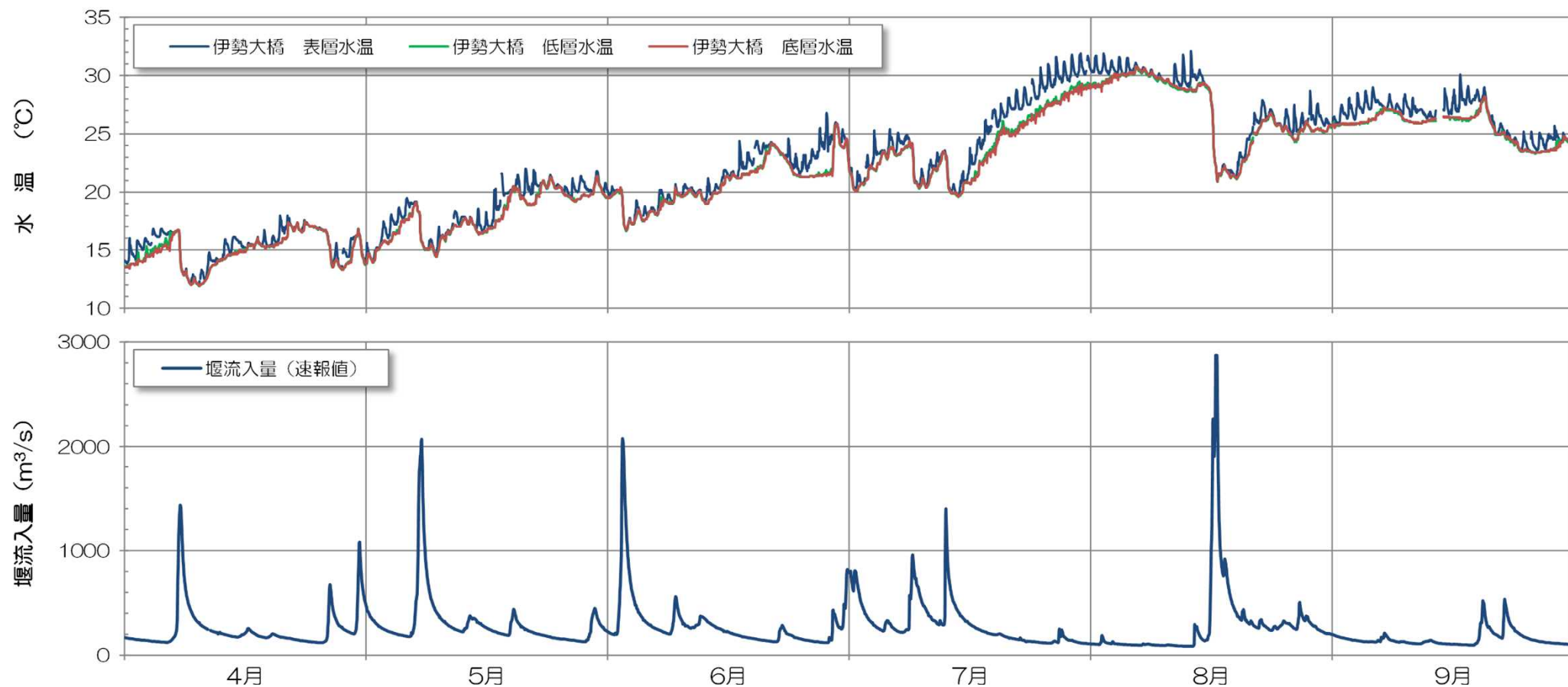


Ⅱ 令和5年度の更なる弾力的な運用について

3. フラッシュ操作実施期間の流況

- 令和5年は、フラッシュ操作期間中に全開操作を伴う洪水が8回あった。

(4月：2回、5月1回、6月1回、7月：3回、8月：1回)



平常時操作												
洪水時 全開操作												
オーバー フラッシュ操作												
アンダー フラッシュ操作												

Ⅱ 令和5年度の更なる弾力的な運用について

4. フラッシュ操作実績一覧

アンダーフラッシュ操作

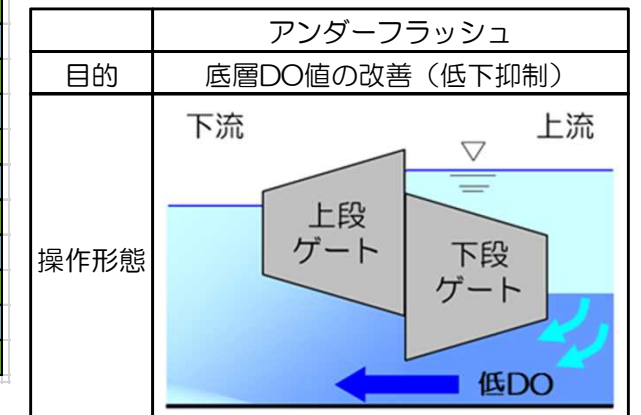
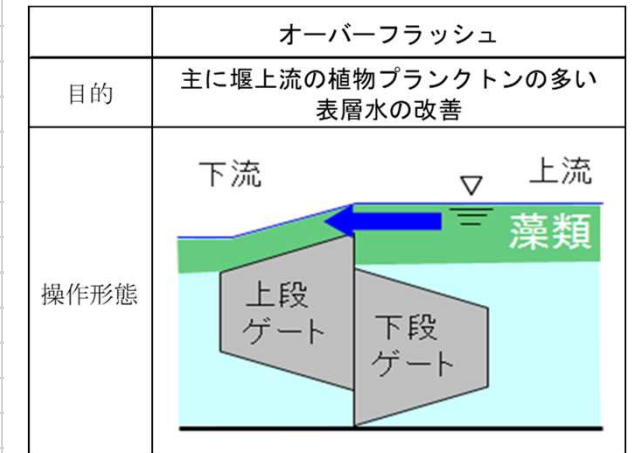
回	月日	FL 開始 時間	FL 終了 時間	FL前 放流量 (m ³ /s)	最大 放流量 (m ³ /s)	FL前 水位	FL後 水位	使用 ゲート	回	月日	FL 開始 時間	FL 終了 時間	FL前 放流量 (m ³ /s)	最大 放流量 (m ³ /s)	FL前 水位	FL後 水位	使用 ゲート
1	7.19	21:30	22:00	133.00	661.09	1.32	1.14	1～5	28	8.9	0:20	0:50	74.55	574.26	1.29	1.11	6～9
2	7.21	8:50	9:20	136.12	423.18	1.22	1.10	1～5	29	8.9	13:20	13:50	44.41	577.99	1.21	1.03	1～5
3	7.21	22:10	22:40	132.79	653.26	1.25	1.06	6～9	30	8.10	1:20	1:50	68.39	560.23	1.15	0.97	6～9
4	7.22	9:30	10:00	99.29	373.45	1.13	1.02	6～9	31	8.11	1:40	2:10	59.18	312.28	1.11	1.01	1～5
5	7.22	22:40	23:10	110.51	629.14	1.22	1.03	1～5	32	8.11	18:30	19:00	56.43	510.39	1.13	0.96	6～9
6	7.23	10:00	10:30	102.07	362.52	1.14	1.02	6～9	33	9.5	22:50	23:20	107.15	650.28	1.46	1.27	1～5
7	7.23	23:10	23:40	82.55	573.53	1.18	1.00	1～5	34	9.9	18:00	18:30	90.78	331.35	1.12	1.04	1～5
8	7.24	10:50	11:20	80.65	358.06	1.12	1.01	1～5	35	9.10	18:20	18:50	87.57	332.87	1.23	1.13	6～9
9	7.24	23:30	0:00	87.66	589.03	1.13	0.95	6～9	36	9.11	5:00	5:30	71.10	325.35	1.23	1.15	6～9
10	7.25	11:40	12:10	66.75	335.14	1.07	0.96	6～9	37	9.11	18:30	19:00	102.86	594.37	1.32	1.15	1～5
11	7.26	0:20	0:50	81.67	588.74	1.05	0.87	1～5	38	9.12	5:50	6:20	153.28	678.20	1.28	1.09	6～9
12	7.27	0:50	1:20	85.01	351.94	0.98	0.87	6～9	39	9.12	19:10	19:40	144.35	672.95	1.34	1.14	1～5
13	7.29	3:00	3:30	87.34	348.75	0.96	0.87	1～5	40	9.13	19:40	20:10	98.74	652.05	1.41	1.21	6～9
14	7.30	18:40	19:10	62.57	325.49	1.25	1.15	6～9	41	9.14	7:00	7:30	72.19	377.92	1.39	1.28	1～5
15	7.31	19:20	19:50	51.83	345.48	1.41	1.31	1～5	42	9.15	7:20	7:50	95.04	381.67	1.48	1.37	6～9
16	8.1	20:10	20:40	80.62	368.50	1.55	1.44	6～9	43	9.15	20:00	20:30	75.42	638.41	1.47	1.28	1～5
17	8.2	7:10	7:40	69.93	582.80	1.53	1.35	1～5	44	9.16	7:50	8:20	77.19	371.10	1.43	1.32	6～9
18	8.2	21:10	21:40	66.46	615.15	1.58	1.39	6～9	45	9.16	20:30	21:00	76.84	392.66	1.48	1.37	1～5
19	8.3	8:10	8:40	336.37	602.37	1.46	1.49	1～5	46	9.17	8:20	8:50	69.51	365.29	1.47	1.36	6～9
20	8.3	21:40	22:10	103.84	646.43	1.57	1.38	6～9	47	9.17	20:30	21:00	74.91	372.11	1.49	1.38	1～5
21	8.4	9:20	9:50	61.14	608.21	1.48	1.28	6～9	48	9.18	9:00	9:30	100.07	396.47	1.48	1.37	6～9
22	8.4	22:00	22:30	77.29	634.06	1.53	1.35	1～5	49	9.18	21:20	21:50	114.16	684.85	1.46	1.27	1～5
23	8.5	9:30	10:00	66.00	360.52	1.46	1.35	1～5	50	9.21	11:40	12:10	150.31	647.43	1.07	0.88	6～9
24	8.5	22:40	23:10	55.16	595.53	1.50	1.32	6～9	51	9.21	22:40	23:10	191.16	676.21	1.19	1.01	1～5
25	8.6	10:20	10:50	56.75	342.91	1.42	1.31	1～5	52	9.25	18:10	18:40	111.02	390.85	1.19	1.10	6～9
26	8.7	11:10	11:40	69.53	345.97	1.33	1.22	6～9	53	9.26	18:00	18:30	92.46	394.00	1.43	1.33	1～5
27	8.8	12:00	12:30	49.52	292.45	1.23	1.13	1～5	54	9.27	18:30	19:00	107.74	414.68	1.56	1.44	6～9

■ 左岸放流 27回 (600m³/s増量14回、300m³/s増量13回)

■ 右岸放流 27回 (600m³/s増量12回、300m³/s増量15回)

オーバーフラッシュ操作

回	月日	FL 開始 時間	FL 終了 時間	FL前 放流量 (m ³ /s)	最大 放流量 (m ³ /s)	FL前 水位	FL後 水位	使用 ゲート
1	6.19	20:50	21:50	344.66	533.02	1.21	1.13	6～8
2	9.14	19:20	20:20	69.36	288.06	1.47	1.40	6～8



Ⅱ 令和5年度の更なる弾力的な運用について

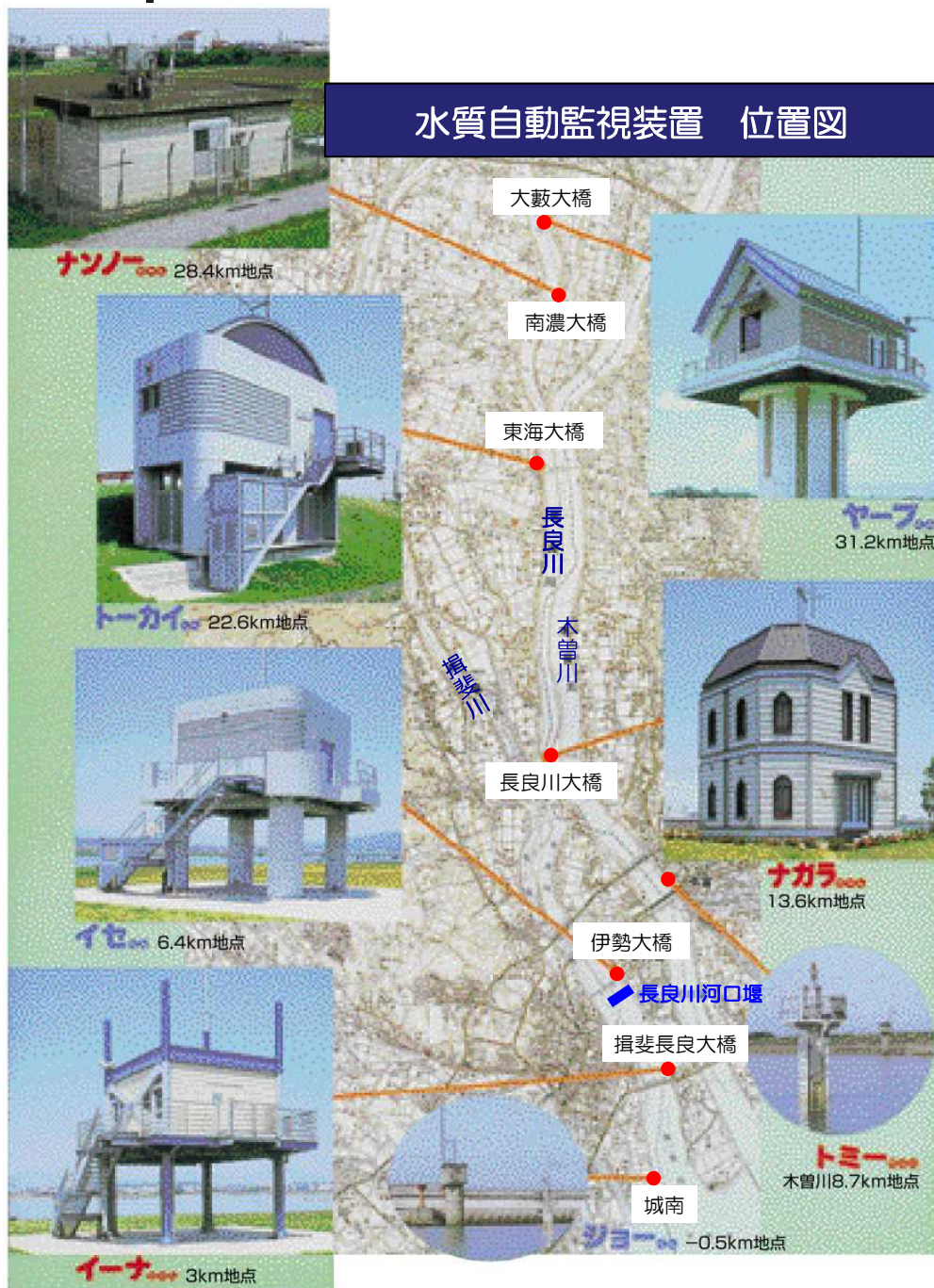
5. モニタリング調査実施内容

調査項目		調査手法	調査地点	調査頻度・調査パターン	調査実施日
①水質自動監視	水質自動監視装置による観測	24時間自動観測 (水温・DO・クロロフィルa・塩化物イオン濃度)	3.0km (イーナちゃん)	通 年 (20分～1時間毎)	通 年
			6.4km (イセくん)		
			13.6km (ナガラちゃん)		
			22.6km (トーカイくん)		
②底質調査	底質分析 (採泥)	採泥：エクマンバージ型採泥器 (15cm×15cm) 分析：粒度組成 強熱減量 酸化還元電位	(堰上流) 6.0km (堰下流) 5.0km 横断方向3地点 (左岸・流心・右岸)	年2回 (フォローアップ調査)	8/21 12/19
③底生動物調査	底生動物	採泥：ミスマツタヤ型採泥器 (22cm×22cm) 1地点当り5回採泥(0.25m ²) 分析：1)種の同定 2)個体数 3)種別湿重量	(堰上流) 6.0km、9.0km (堰下流) 3.0km、5.0km 横断方向3地点 (左岸・流心・右岸)	7月、9月、2月	7/21 9/28 2/1
④定点調査	1.流動調査	超音波多層流速計による流向・流速測定 (UF操作開始から操作終了後6時間を目安に連続観測)	13km,14km地点 (最深部鉛直方向)	年2回 6月～9月	※1
	2.水質調査	多項目水質計による水質観測 ・測定項目：水温,DO,ORP (酸化還元電位) ・測定水深：2割,8割,底層			

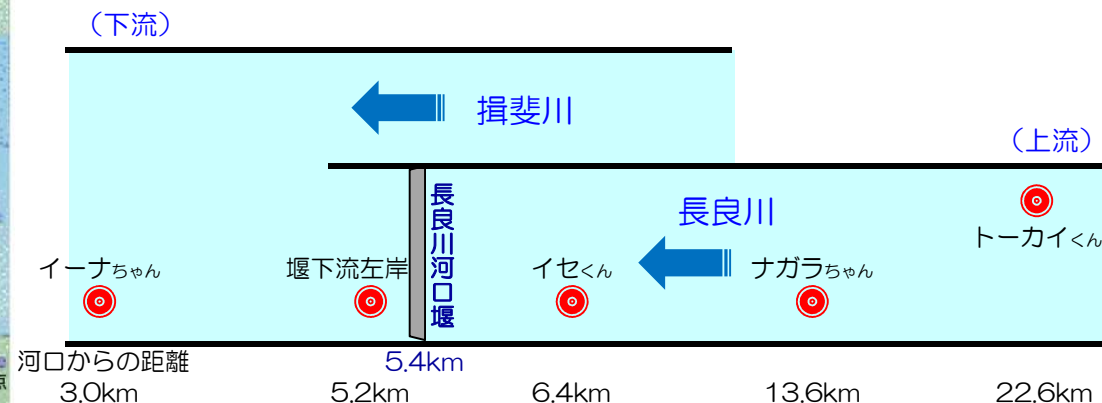
※1 令和5年度は、調査可能日に伊勢大橋の底層DO値などがアンダーフラッシュ操作基準条件に合致しなかったため中止した。

Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

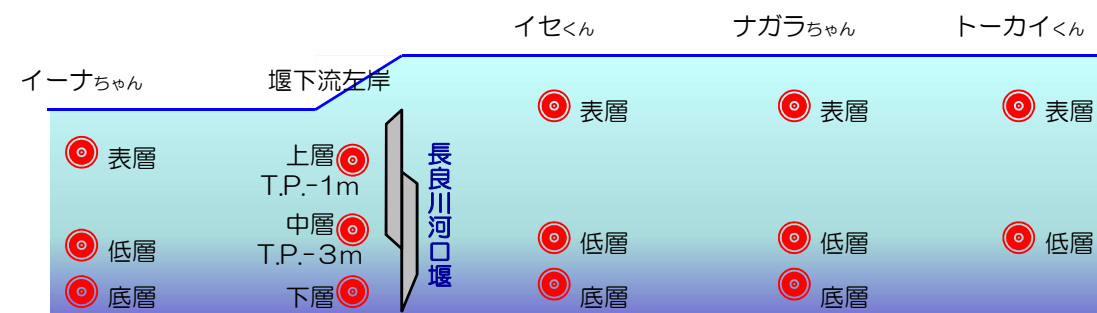
水質自動監視装置 位置図



測定位置（平面）



測定水深（縦断）

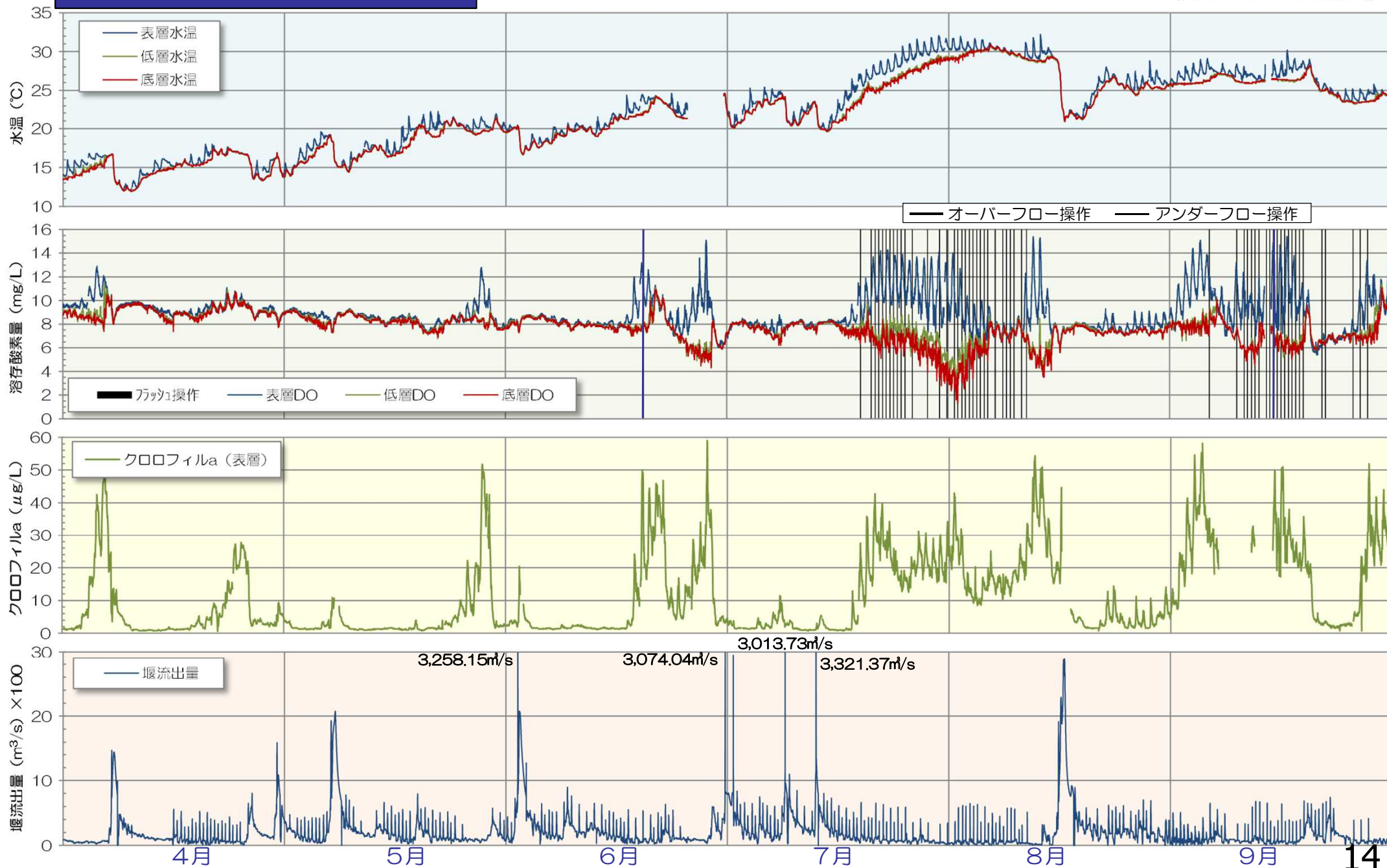


表層：2割水深
低層：8割水深
底層・下層：河床上0.5m

Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

伊勢大橋 (6.4km)

《 R5.4 ~ R5.9 》

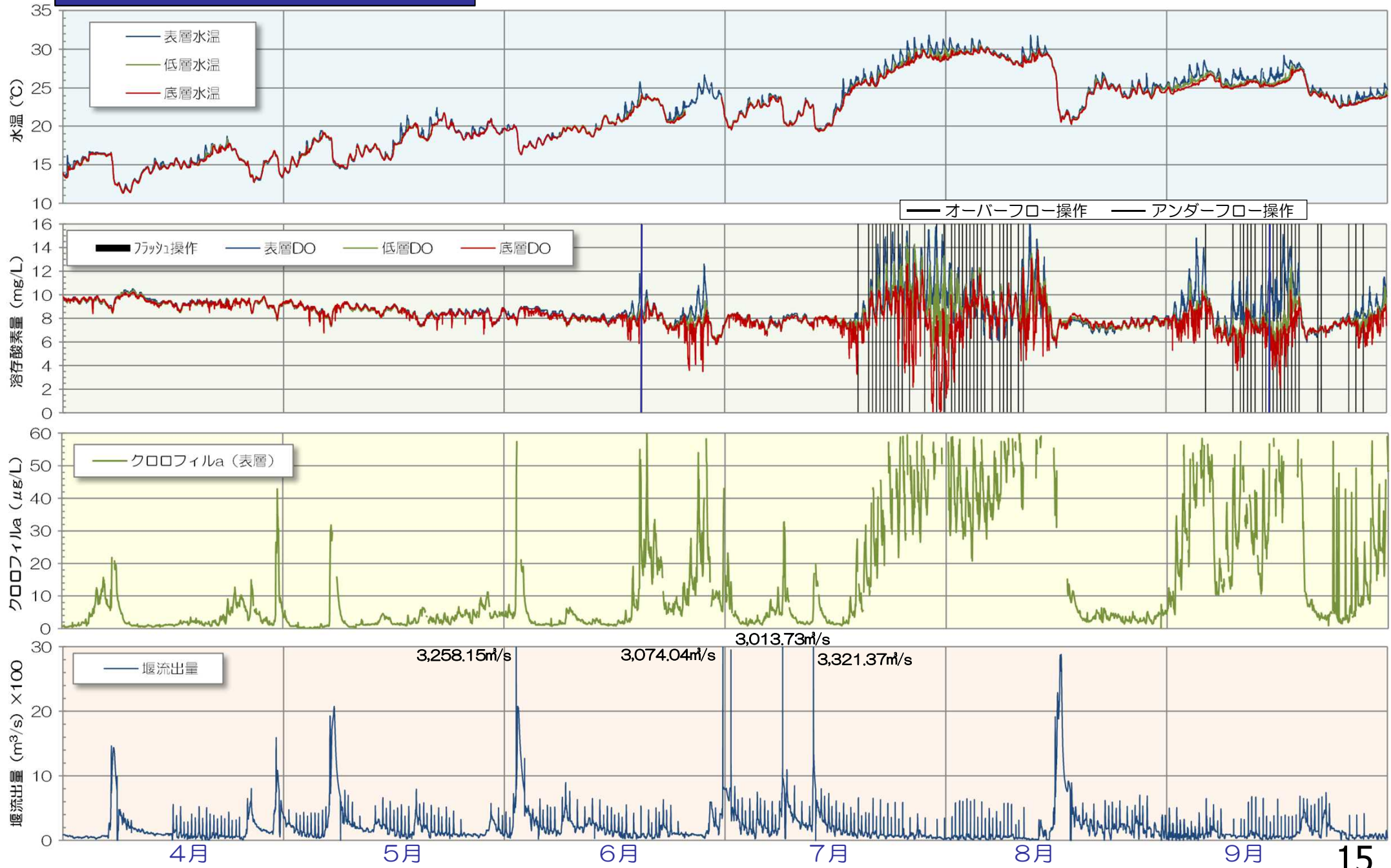


Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

堰上流

長良川大橋 (13.6km)

《 R5.4 ~ R5.9 》

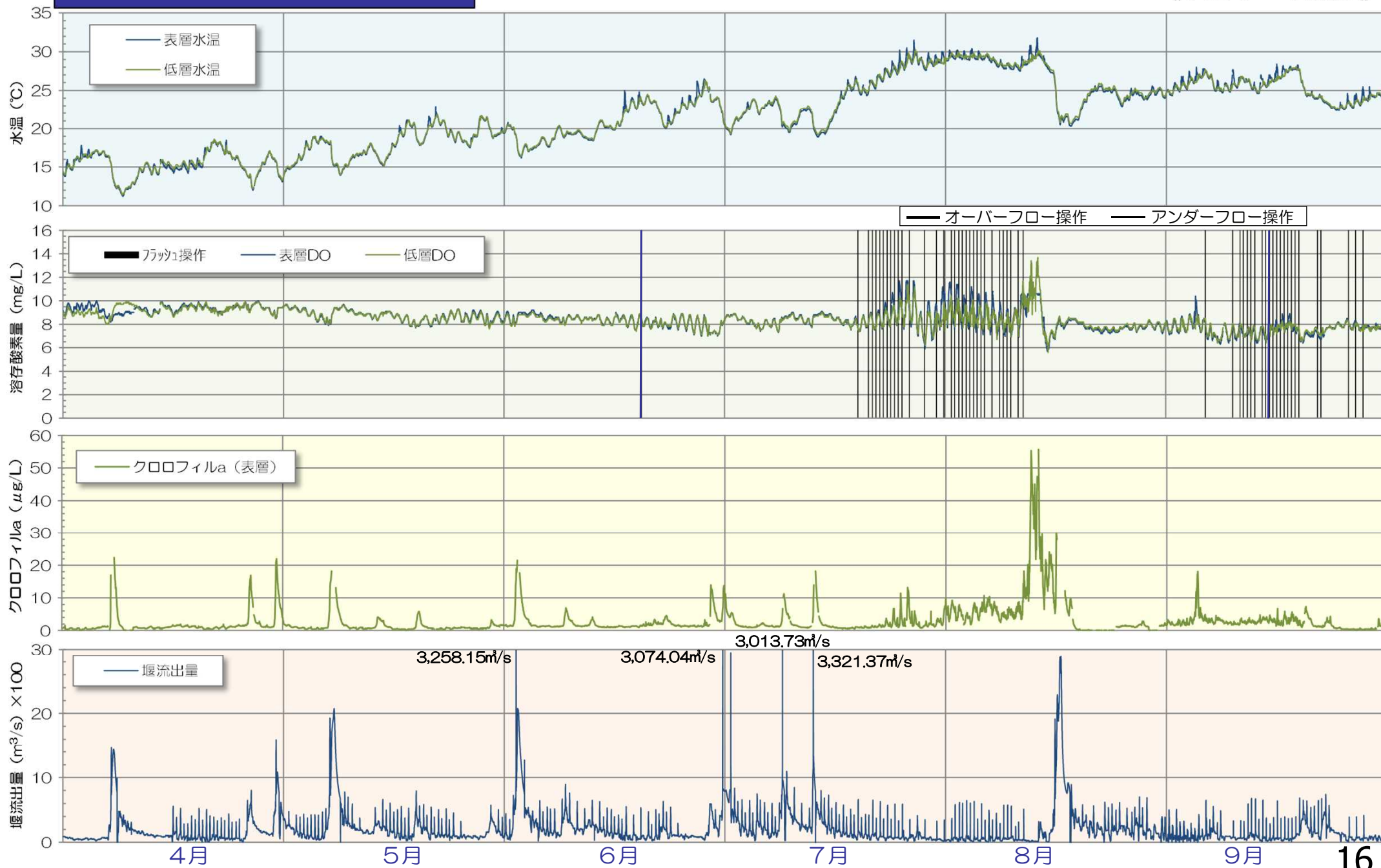


Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

堰上流

東海大橋 (22.6km)

《 R5.4 ~ R5.9 》

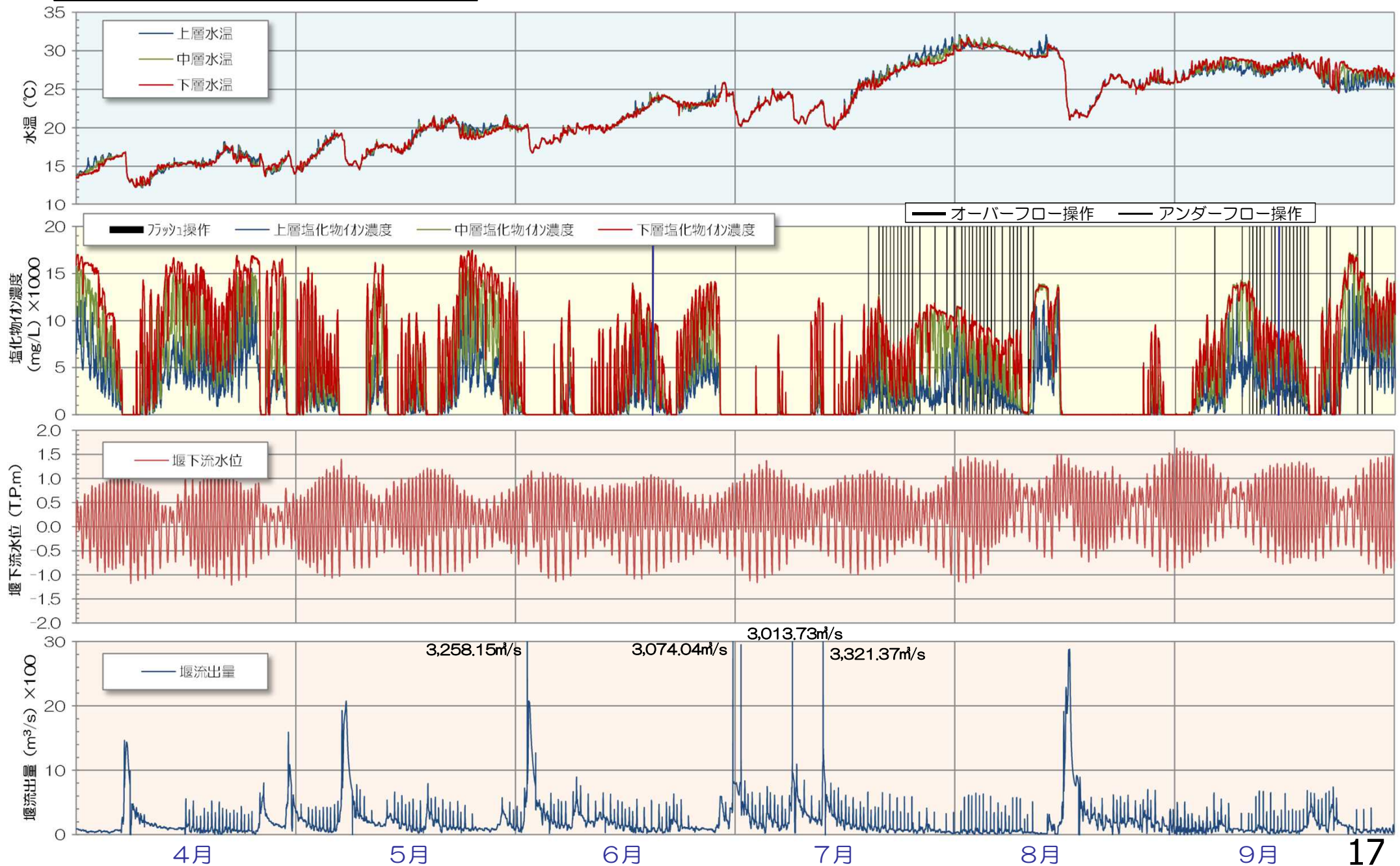


Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

堰下流

堰下流左岸観測塔 (5.2km)

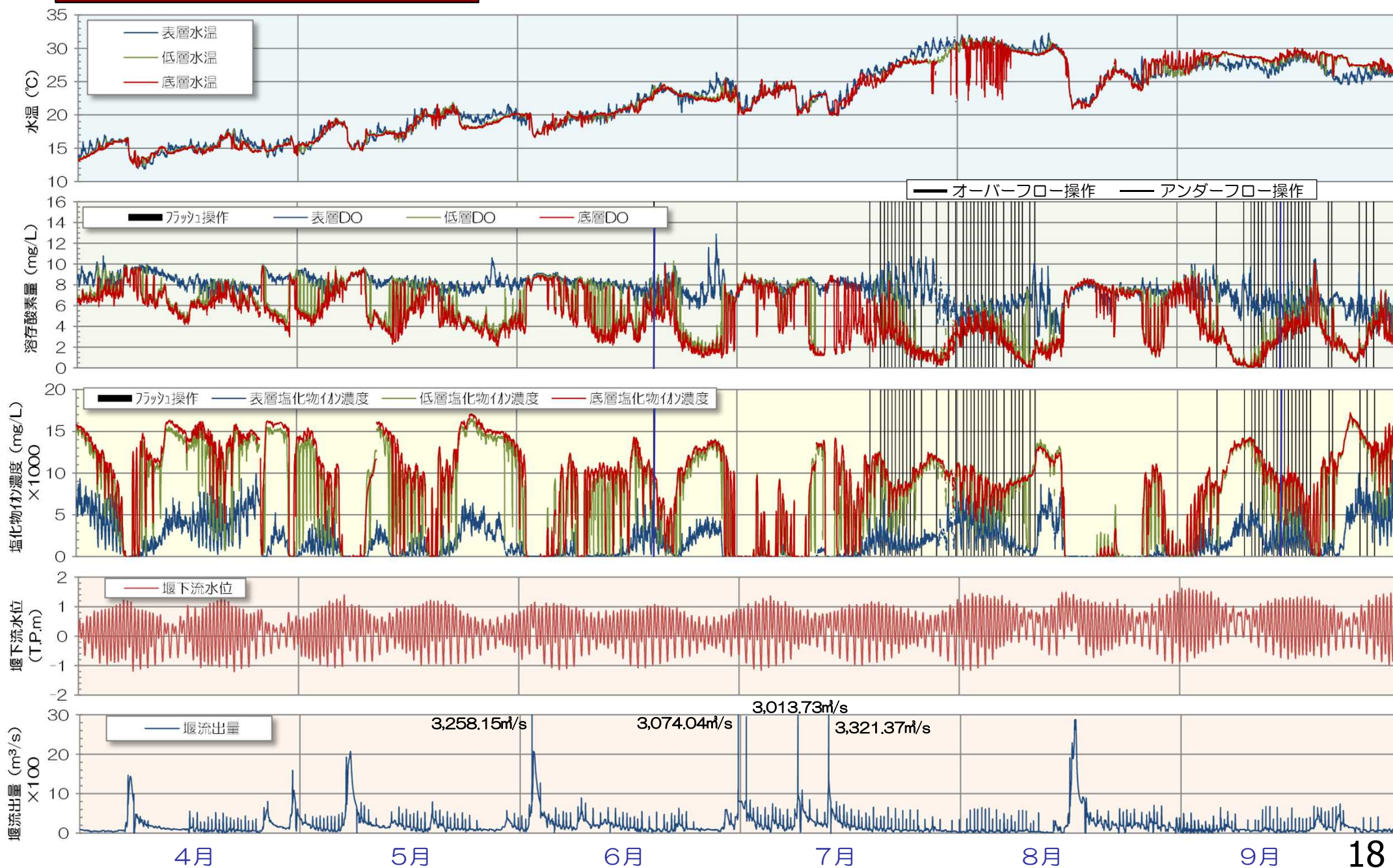
《 R5.4 ~ R5.9 》



Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

揖斐長良大橋 (3.0km)

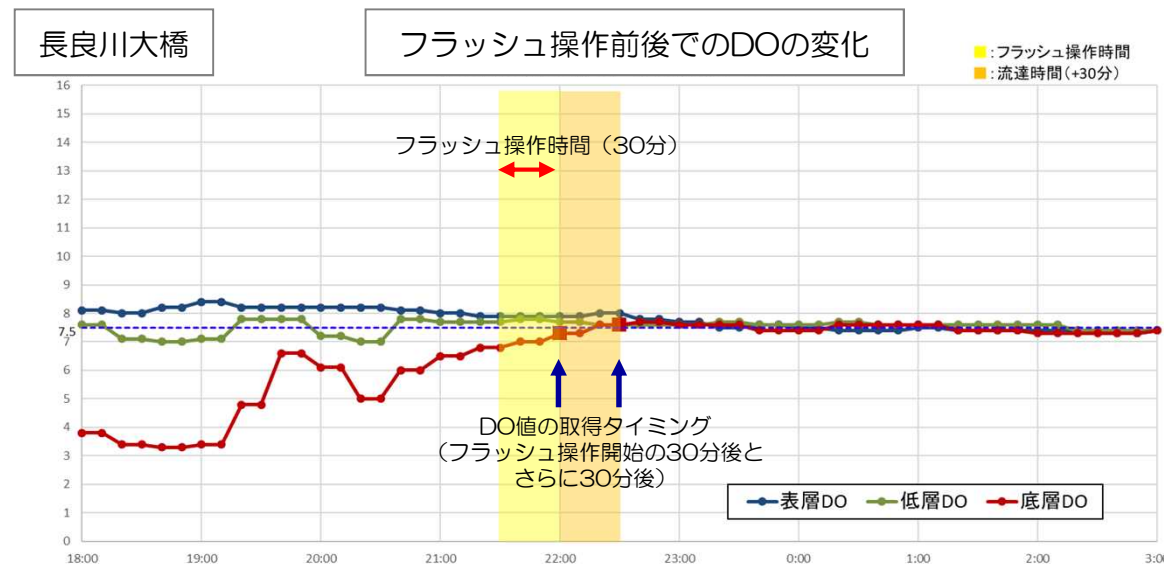
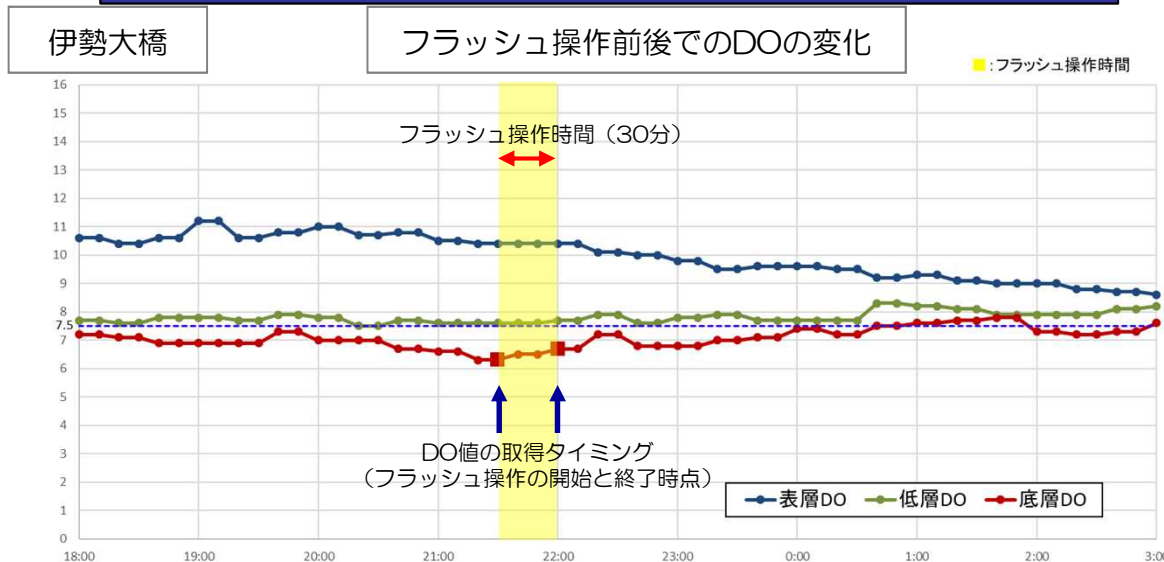
《 R5.4 ~ R5.9 》



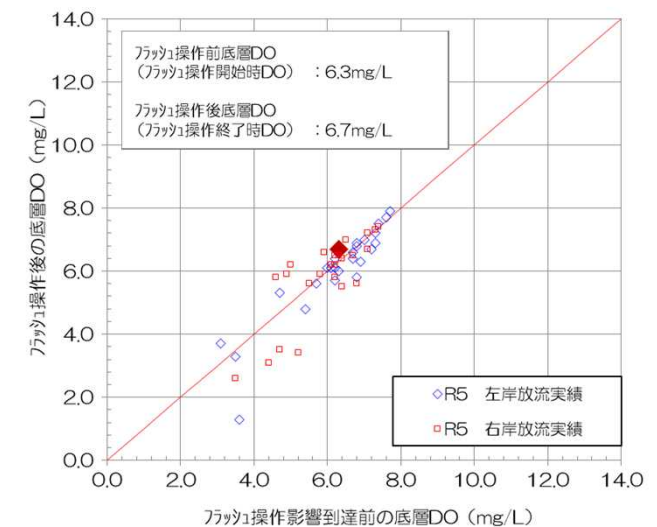
Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

水質自動監視の結果から、フラッシュ操作の影響到達の前後の底層DOの状況については、伊勢大橋地点（フラッシュ操作の開始と終了時点）、長良大橋地点（フラッシュ操作開始の30分後とさらに30分後）のDOにより整理した結果を示す。

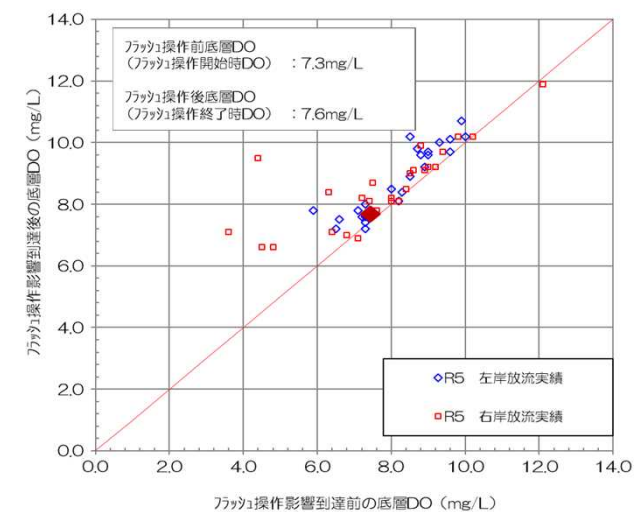
例) R5.7/19 左岸UF 21:30~22:00 最大放流量661m³/s



フラッシュ操作の影響到達前後の底層DOの状況



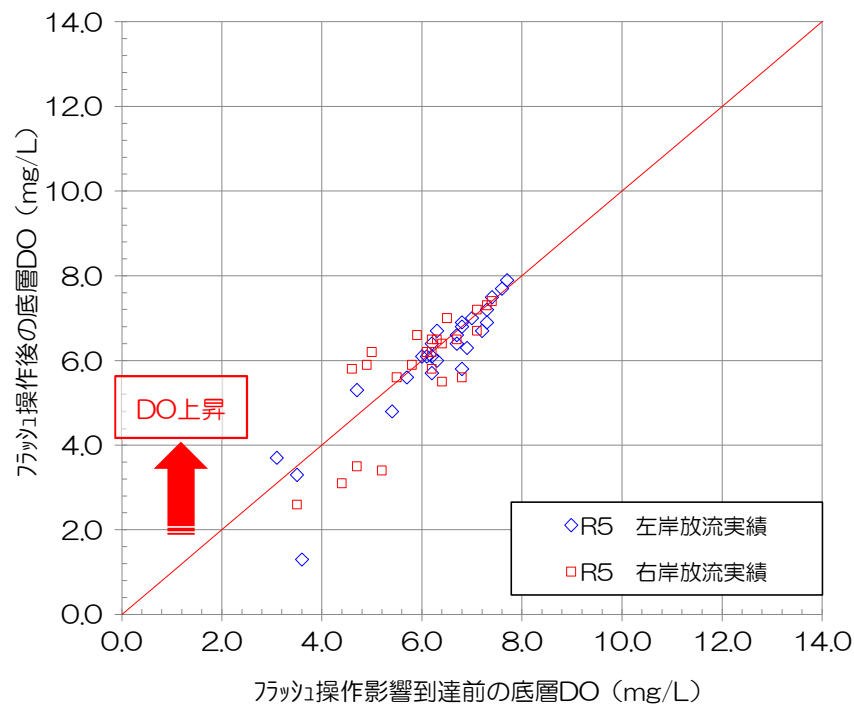
フラッシュ操作の影響到達前後の底層DOの状況



Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

フラッシュ操作の影響到達前後の底層DOの状況について

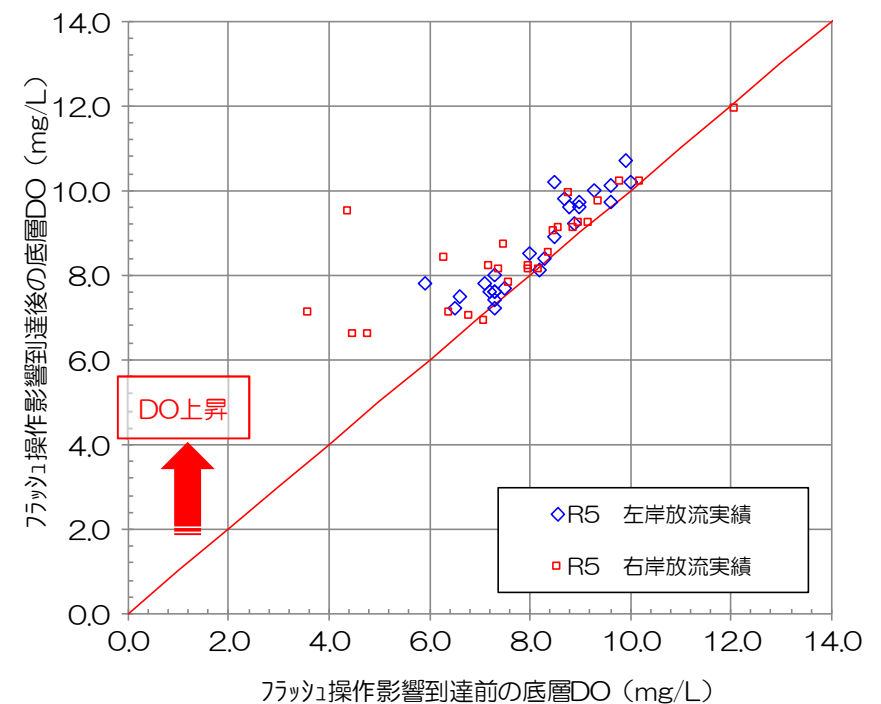
伊勢大橋 (6.4km)



フラッシュ操作前底層DO：フラッシュ操作開始時DO

フラッシュ操作後底層DO：フラッシュ操作終了時DO

長良川大橋 (13.6km)



フラッシュ操作影響到達前底層DO：フラッシュ操作開始30分後DO
(到達時間を考慮)

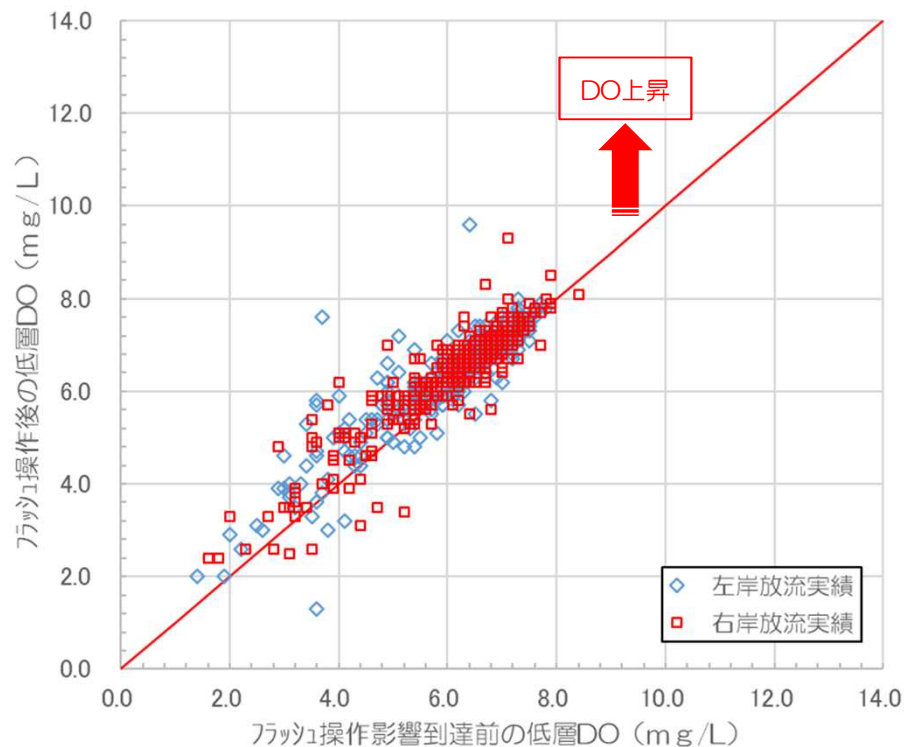
フラッシュ操作影響到達後底層DO：フラッシュ操作終了30分後DO
(到達時間を考慮)

※ 伊勢大橋地点DOの数値は、フラッシュ操作開始後に開始時刻のDOデータを表示するため、操作開始基準の7.5mg/Lを上回っている場合がある。

Ⅲ モニタリング調査結果 ①水質自動監視

平成26(2014)年度～令和5(2023)年度に実施したフラッシュ操作の影響到達前後の底層DOの状況について、効果あり及び変わらないの割合は、伊勢大橋地点で84%、長良川大橋地点で85%となっていることから、継続的に効果を確認している。

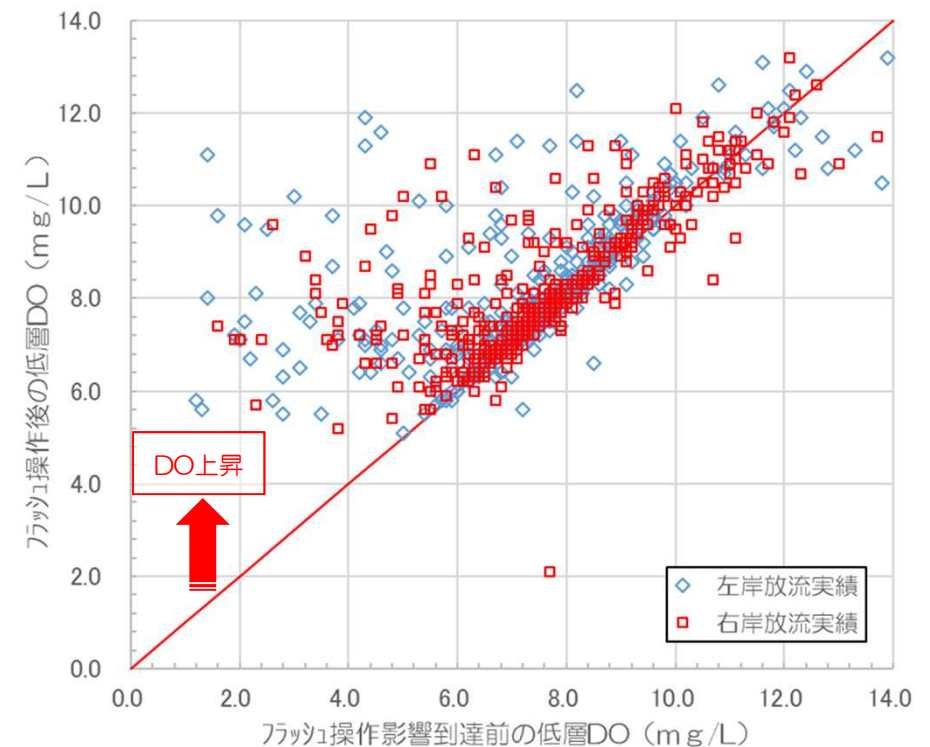
伊勢大橋 (6.4km)



フラッシュ操作前底層DO：フラッシュ操作開始時DO

フラッシュ操作後底層DO：フラッシュ操作終了時DO

長良川大橋 (13.6km)



フラッシュ操作影響到達前底層DO：フラッシュ操作開始30分後DO
(流達時間を考慮)

フラッシュ操作影響到達後底層DO：フラッシュ操作終了30分後DO
(流達時間を考慮)

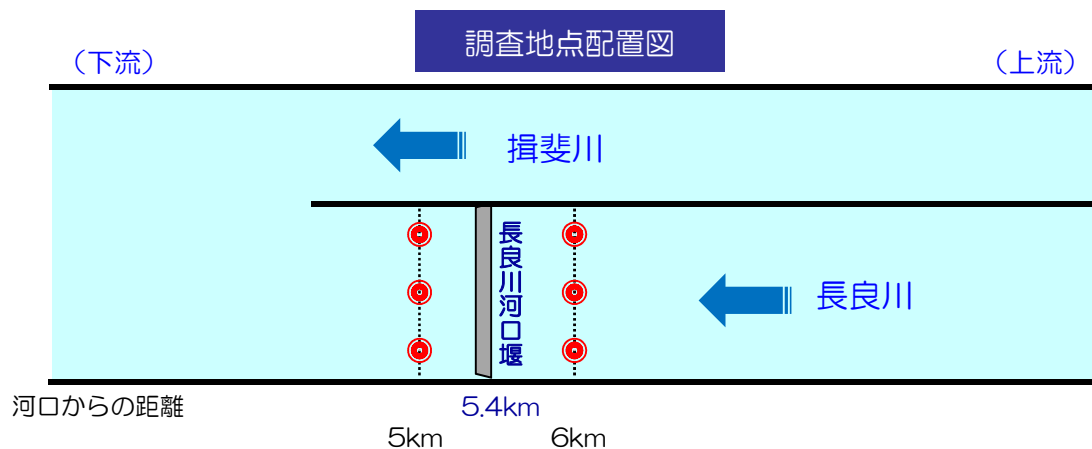
※ 伊勢大橋地点DOの数値は、フラッシュ操作開始後に開始時刻のDOデータを表示するため、操作開始基準の7.5mg/Lを上回っている場合がある。

Ⅲ モニタリング調査結果 ②底質調査

■調査内容

①調査地点

河口から5km、6kmの左岸・流心・右岸（各3地点）



②調査方法

エクマンバーシ型採泥器（15cm×15cm）により試料を採泥。
採取した試料については、粒度組成、強熱減量、酸化還元電位の分析を実施。

③調査頻度

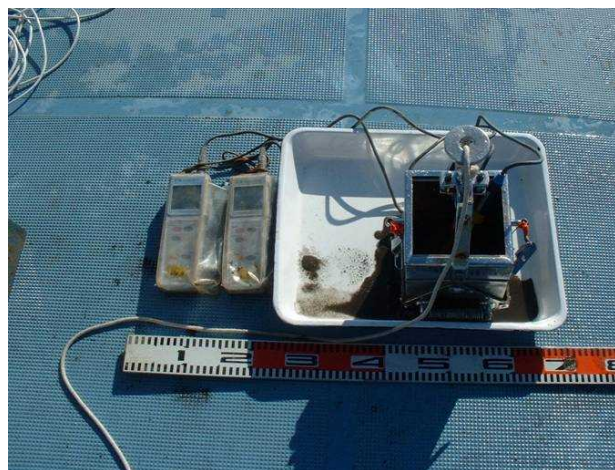
年2回（8月，12月）
（フォローアップ調査）



エクマンバーシ型採泥器による採泥状況



採取した試料



酸化還元電位の測定状況

Ⅲ モニタリング調査結果 ②底質調査

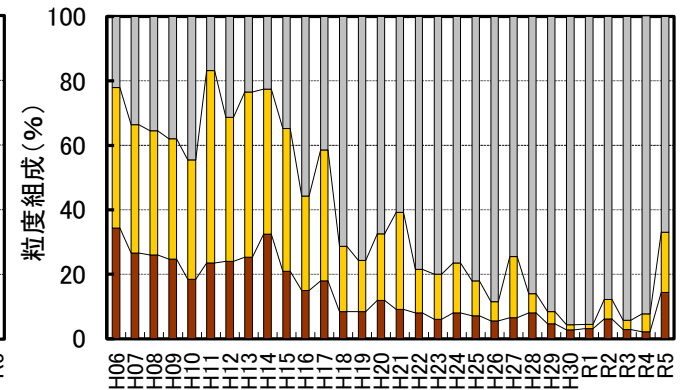
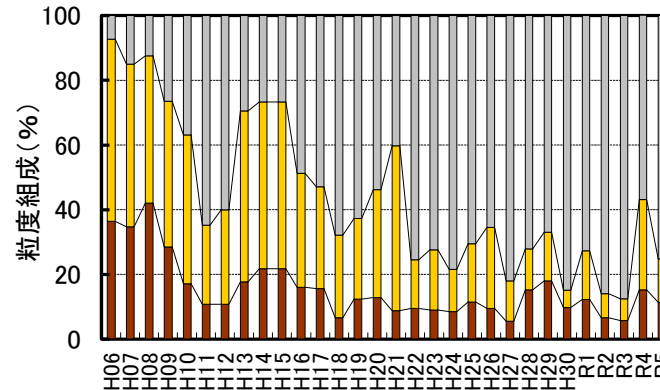
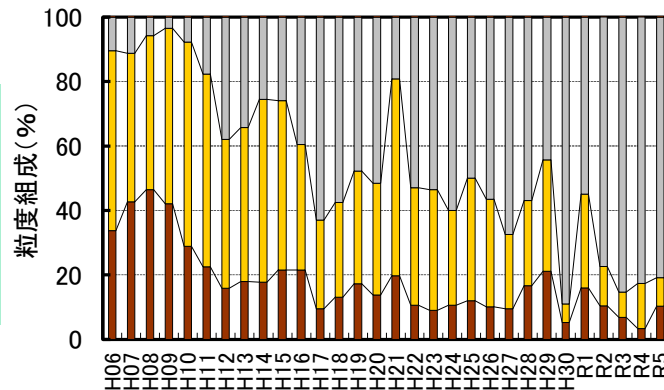
底質の経年変化（粒度組成）

左岸側

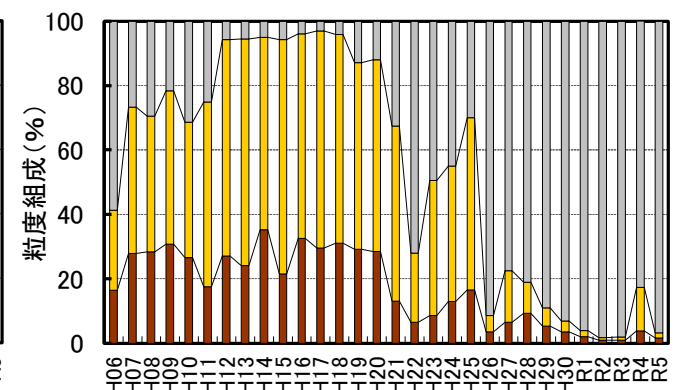
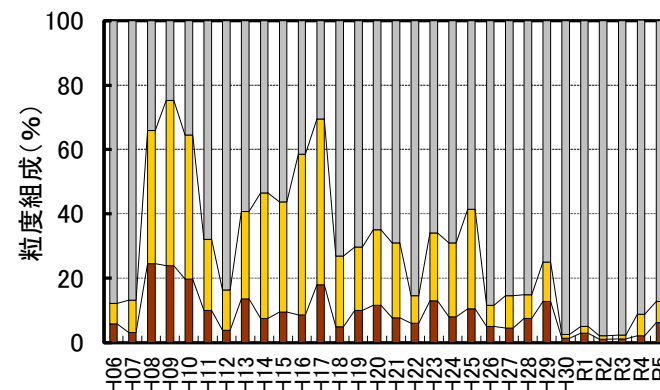
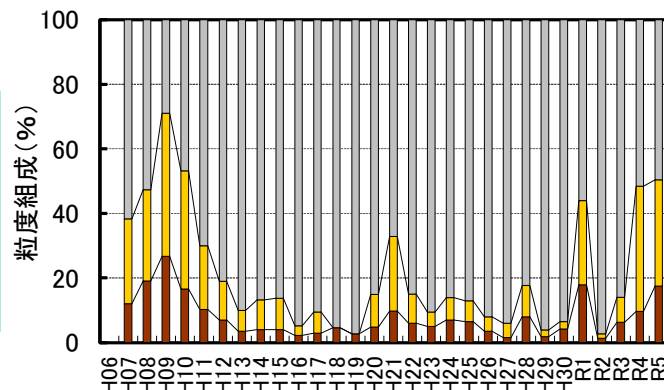
中央

右岸側

5.0 km
測線
(堰下流側)



6.0 km
測線
(堰上流側)



：粘土 ：シルト ：砂・礫

【粒径区分】

底質は粒子の大きさにより以下のとおり区分される。

粘土（粒径0.005mm未満）、シルト（粒径0.005～0.075mm）、砂（粒径0.075～2.00mm）、礫（粒径2.00～75.0mm）

Ⅲ モニタリング調査結果 ②底質調査

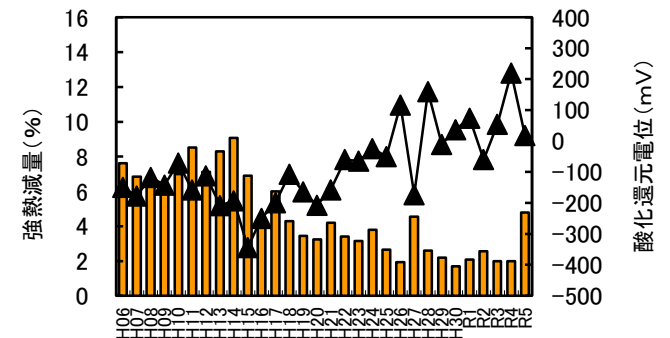
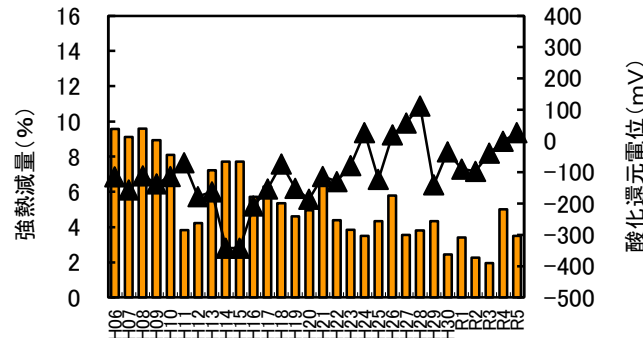
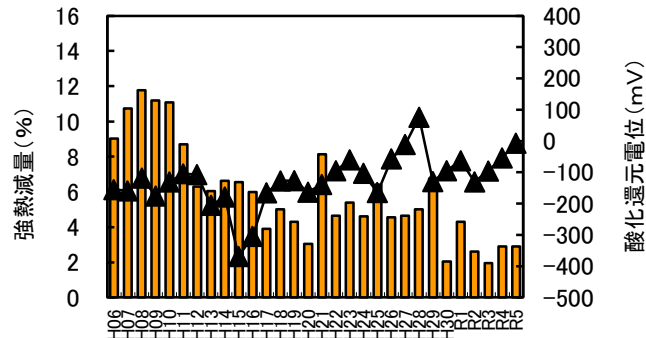
強熱減量・酸化還元電位

左岸側

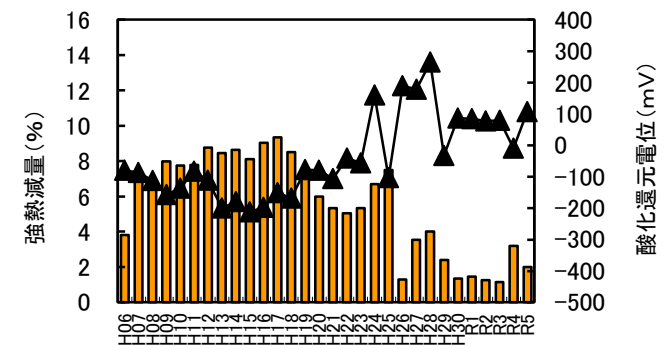
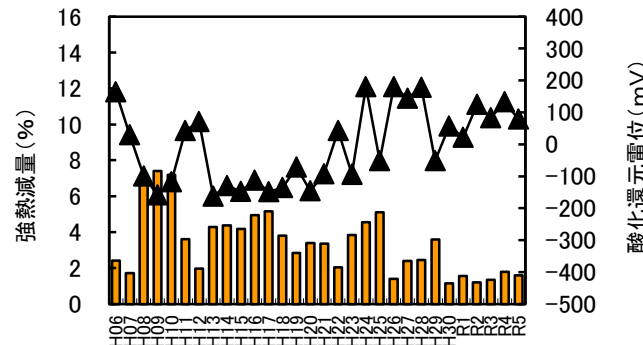
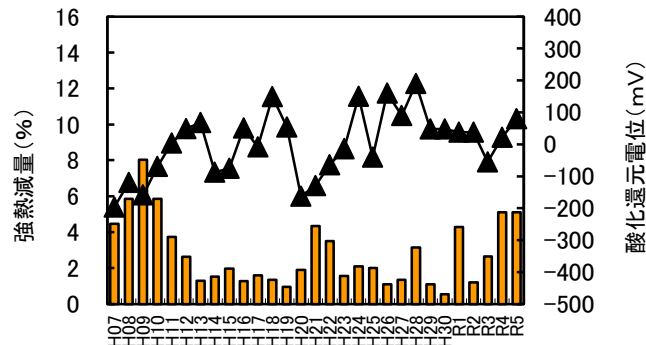
中央

右岸側

5.0 km
測線
(堰下
流側)



6.0 km
測線
(堰上
流側)



■ : 強熱減量 ▲ : 酸化還元電位

【強熱減量】

試料中に含まれる有機物質等の目安であり、値が大きいほど有機物質が多いことを示す。

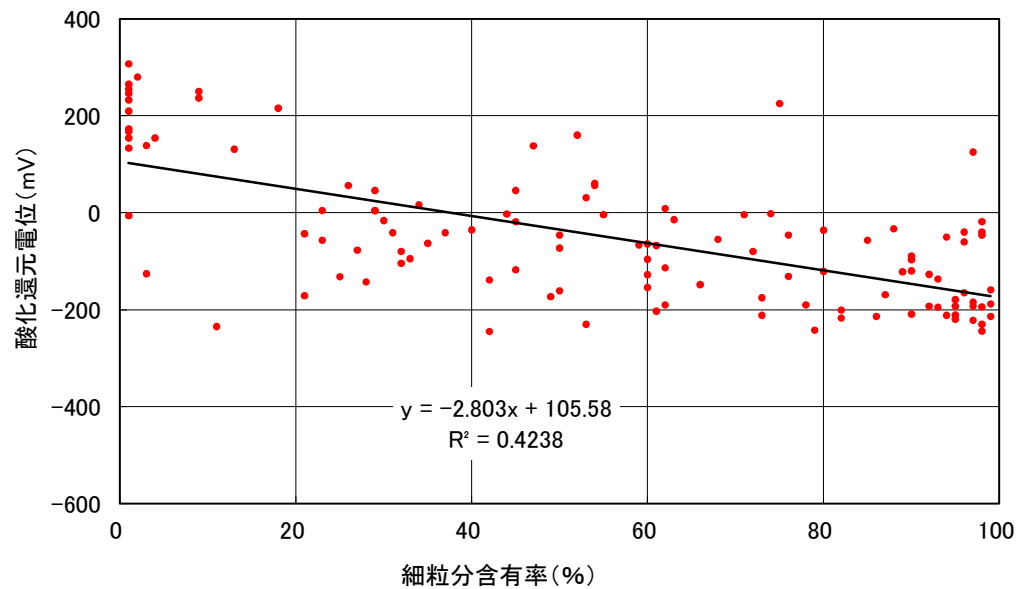
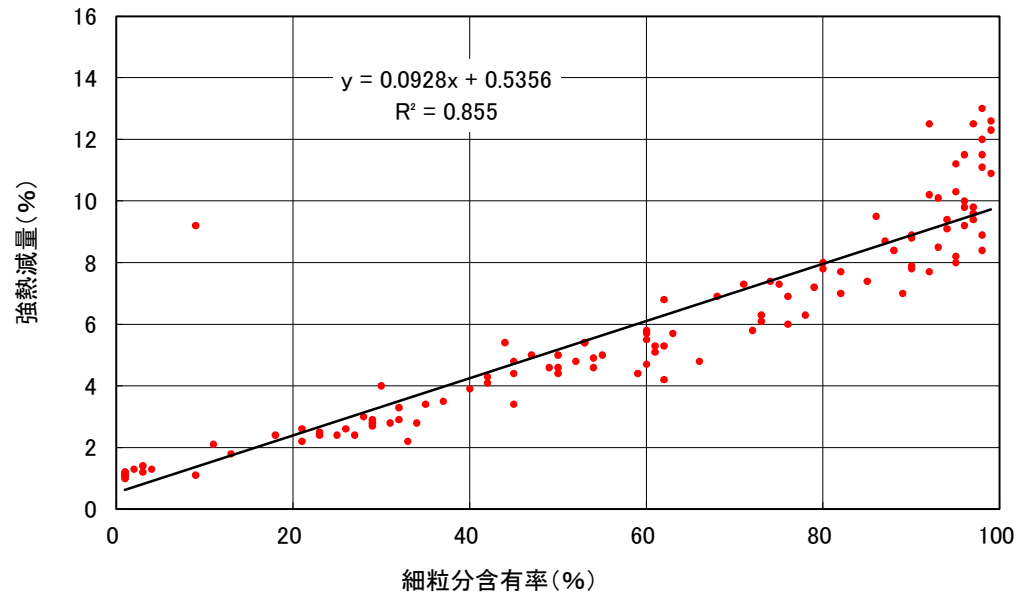
【酸化還元電位】

試料中の酸化還元状態を示す値 (mV) であり、代表的な酸化性物質としては、溶存酸素 (DO) がある。プラスの値が高いほど好气的環境を示す。

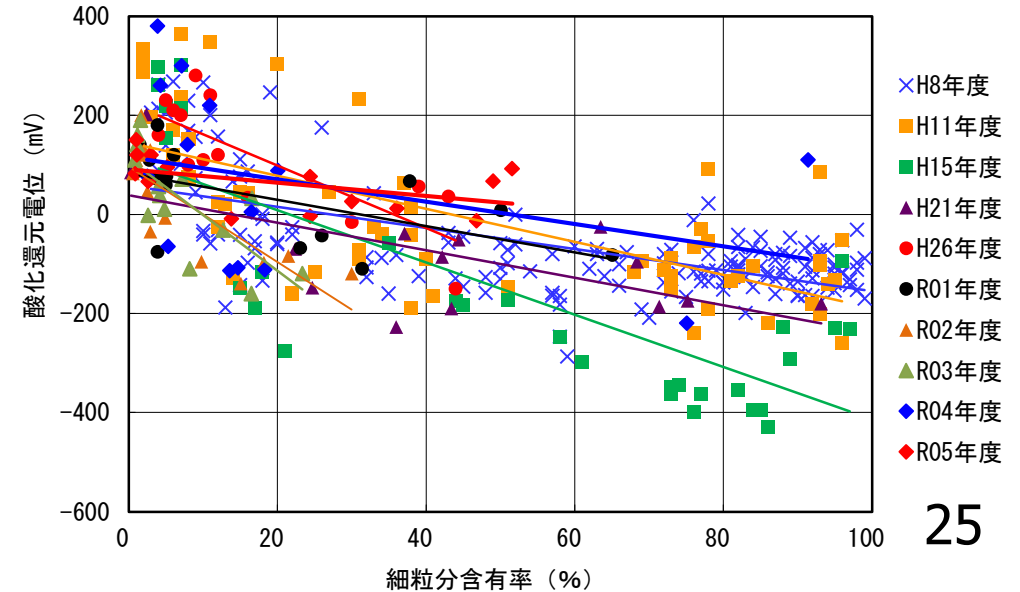
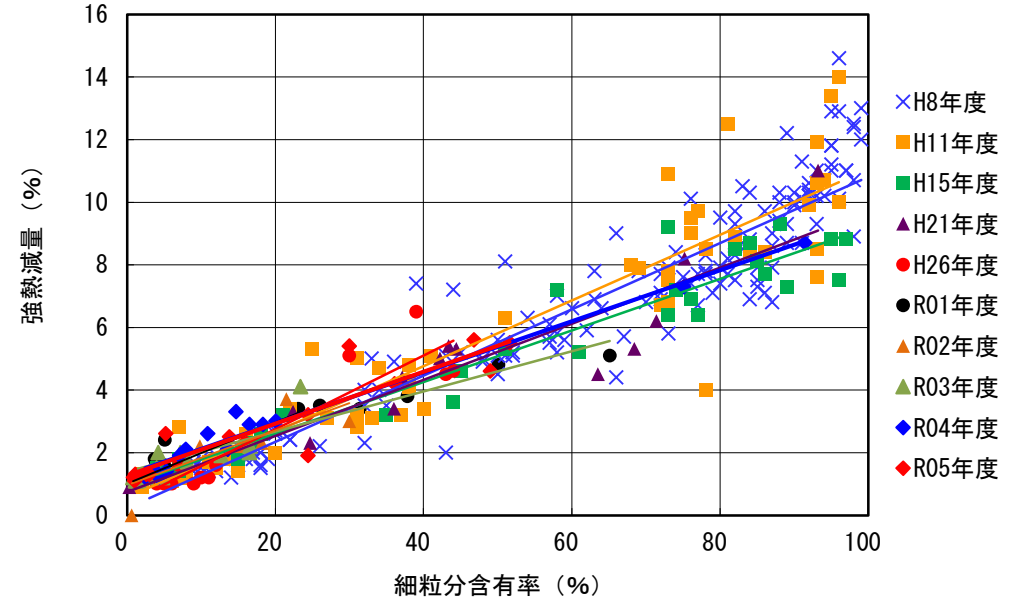
Ⅲ モニタリング調査結果 ②底質調査

底質の細粒分・強熱減量・酸化還元電位の関係

河口堰運用前(平成6年度)



河口堰運用後



Ⅲ モニタリング調査結果 ③底生動物調査

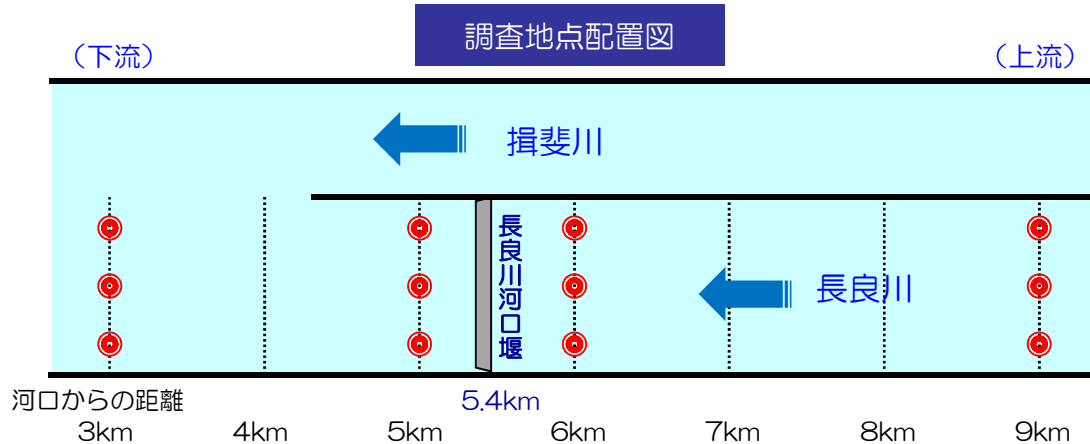
■調査内容

①調査地点

河口から3km, 5km, 6km, 9kmの左岸・流心・右岸（各3地点）

シジミについては堰下流で実施

（河口から3km, 5kmの左岸・流心・右岸（各3地点）



スミス・マッキンタイヤ型採泥器

②調査方法

スミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積22cm×22cm）を船上より投下、1地点当り5回の採泥を行い（採泥面積0.25m²）、0.5mm目合いのふるいで底生動物（貝類、ゴカイ類、水生昆虫類、ミミズ類等）を採集。

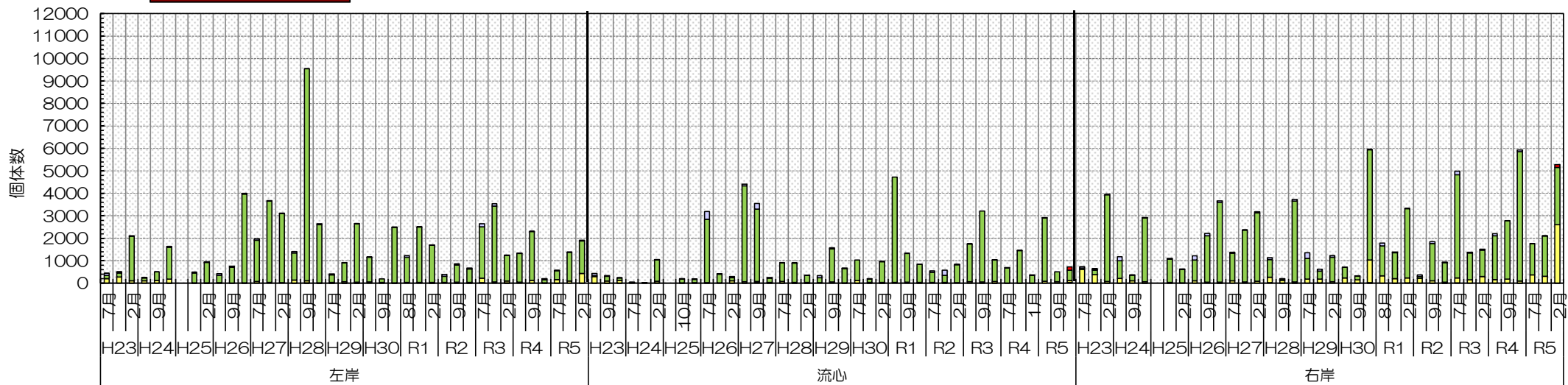
採集した底生動物については、種の同定、個体数の計数、種別湿重量の測定を実施。

③調査頻度

年3回（7月, 9月, 2月）

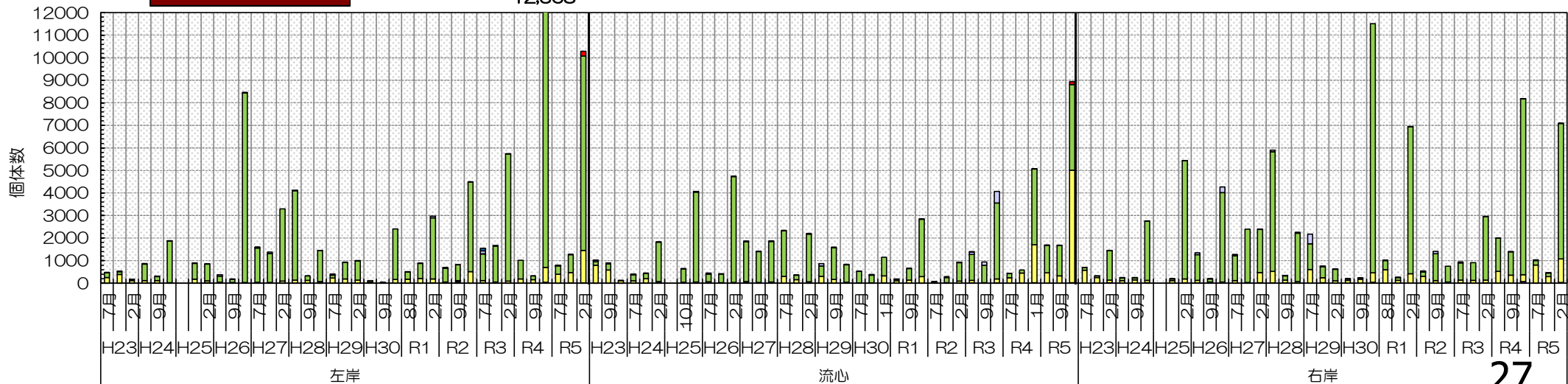
■ 昆虫綱 ■ 軟甲綱 ■ 顎脚綱 ■ ヒル綱 ■ ミミズ綱 ■ ゴカイ綱 ■ 二枚貝綱 ■ 腹足綱 ■ 有針綱 ■ 無針綱

堰下流：3km



堰下流：5km

12,368

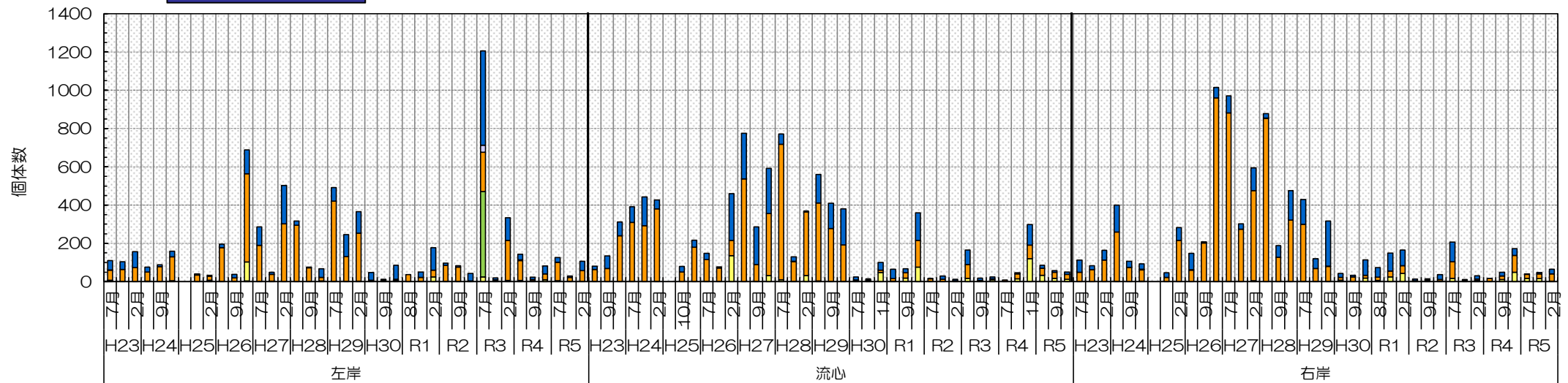


③底生動物調査

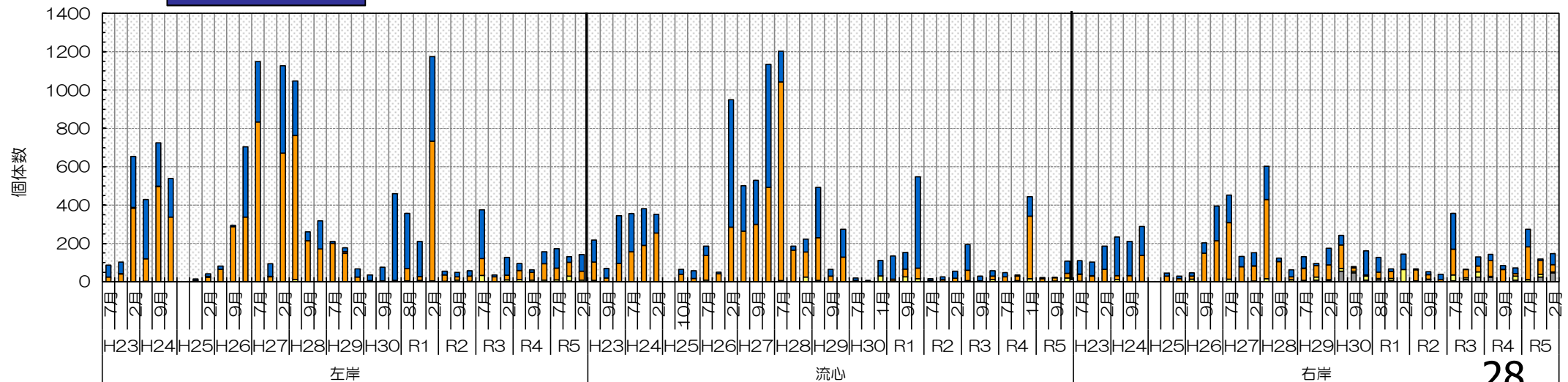
底生動物の確認個体数（採泥面積0.25m²当り）

■ 昆虫綱 ■ 軟甲綱 ■ 顎脚綱 ■ ヒル綱 ■ ミミズ綱 ■ ゴカイ綱 ■ 二枚貝綱 ■ 腹足綱 ■ 有針綱 ■ 無針綱

堰上流：6km



堰上流：9km



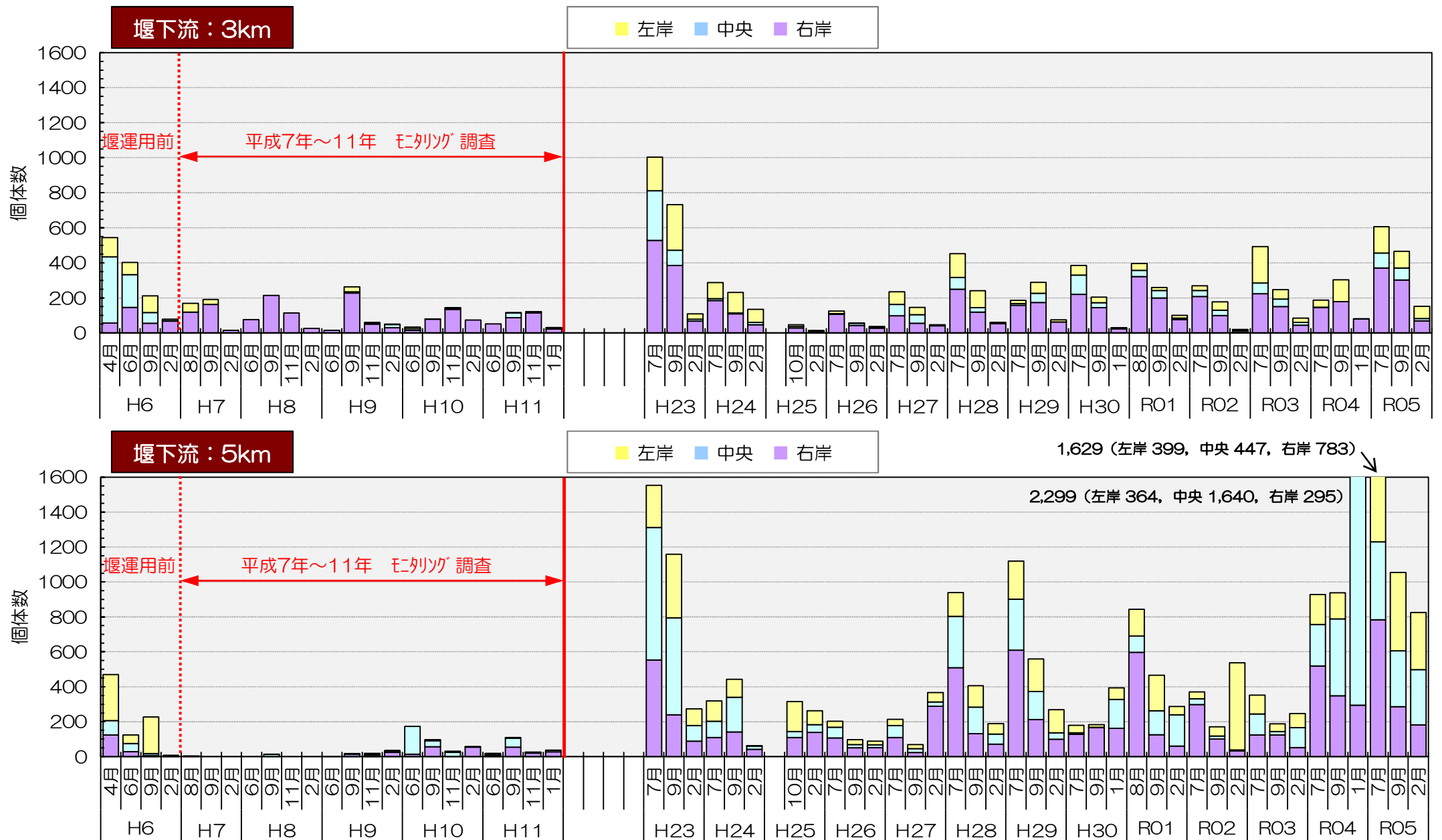
③底生動物調査

ヤマトシジミとシジミ属の確認個体数（採泥面積0.25m²当り）



Ⅲ モニタリング調査結果 ③底生動物調査

ヤマトシジミの確認個体数（採泥面積0.25m²当り）



※1 平成6～11年度の調査結果は「長良川河口堰モニタリング調査」による。

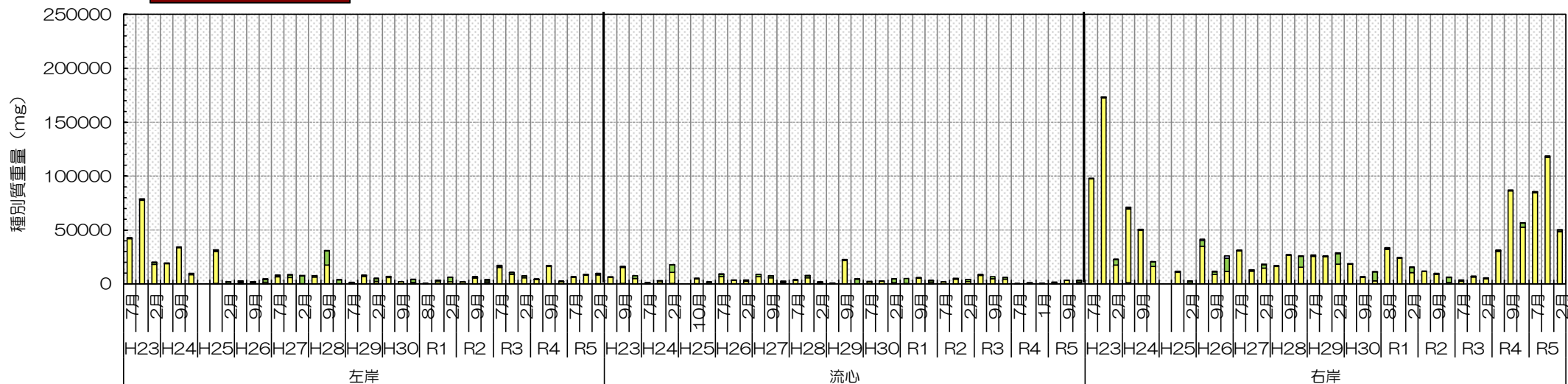
※2 ふるいの目合い：H6（5mm）、H7～11（2mm）、H23～R3（0.5mm：底生動物調査）を使用。

Ⅲ モニタリング調査結果 ③底生動物調査

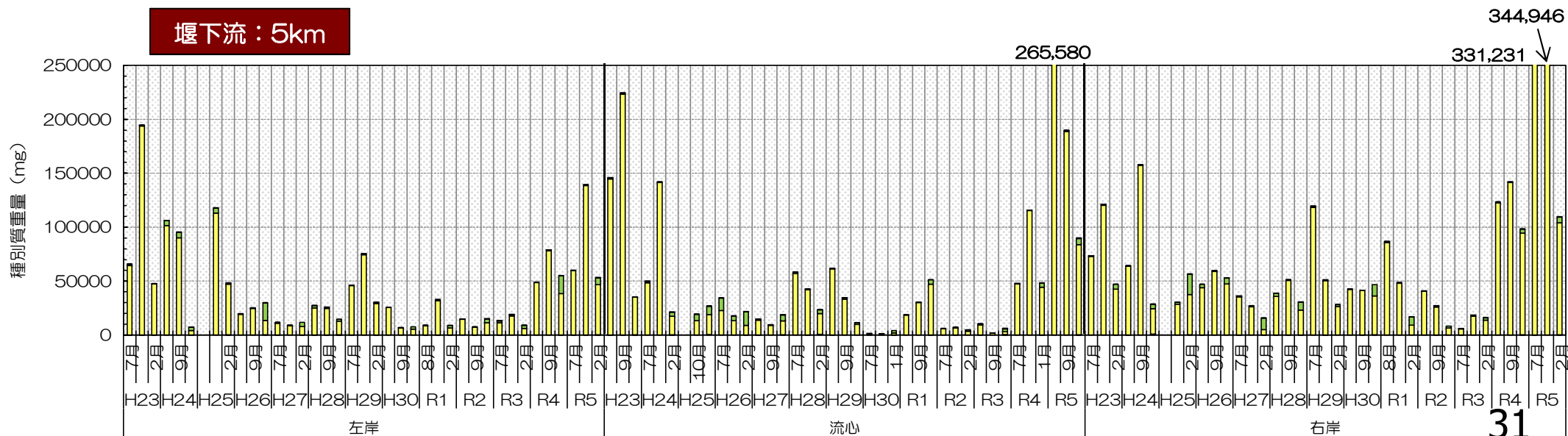
底生動物の種別湿重量（採泥面積0.25m²当り）

■ 昆虫綱 ■ 軟甲綱 ■ 顎脚綱 ■ ヒル綱 ■ ミミズ綱 ■ ゴカイ綱 ■ 二枚貝綱 ■ 腹足綱 ■ 有針綱 ■ 無針綱

堰下流：3km



堰下流：5km

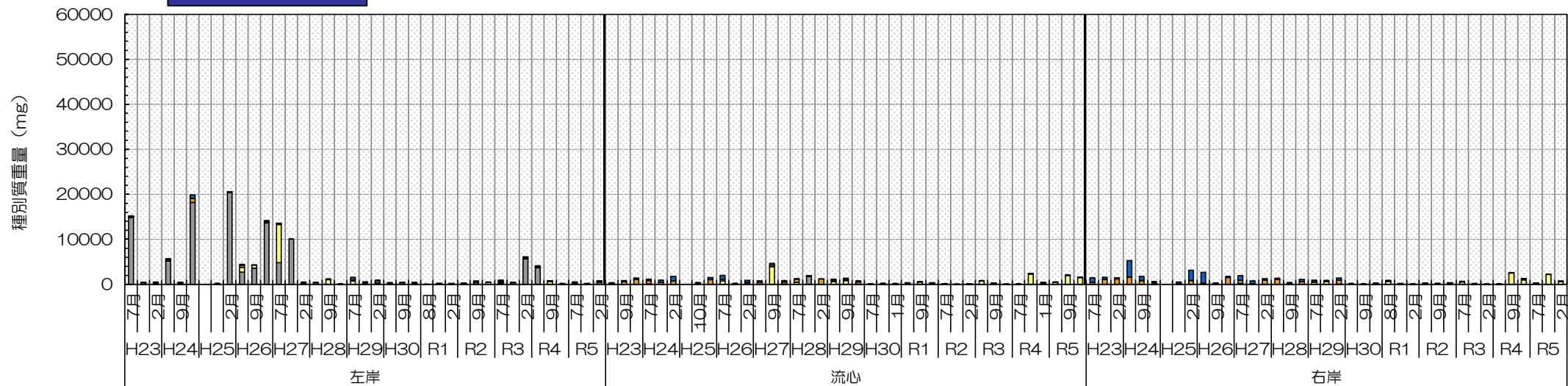


Ⅲ モニタリング調査結果 ③底生動物調査

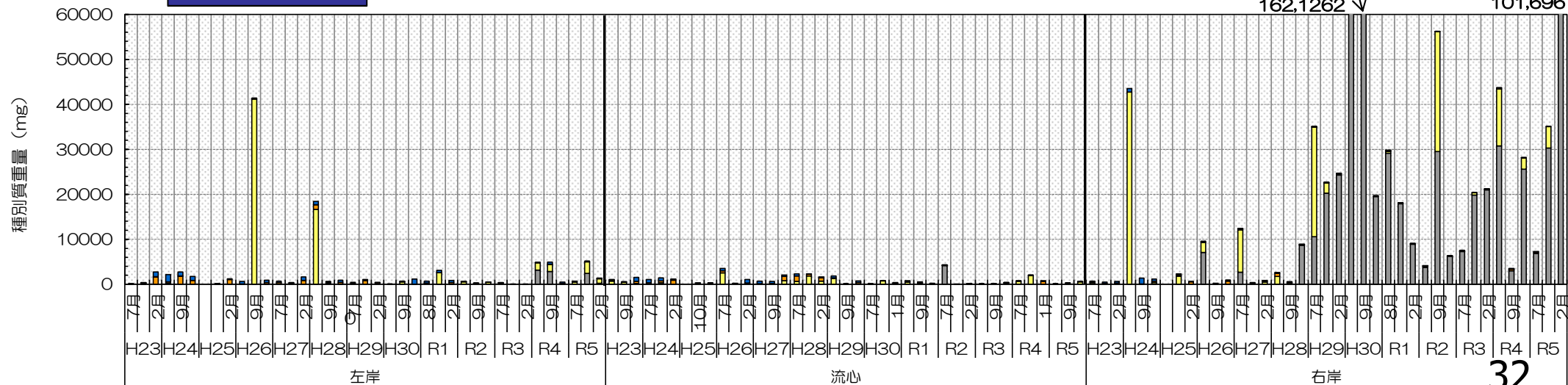
底生動物の種別湿重量（採泥面積0.25m²当り）

■ 昆虫綱 ■ 軟甲綱 ■ 顎脚綱 ■ ヒル綱 ■ ミミズ綱 ■ ゴカイ綱 ■ 二枚貝綱 ■ 腹足綱 ■ 有針綱 ■ 無針綱

堰上流：6km



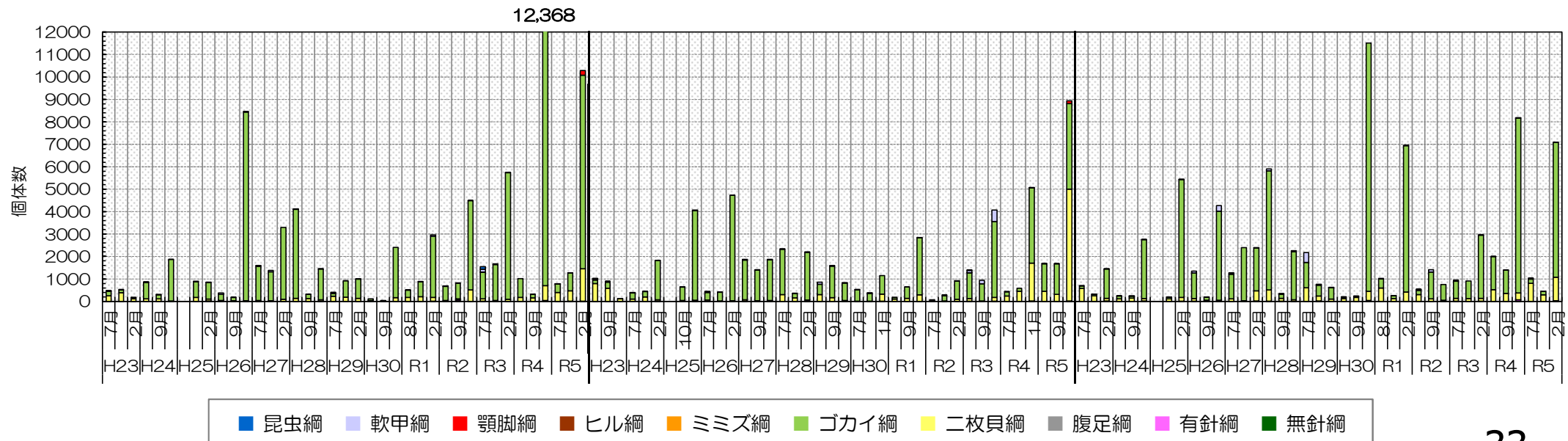
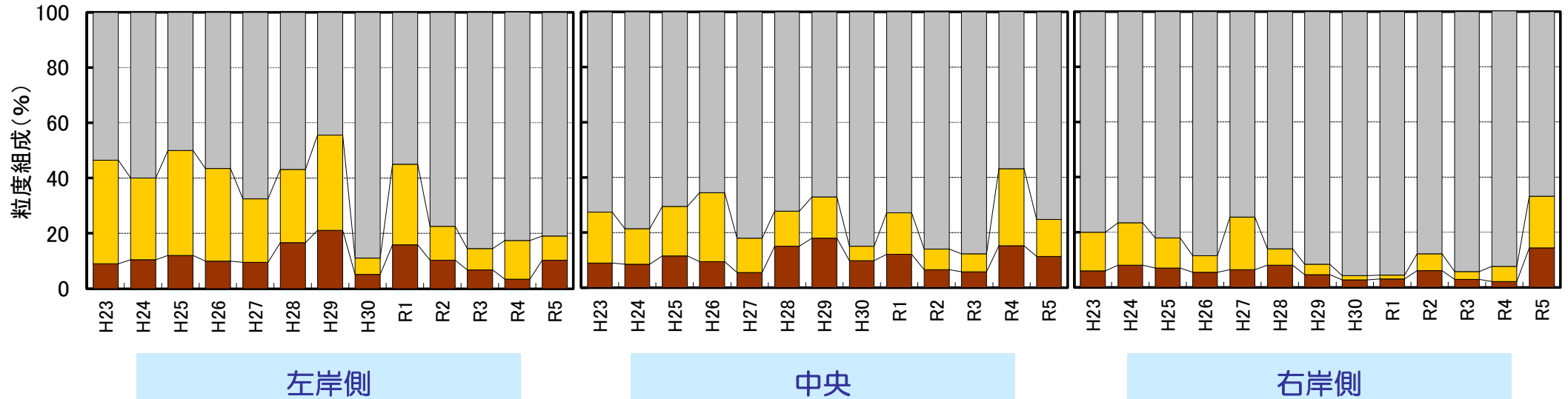
堰上流：9km



Ⅲ モニタリング調査結果 ③底生動物調査

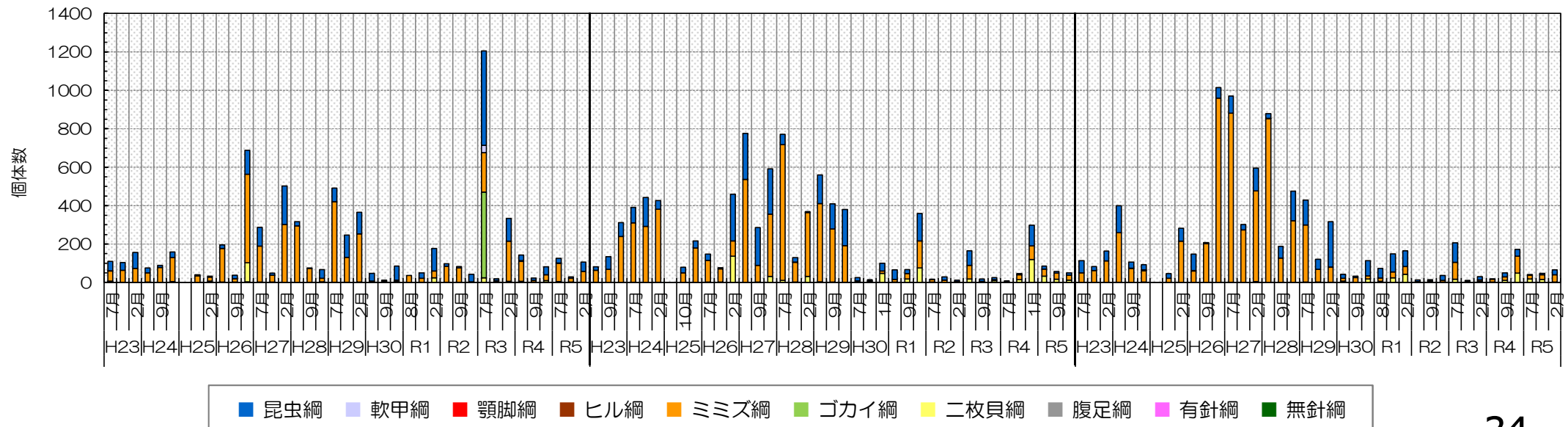
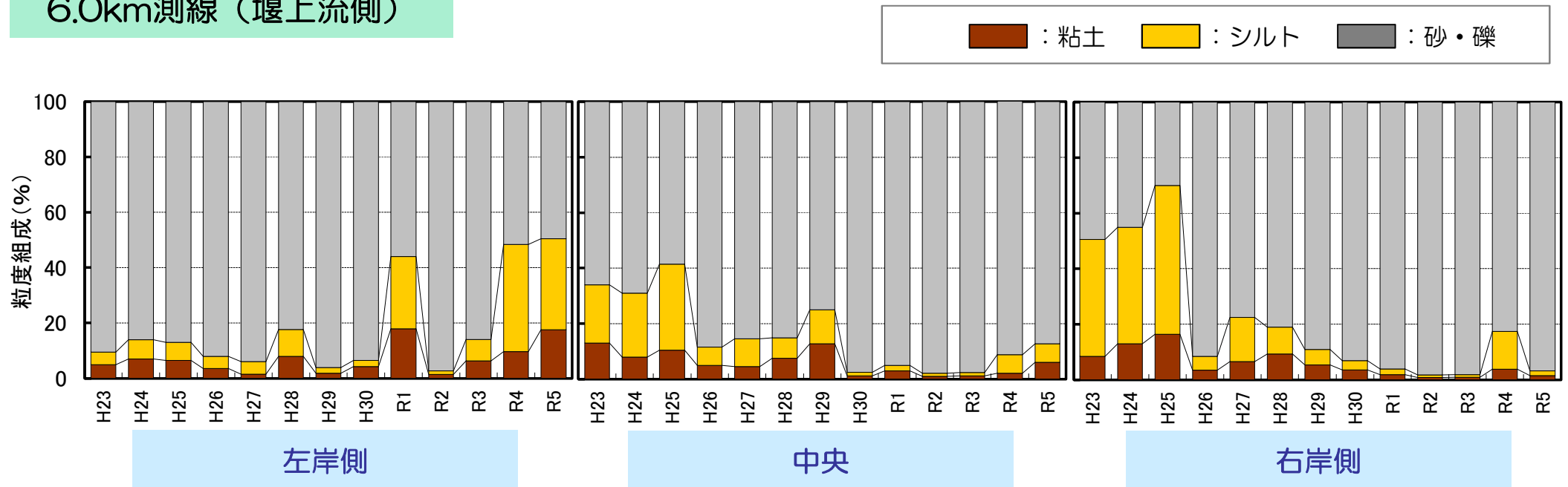
5.0km測線（堰下流側）

：粘土 ：シルト ：砂・礫



Ⅲ モニタリング調査結果 ③底生動物調査

6.0km測線（堰上流側）



Ⅳ それぞれの調査等の結果について（まとめ）

Ⅰ. 更なる弾力的な運用について

- ・アンダーフラッシュ操作の運用計画に基づきアンダーフラッシュ操作を実施。
- ・令和5年度は、アンダーフラッシュ操作を54回実施。（左岸放流27回、右岸放流27回。）

Ⅱ. モニタリング調査結果

1) 水質自動監視（令和5年4月～9月）

- ・伊勢大橋、長良大橋ともにクロロフィルaが高濃度状態で継続するときは、表層DOと底層・底層DOと差が大きくなる傾向にある。このことは、クロロフィルaの光合成により、表層DOが高くなるとともに、流量の少ない期間が比較的長い期間継続し、表層の成層状態が形成され、このことにより下層はDOの消費が優先されたことによるものと考えている。
- ・堰下流左岸観測塔、揖斐長良大橋ともに、堰からの流出量が多くなると塩化物イオン濃度は全層ともに低くなっている。このことは、出水により全層が混合されたことによるものと考えている。
- ・伊勢大橋、長良川大橋におけるフラッシュ操作（操作回数54回）の影響到達前後の底層DOの状況については、概ね改善する傾向にある。

2) 底質調査（堰下流側：5.0km地点、積上流側：6.0km地点）

- ・粒度組成は、堰上流6.0km測線左岸側でやや細粒分が多いものの、大局的には粘土及びシルト分の増加傾向は見られないことから、近年は概ね安定していると考えている。
- ・両地点ともに、強熱減量が減少傾向（有機物質の減少）、酸化還元電位が上昇傾向（好氣的環境）にあることから、概ね好氣的な環境を維持しているものと考えている。
- ・強熱減量又は酸化還元電位と底質の細粒分との関係は、河口堰の運用前後で大きな変化はみられないことから、概ね安定した状態であると考えている。

3) 底生動物（堰下流側：3.0km、5.0km、積上流側：6.0km、9.0km）

- ・確認個体数は、堰下流側地点ではゴカイ綱が大半を占めているが、令和5年度においては二枚貝綱も確認された。堰上流地点では昆虫綱とミミズ綱が多い傾向にあり、経年的には大きな変化は確認されていない。
- ・ヤマトシジミの確認個体数は、近年、やや増加傾向にある。

以上より、令和5年度に実施したアンダーフラッシュ操作において、底層DOについては、概ね改善する傾向にあることが確認され、底質や底生生物については、大きな変化などは認められなかった。

V 長良川大橋付近のDOの挙動について

【確認しておくべき課題】 第7回モニタリング部会 H29.1.23

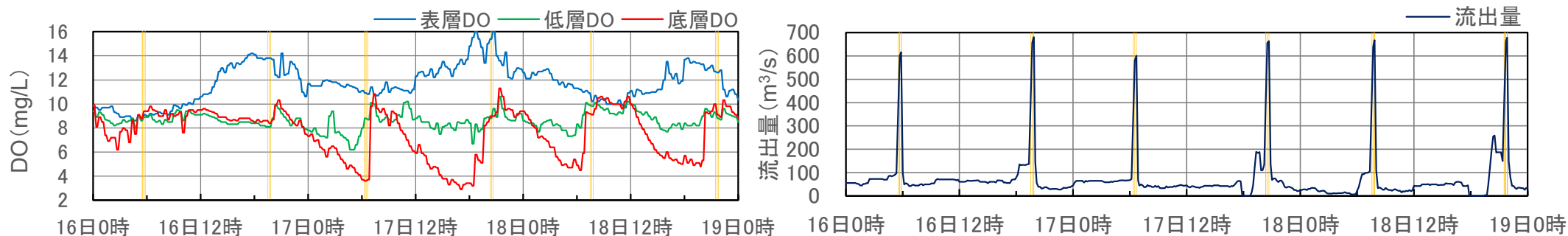
- 長良川大橋付近(ナガラちゃん：13.6km) においてアンダーフラッシュ操作(UF)後、回復した溶存酸素(DO)が短時間で急激に低下する現象についての原因解明。

【モニタリング部会での御意見】 現地意見交換会 H28.7.11

- UF操作後に見られるDOの低下量は極めて速やかで大きいことから、底泥の消費によるものとは考えにくく、低DOの水塊がどこから来たのか、その変化をもたらすものが、移動なのか、混合なのかは多点観測しないと分からない。
- ナガラちゃん(13.6km)付近の水塊の動きを捕らえるのであれば、その上下流で定点観測することが有効と考えられる。
- ナガラちゃん(13.6km)付近の水塊の動きが、滞筋と浅瀬で同じか、UF操作の前中後に横断方向の計測を予備的に行い、観測地点の選定を行うことが効率的。

【DO挙動に関する想定(仮説)】

UFにより長良川大橋付近のDOが下流へ移動しDOは回復(上昇)するが、その後、低DO水塊が当該地点へ徐々に移動(例えば上流から流入)することで、再び底層DOが低下。



流出量(堰地点)・DO(長良川大橋地点)H28.8.16~18

V 長良川大橋付近のDOの挙動について

【既往調査概要】

◆ 平成28年

● 移動(横断)調査

調査項目：ADCP計による横断面の流向・流速観測

調査地点：13.6km測線*

調査時間：UF開始30分前～UF終了240分後

● 定点観測(自動計測)

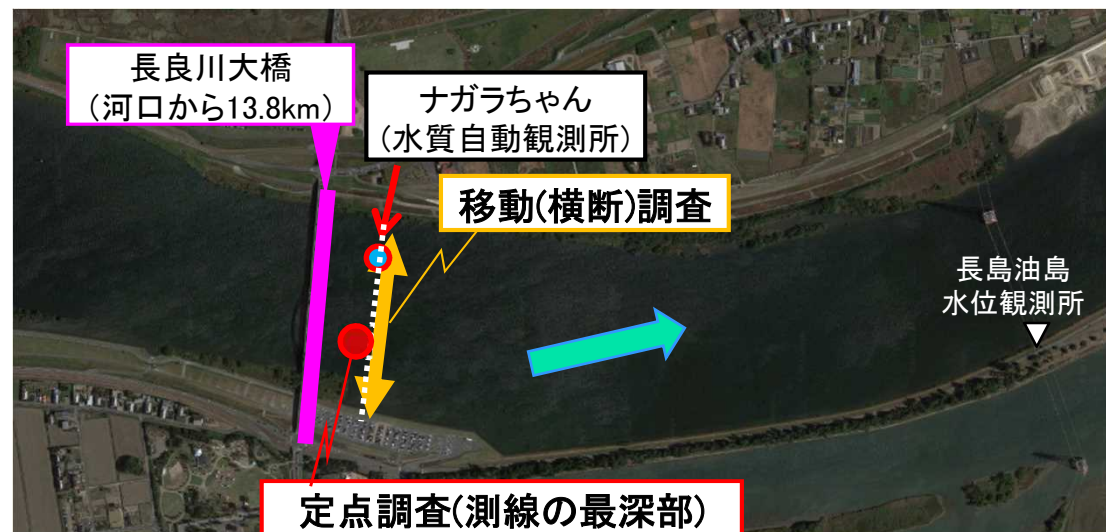
調査項目：ADCP計による流向・流速観測

調査地点：13.6km測線*の最深部

調査時間：UF開始30分前～UF終了240分後

※ナガラちゃん設置測線

● 調査頻度：年1回(8/9)



◆ 平成29年～令和4年

● 定点調査

～自動計測～

調査項目：流動(ADCP計による流向・流速測定)

水質(水温, DO, ORP)

測定水深：2割, 8割, 底層

～調査員計測～

調査項目：水質(水温, DO, ORP)

測定水深：表層～底層(0.5m間隔)

● 調査地点：長良川大橋付近2地点(13km, 14km)

● 調査頻度：年1～2回(5～8月)

H29：2回(7/12, 8/24)

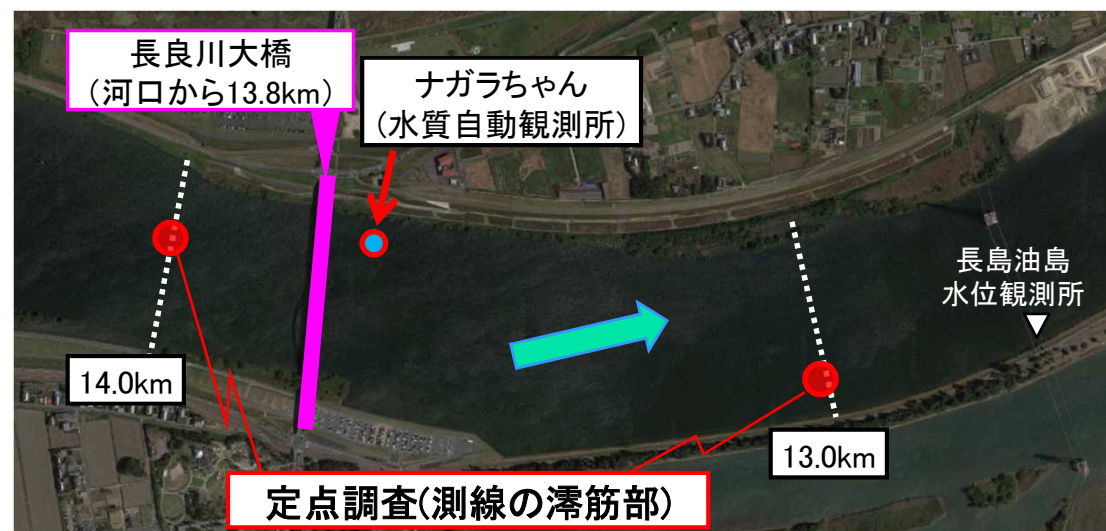
H30：2回(6/16, 8/30)

R1：1回(6/3～4)

R2：2回(5/23～24, 8/21～23)

R3：1回(7/25～26)

R4：1回(7/31～8/2)

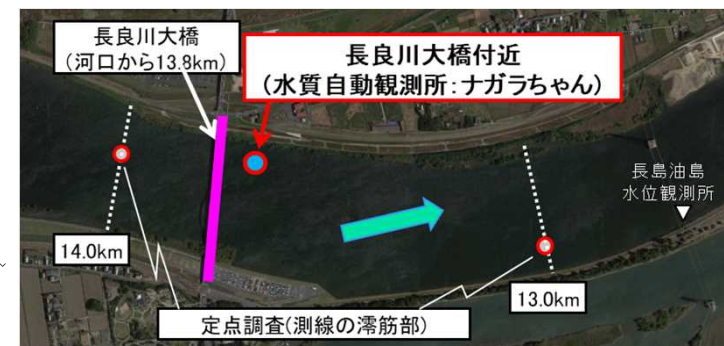


V 長良川大橋付近のDOの挙動について

【既往調査の結果】

◆ 流動：流向・流速

- 滞筋（最深部付近）の流速が速い（滞筋を定点観測地点に選定）。
- 13km地点では、UF開始から概ね20分遅れて下流に向かう速い流動が発生し、その後、若干遅れて14km地点でも流速が速くなる。いずれの地点も速い流動の発生は30分程度継続する。
- UFにより発生する流速は13km地点及び14km地点で大きな差はない。
- UFによる放流量が $+300\text{m}^3/\text{s}$ の場合は約 20cm/s 、 $+600\text{m}^3/\text{s}$ の場合は約 30cm/s の流動が発生する。なお、UFに伴う流動は全層にわたり発生する場合が多い。
- UF後に全層または一部の層で上流に向かう弱い流動が発生する場合がある。



◆ 溶存酸素 (DO)

- UFに伴い、低層及び底層のDOが回復（上昇）することは確認されたが、一方で短時間にUF前の状態に戻る場合もある。
- 13km地点および14km地点では、低層および底層で大きな差は見られないが、ナガラちゃん(13.6km)では、低層と底層の差が大きくなる場合がある。

◆ 酸化還元電位 (ORP)

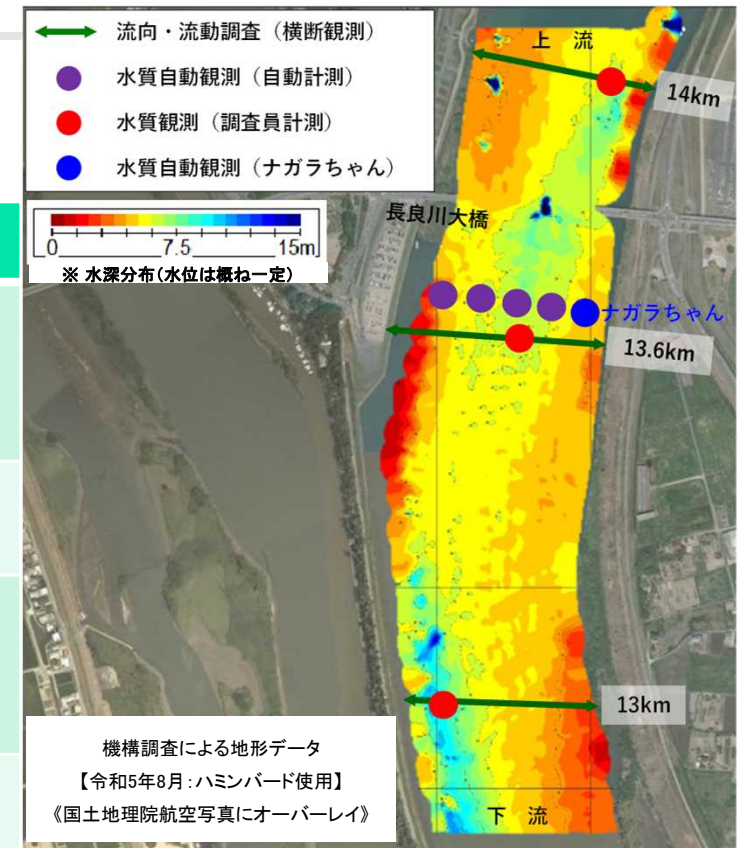
- 13km地点および14km地点ともに酸化還元電位とDOの相関は見られず、酸化還元電位の低下はDO以外の要因（水温、PH、底質の巻き上げなど）によるものと考えられる。
- UF後に、長良川上流域においても比較的速い流動が発生し、低層及び底層のDOは概ね回復する。
- ナガラちゃん(13.6km)におけるDOの変化は、上下流の観測点(13km, 14km)と異なる挙動を示す場合があることから、ナガラちゃん地点でのDOの急速な低下は局所的な現象と推察される。

V 長良川大橋付近の DOの挙動について

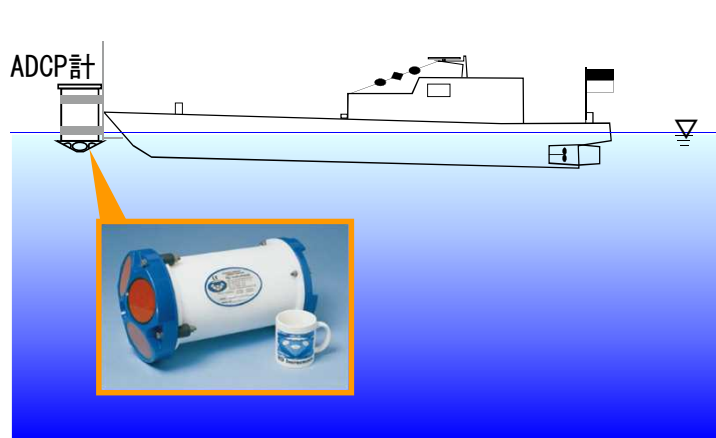
【今後の調査計画（案）】

○局所的な現象であることを確認するために、7月に以下の調査を実施

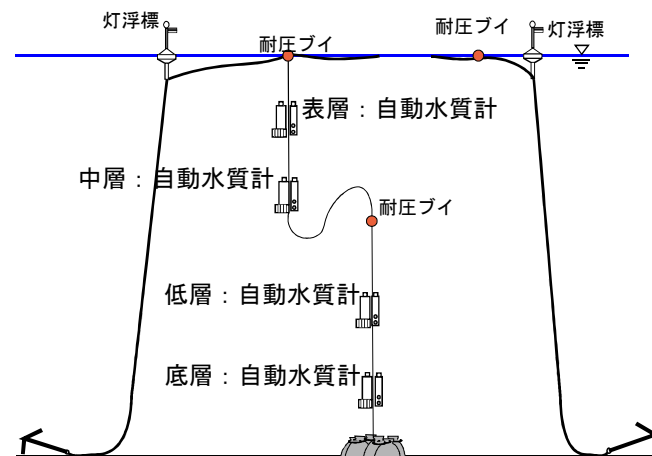
調査項目		調査手法	調査地点	調査水深	調査頻度	調査期間
流動調査	流向・流動調査（横断観測）	ADCP計による 流向・流速観測	3測線 (13.0km測線、 13.6km測線、 14.0km測線)	全層	3回 (UF操作開始30 分前、UF操作中、 UF操作終了30 分後 各1回)	水質連続調査 の期間中に1 回
		水質自動観測 (水温、DO、 Chl-a、ORP)	1測線 (13.6km測線) (4カ所、50m間隔)	4水深 (表層、中層、 低層、底層)	10分	15日間
水質調査	水質自動 観測装置 による 連続観測	調査員による 水質観測 (水温、DO、 ORP)	3測線の流心部 (13.0km測線、 13.6km測線、 14.0km測線)	水面から0.1m、0.5m… (0.5m以深は0.5m間隔)	15分～30分	水質連続調査 の期間中に1 回 (流動調査と同 一日に実施)
		水質自動観測 (水温、DO、 Cl ⁻ 、Chl-a、 T-P、T-N)	長良川大橋 (ナガラちゃん)	3水深 (表層・中層・下層) ※Chl-a、T-P、T-Nは 1水深(表層)	20分～1時間	常時



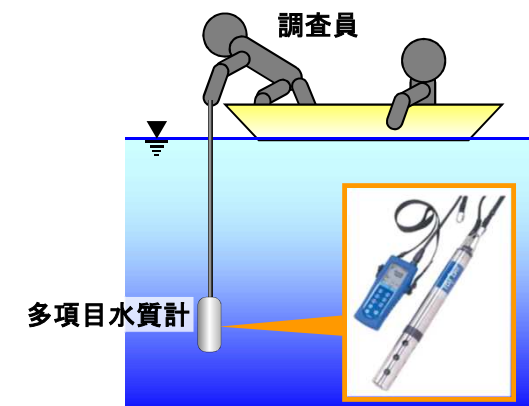
調査位置図



流動調査（曳航観測）



水質自動調査（自動観測）
調査方法（イメージ）



水質観測（調査員計測）

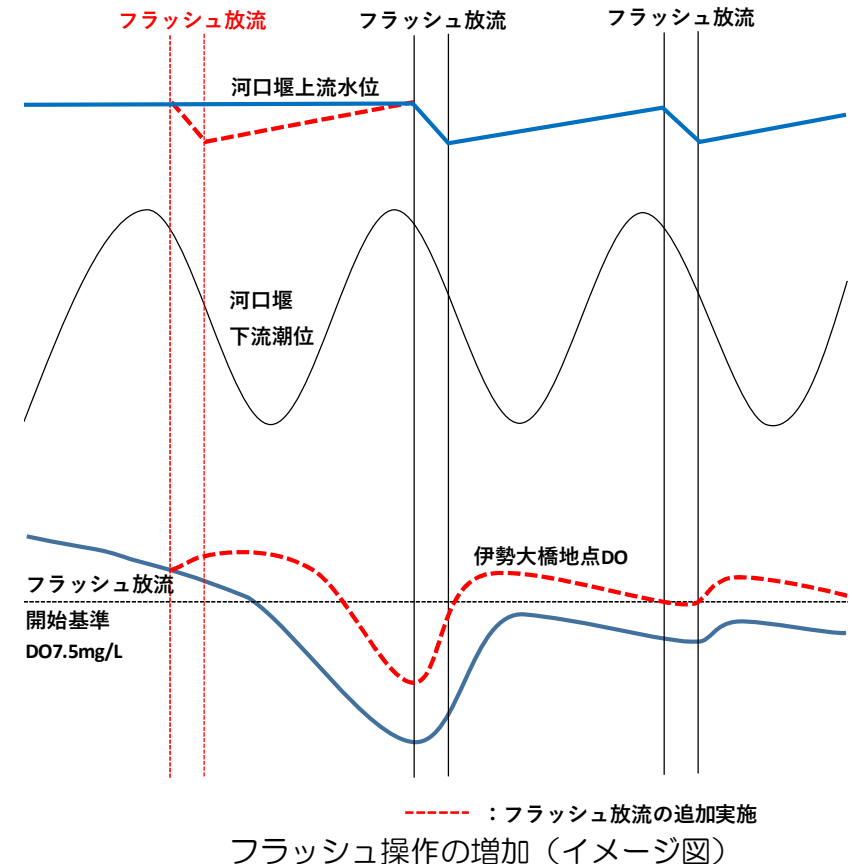
Ⅵ 令和6年度の更なる弾力的な運用について

◆ これまで実施してきたフラッシュ操作に加え、7～8月は更にアンダーフラッシュ操作回数の増加を目指す

【背景】

- 平成26年度からの長良川河口堰の更なる弾力的な運用に関し審議し、平成29年の第7回モニタリング部会において、操作手法については概ね確立でき、効果を発現していることから一定の評価を得ている。
また、その効果は、これまでの間も継続的に確認している。
- このフラッシュ操作は、水質（底層DO、表層Chl-a）を基準に実施しているが、水質の実施基準に達しない場合でも、流入量等の基準により実施可能な場合もあり、実施基準に至るまでに実施することで予防できる可能性もあると考えられる。

以上のことから、堰上流の水質悪化の予防措置とし、アユの遡上・降下期や海苔期に影響のある期間を除いた7～8月に水質基準によらないアンダーフラッシュ操作を試行的に実施し、さらなる水質改善を図りたいと考えている。



●アンダーフラッシュ操作の方法

【現行（4～9月）】

開始基準：堰流入量 $200\text{m}^3/\text{s}$ 未満
伊勢大橋地点底層DO 7.5mg/L 未満
実施方法：堰流入量 $+600\text{m}^3/\text{s}$ （基本）



【試行（7～8月の実施基準）】

開始基準：堰流入量 $200\text{m}^3/\text{s}$ 未満
伊勢大橋地点底層DO 7.5mg/L 未満
（なお、7、8月は堰流入量のみを開始基準にできる。）
実施方法：堰流入量 $+600\text{m}^3/\text{s}$ （基本）

Ⅵ 令和6年度の更なる弾力的な運用について

令和6年度のアンダーフラッシュ操作の運用計画

【アンダーフラッシュ操作の目的】

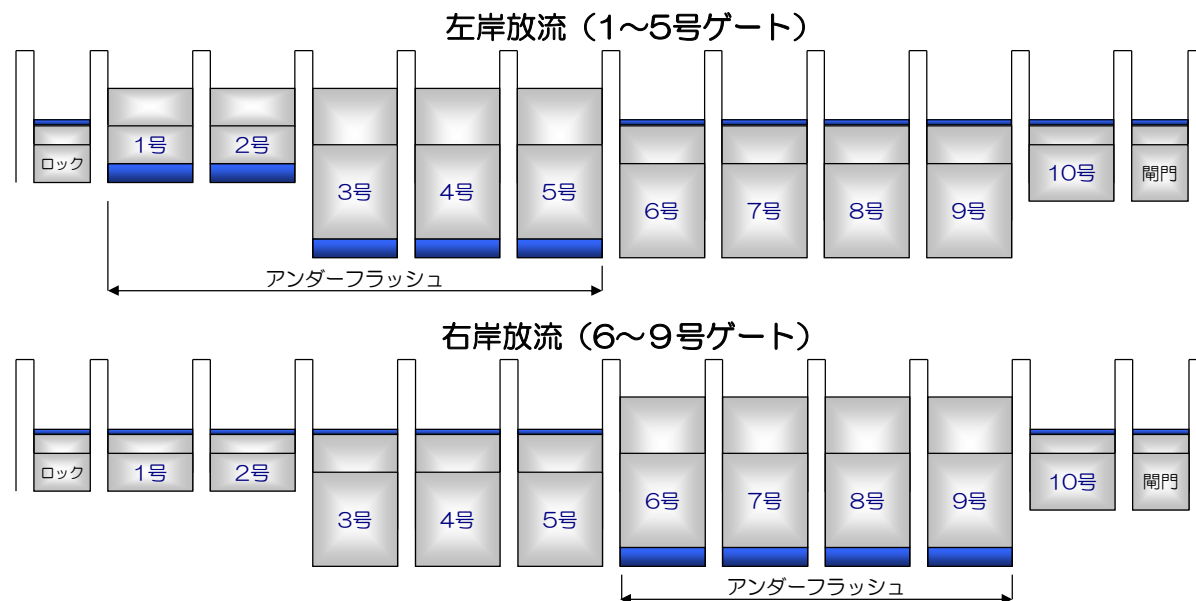
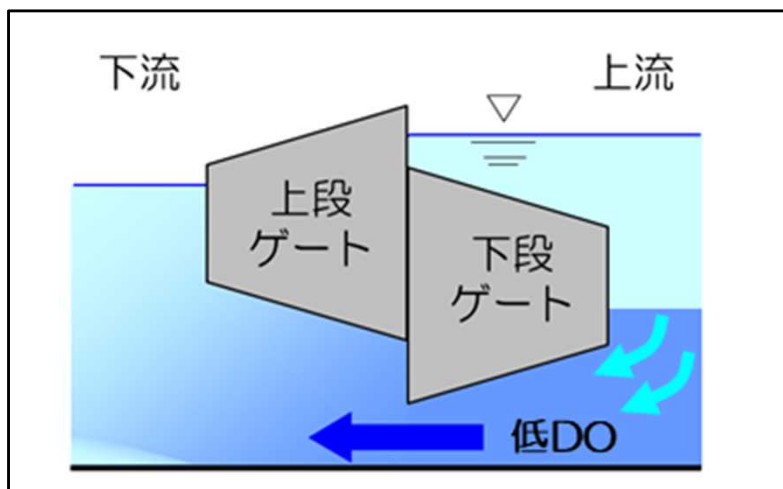
- ◆ 操作の目的 : 河川環境の保全と更なる改善（底層の溶存酸素量（DO）の改善）

【アンダーフラッシュ操作の基本条件】

◎水温躍層による底層DOの低下が生じやすい4～9月に適用する

- ◆ 操作の基本 : 塩水を遡上させない条件のもとで実施
- ◆ 開始基準 : 伊勢大橋地点の底層DO値7.5mg/L未満 【環境基準A類型 7.5mg/L】
堰流入量200m³/s未満（なお、7、8月は堰流入量のみを開始基準にできる。）
- ◆ 最大流出量 : 堰流入量+600m³/sを基本
- ◆ 操作時間 : 30分間
- ◆ フラッシュ放流ゲート : 《左岸放流：1～5号ゲート》《右岸放流：6～9号ゲート》を繰り返し実施

アンダーフラッシュ操作



※右岸については、閘門通船を考慮し、6～9号の4門放流