

5 . 水 質

5.1 評価の進め方.....	5-1
5.1.1 評価方針	5-1
5.1.2 評価手順	5-1
5.1.3 必要資料（参考資料）の収集・整理	5-2
5.2 基本事項の整理.....	5-3
5.2.1 環境基準類型指定状況の整理	5-3
5.2.2 定期水質調査地点と対象とする水質項目	5-5
5.2.3 水質調査状況の整理.....	5-6
5.3 水質状況の整理.....	5-7
5.3.1 水理・水文特性	5-7
5.3.2 紀の川大堰水質の経年・経月変化.....	5-10
5.3.3 紀の川大堰貯水池内水質の鉛直分布の変化	5-41
5.3.4 大堰下流の水質の経年変化.....	5-43
5.3.5 植物プランクトンの生息状況変化.....	5-50
5.3.6 底質の変化	5-51
5.3.7 水質障害発生の状況.....	5-69
5.4 社会環境からみた汚濁源の整理	5-70
5.4.1 流域社会環境の整理.....	5-70
5.4.2 流域社会環境のまとめ	5-78
5.5 水質の評価	5-79
5.5.1 流入・放流水質の比較による評価	5-79
5.5.2 湛水域に関する評価.....	5-101
5.5.3 大堰下流に関する評価	5-102
5.5.4 健康項目の評価	5-105
5.5.5 土砂による水の濁りに関する評価.....	5-108
5.5.6 富栄養化現象に関する評価.....	5-110
5.5.7 底質に関する評価.....	5-113
5.5.8 水質縦断変化による紀の川大堰の影響評価	5-120
5.6 まとめ	5-134
5.6.1 水質のまとめ.....	5-134
5.6.2 今後の方針	5-135
5.7 文献リスト	5-136

5.1 評価の進め方

5.1.1 評価方針

(1) 評価の方針

「水質の評価」では、紀の川大堰の湛水域内、紀の川大堰上流の流水域、及び、下流の汽水域における水質調査結果をもとに、本川上流・湛水域・本川下流の水質の比較から見た堰の影響、経年的水質変化からみた流域及び堰の影響、水質障害の発生状況について評価するとともに、改善の必要性を示す。

(2) 評価期間

紀の川大堰に係わる水質データは昭和 51 年から存在するが、水質に関する評価期間は、このうちの平成 5 年から平成 25 年とする。紀の川大堰の建設前後の水質を比較するため、紀の川大堰建設前の評価期間として平成 5 年から平成 14 年までの 10 年間を、紀の川大堰の暫定運用開始以降の評価期間として平成 15 年から平成 25 年までの 11 年間を整理する。

(3) 評価範囲

本川上流の調査地点である船戸から湛水域上流端までを、湛水域に流入する河川の水質の評価範囲とした。湛水域の水質については、湛水域上流端から紀の川大堰までを評価範囲とした。また、大堰直下流から紀の川河口までを、大堰下流への放流による影響の評価範囲とした。

5.1.2 評価手順

紀の川大堰における水質に関する評価は以下の手順で検討を行った。

- (1) 必要資料の収集・整理
- (2) 基本事項の整理
- (3) 水質状況の整理
- (4) 社会環境からみた汚濁源の整理
- (5) 水質の評価
- (6) まとめ

(1) 必要資料の収集・整理

評価に必要となる基礎資料として、自然・社会環境に関する資料、紀の川大堰の水質調査状況、水質調査結果、紀の川大堰の諸元等に資料を収集した。

(2) 基本事項の整理

水質に関わる評価を行うにあたり基本的な事項となる、環境基準の類型指定、定期水質調査地点及び評価期間、水質調査状況を整理した。

5.水 質

(3) 水質状況の整理

水質状況の整理・評価の前提となる水理・水文特性として、紀の川大堰の諸量、流況、回転率等を整理した。そのうえで、定期水質調査を基本として、本川上流・湛水域・本川下流の水質、及び、湛水域・本川下流の底質の状況を整理するとともに、水質障害の発生状況についても整理した。

(4) 社会環境からみた汚濁源の整理

紀の川大堰の湛水域や本川下流の水質は、貯水池の存在による影響だけでなく、流域の土地利用の変化や生活排水対策状況の変化の影響も受ける。特に水質状況が経年的に変化している場合には流域社会環境の変遷について調査・整理し、水質変化の要因の考察に資するものとした。

(5) 水質の評価

水質の評価項目の考え方としては、対象水系にあって、紀の川大堰が存在することによって水質に及ぶ影響項目を選定した。

紀の川大堰の運用による堰操作や止水環境の拡大に伴い、水質に及ぶ影響項目として、水温躍層の形成、貧酸素水塊の発生、堰下流の塩分濃度の変化、洪水後の微細土砂の浮遊、植物プランクトンの変遷、流域負荷のため込み、等が考えられる。

これら水質に及ぶ影響項目から、紀の川大堰で評価すべき事項として、①流入・放流水質の比較による評価、②湛水域への影響（水温躍層、貧酸素水塊の発生状況）、③大堰下流への影響（貧酸素水塊の発生状況、塩分濃度の変化）、④環境基準項目の経年的変化（健康項目）、⑤土砂による水の濁り、⑥富栄養化現象、⑦底質（底質濃度、粒度組成）を取り上げることとした。

(6) まとめ

水質の評価を整理し、改善の必要性等を整理した。

5.1.3 必要資料（参考資料）の収集・整理

水質調査や自然・社会環境に関する資料等、まとめに必要となる資料について収集し、リストを作成する。収集した資料は、「5.7 文献リスト」に整理する。

5.2 基本事項の整理

5.2.1 環境基準類型指定状況の整理

環境基準とは、人の健康の保護及び生活環境の保全のための目標であり、環境基本法第16条に基づいて設定されるものである。環境基準は「維持されることが望ましい基準」であり、水質汚濁についても定められている。紀の川大堰の類型指定状況は表5.2-1に示すとおりである。

表 5.2-1 類型指定状況

環境基準 指定年	環境基準	環境基準値				
		pH	BOD	SS	DO	大腸菌群数
昭和47年11月 (津風呂川合流点から河口まで)	河川 A類型	6.5以上 8.5以下	2mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以下	1,000MPN/100mL 以下

【出典：水質汚濁に係る環境基準について(昭和四十六年環境庁告示第五十九号)

別表の水域の欄に掲げる公共用水域が該当する水域類型 昭和47年11月】

表 5.2-2 水質環境基準(河川)

項目 類型	利用目的の適応性	基準値					該当水域
		水素イオン 濃度 (pH)	生物化学的酸 素要求量 (BOD)	浮遊物質 量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級・自然環境保全及びA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1mg/L以下	25mg/L以下	7.5mg/L以上	50MPN/ 100mL以下	
A	水道2級・水産1級・水浴及びB以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2mg/L以下	25mg/L以下	7.5mg/L以上	1,000MPN/ 100mL以下	津風呂川合流点～河口
B	水道3級・水産2級及びC以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3mg/L以下	25mg/L以下	5mg/L以上	5,000MPN/ 100mL以下	
C	水産3級・工業用水1級及びD以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5mg/L以下	50mg/L以下	5mg/L以上	-	
D	工業用水2級・農業用水及びEの欄に掲げるもの	6.0以上 8.5以下	8mg/L以下	100mg/L以下	2mg/L以上	-	
E	工業用水3級・環境保全	6.0以上 8.5以下	10mg/L以下	ごみ等の浮遊が認められないこと。	2mg/L以上	-	

【備考】 1. 基準値は、日間平均値とする(湖沼、海域もこれに準ずる。)
2. 農業用利水点については、水素イオン濃度6.0以上7.5以下、溶存酸素量5mg/L以上とする(湖沼もこれに準ずる。)

注：1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

2. 水道 1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
- 水道 2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
- 水道 3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
3. 水産 1級：ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
- 水産 2級：サケ科魚類及びアユ等貧腐水性水域の水産生物用及び水産3級の水産生物用
- 水産 3級：コイ、フナ等、β-中腐水性水域の水産生物用
4. 工業用水 1級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
- 工業用水 2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
- 工業用水 3級：特殊の浄水操作を行うもの
5. 環境保全：国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む。)において不快感を生じない限度

【出典：水質汚濁に係る環境基準について(S46環告第59号) 昭和46年12月】



図 5.2-2 紀の川流域の類型指定状況

表 5.2-3 健康項目

項目	基準値	項目	基準値
カドミウム	0.003mg/L 以下	1, 1, 2-トリクロロエタン	0.006mg/L以下
全シアン	検出されないこと。	トリクロロエチレン	0.03mg/L 以下
鉛	0.01mg/L 以下	テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下
六価クロム	0.05mg/L 以下	1, 3-ジクロロプロペン	0.002mg/L以下
砒素	0.01mg/L 以下	チウラム	0.006mg/L以下
総水銀	0.0005mg/L以下	シマジン	0.003mg/L以下
アルキル水銀	検出されないこと。	チオベンカルブ	0.02mg/L 以下
P C B	検出されないこと。	ベンゼン	0.01mg/L 以下
ジクロロメタン	0.02mg/L 以下	セレン	0.01mg/L 以下
四塩化炭素	0.002mg/L以下	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下
1, 2-ジクロロエタン	0.004mg/L以下	ふっ素	0.8mg/L 以下
1, 1-ジクロロエチレン	0.1mg/L 以下	ほう素	1mg/L 以下
シス-1, 2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下	1, 4-ジオキサン	0.05mg/L以下
1, 1, 1-トリクロロエタン	1 mg/L 以下		
〔備考〕 1. 基準値は年間平均値とする。ただし、全シアンに係る基準値については、最高値とする。 2. 「検出されないこと」とは、定量限界を下回ることをいう。 3. 海域については、ふっ素及びほう素の基準値は適用しない。 4. 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の濃度は、規格43. 2. 1、43. 2. 3又は43. 2. 5により測定された硝酸イオンの濃度に換算係数0. 2259を乗じたものと規格43. 1により測定された亜硝酸イオンの濃度に換算係数0. 3045を乗じたものの和とする。			

【出典：水質汚濁に係る環境基準について（S46 環告第 59 号） 昭和 46 年 12 月】

【出典：「河川及び湖沼が該当する水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定に関する件」（告示）の改正等について（お知らせ） 平成 22 年 9 月】

5.2.2 定期水質調査地点と対象とする水質項目

紀の川大堰周辺では、大堰管理者（国土交通省）により、水質の定期調査、本川調査、自動観測が行われている。定期調査は昭和 51 年から継続されており、本川下流の 1 地点（紀の川大橋）、大堰湛水域内の 1 地点（新六ヶ井堰）、本川上流の 1 地点（船戸）が調査地点となっている。本川調査は平成 11 年に開始され、本川下流の 3 地点（汽①～③）、大堰湛水域内の 5 地点（貯①～⑤）が調査地点となっている。自動観測は、紀の川大堰直上地点において、暫定運用開始以降（平成 15 年）毎日継続されている。

水質調査地点を図 5.2-3 に、水質調査項目と調査頻度を表 5.2-4 に示す。



図 5.2-3 水質調査地点位置図

表 5.2-4 水質調査項目と頻度

		定期調査	本川調査	自動観測
調査地点	本川上流	船戸	-	-
	湛水域	新六ヶ井堰	貯 ~	紀の川大堰直上
	本川下流	紀の川大橋	汽 ~	-
調査頻度	水温、DO、T-N、T-P、無機態窒素、無機態リン	概ね1回/月	概ね4回/年	毎日（自動観測） ※水温、DOのみ
	生活環境項目	概ね1回/月	概ね4回/年	毎日（自動観測） ※pH、DO、CODのみ
	健康項目	2~12回/年 (項目に応じて)	-	-
	クロロフィルa	-	概ね4回/年	毎日（自動観測）
	底質	-	概ね2~4回/年	-

※生活環境項目：pH、BOD、COD、SS、DO、大腸菌群数

※健康項目：カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、アルキル水銀、PCB、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、ベンゼン、セレン、ふっ素、ほう素、1,4-ジオキサン

※無機態窒素：アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素

※無機態リン：オルトリン酸態リン

※底質：含水率、強熱減量、COD、TOC、T-N、T-P、T-S

【出典：紀の川大堰関連環境調査とりまとめ業務 報告書 平成 23 年 2 月】

【出典：特記仕様書 紀の川・新宮川水系水質・底質分析等業務】

5.水 質

5.2.3 水質調査状況の整理

紀の川大堰における水質調査の実施状況を表 5.2-5 に示す。

表 5.2-5 主要水質調査回数

水質項目	水質調査点	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	
生活環境項目	紀の川大橋	12	12	12	12	10	12	11	12	12	12	12	12	12	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	紀の川大堰直上											○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	新六ヶ井堰	12	12	12	12	10	12	11	12	12	12	12	12	12	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	船戸	12	12	12	14	14	14	12	14	12	12	14	14	14	14	13	13	13	14	12	12	12	12
	汽①							3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
	汽②							3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
	汽③							3	4	4	4	4	4	4	4	3	9	4	15	17	17	17	12
	貯①							3	4	4	4	4	4	4	4	3	9	4	15	17	17	17	17
	貯②							3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4	4
	貯③							3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
	貯④											3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
貯⑤											3	4	4	4	3	9	4	12	12	12	12	12	
T-N・T-P	紀の川大橋	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
	紀の川大堰直上																						
	新六ヶ井堰	4	4	4	2	4	4	4	4	4	1	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	船戸	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	12	12	12	12	12	12	12	12
	汽①							3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
	汽②							3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
	汽③							3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	17	17	17	17	12
	貯①							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	17	17	17	17	17
	貯②							3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4	4	4
	貯③							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	貯④											3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
貯⑤											3	4	4	4	3	3	4	12	12	12	12	12	
クロロフィルa	紀の川大橋																						
	紀の川大堰直上											○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	新六ヶ井堰																						
	船戸																						
	汽①							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	汽②							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	汽③							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	17	17	17	17	12
	貯①							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	17	17	17	17	17
	貯②							3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4	4	4
	貯③							3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	貯④											3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
貯⑤											3	4	4	4	3	3	3	4	12	12	12	12	
健康項目	紀の川大橋	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	6
	紀の川大堰直上																						
	新六ヶ井堰	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	3	2	2	3	4	4	4	4	2	4	4	4
	船戸	8	8	8	8	8	8	11	7	6	6	4	4	4	10	12	12	12	12	6	12	4	4
	汽①																						
	汽②																						
	汽③																						
	貯①																						
	貯②																						
	貯③																						
	貯④																						
貯⑤																							

※表中の「○」は、計器測定を示す。

【出典：紀の川大堰関連環境調査とりまとめ業務 報告書 平成23年2月】

【出典：特記仕様書 紀の川・新宮川水系水質・底質分析等業務】

【出典：水文水質データベース】

5.3 水質状況の整理

5.3.1 水理・水文特性

(1) 流入量と降水量

紀の川大堰の暫定運用開始以降の平成15年から平成25年のダム諸量(流入量、全放流量、堰上流水位)を図5.3-1、図5.3-2に示す。流入量と放流量の散布図に見られるように、紀の川大堰では、ほぼ流入量=放流量(下流放流量+取水量)となっている。紀の川流域のほぼ中央に位置するかつらぎ観測所の年降水量は平成15年から25年の平均で1,508mmであり、最大が平成23年で1,915mm、最小が平成19年で1,191mmとなっている。

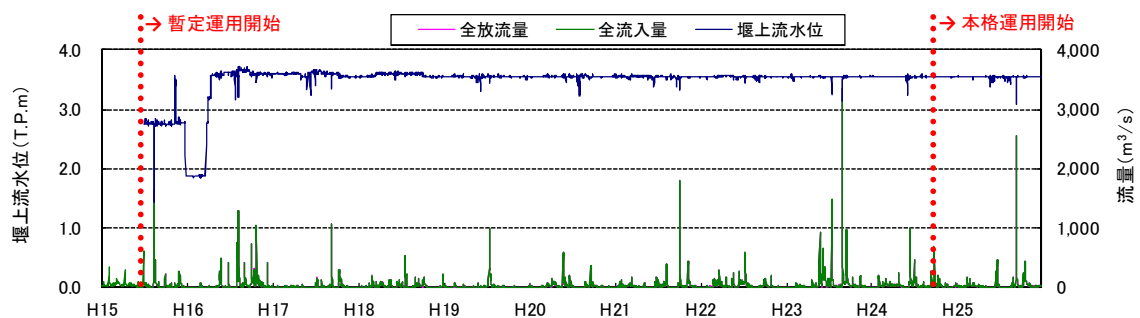


図 5.3-1 紀の川大堰諸量 (H15～H25)

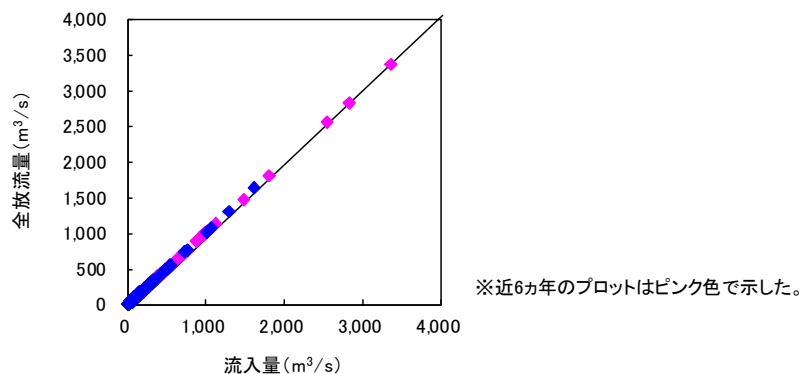


図 5.3-2 放流量・流入量の散布図 (H15～H25)

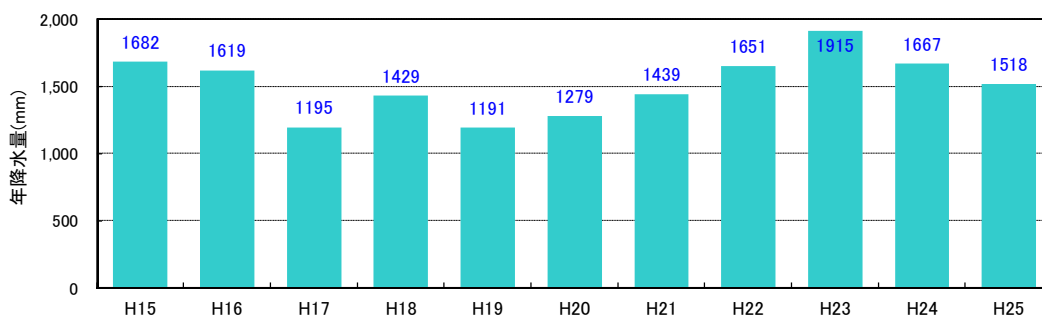


図 5.3-3 紀の川流域 (かつらぎ観測所) の年降水量

【出典：水文諸量データ】

5.水質

(2) 流況と回転率

1) 流況（流入量）

紀の川大堰の暫定運用開始以降（平成15年以降）の流況（流入量）を表5.3-1及び図5.3-4に示す。

表 5.3-1 紀の川大堰流況（流入量）整理結果

	最大 流量 (m ³ /s)	豊水 流量 (m ³ /s)	平水 流量 (m ³ /s)	低水 流量 (m ³ /s)	渇水 流量 (m ³ /s)	最小 流量 (m ³ /s)	年平均 流量 (m ³ /s)	年総 流入量 (×10 ⁶ m ³)
H15	1,627.48	57.68	33.62	15.73	4.42	1.99	54.46	1,717.45
H16	1,300.51	38.42	15.35	6.02	2.24	0.05	56.83	1,797.11
H17	1,069.63	17.36	9.69	5.15	1.22	0.46	25.22	795.31
H18	550.55	38.73	19.16	13.89	3.71	2.71	37.29	1,175.85
H19	1,005.23	18.72	14.56	11.63	7.68	7.03	26.54	837.10
H20	588.35	27.04	16.02	12.27	9.63	8.35	30.69	970.50
H21	1,806.41	31.20	17.06	12.91	8.73	7.15	38.45	1,212.40
H22	591.13	42.47	18.57	13.11	10.26	9.30	42.84	1,350.85
H23	3,360.23	49.06	21.36	13.55	9.57	8.47	83.29	2,626.59
H24	999.37	45.25	27.23	16.28	10.47	9.20	48.49	1,533.22
H25	2,547.31	36.90	20.88	14.46	9.09	0.00	47.44	1,496.11
平均値	1,404.20	36.62	19.41	12.27	7.00	4.97	44.68	1,410.23

注1：最大流量は、日流量の最大。

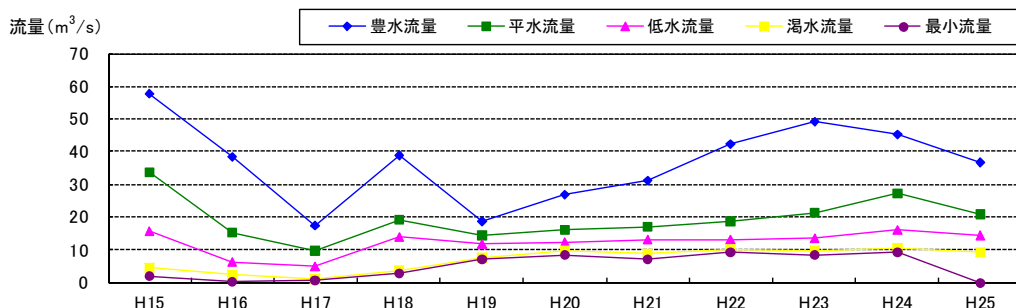
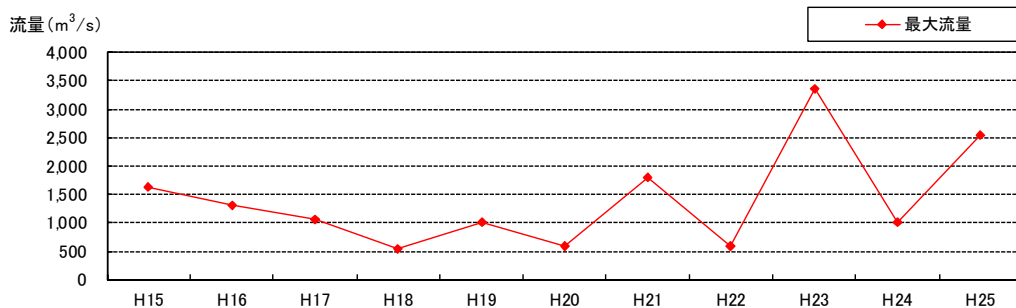
注2：最小流量は、日流量の最小。

豊水流量：一年を通じて95日はこれを下まわらない流量

平水流量：一年を通じて185日はこれを下まわらない流量

低水流量：一年を通じて275日はこれを下まわらない流量

渇水流量：一年を通じて355日はこれを下まわらない流量



注1：H15はデータ不足のため除外した。(181日欠測)

図 5.3-4 紀の川大堰の流入量の推移図

【出典：水文諸量データ】

2) 回転率

紀の川大堰の年回転率の経年変化を図 5.3-5 に、回転率の経月変化を図 5.3-6 に示す。紀の川大堰は、平成 16 年から平成 25 年の 10 年間の平均年回転率が 477 回/年、滞留時間が 0.77 日である。

経月変化については、3 月の融雪期、6 月～7 月の梅雨期、9 月～10 月の台風期の流入量の増大により回転率が大きくなる傾向がみられる。また、回転率が低い 12 月～1 月には概ね 10～20 回/月となっている。

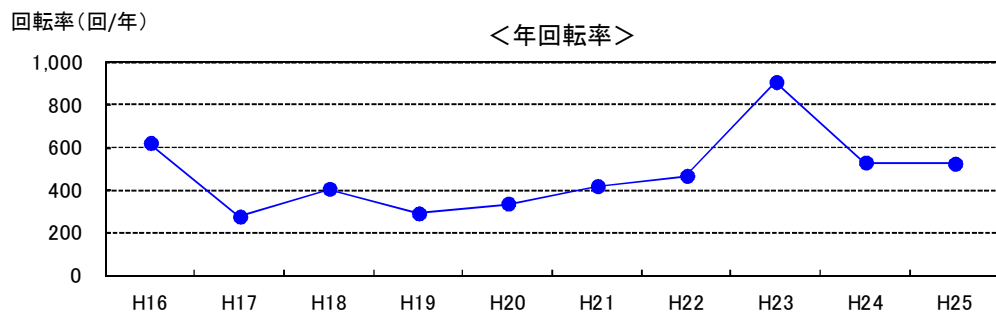


図 5.3-5 年回転率の経年変化

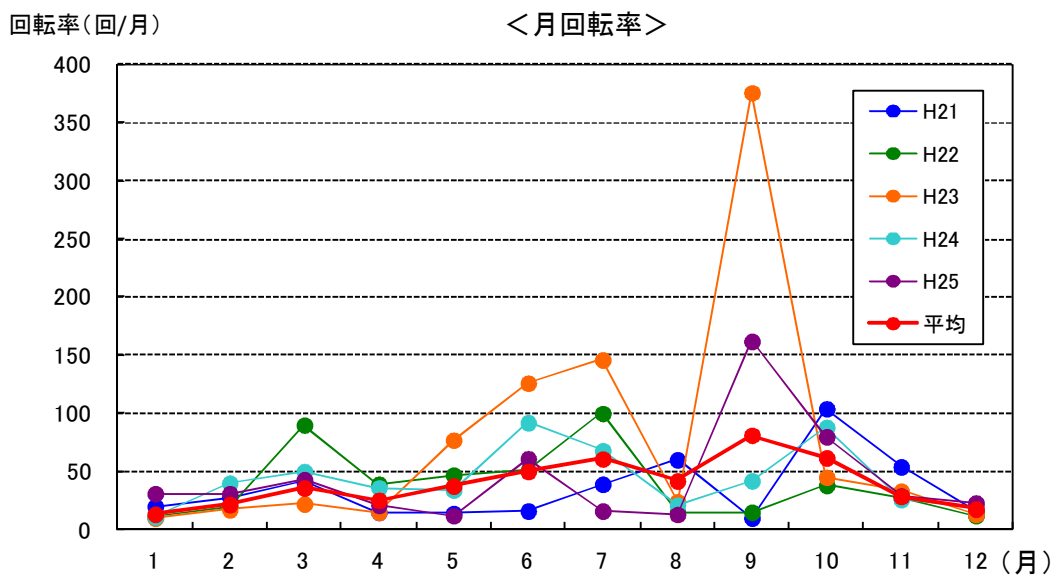


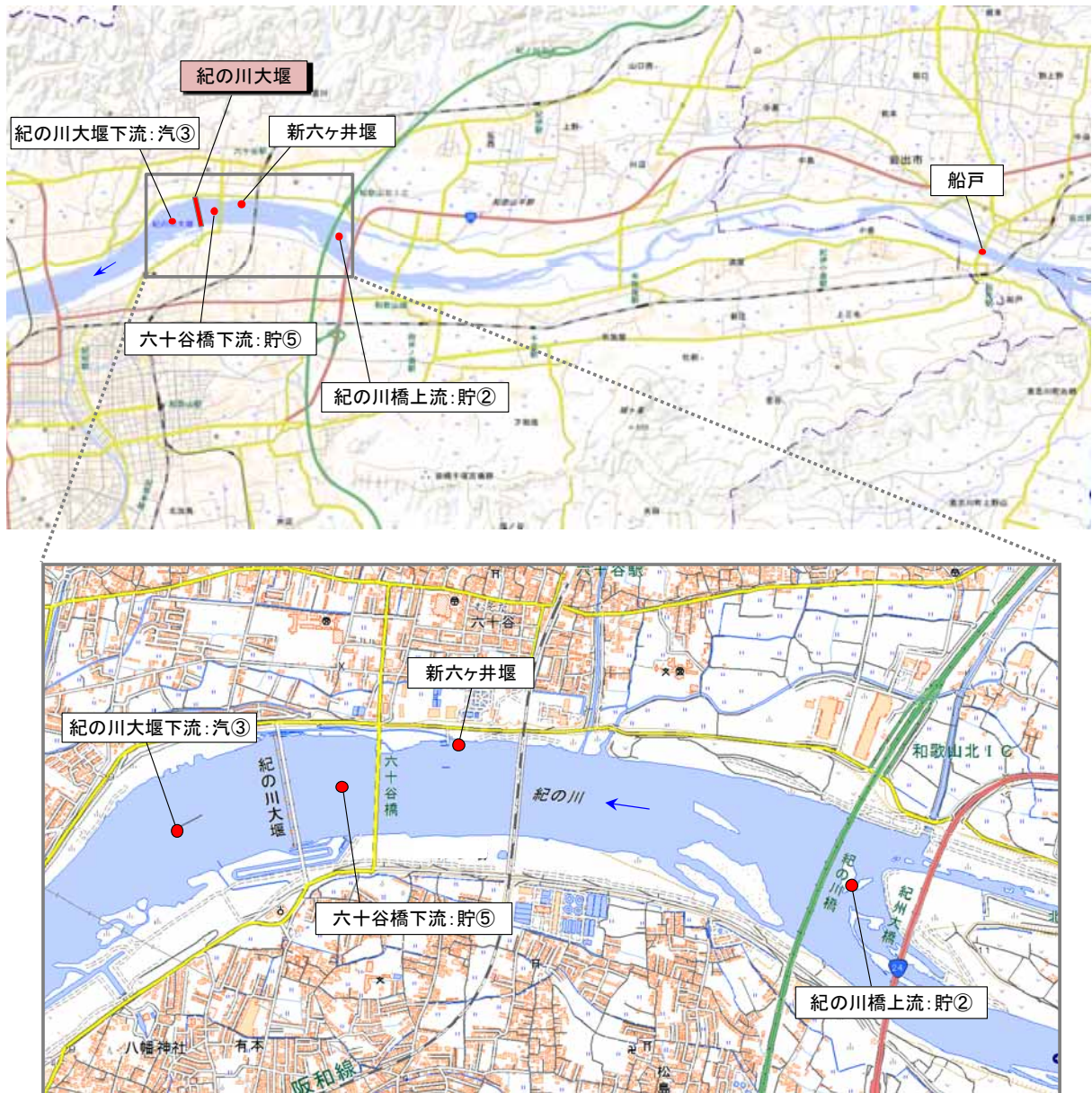
図 5.3-6 月回転率の経月変化

【出典：水文諸量データ】

5.水質

5.3.2 紀の川大堰水質の経年・経月変化

紀の川大堰の上流から下流までの水質の状況を把握するために、紀の川大堰周辺で実施されている定期水質調査の結果から、本川下流 1 地点（紀の川大堰下流：汽③）、湛水域内 3 地点（六十谷橋下流：貯⑤、新六ヶ井堰、紀の川橋上流：貯②）、本川上流 1 地点（船戸）の計 5 地点における水質調査の結果を整理する。各調査地点の位置を図 5.3-7 に示す。



【出典：紀の川・新宮川水系水質・底質分析等業務 報告書 平成 26 年 3 月】

【出典：地理院地図】

図 5.3-7 整理対象とする水質調査地点

(1) 経年変化

本川下流（紀の川大堰下流）、湛水域（六十谷橋下流、新六ヶ井堰、紀の川橋上流）、及び本川上流（船戸）における水質の経年変化を整理した。

水質項目の年平均値（BOD及びCODは75%値）の経年変化のとりまとめを表5.3-2及び図5.3-8に、地点別の年平均値、最小値及び最大値を基準値と比較したグラフを図5.3-9に示す。また、窒素、リンについて、構成形態別の経年変化を図5.3-10に示す。

表 5.3-2 紀の川大堰水質の経年変化とりまとめ（H15～H25）

水質項目 (河川A類型 環境基準値)	本川下流(汽水域)	湛水域	本川上流(汽水域)
	紀の川大堰下流	六十谷橋下流、新六ヶ井堰、 紀の川橋上流、	船戸
水温	年平均値は年により変動が大きい、原因は不明である。	紀の川橋上流で平成18年から平成20年の年平均値が高い値を示している	年平均値は他の地点に比べ低い値で推移している。
pH (6.5以上8.5以下)	年平均値は環境基準を満足している。	いずれの地点も年平均値は環境基準を満足している。	年平均値は環境基準を満足している。
BOD (2mg/L以下)	75%値は高い値を示す年もあるが、概ね横ばいで推移している。	紀の川橋上流、新六ヶ井堰の75%値は、基準を大きく超過する年が見られる。	75%値は高い値を示す年もあるが、概ね横ばいで推移している。
COD	75%値は高い値を示す年もあるが、概ね横ばいで推移している。	紀の川橋上流の75%値は年により変動が大きい、その他の地点では減少傾向が見られる。	75%値は高い値を示す年もあるが、概ね横ばいで推移している。
SS (25mg/L以下)	年平均値は環境基準を満足している。	いずれの地点も年平均値は環境基準を満足している。	年平均値は環境基準を満足している。
DO (7.5mg/L以上)	年平均値は環境基準を満足している。また、他の地点に比べ低い値で推移している。	いずれの地点も年平均値は環境基準を満足している。	年平均値は環境基準を満足している。
大腸菌群数 (1,000MPN/ 100mL以下)	年平均値は、大堰暫定運用開始以降、環境基準を超過している。	いずれの地点も大堰暫定運用開始以降、環境基準を超過している。	年平均値は大堰暫定運用開始前後とも環境基準を超過している。
T-N (全窒素)	年平均値は、大堰暫定運用開始以降減少傾向が見られる。	いずれの地点でも、年平均値は大堰暫定運用開始以降減少している。	年平均値は、大堰暫定運用開始以降減少傾向が見られる。
T-P (全リン)	年平均値は、大堰暫定運用開始以降減少傾向が見られる。	紀の川橋上流の年平均値は年により変動が大きい、その他の地点では減少傾向が見られる。	年平均値は、大堰暫定運用開始以降減少傾向が見られる。
クロロフィル a	湛水域に比べ、年平均値は較的に低い値で推移している。	平成18年に紀の川橋上流の年平均値が高い値を示したが、概ね一定で推移している。	—
濁度	年により変動があるが、他の地点と概ね同程度で推移している。	年により変動があるが、いずれの地点でも同程度で推移している。	平成15年、平成16年には一時的に年平均で高い値を示したが、以降は概ね低い値で推移している。
構成形態別窒素 (アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素)	年平均値に大きな変化はなく、いずれもほぼ一定で推移している。	年平均値に大きな変化はなく、いずれもほぼ一定で推移している。	年平均値に大きな変化はなく、いずれもほぼ一定で推移している。
構成形態別リン (全リン濃度、オルトリン酸態リン)	年によって多少の変動があるが、いずれも概ね横ばいに推移している。	年によって多少の変動があるが、いずれも概ね横ばいに推移している。	年によって多少の変動があるが、いずれも概ね横ばいに推移している。

5.水質

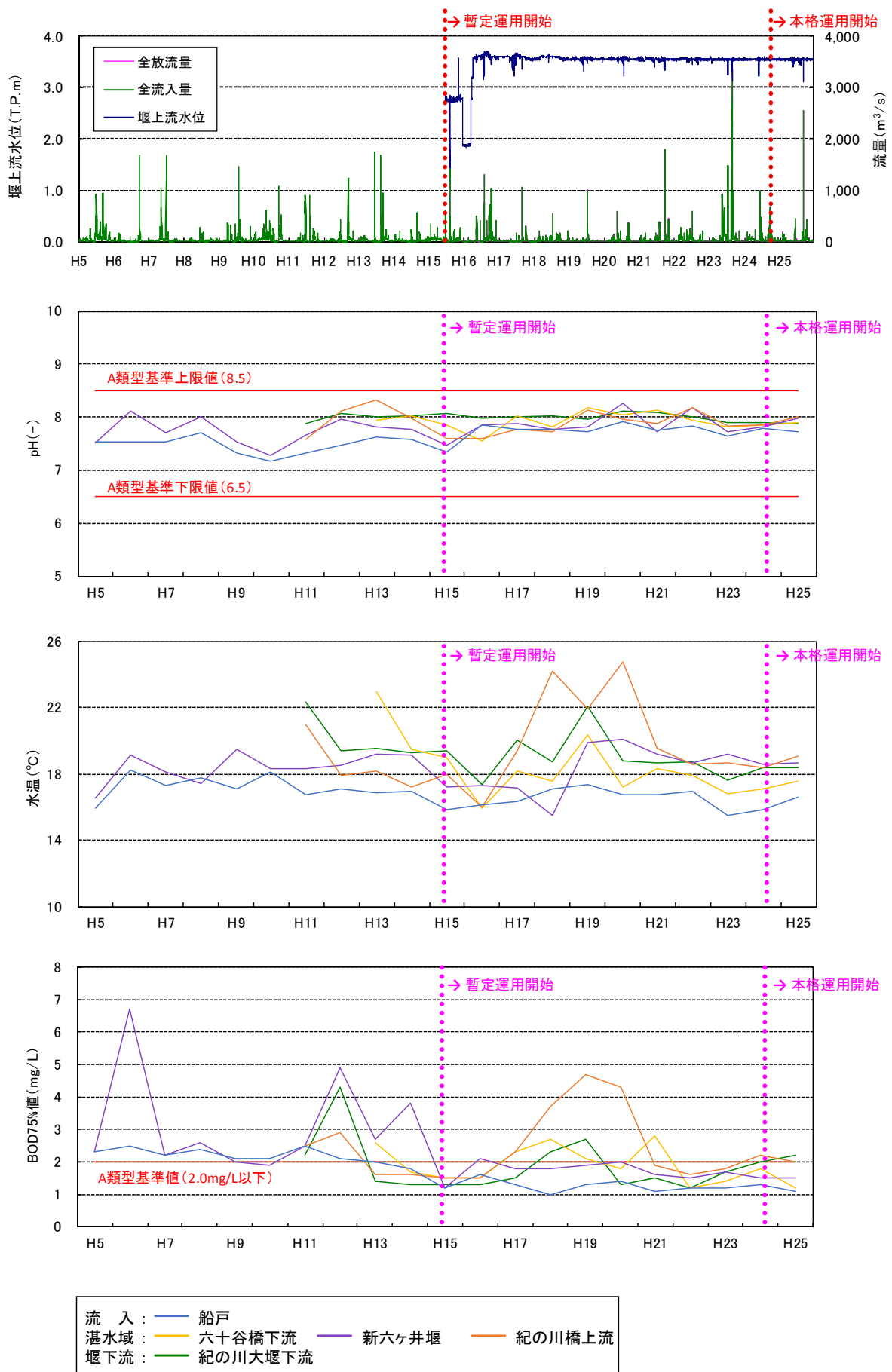


図 5.3-8 (1) 水質の経年変化 (水温、pH、BOD75%値)

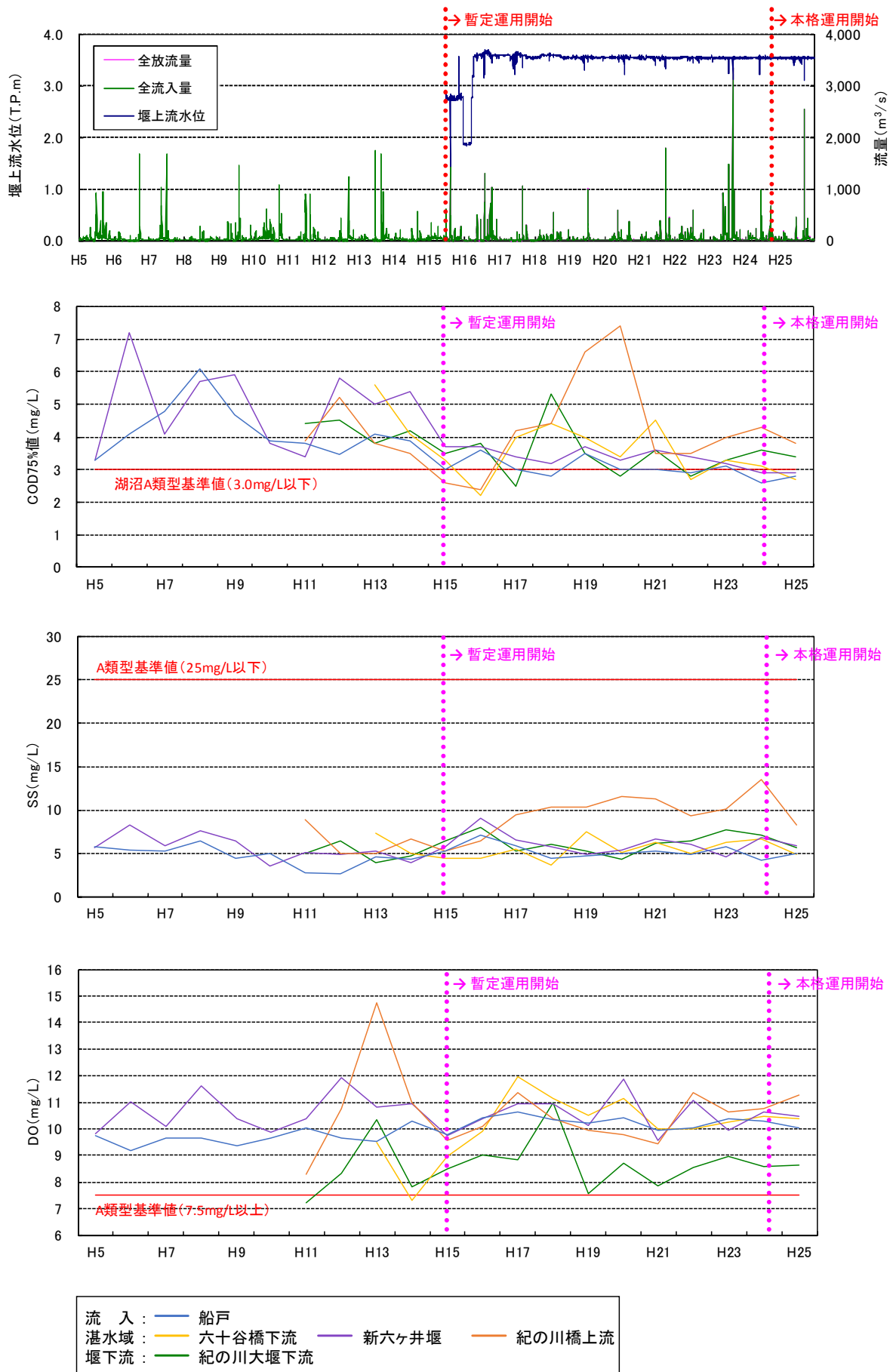


図 5.3-8 (2) 水質の経年変化 (COD75%値、SS、DO)

5. 水質

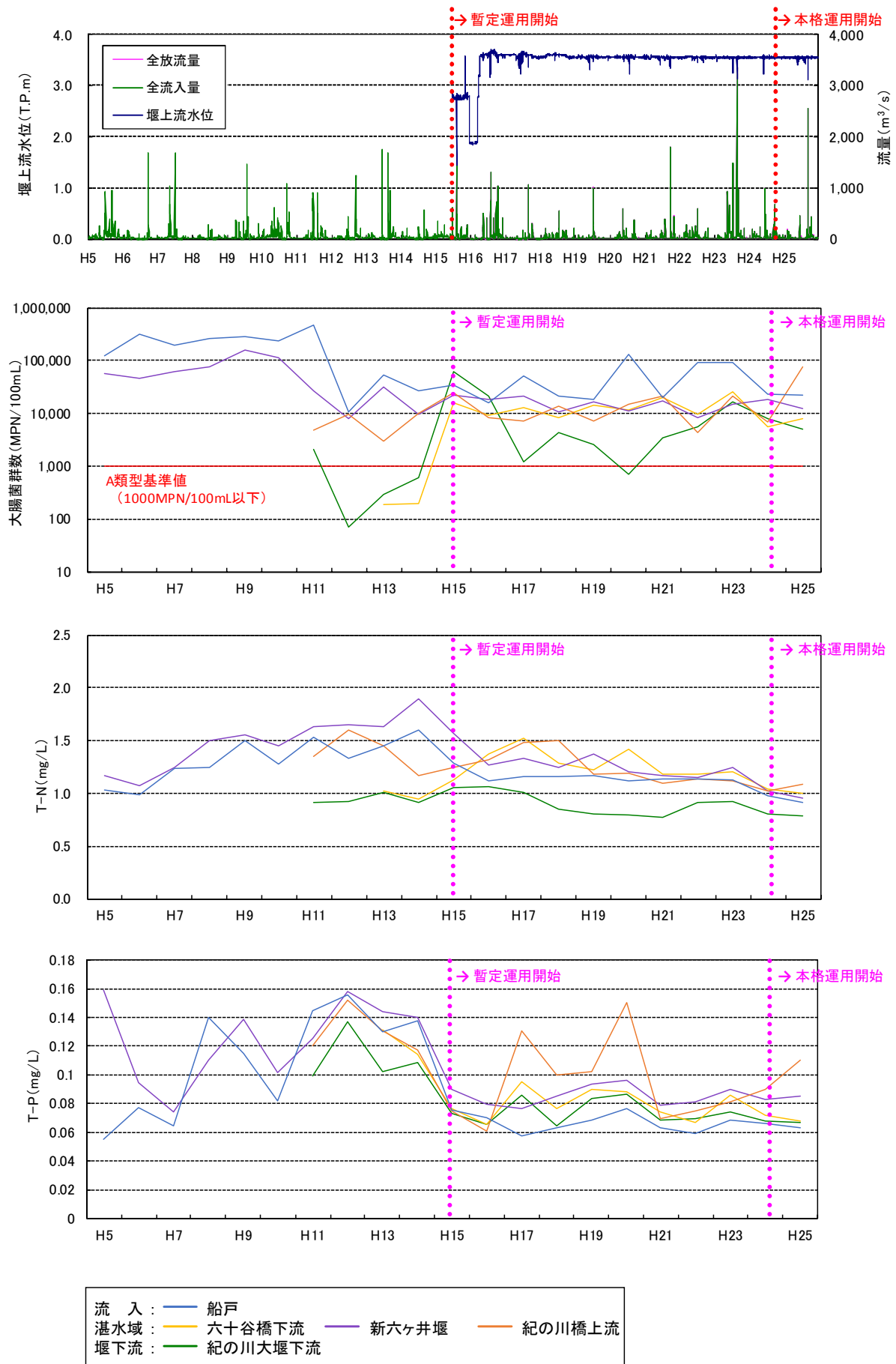


図 5.3-8 (3) 水質の経年変化 (大腸菌群数、T-N、T-P)

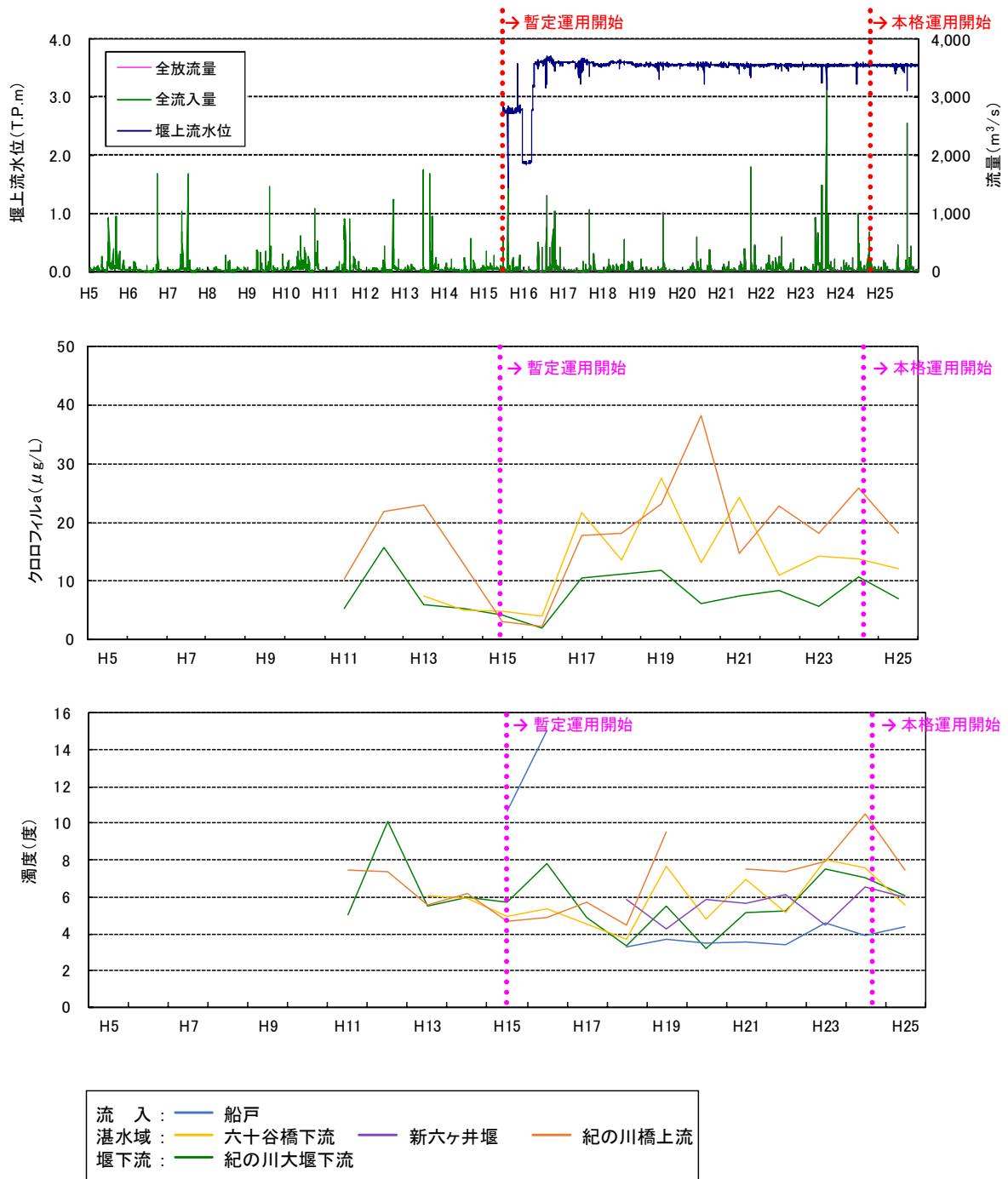
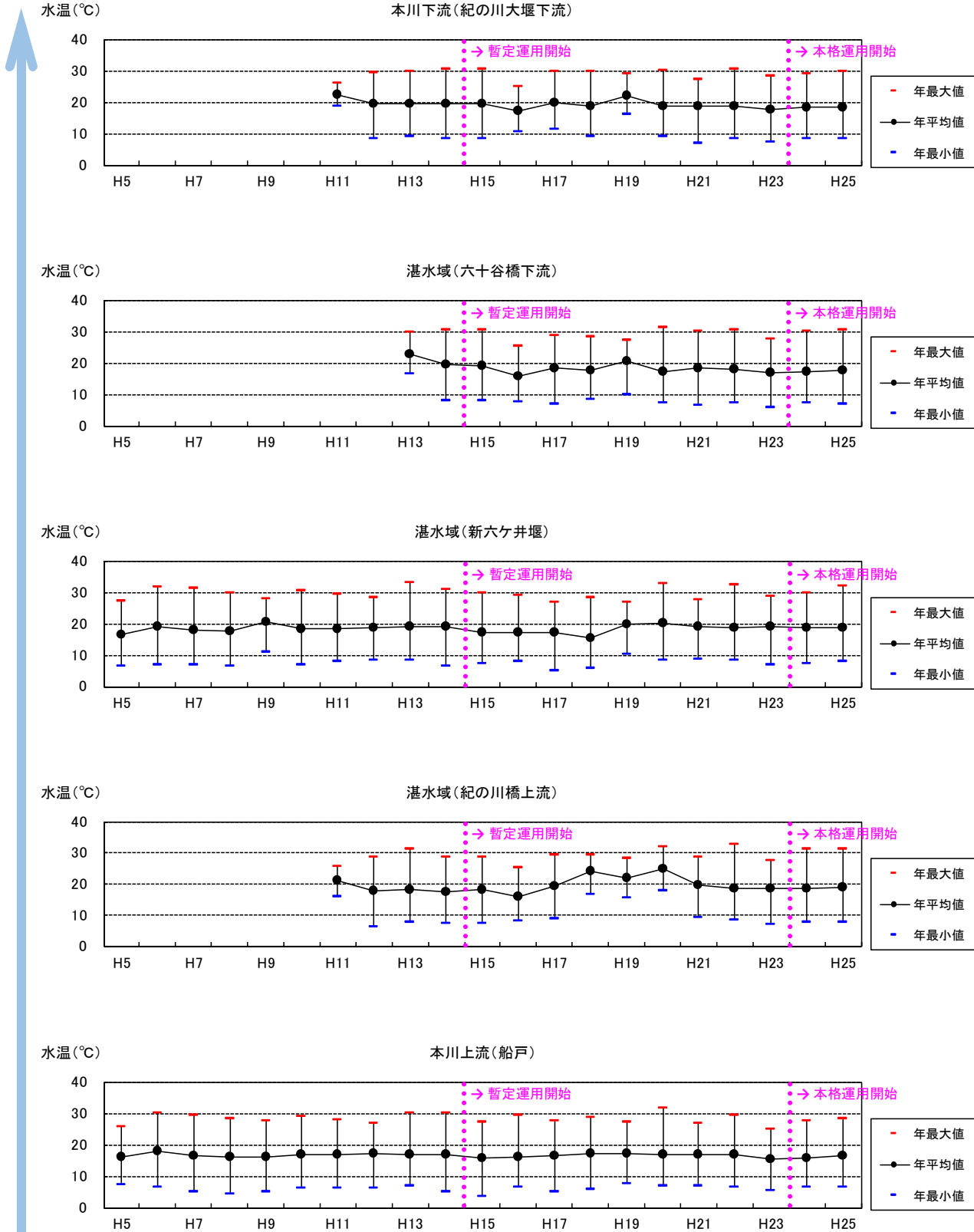


図 5.3-8 (4) 水質の経年変化(クロロフィル a、濁度)

5.水質

下流



上流

図 5.3-9 (1) 調査地点ごとの水温年平均値の経年変化

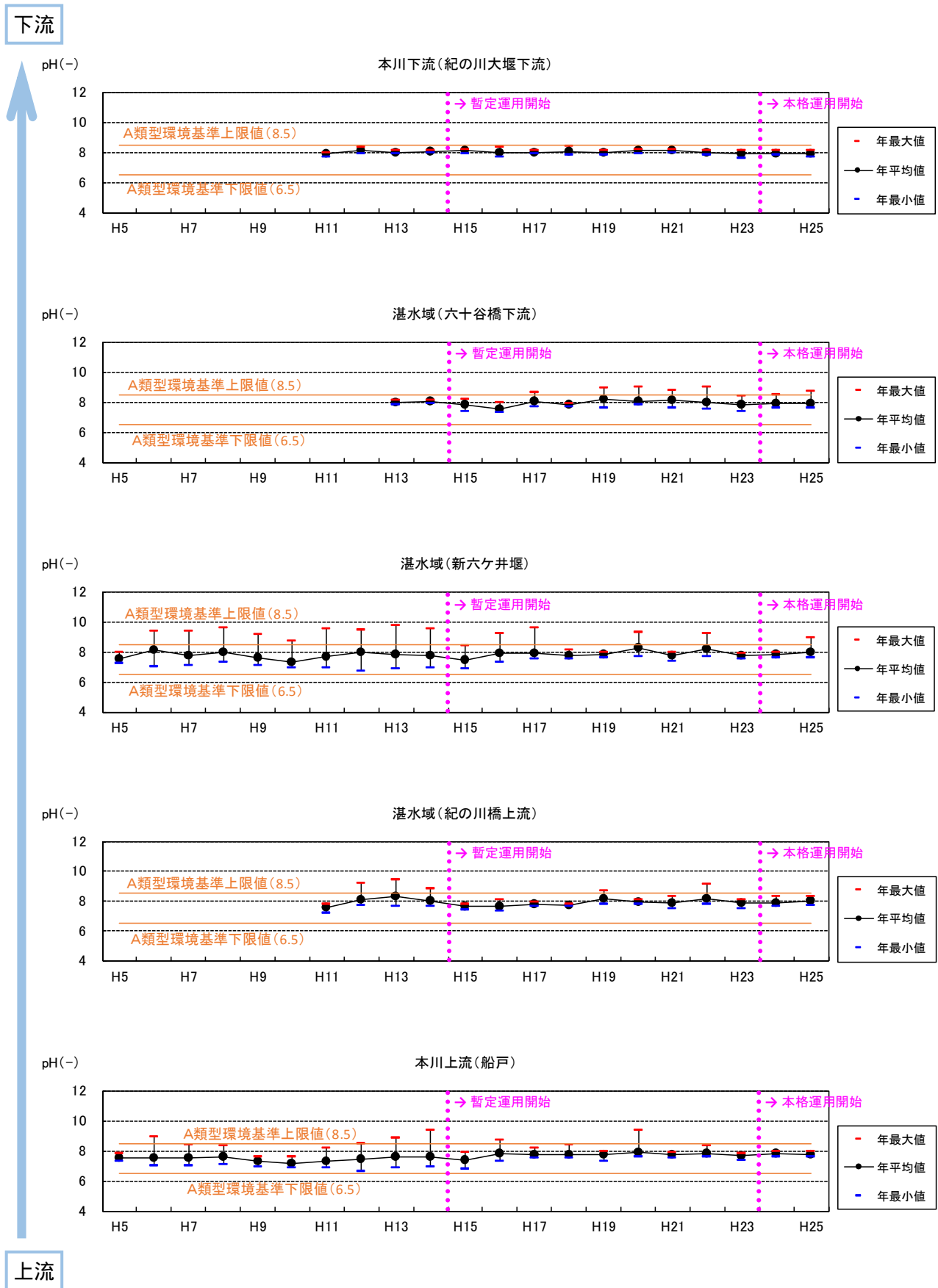
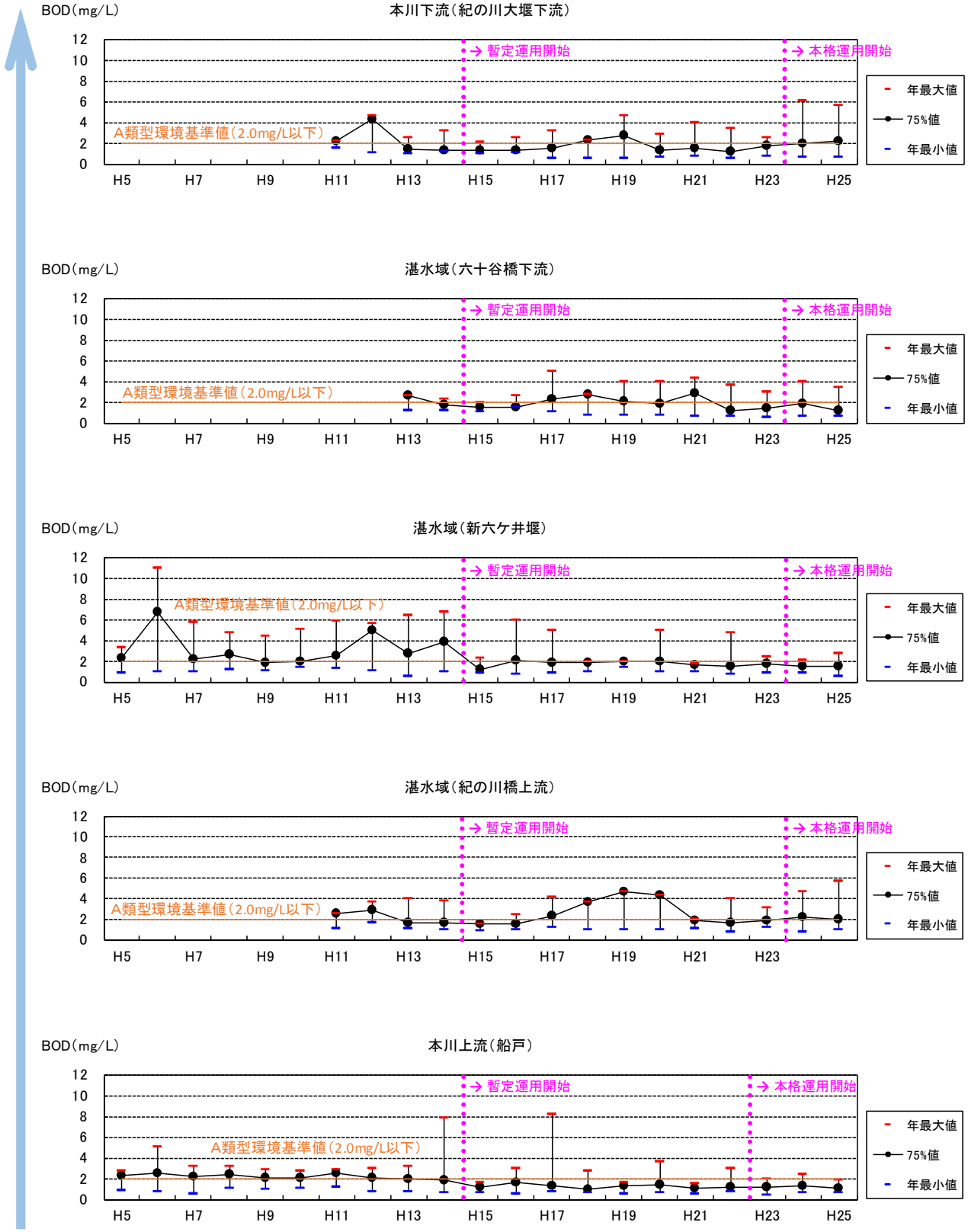


図 5.3-9 (2) 調査地点ごとの pH 年平均値の経年変化

5.水質

下流



上流

図 5.3-9 (3) 調査地点ごとの BOD75%値の経年変化

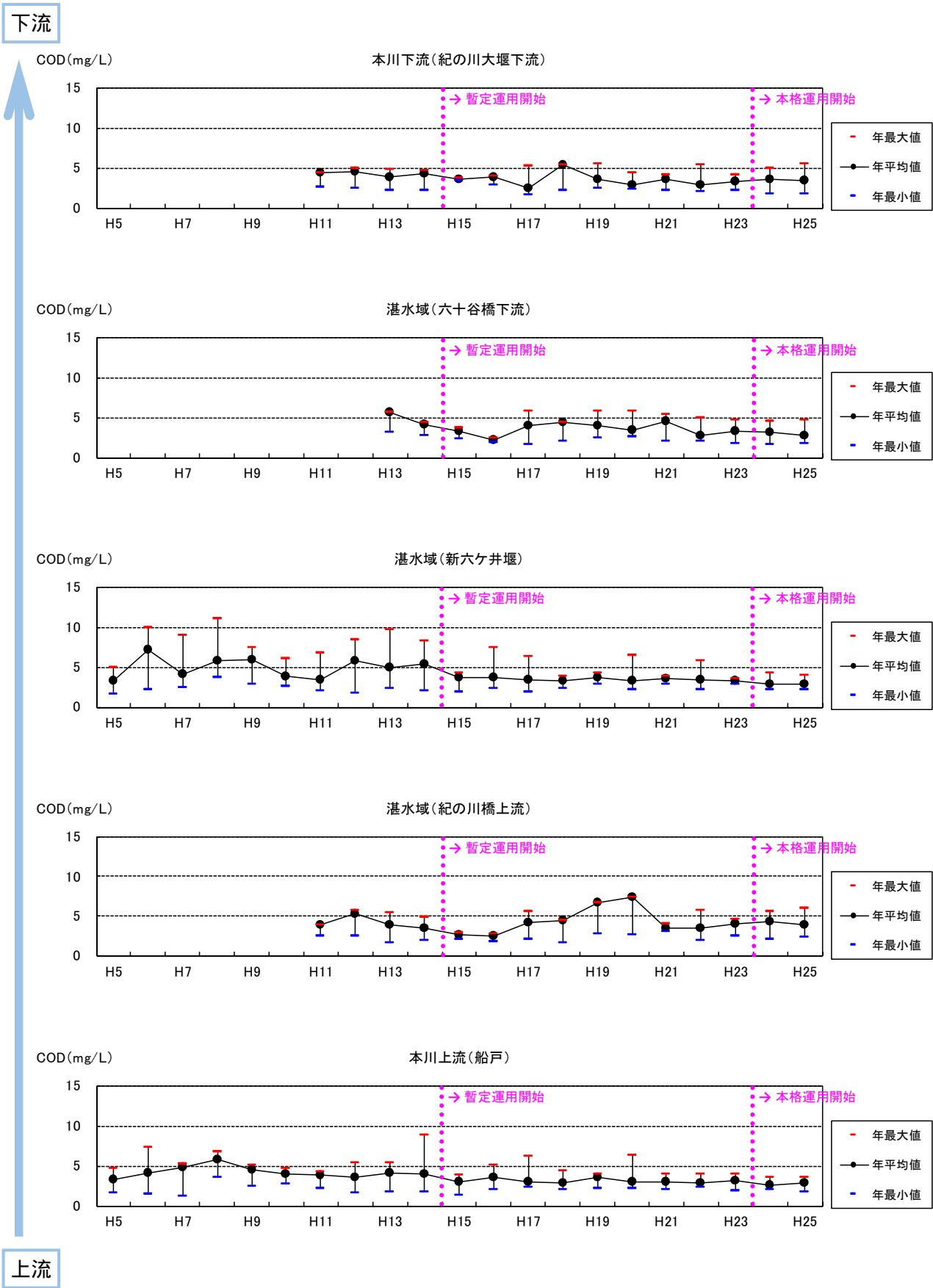


図 5.3-9 (4) 調査地点ごとの COD75%値の経年変化

5.水質

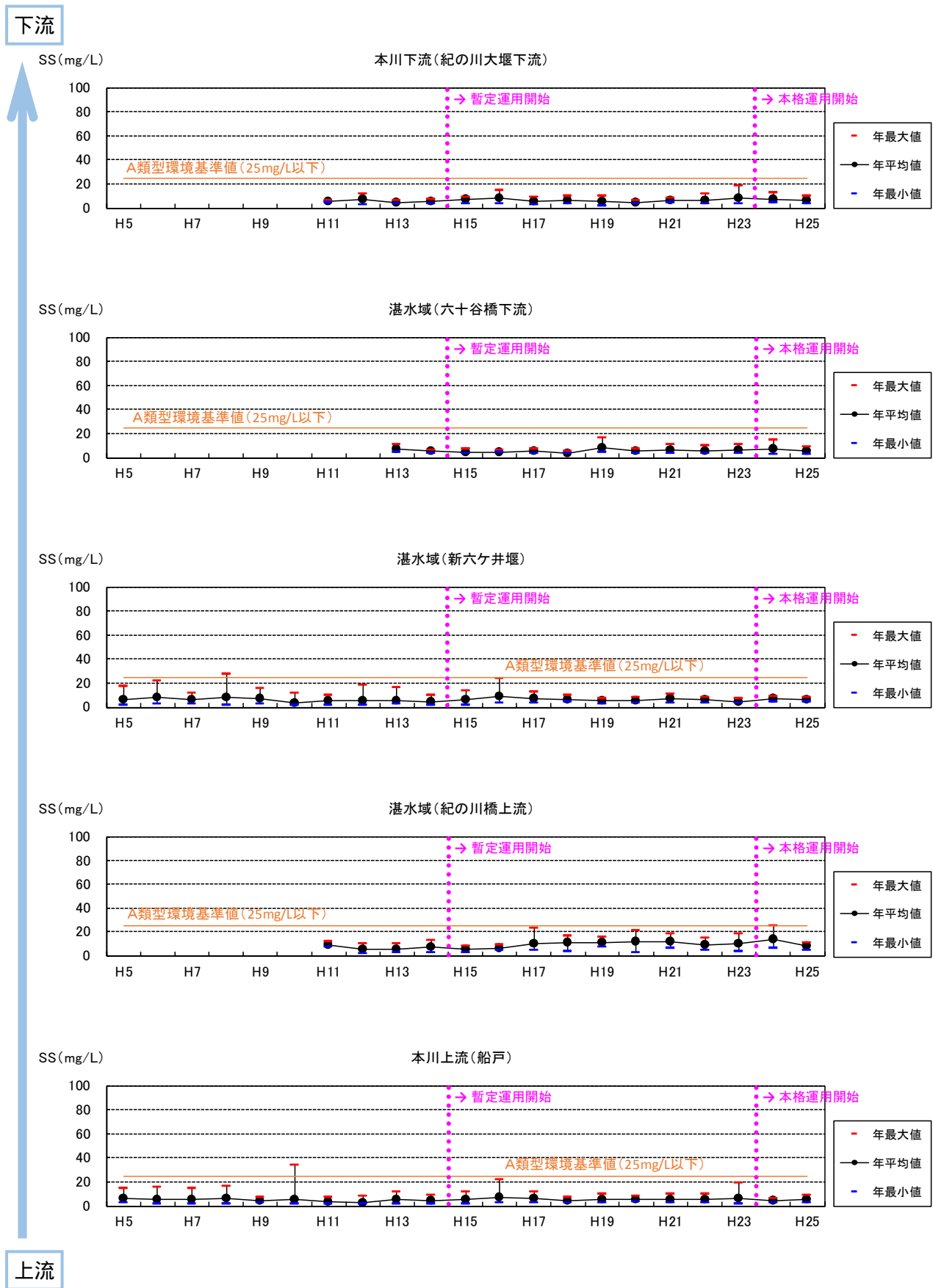
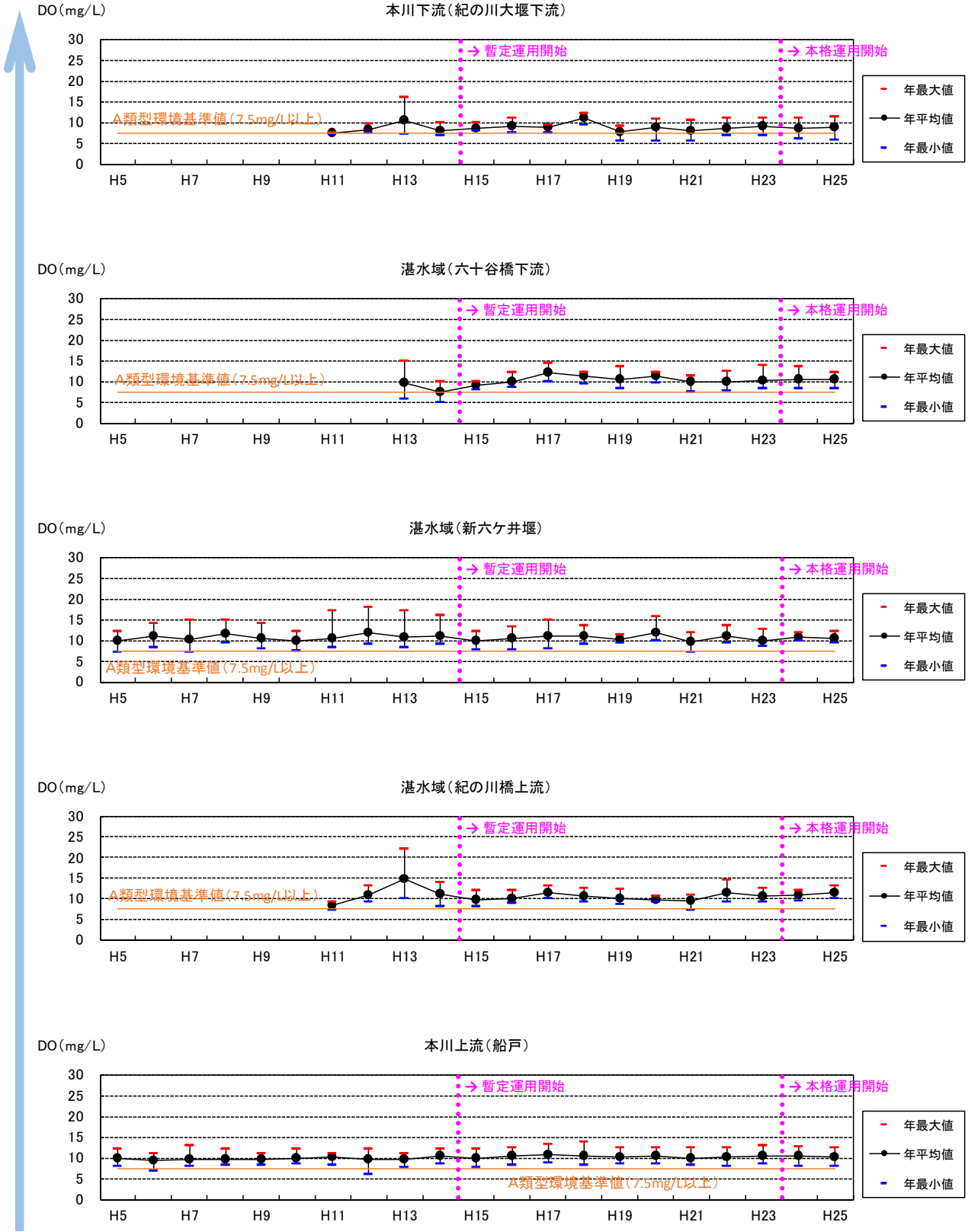


図 5.3-9 (5) 調査地点ごとの SS 年平均値の経年変化

下流

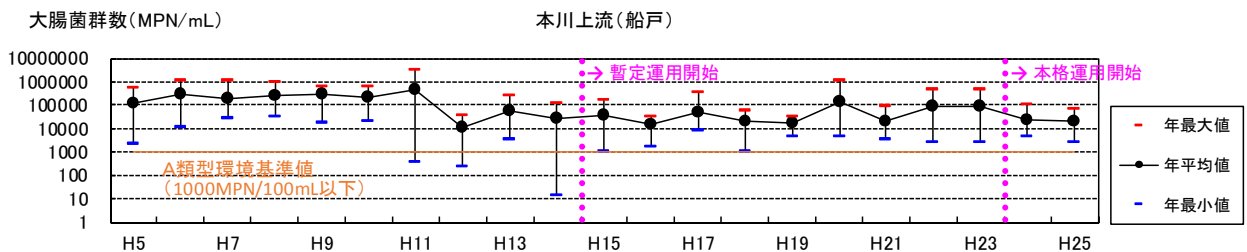
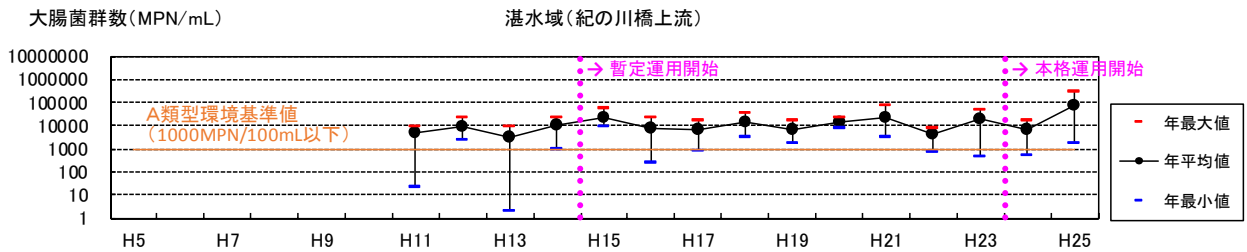
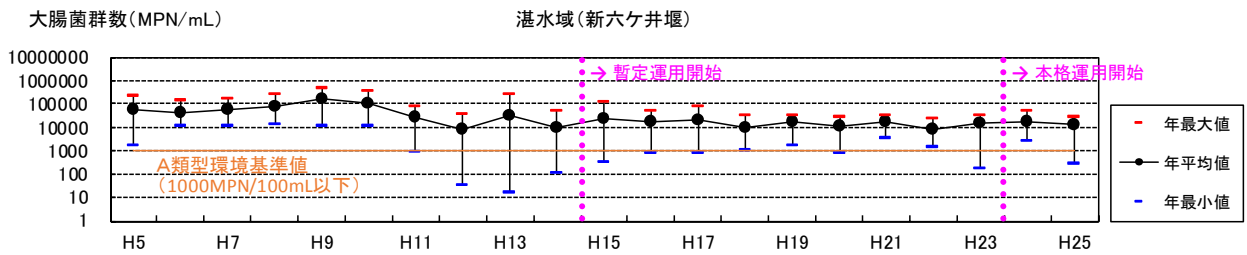
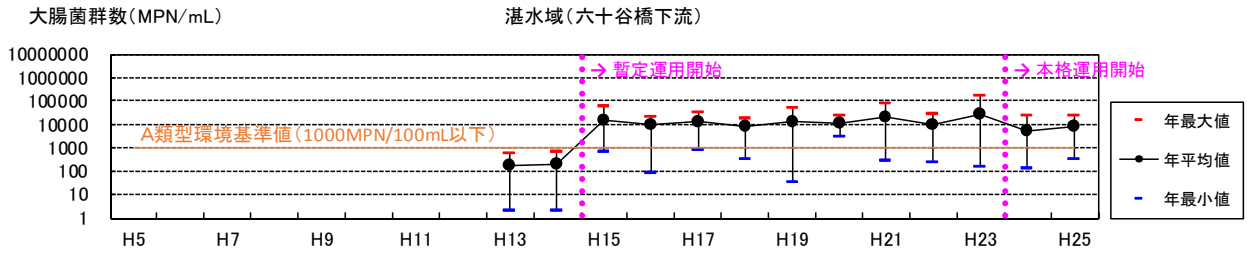
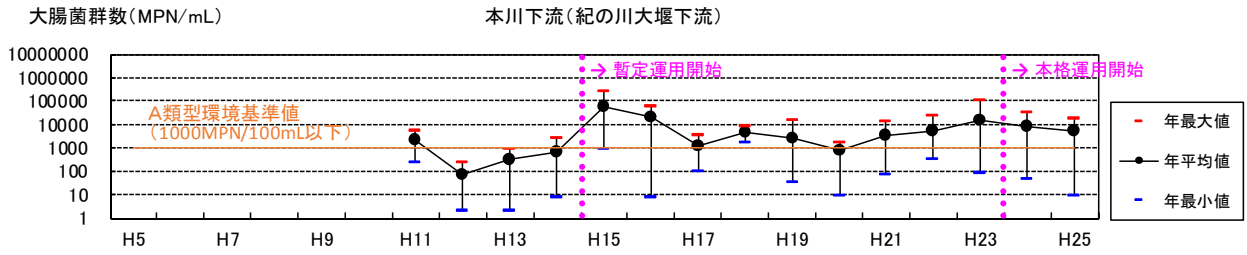


上流

図 5.3-9 (6) 調査地点ごとの DO 年平均値の経年変化

5.水質

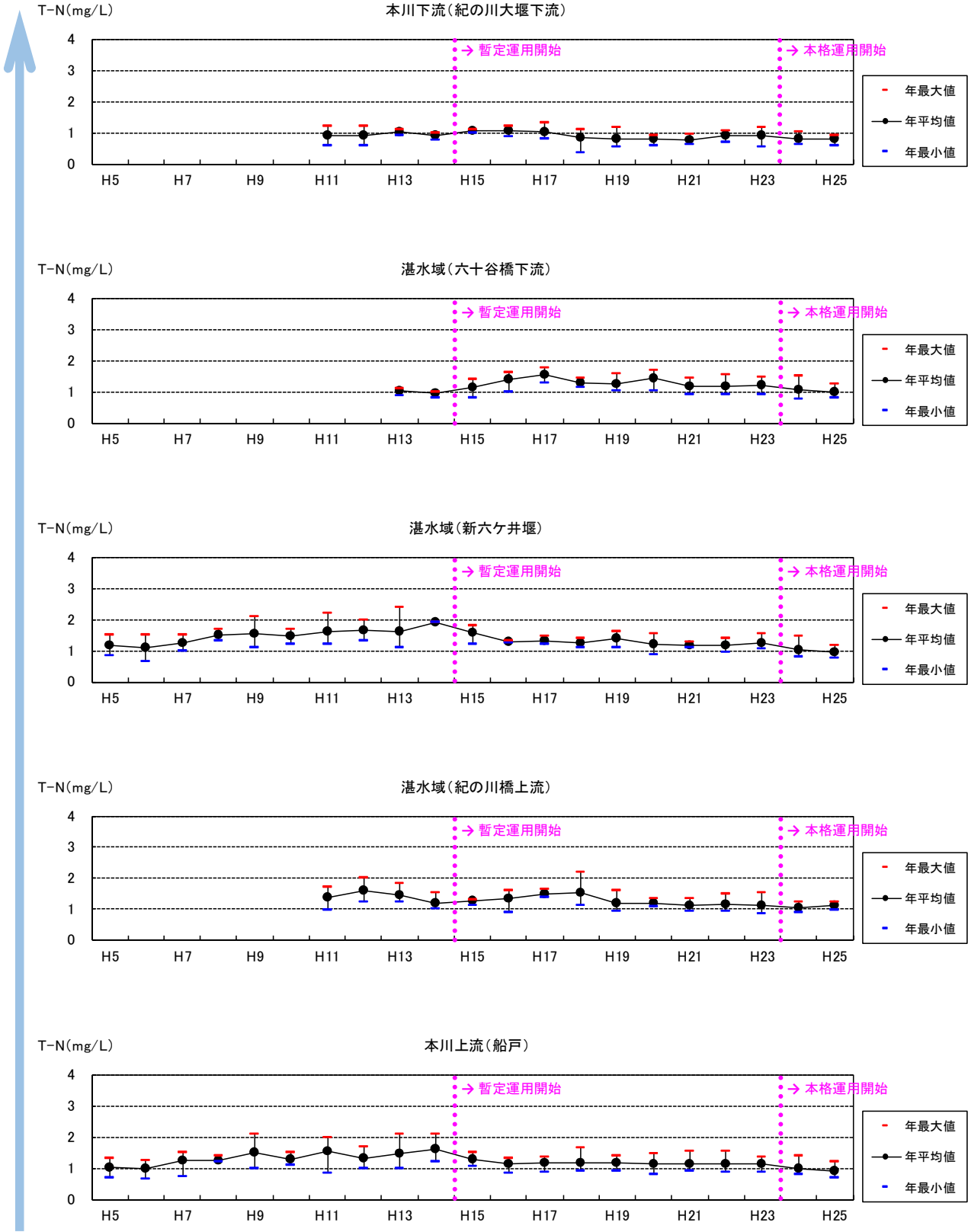
下流



上流

図 5.3-9 (7) 調査地点ごとの大腸菌群数年平均値の経年変化

下流

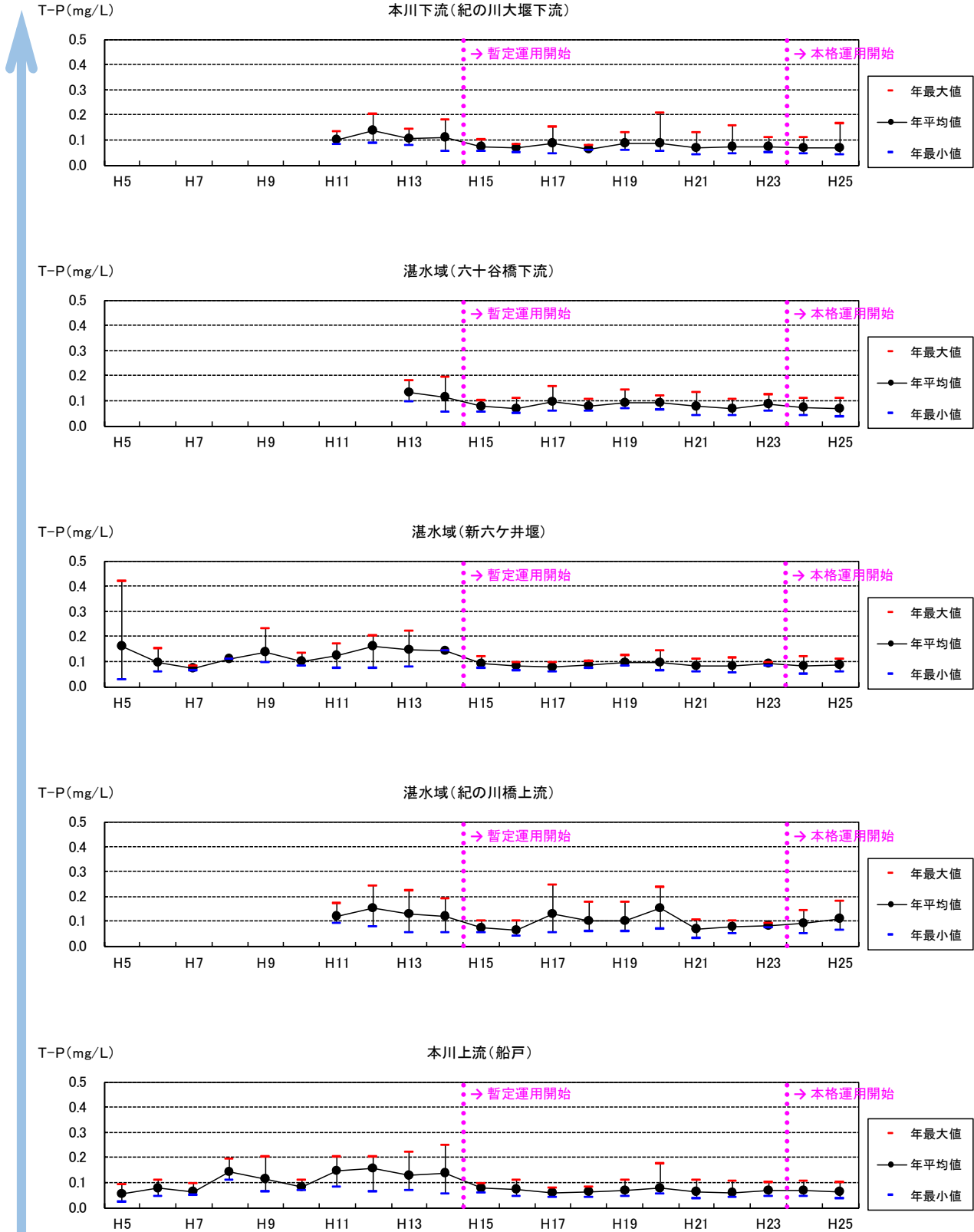


上流

図 5.3-9 (8) 調査地点ごとの T-N 年平均値の経年変化

5.水質

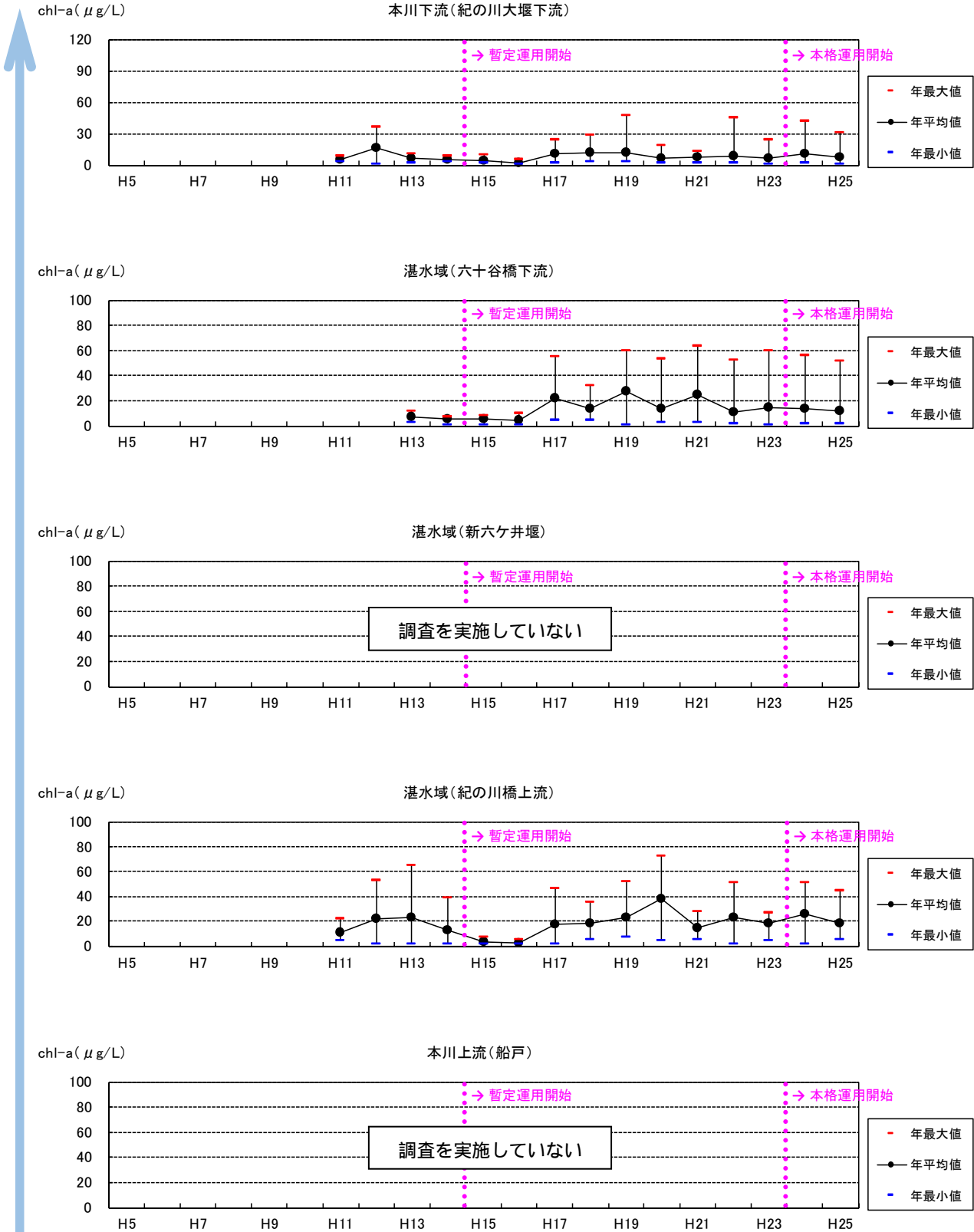
下流



上流

図 5.3-9 (9) 調査地点ごとの T-P 年平均値の経年変化

下流

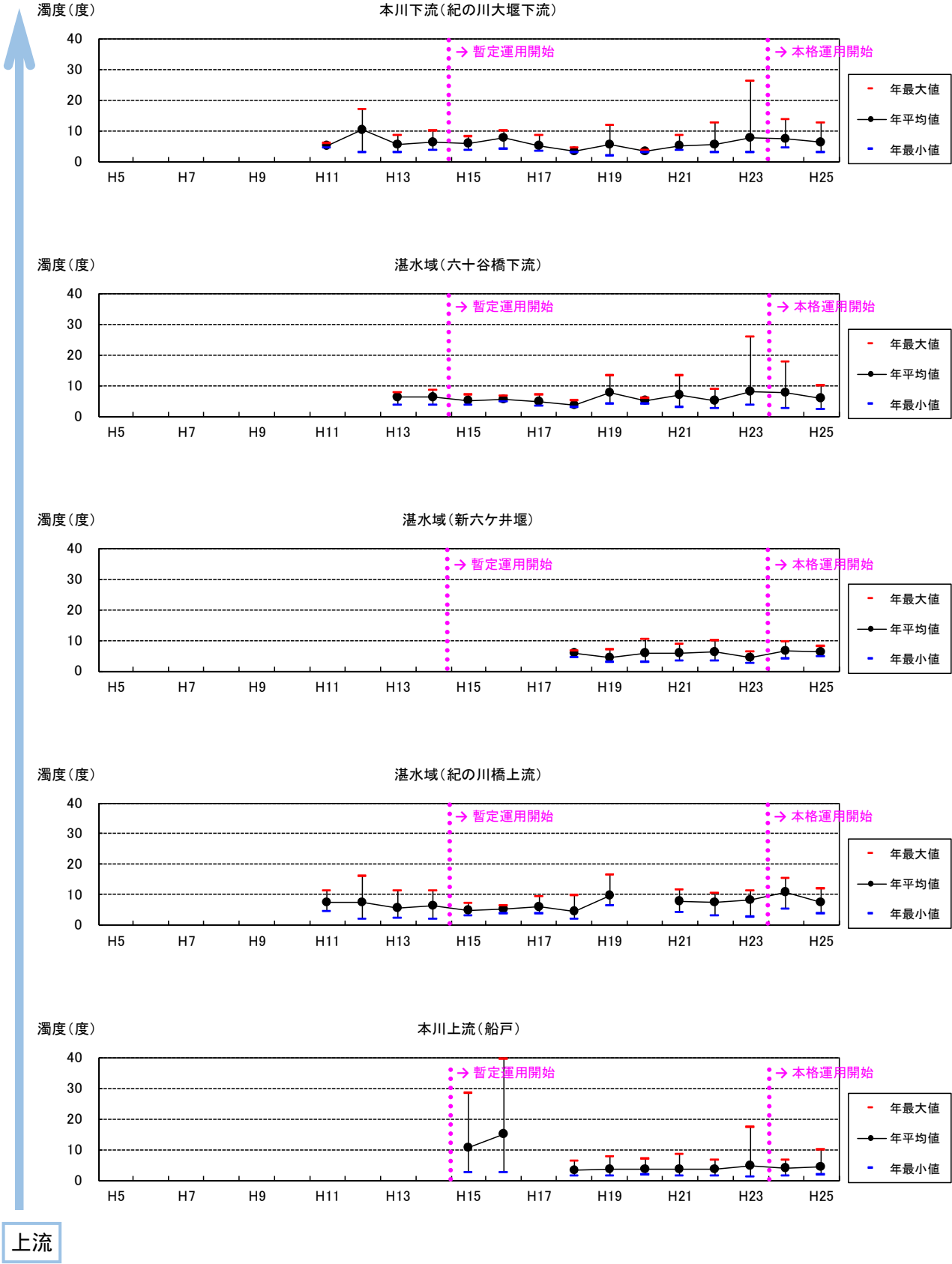


上流

図 5.3-9 (10) 調査地点ごとのクロロフィル a 年平均値の経年変化

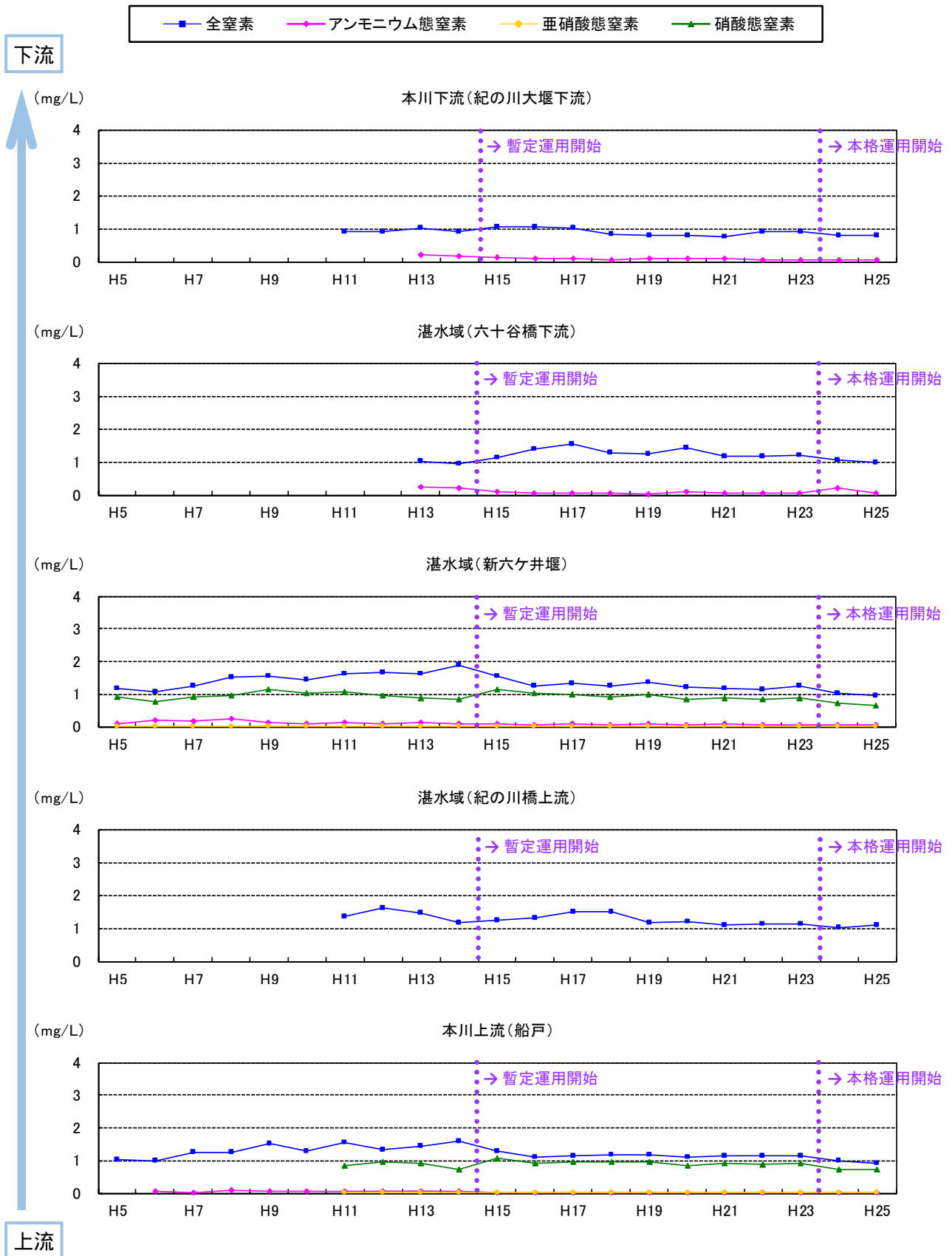
5.水質

下流



上流

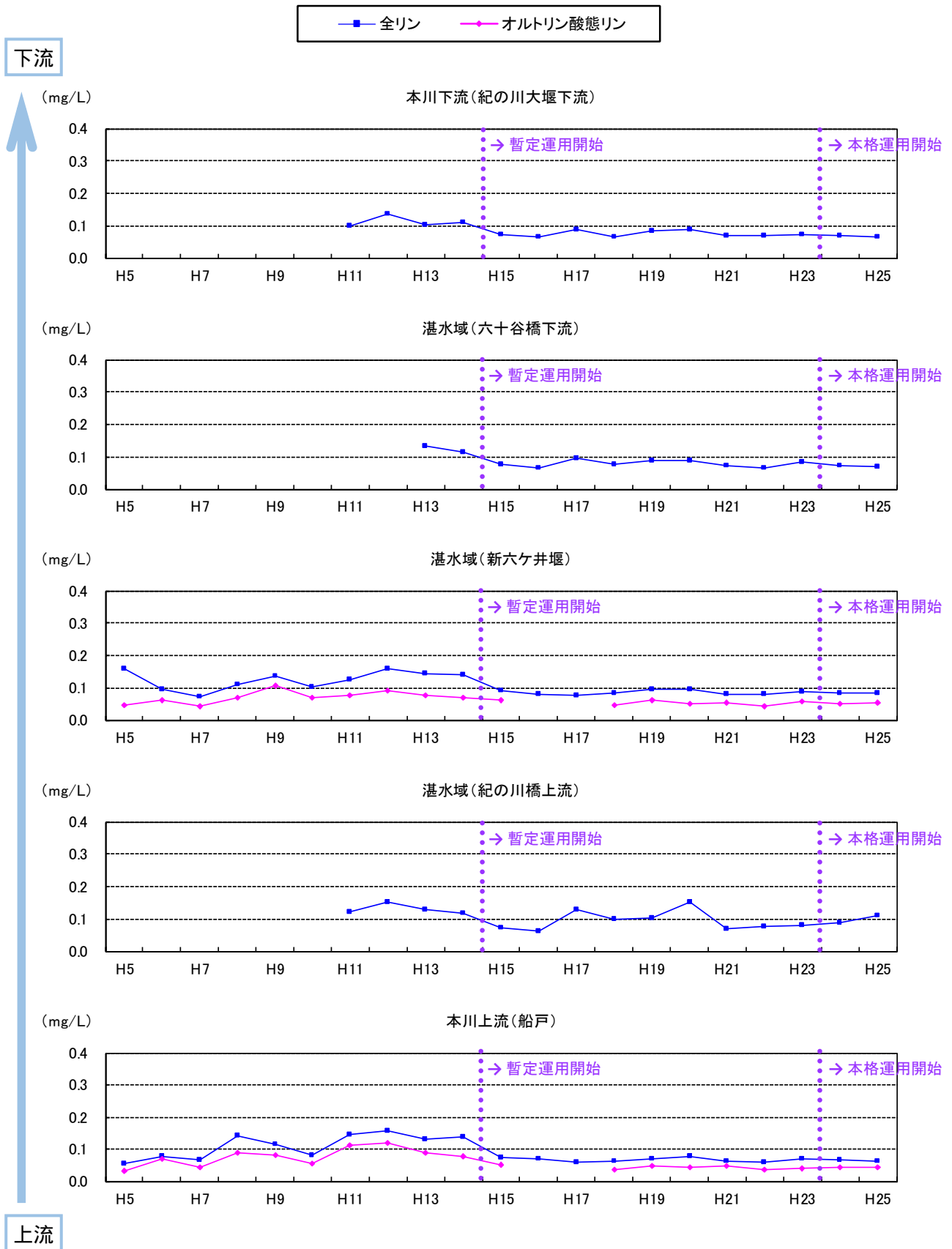
図 5.3-9 (11) 調査地点ごとの濁度年平均値の経年変化



※1 紀の川大堰下流、六十谷橋下流では、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の調査を実施していない。
 ※2 紀の川橋上流では、アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の調査を実施していない。

図 5.3-10 (1) 窒素の構成形態別年平均値の経年変化

5.水質



※1 紀の川大堰下流、六十谷橋下流、紀の川橋上流では、オルトリン酸態リンの調査を実施していない。

※2 平成16年、平成17年のオルトリン酸態リンは欠測。

図 5.3-10 (2) リンの構成形態別年平均値の経年変化

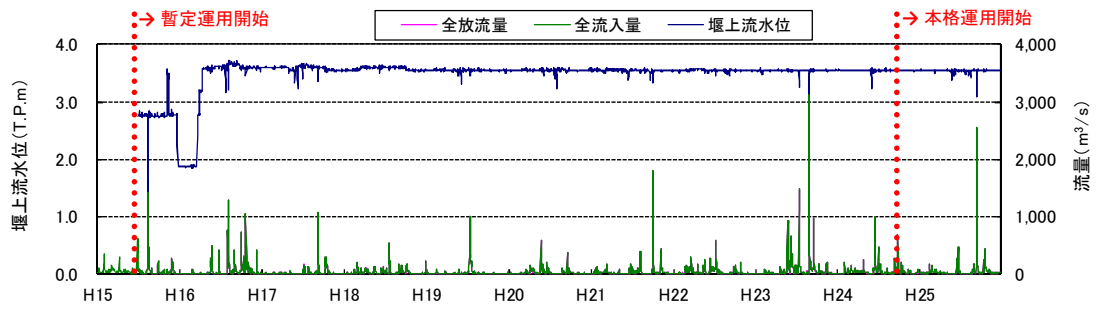
(2) 経月変化

本川下流（紀の川大堰下流）、湛水域（六十谷橋下流、新六ヶ井堰、紀の川橋上流）、及び本川上流（船戸）における水質の経月変化の状況を表 5.3-3 に整理した。また、本川下流、湛水域内及び本川上流における水質項目の月平均値（BOD 及び COD は 75%値）の推移を図 5.3-11 に示した。なお、経月変化については、平成 15 年から平成 25 年のデータを整理した。

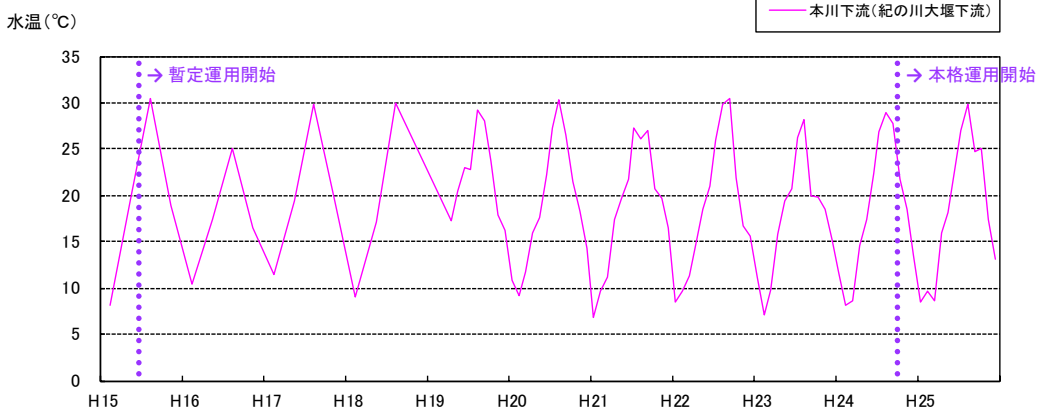
表 5.3-3 紀の川大堰水質の経月変化とりまとめ（H15～H25）

水質項目 (河川A類型 環境基準値)	本川下流(汽水域)	湛水域	本川上流(汽水域)
	紀の川大堰下流	六十谷橋下流、新六ヶ井堰、 紀の川橋上流、	船戸
水温	概ね 5℃～30℃の範囲で季節的に変動している。	概ね 5℃～30℃の範囲で季節的に変動している。	概ね 5℃～30℃の範囲で季節的に変動している。
pH (6.5 以上 8.5 以下)	概ね安定して推移している。	夏期に、一時的に高い値を記録することがあるが、明確な季節変動は見られない。	一時的に高い値を記録することがあるが、概ね安定して推移している。
BOD (2mg/L 以下)	概ね 2mg/L で変動しているが、一時的に高い値を記録することもある。	概ね 2mg/L で変動しており、夏期に比較的高い値となる傾向が見られる。	概ね 1～3mg/L で安定して推移している。
COD	概ね 2～6mg/L で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 2～8mg/L で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 2～6mg/L で変動しているが、季節変動は見られない。
SS (25mg/L 以下)	基準値を大きく下回る値で変動しているが、季節変動は見られない。	基準値以下で変動しているが、季節変動は見られない。	基準値以下で変動しているが、季節変動は見られない。
DO (7.5mg/L 以上)	概ね、夏に低く、冬に高くなる傾向が見られる。	概ね本川上流と同じ季節変動を示すが、年、地点によりばらつきがある。	夏に低く、冬に高くなる傾向が安定している。
大腸菌群数 (1,000MPN/ 100mL 以下)	概ね 10～100,000MPN/mL で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 100～100,000MPN/mL で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 1000～100,000MPN/mL で変動しているが、季節変動は見られない。
T-N (全窒素)	概ね 0.5～1.5mg/L で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 0.8～2.2mg/L で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 0.4～1.3mg/L で変動しているが、季節変動は見られない。
T-P (全リン)	夏期に度々高い値を示すが、はっきりとした季節変動は見られない。	夏期に度々高い値を示すが、はっきりとした季節変動は見られない。	一時的に高い値を示すことがあるが、概ね 0.1mg/L 以下で安定して推移している。
クロロフィル a	概ね 0～40 μg/L で変動しているが、季節変動は見られない。	概ね 0～60 μg/L で変動しているが、季節変動は見られない。	—
濁度	高い値を示すこともあるが、概ね 2～15 度で変動している。季節変動は見られない。	高い値を示すこともあるが、概ね 2～15 度で変動している。季節変動は見られない。	平成 18 年度以降は、概ね 2～10 度で安定して推移している。

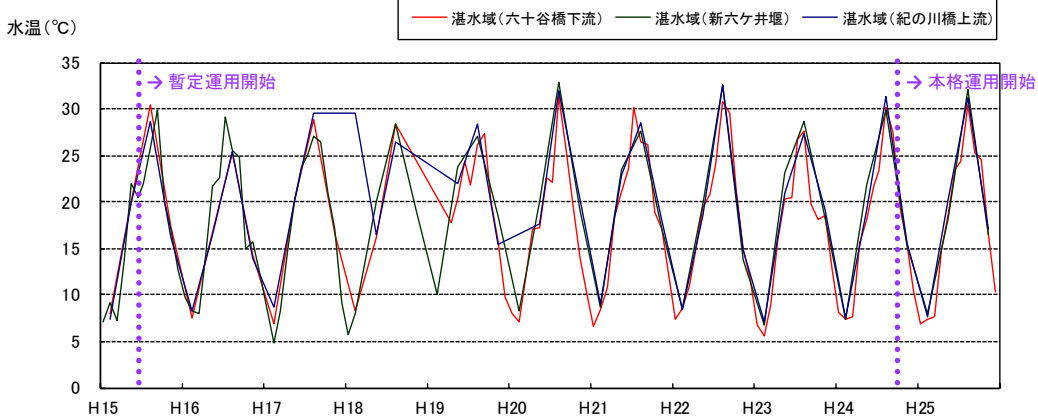
5. 水質



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

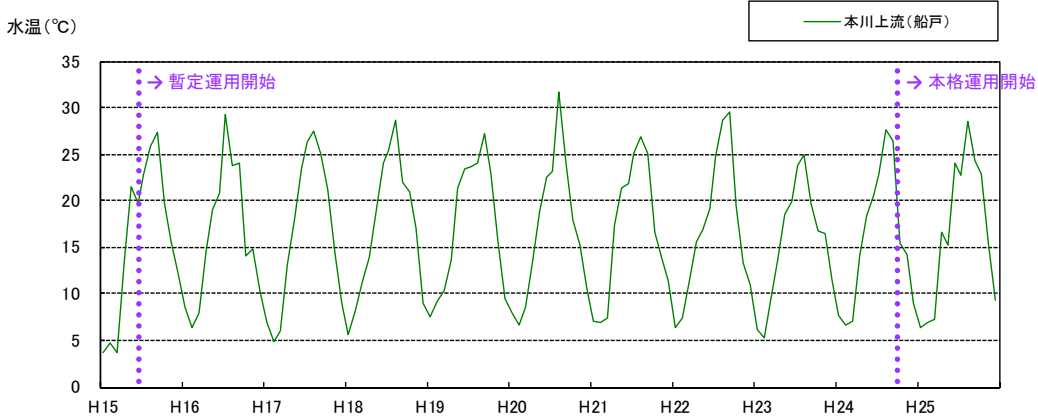
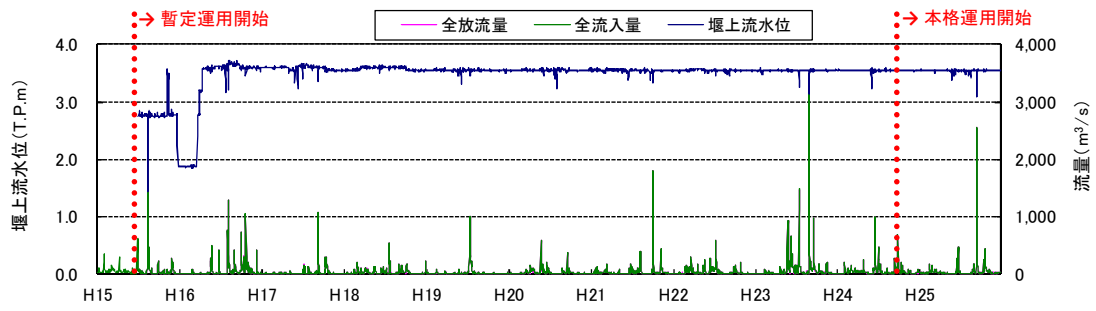
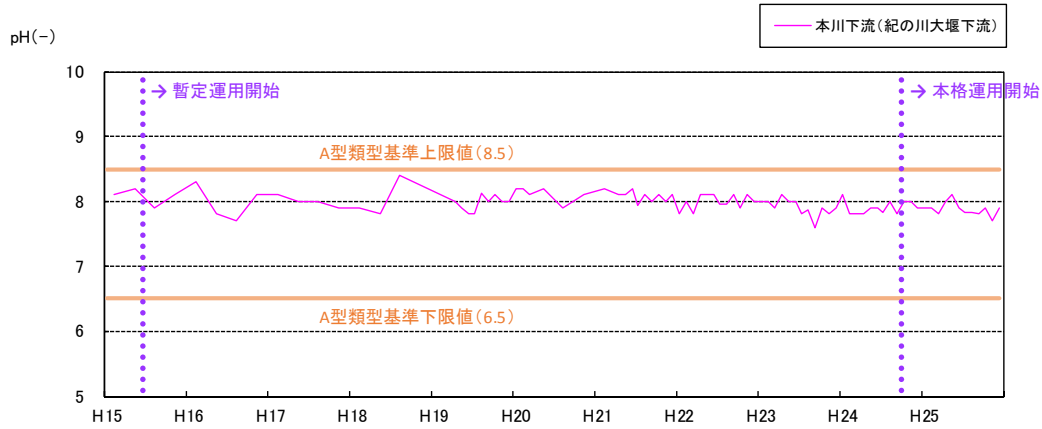


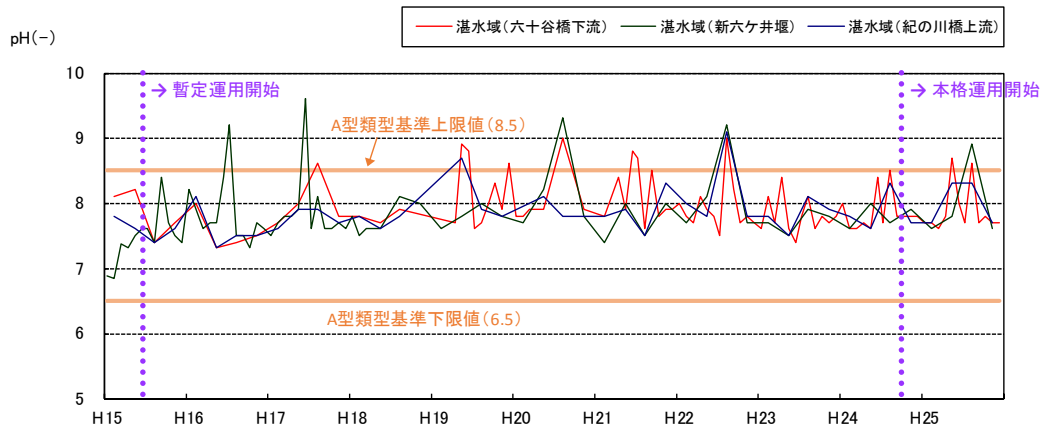
図 5.3-11 (1) 調査地点ごとの水温の経月変化(H15~H25)



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

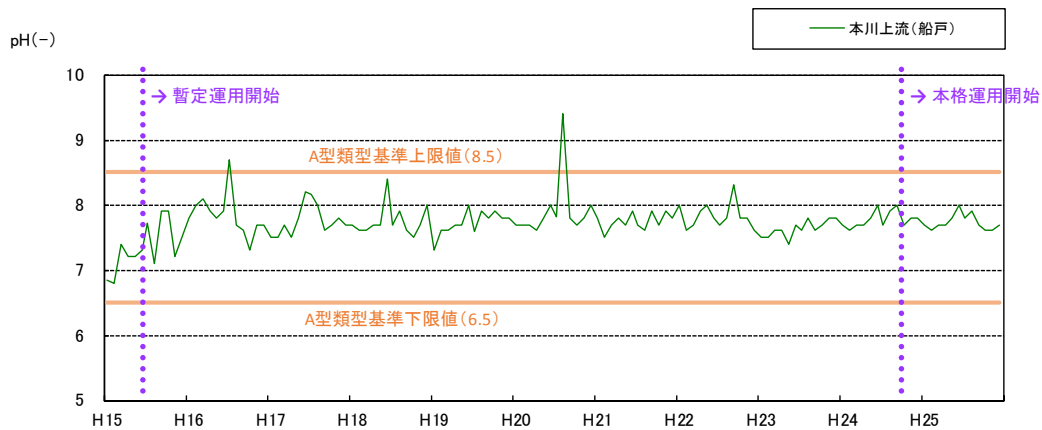
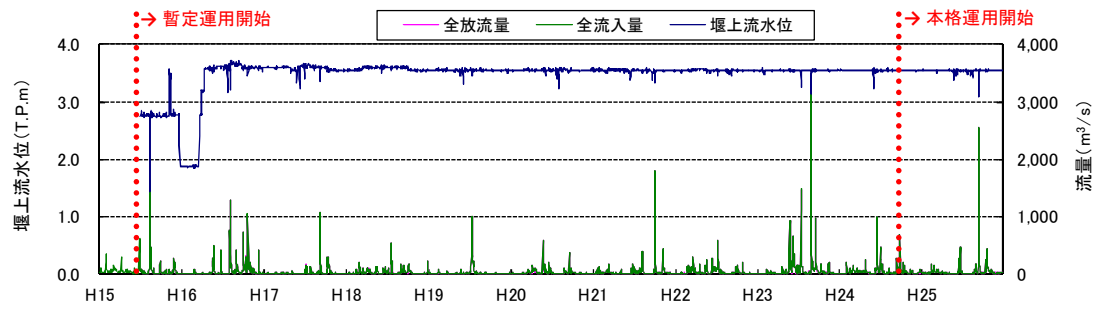
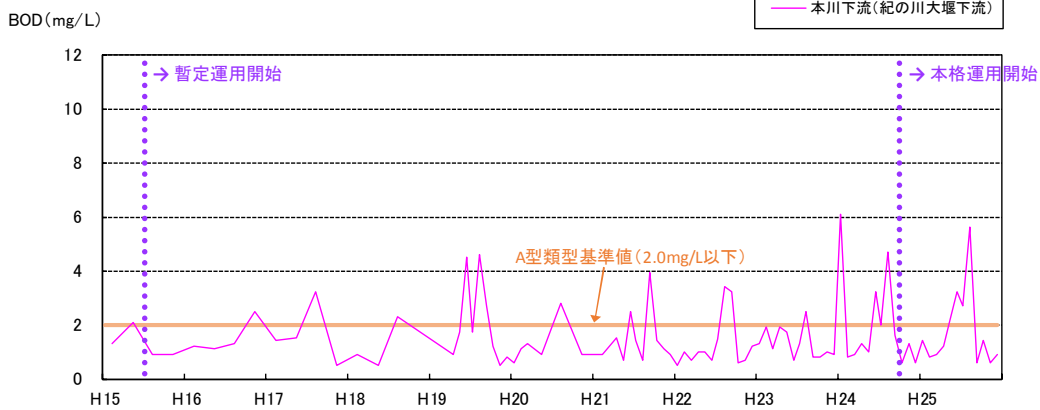


図 5.3-11 (2) 調査地点ごとの pH の経月変化(H15~H25)

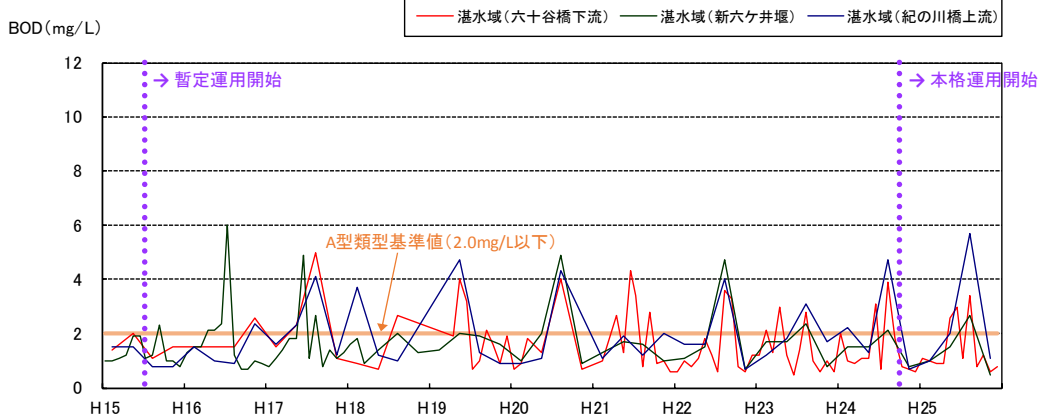
5.水質



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

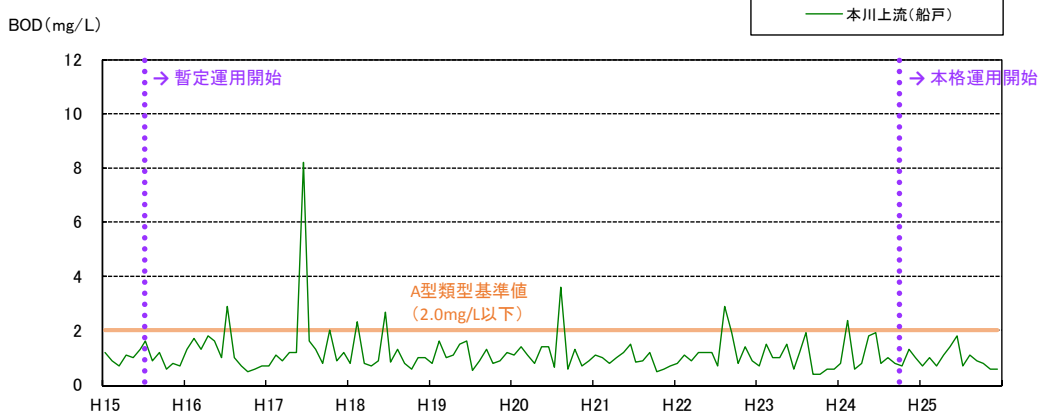
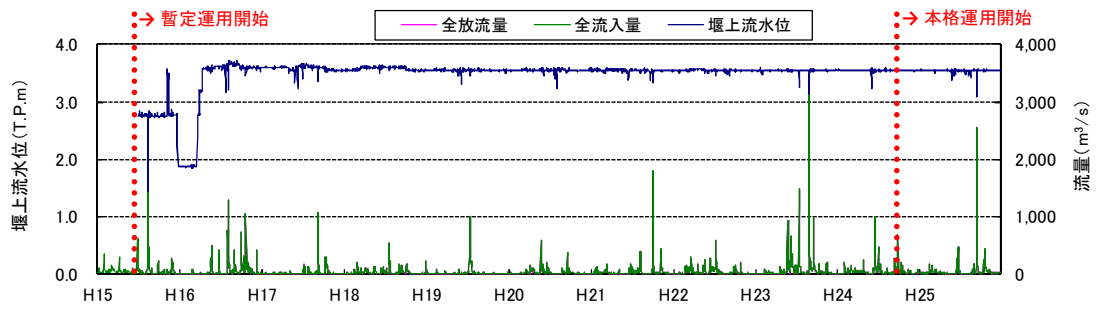
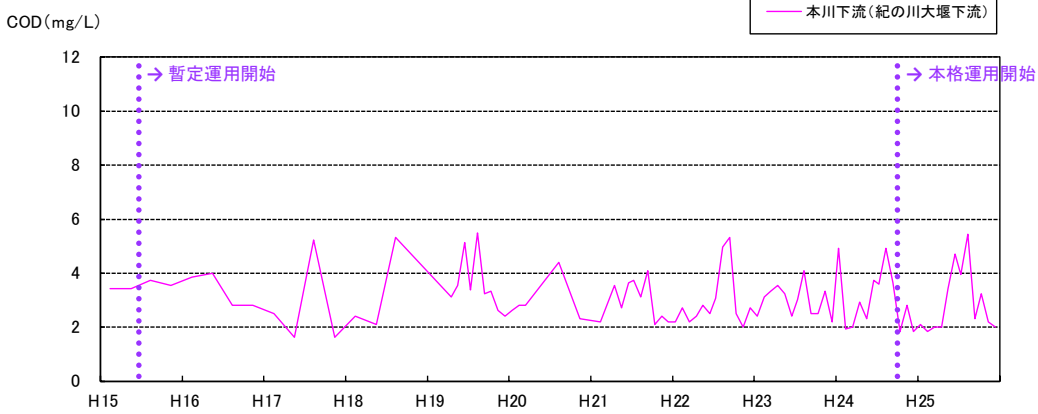


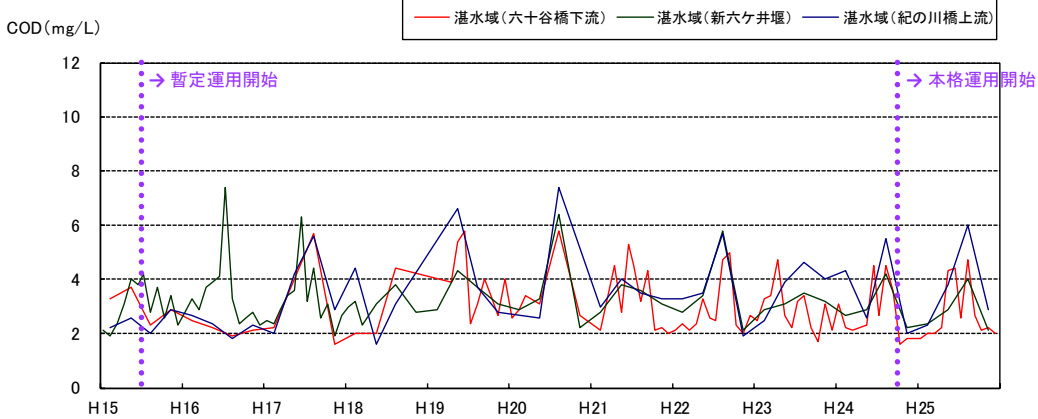
図 5.3-11 (3) 調査地点ごとのBODの経月変化(H15~H25)



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

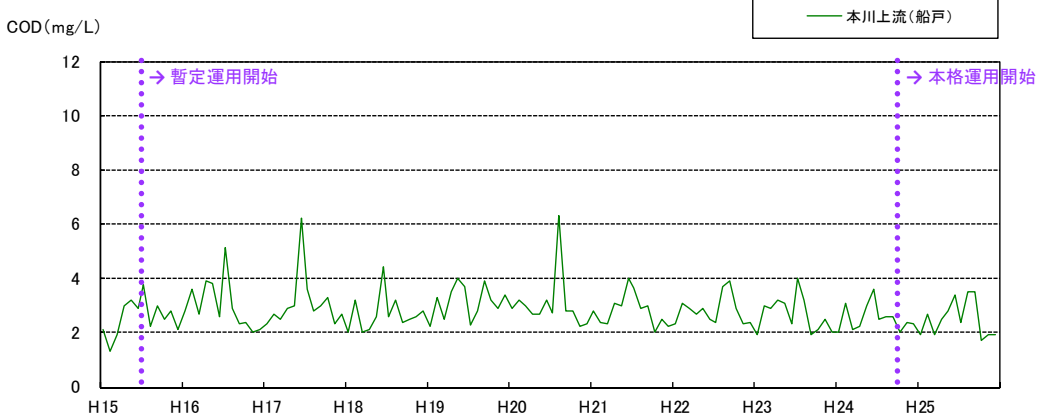
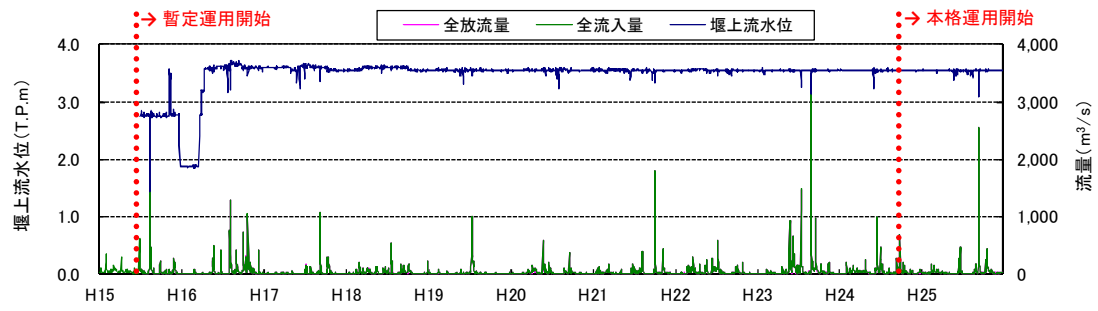
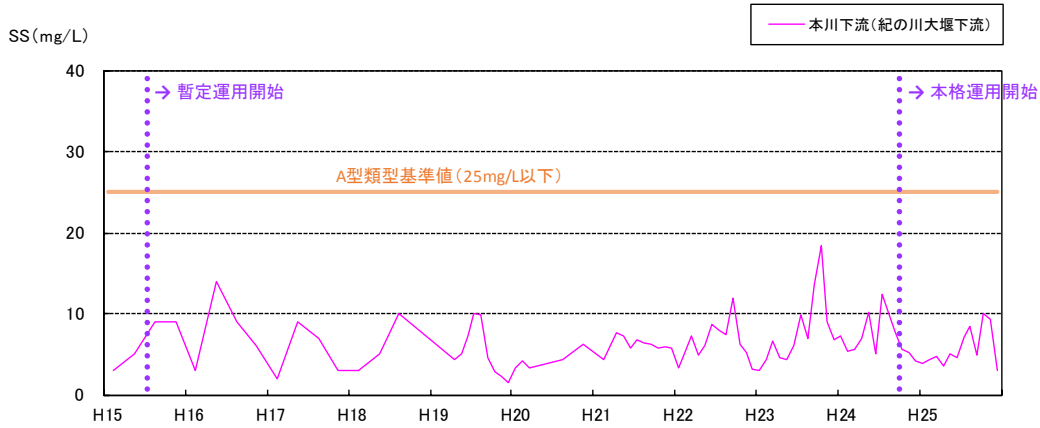


図 5.3-11 (4) 調査地点ごとのCODの経月変化(H15~H25)

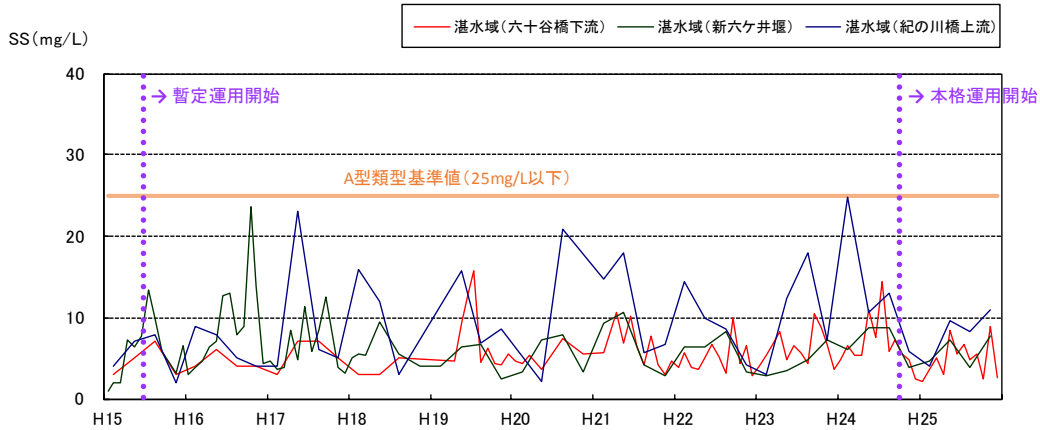
5. 水質



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

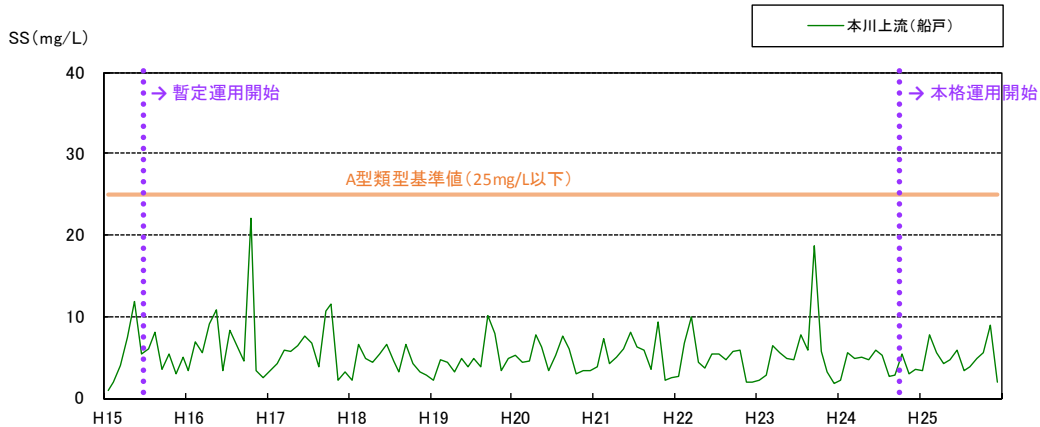
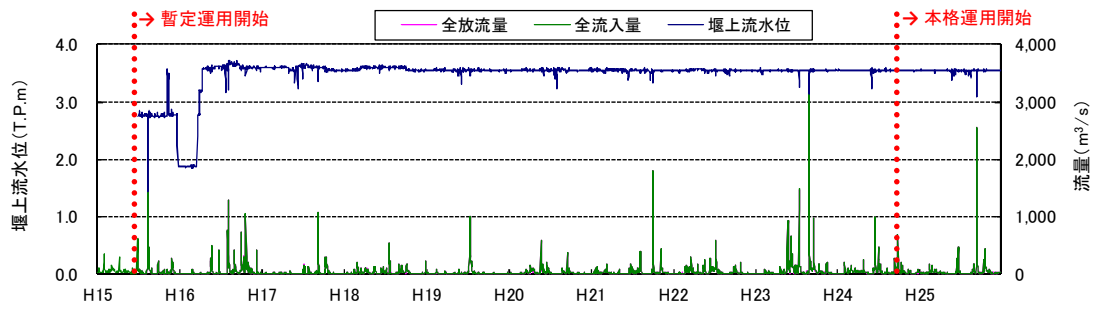
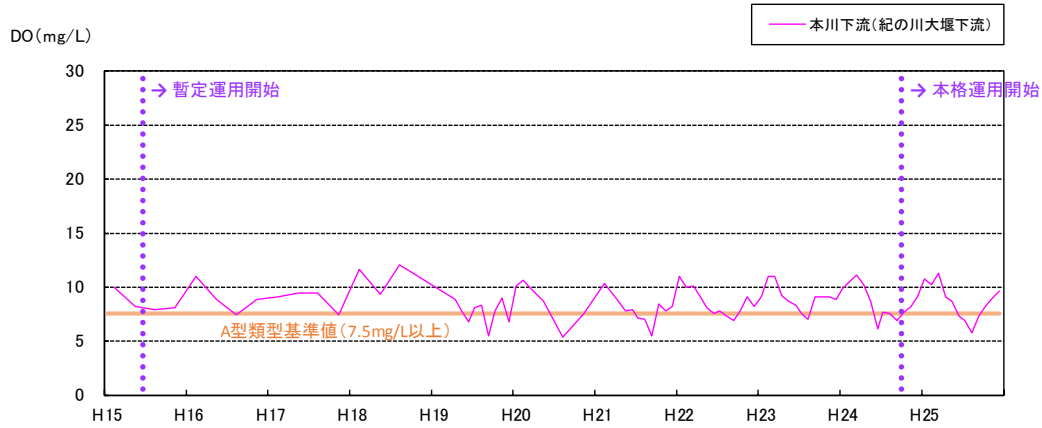


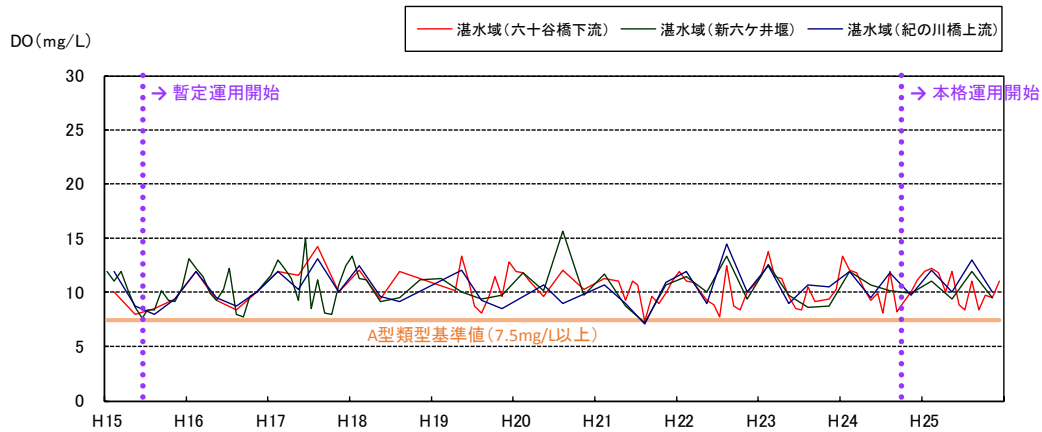
図 5.3-11 (5) 調査地点ごとのSSの経月変化(H15～H25)



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

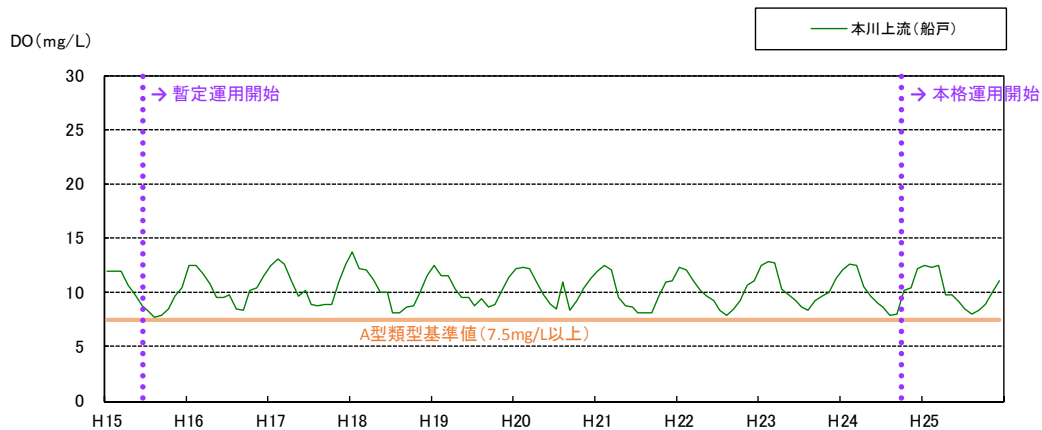
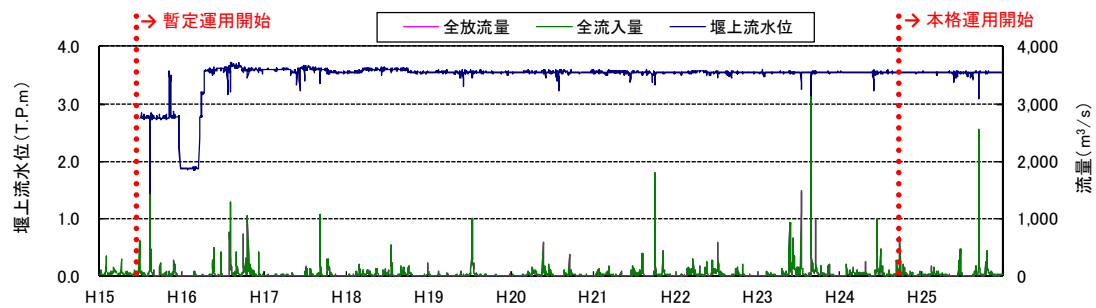


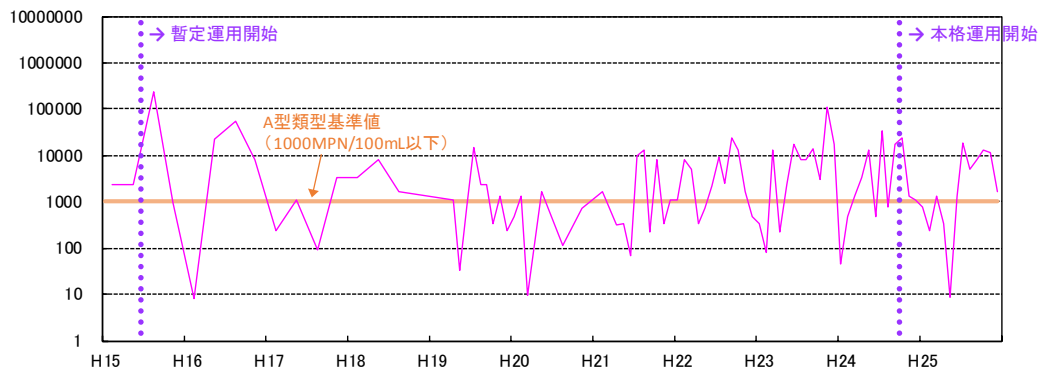
図 5.3-11 (6) 調査地点ごとのDOの経月変化(H15～H25)

5. 水質



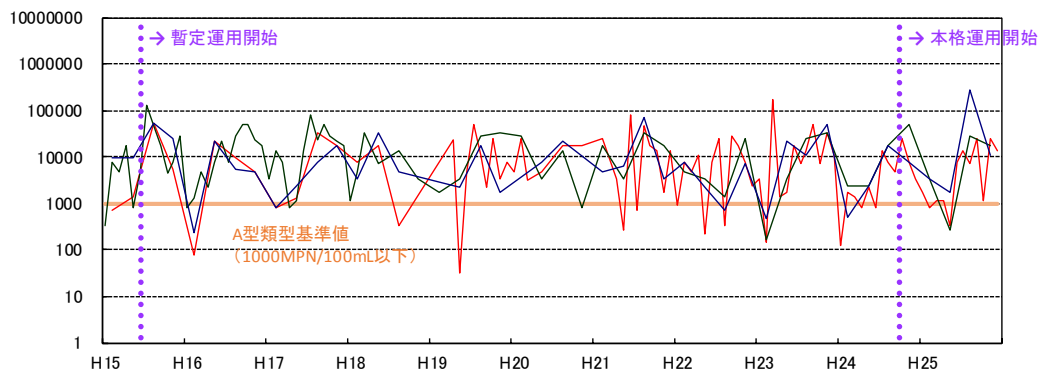
【本川下流】

大腸菌群数 (MPN/mL)



【湛水域】

大腸菌群数 (MPN/mL)



【本川上流】

大腸菌群数 (MPN/mL)

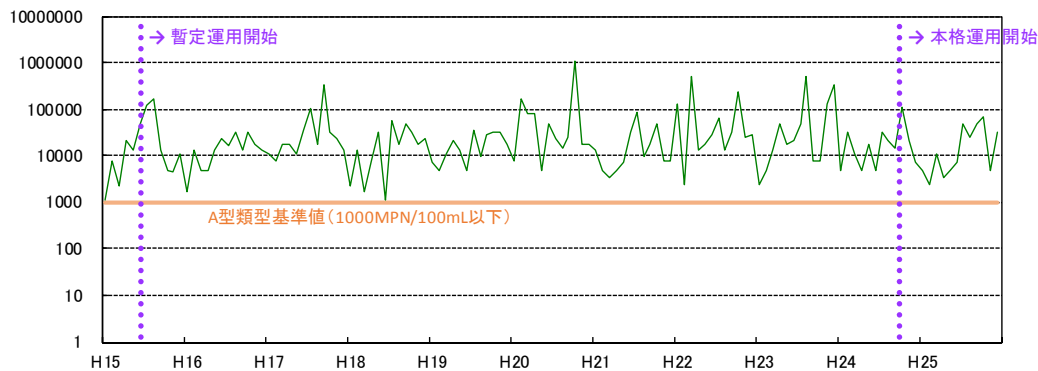
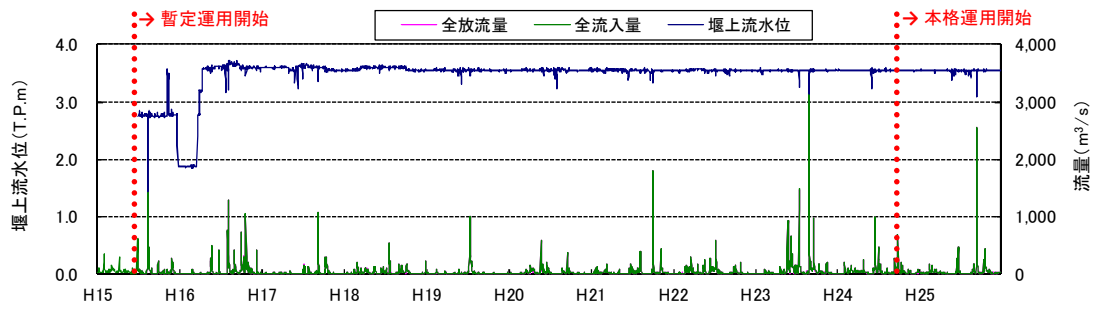
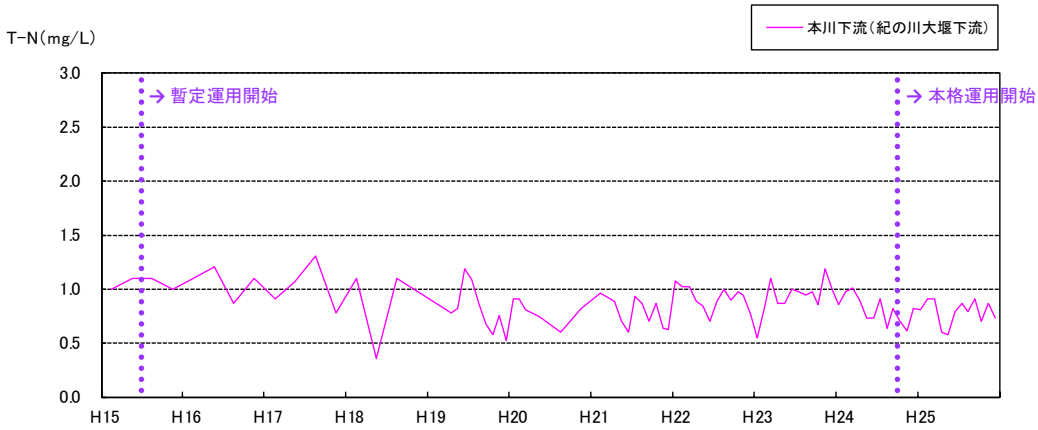


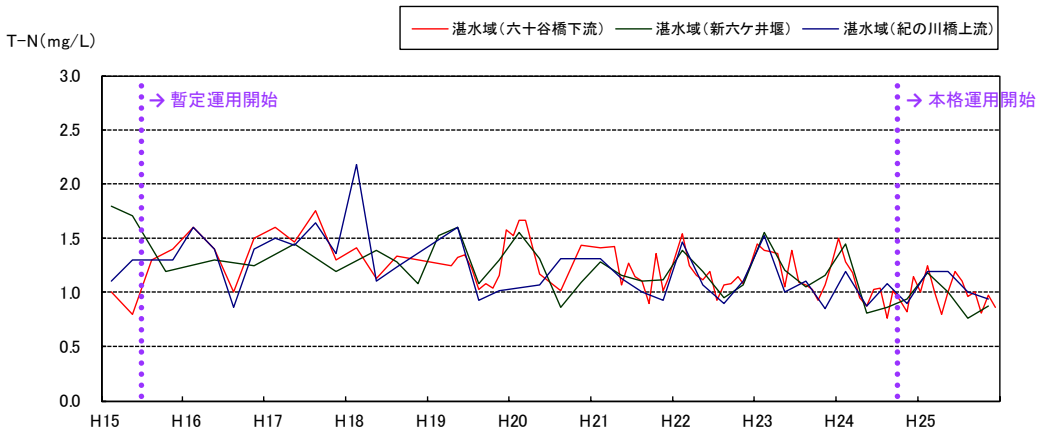
図 5.3-11 (7) 調査地点ごとの大腸菌群数の経月変化(H15～H25)



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

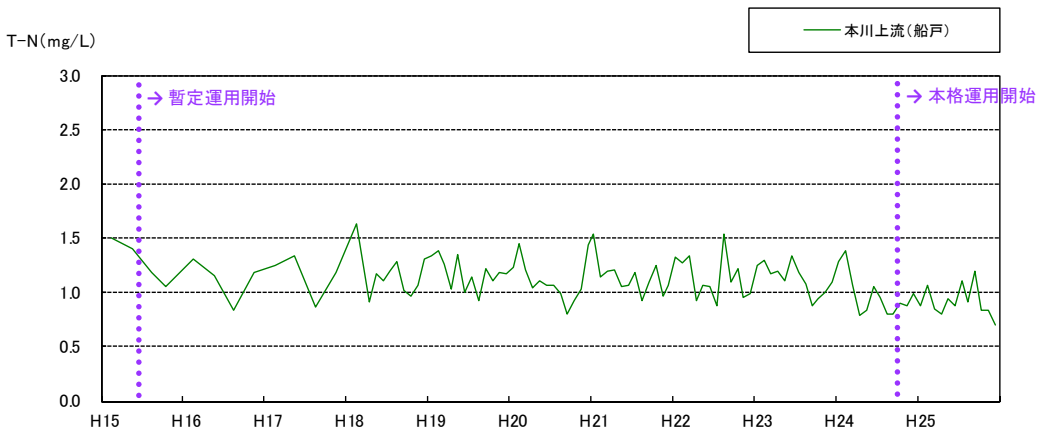
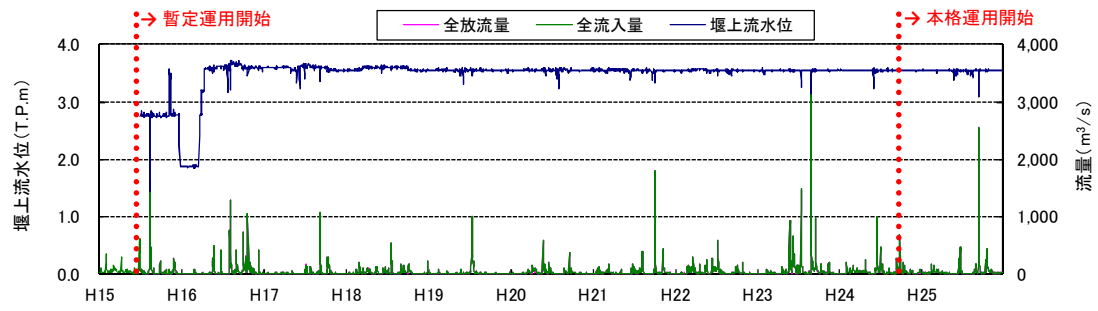
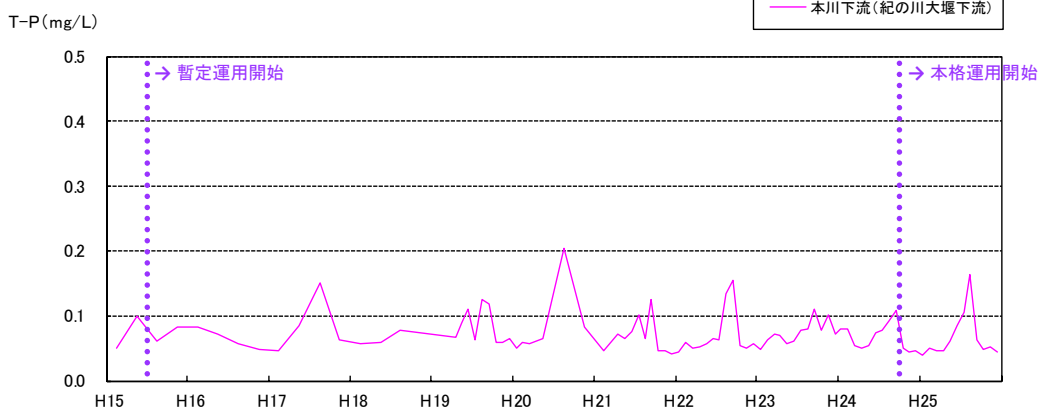


図 5.3-11 (8) 調査地点ごとのT-Nの経月変化(H15～H25)

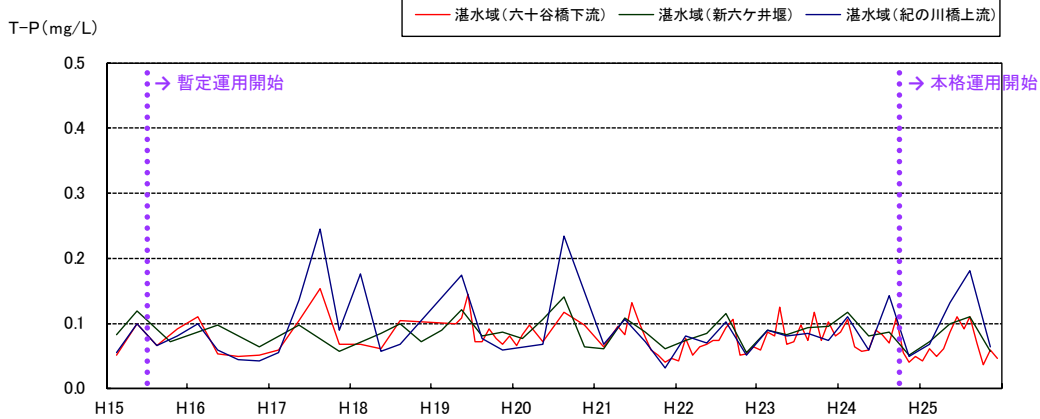
5.水質



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

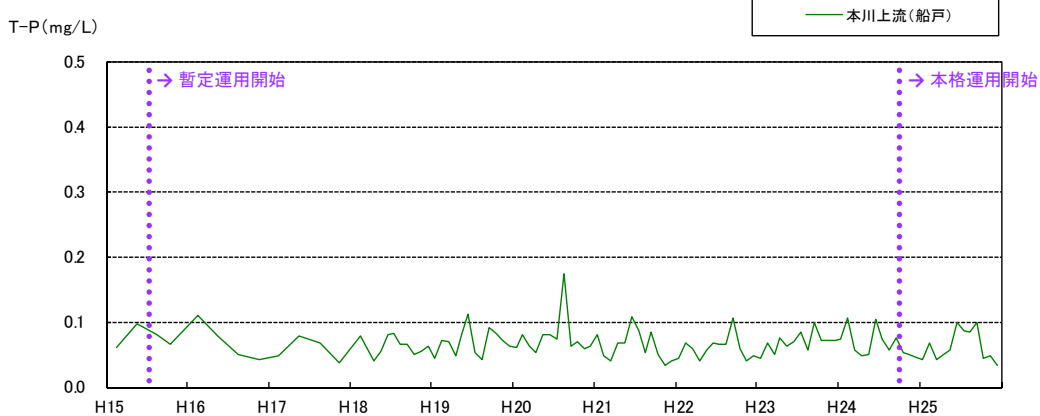
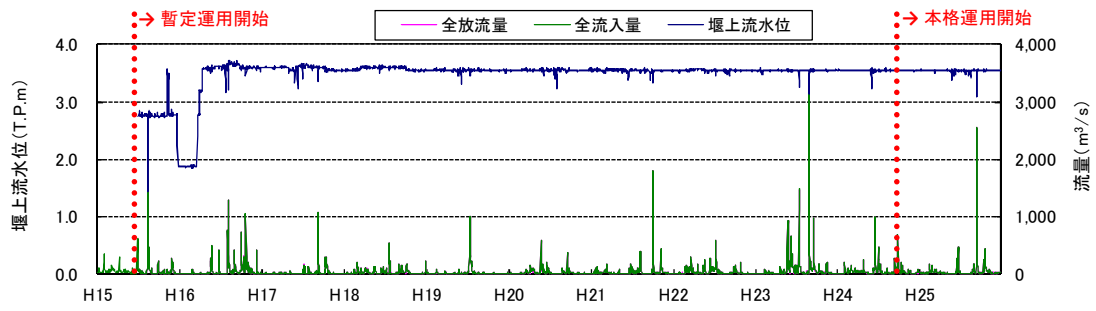
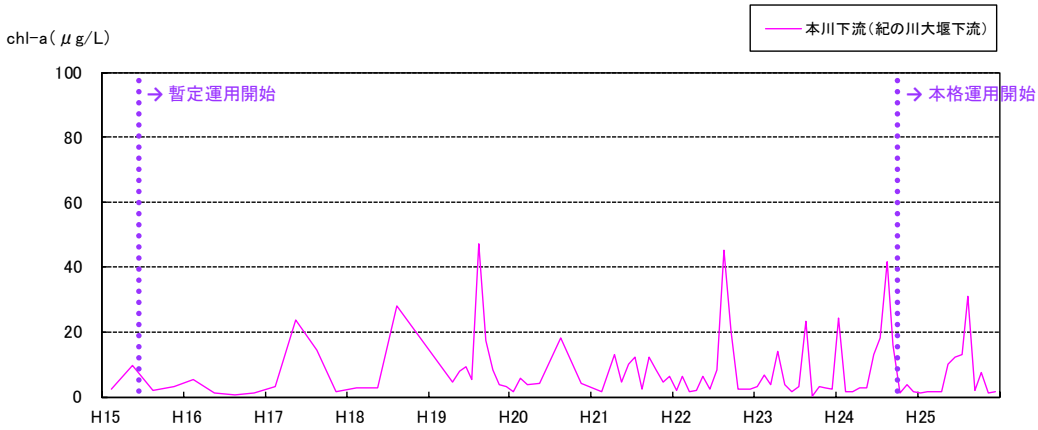


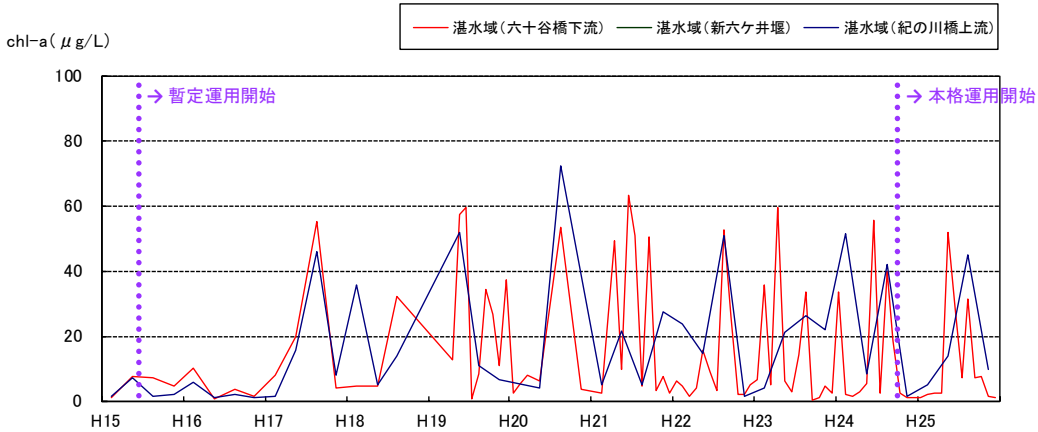
図 5.3-11 (9) 調査地点ごとのT-Pの経月変化(H15～H25)



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

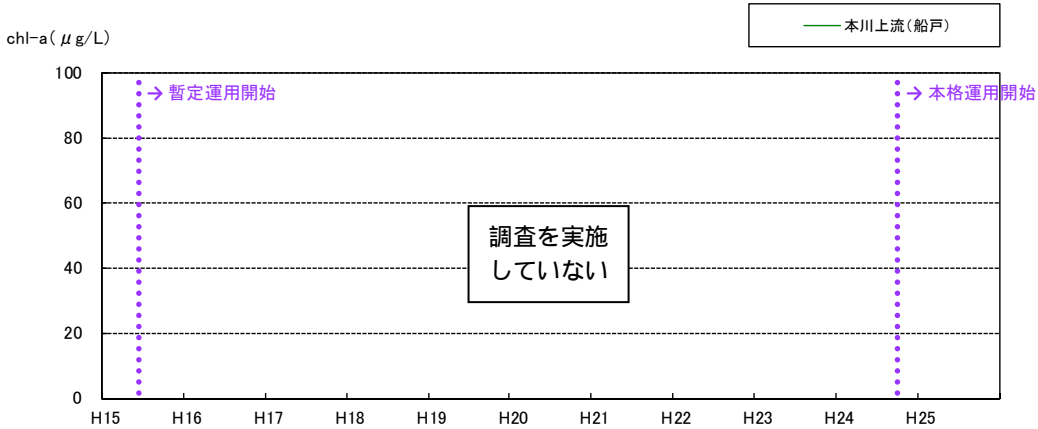
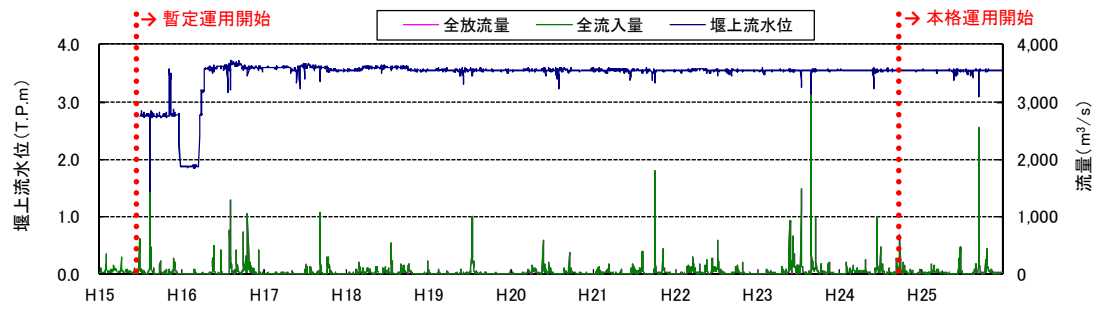
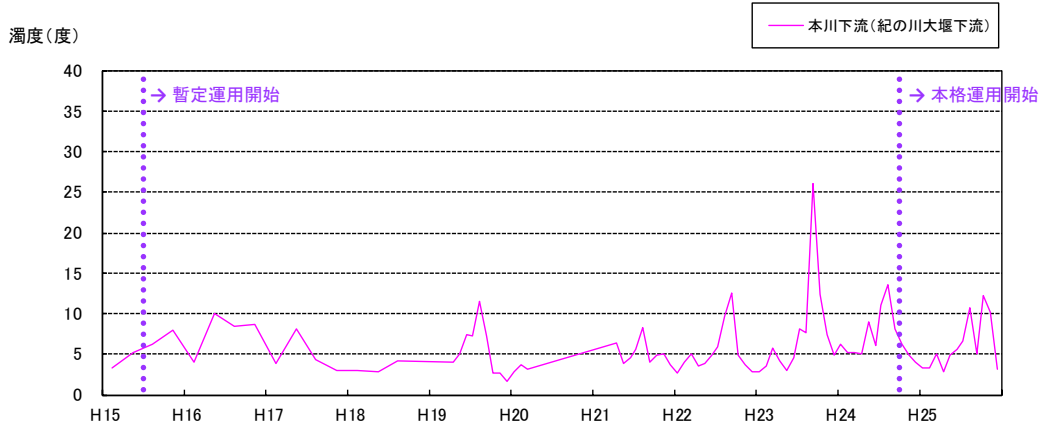


図 5.3-11 (10) 調査地点ごとのクロロフィルaの経月変化(H15～H25)

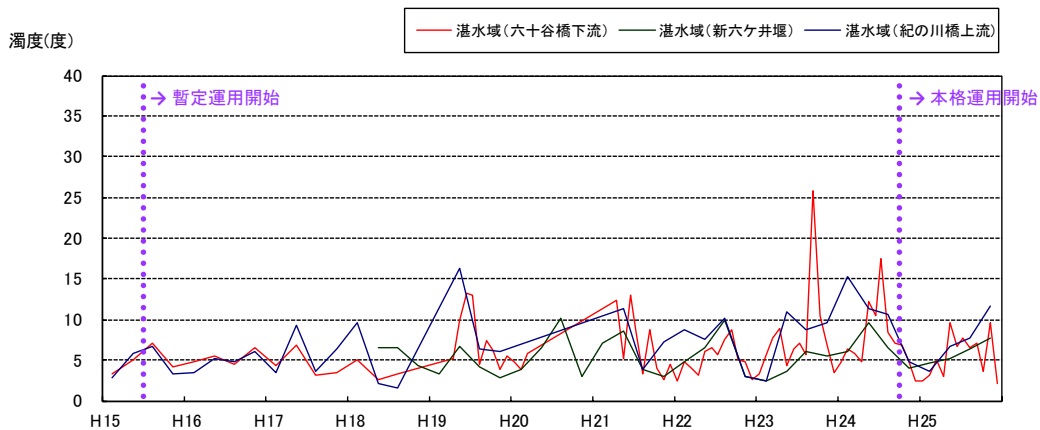
5. 水質



【本川下流】



【湛水域】



【本川上流】

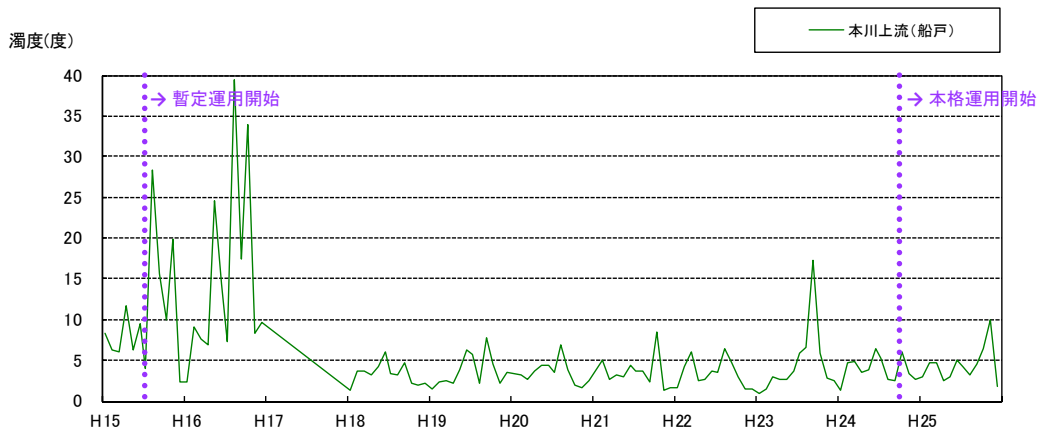


図 5.3-11 (11) 調査地点ごとの濁度の経月変化(H15～H25)

5.3.3 紀の川大堰貯水池内水質の鉛直分布の変化

平成 23 年～平成 25 年の 3 年間を対象に、紀の川大堰直上地点の水温、DO、濁度の鉛直分布を月別に整理した結果を図 5.3-12 に示す。また、水温、DO、濁度の鉛直分布の状況を表 5.3-4 に整理する。

なお、水温及び DO の鉛直分布は、上層、中層、下層の 3 水深で調査されており、それぞれの水深は、上層は水面から 0.5m、中層は水深の中央、下層は 8 割水深又は底上 1.0m である。

表 5.3-4 水温、DO、濁度の鉛直分布の概要

項目	紀の川大堰直上地点
水温	いずれの年も、3層とも概ね同程度で推移しており、水温躍層は形成されていない。
DO	いずれの年も、3層とも概ね同程度で推移している。但し、平成25年1月には下層のDOが表層及び中層に比べて高くなっている。
濁度	いずれの年も、3層とも概ね同程度で推移している。但し、平成25年には、上層、中層に比べて下層の濁度が高い月が見られる。 また、平成24年2月には、3層全てにおいて高い値が記録されている。

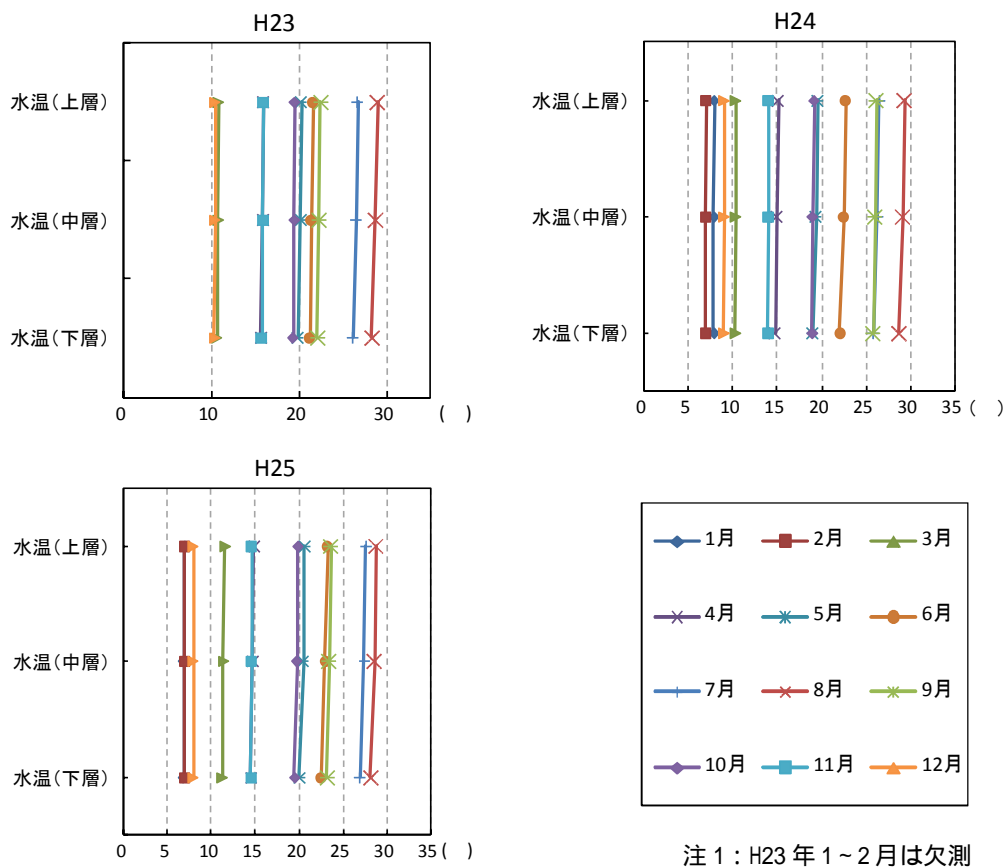


図 5.3-12 (1) 紀の川大堰直上地点の水温の鉛直分布

5.水質

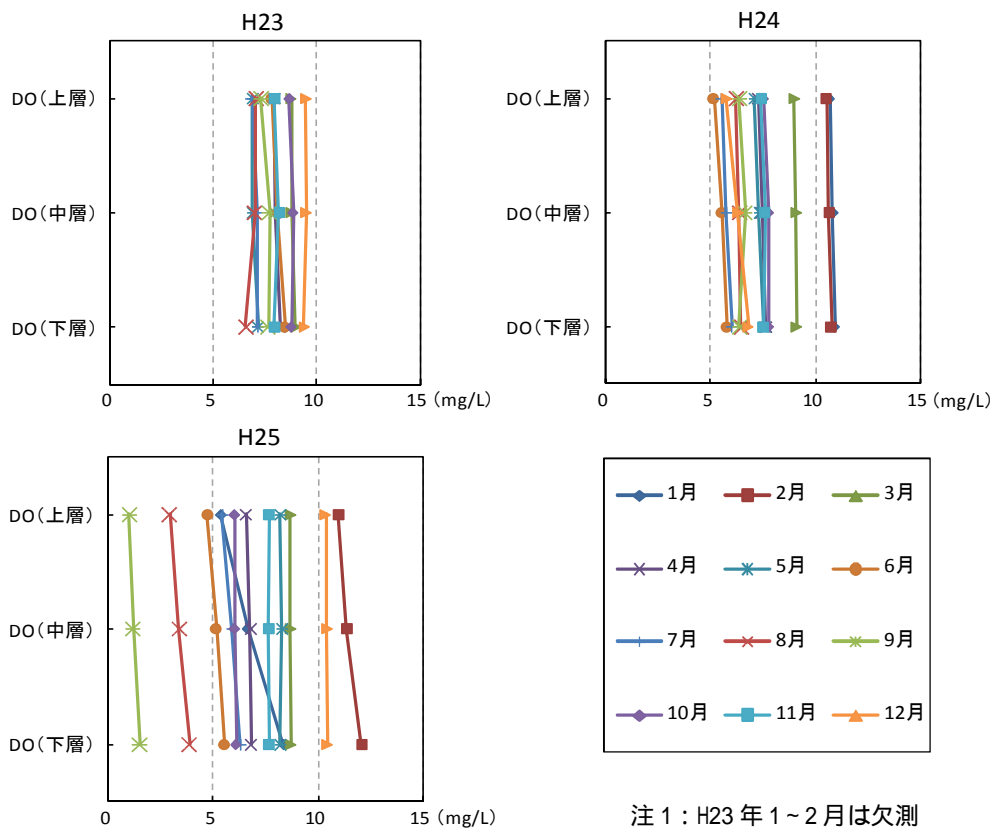


図 5.3-12 (2) 紀の川大堰直上地点のDOの鉛直分布

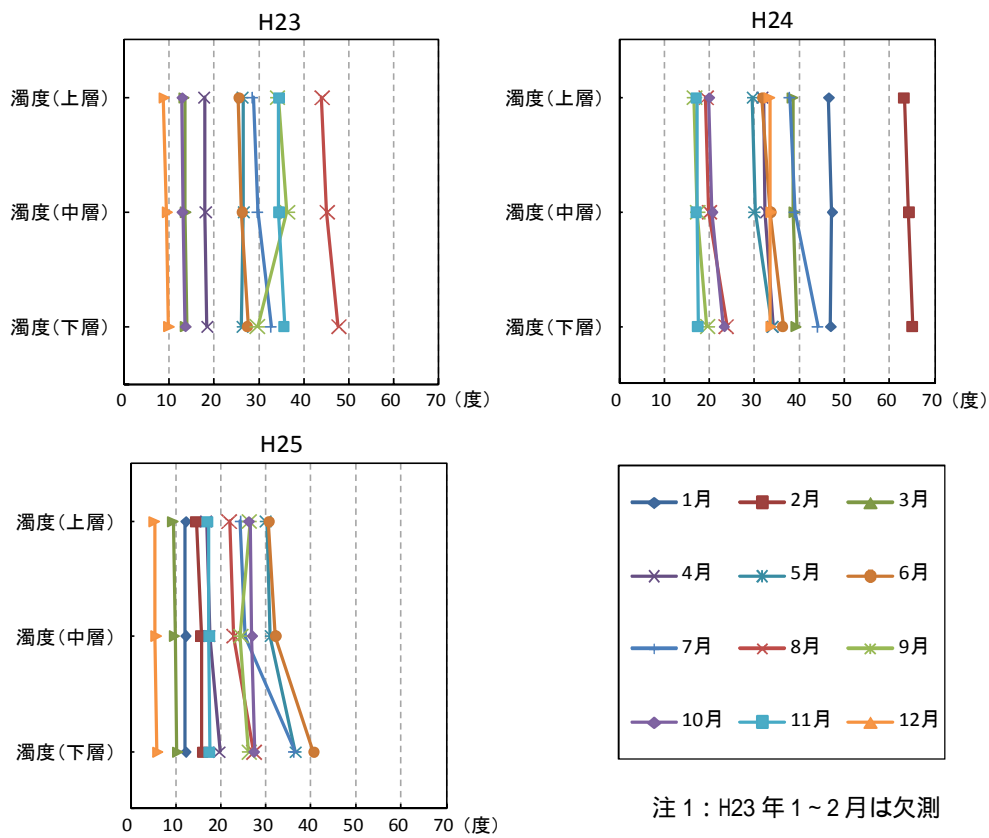


図 5.3-12 (3) 紀の川大堰直上地点の濁度の鉛直分布

5.3.4 大堰下流の水質の経年変化

(1) 大堰下流のDO

紀の川大堰下流域の調査地点（下流から順に、汽①、汽②、汽③）における、大堰暫定運用前後の上層のDOの推移を以下に整理する。

大堰下流のDOは、いずれの地点でも、水温の変化に応じて夏季に低く冬季に高くなる季節変動を示しており、この傾向は、暫定運用開始前後で変化していない。また、3地点とも概ね同じ値で推移している。

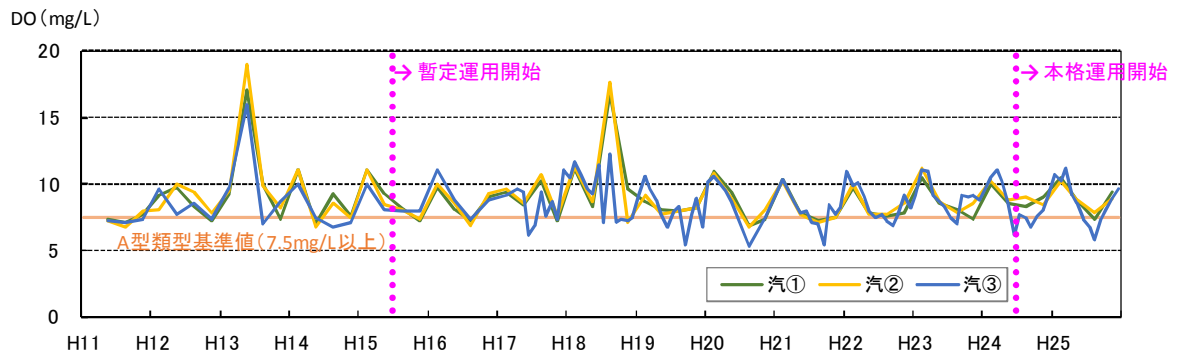


図 5.3-13 紀の川大堰下流のDOの推移



図 5.3-14 大堰下流の調査実施地点

5.水 質

(2) 大堰直下の水温・DOの鉛直分布

大堰下流の水質調査地点のうち、紀の川大堰下流地点（汽③）では、平成13年以降、上層と同時に下層の水質調査を実施している。紀の川大堰下流地点における上層と下層の水温、DOの変化を

図 5.3-15 に示す。

大堰の直下流地点の水温は、上層の水温は外気温の影響により、下層に比べて夏季に高く、冬季に低くなっているが、上層と下層でほぼ同じ値を示している。

DOについては、暫定運用開始後のH17.8、H18.6、H18.8には、植物プランクトンの繁殖が要因と考えられる影響によって、上層で一時的に高い値を示した。また、上層、下層ともに、DOの暫定運用開始以降の平均値は環境基準を満たしている。

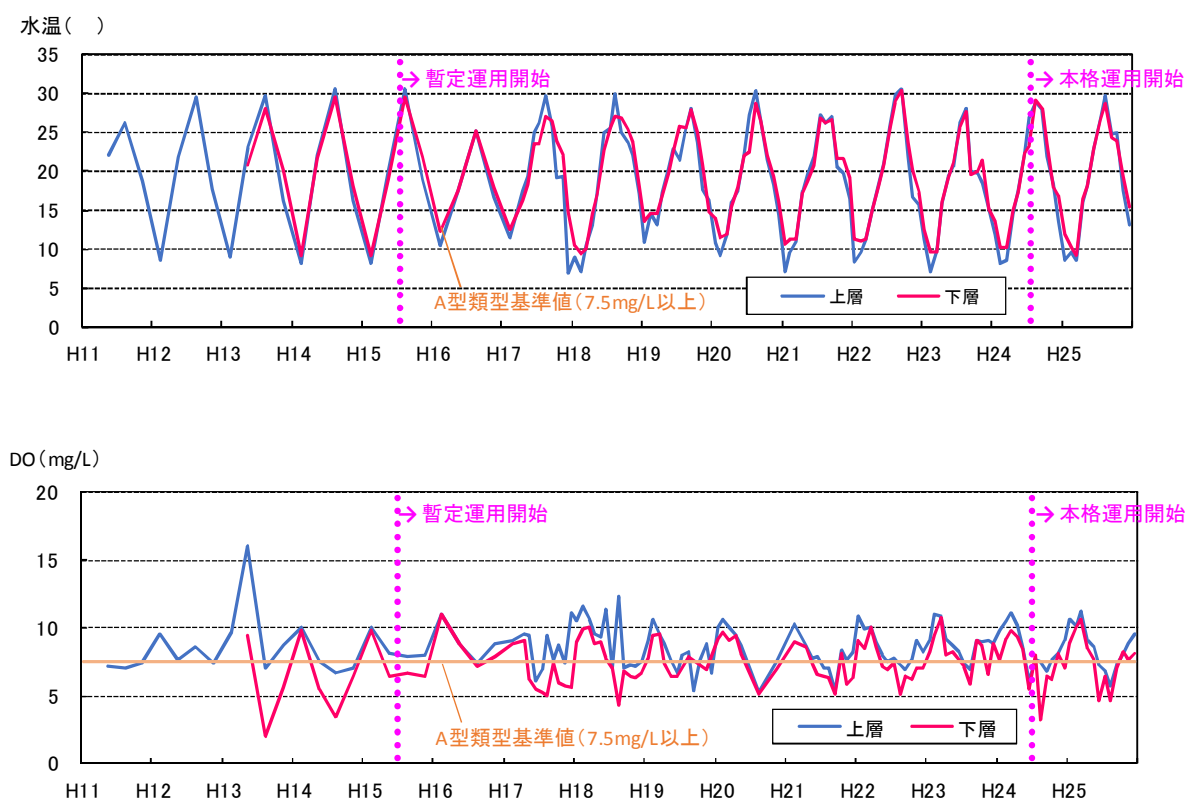


図 5.3-15 紀の川大堰下流地点（汽③）の水温・DOの鉛直分布

(3) 大堰下流の塩分濃度の変化

大堰下流では、平成 12 年から平成 19 年まで、夏季に塩分濃度調査を実施している。調査は、河口より 1.0k から 6.0k まで 1km ピッチで計 6 地点、及び、新六ヶ井堰直下の 6.6k (平成 14 年のみ) を対象とし、潮高差の大きい大潮、及び潮高差の小さい小潮の 2 回について、それぞれ満潮時、干潮時、上げ潮または下げ潮の 3 回、50cm ピッチで鉛直方向の測定を行っている。

大堰暫定運用開始の前後における塩分濃度の変化を比較するため、調査結果データのうち、大堰暫定運用の開始前・後の調査実施日から流量に近い調査日を抽出し、図 5.3-17 に示した。

大堰下流の塩分濃度は、大堰暫定運用開始の前後ともに、縦断方向に等塩分線が概ね水平に見られ、暫定運用開始前後で概ね同様の弱混合型を示しており、大堰暫定運用の前後で大きな変化は見られない。

表 5.3-5 大堰暫定運用開始前後の比較に用いる塩分濃度観測データの概要

	年月日	観測時	船戸流量(m ³ /s)	調査地点
運用前	平成 14 年 9 月 6 日	大潮	31	距離標 : 1.0k、2.0k、3.0k、 4.0k、5.0k、6.0k、6.6k
	平成 14 年 9 月 13 日	小潮	24	横断方向 : 流心 鉛直方向 : 50cm ピッチ
運用後	平成 15 年 9 月 11 日	大潮	29	距離標 : 1.0k、2.0k、3.0k、 4.0k、5.0k、6.0k
	平成 19 年 8 月 24 日	小潮	25	横断方向 : 流心 鉛直方向 : 50cm ピッチ

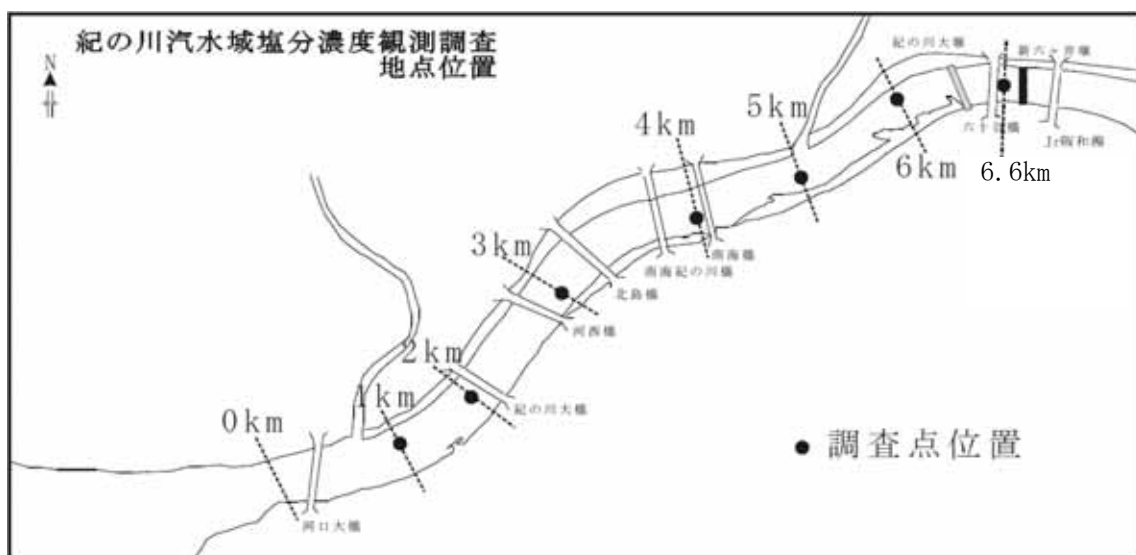


図 5.3-16 紀の川汽水域塩分濃度調査実施地点

大潮 - 満潮

大堰暫定運用開始前（平成 14 年）には、新六ヶ井堰直下の 6.6k から河口付近まで、低塩分水（塩分 20 未満）が厚み 0.5～1.0m 程度で分布しており、水深 1.0m 付近に躍層が形成されている。堰運用後（平成 15 年）は、低塩分水の層が大堰暫定運用開始前に比べて厚く分布しており、水深 1.5～2m 付近に躍層が形成されている。

混合型は、大堰暫定運用開始前後とも弱混合型であり、海水と淡水が鉛直方向に 2 層の状態となっている。但し、大堰暫定運用開始後には堰直下（6.0k）付近で若干の海水と淡水の混合が見られる。

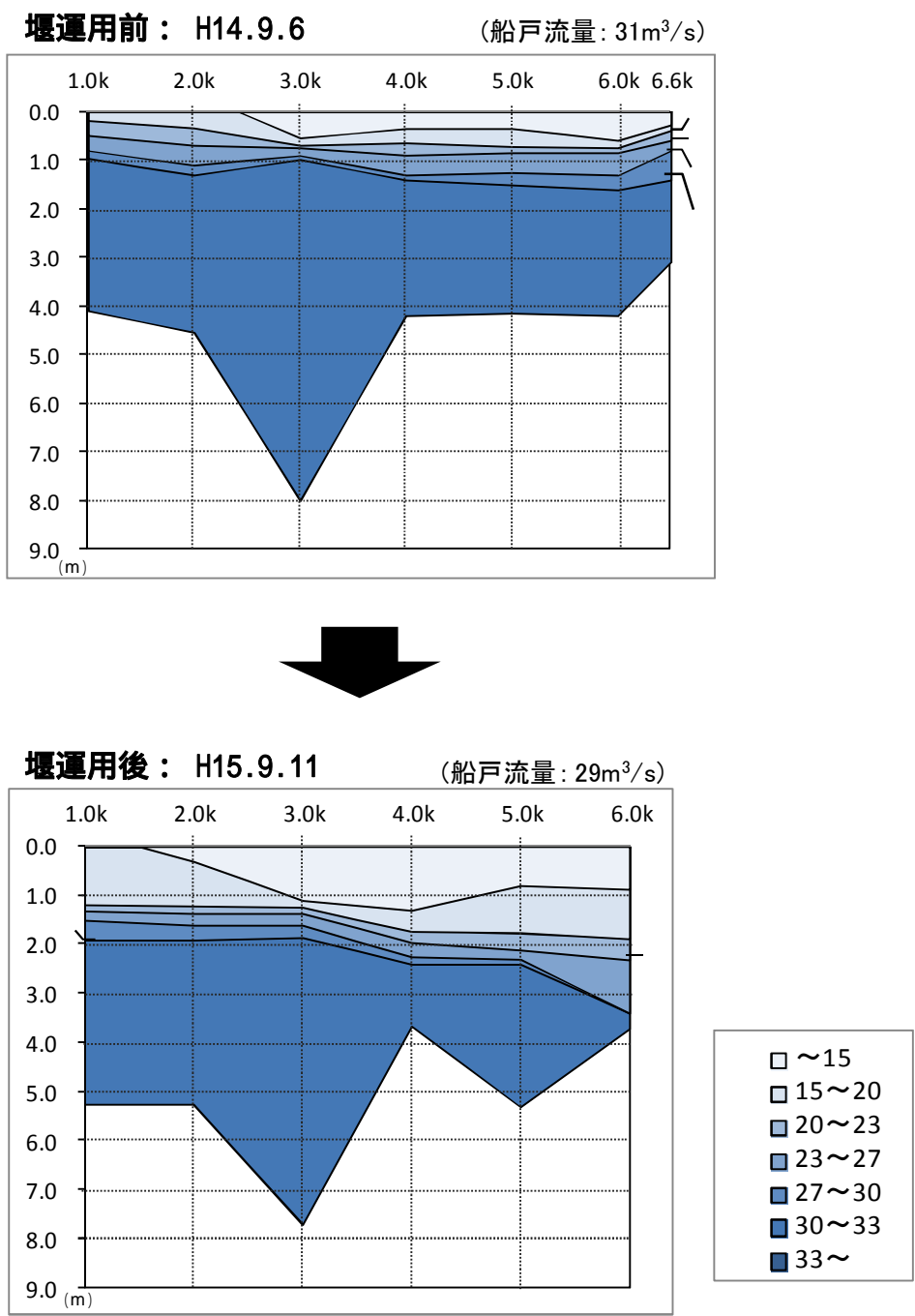


図 5.3-17 (1) 堰運用前後での塩分縦断変化の比較（大潮 - 満潮）

大潮 - 干潮

大堰暫定運用開始前（平成 14 年）には、低塩分水（塩分 20 未満）が水深 0.3m 程度まで分布している。大堰暫定運用開始後（平成 15 年）は、低塩分水の層が大堰暫定運用開始前に比べて厚く、堰直下では 1.5m 程度、河口付近まで 0.5~1m 程度の厚みで表層に分布している。

混合型は大堰暫定運用開始前後とも弱混合型であり、躍層は、大堰暫定運用開始前には水深 0.5m 付近で、大堰暫定運用開始後には水深 1.5m 付近で形成されている。

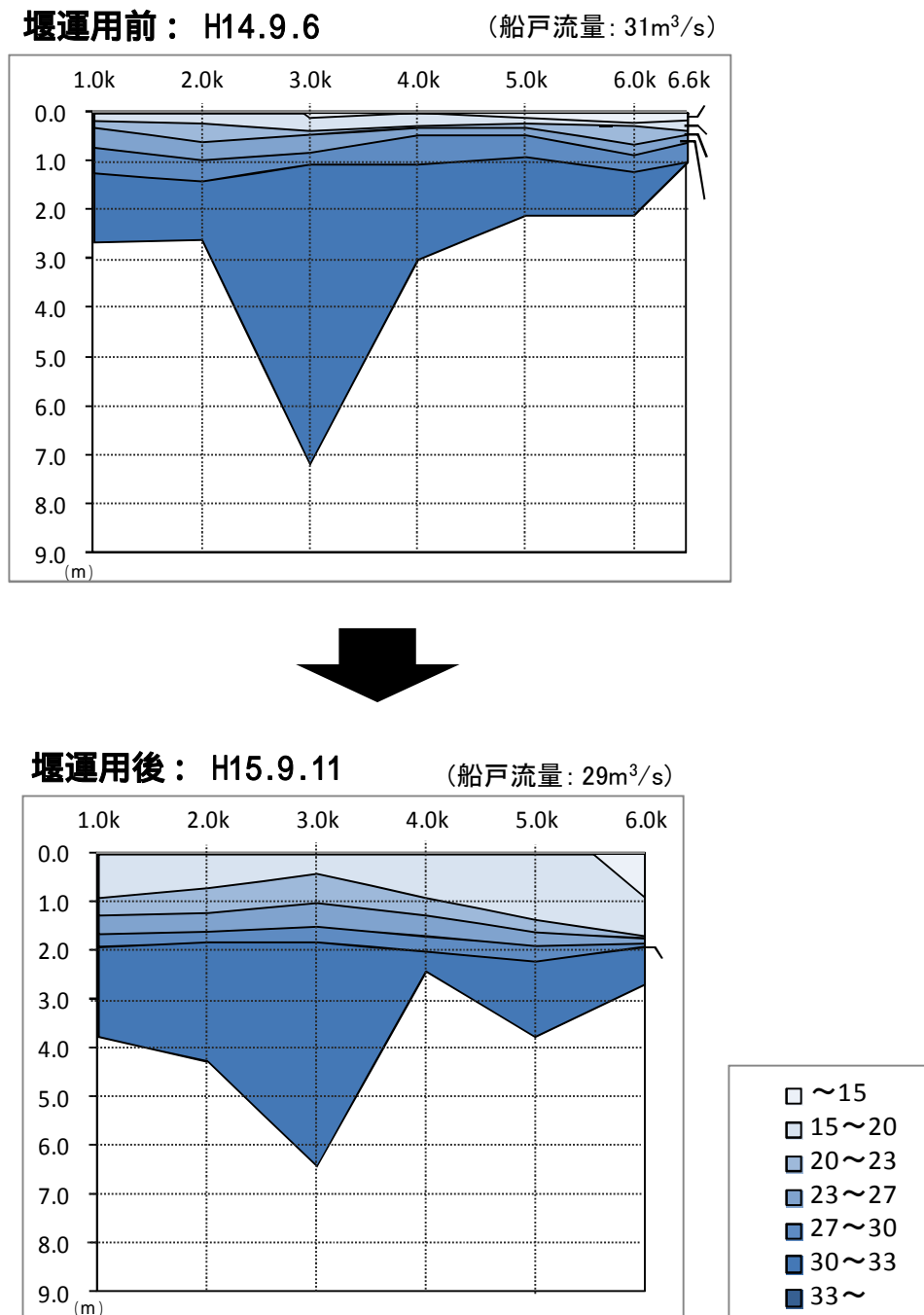


図 5.3-17 (2) 堰運用前後での塩分縦断変化の比較（大潮 - 干潮）

小潮 - 満潮

大堰暫定運用開始前前（平成 14 年）には、6.0k から河口付近まで、低塩分水（塩分 20 未満）が厚み 0.8m 程度で分布している。また、海水と淡水が鉛直方向に 2 層の状態となる弱混合型を呈しており、水深 1.0m 付近に躍層が形成されている。

大堰暫定運用開始後（平成 19 年）は、低塩分水の分布は堰付近（5.0～6.0k）に限定されており、躍層は、水深 1.0m 付近に緩く形成されている。下層は塩分 33 以上の高塩分水が 6.0k まで遡上し、2.0m 以深に分布している。

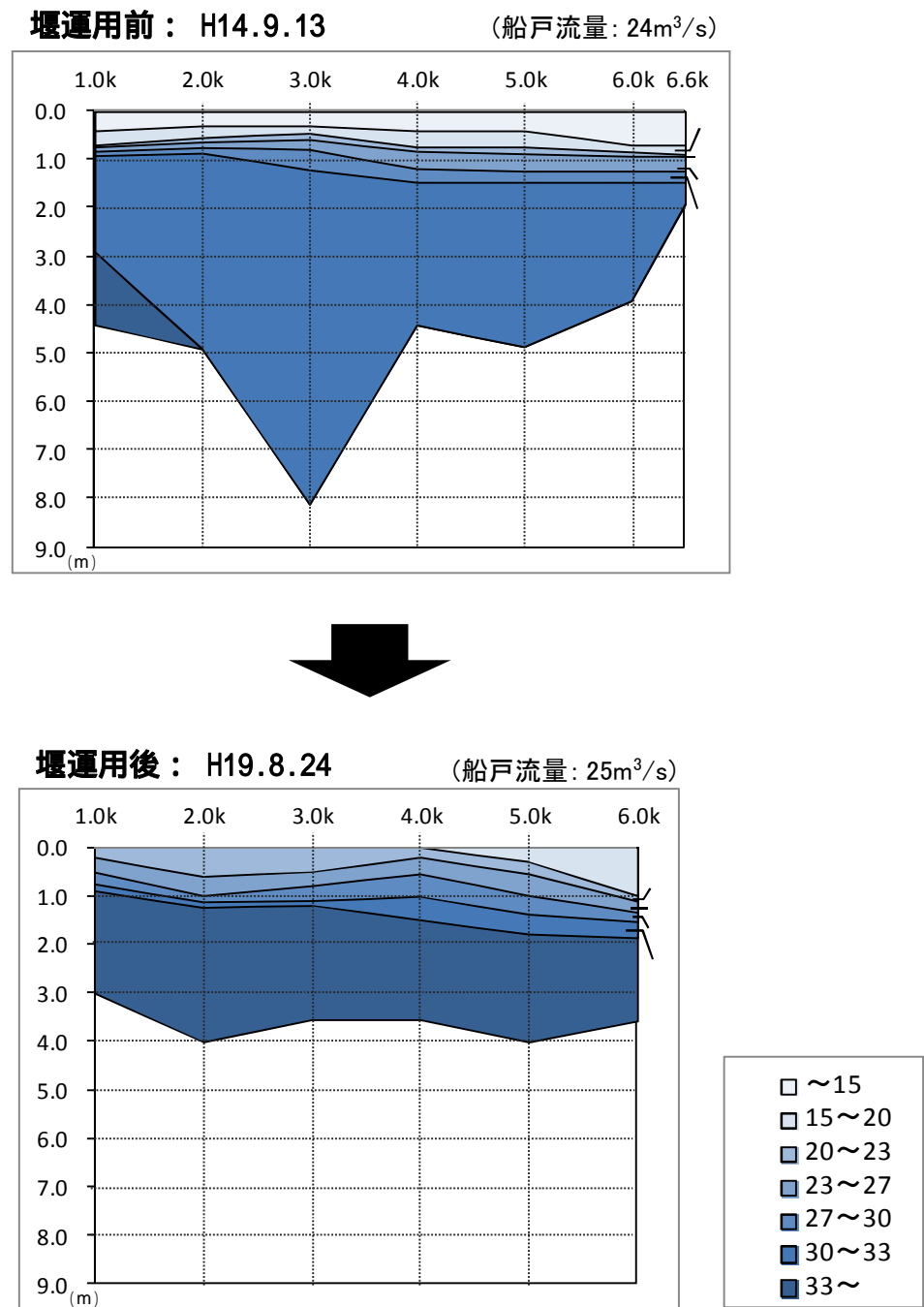


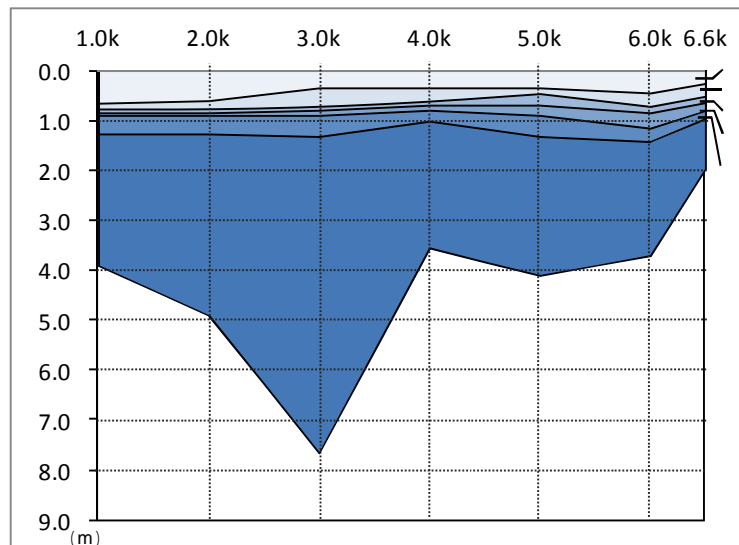
図 5.3-17 (3) 堰運用前後での塩分縦断変化の比較（小潮 - 満潮）

小潮 - 干潮

大堰暫定運用開始前（平成 14 年）には、6.0k から河口付近まで、低塩分水（塩分 20 未満）が厚み 0.8m 程度で分布している。また、弱混合型を呈しており、水深 1.0m 付近で躍層を形成している。

大堰暫定運用開始後（平成 19 年）は表層の塩分が 20~23 と高くなっており、低塩分水は分布していない。躍層は水深 1.0~1.5m 付近に形成されている。

堰運用前： H14.9.13

(船戸流量: 24m³/s)

堰運用後： H19.8.24

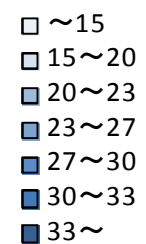
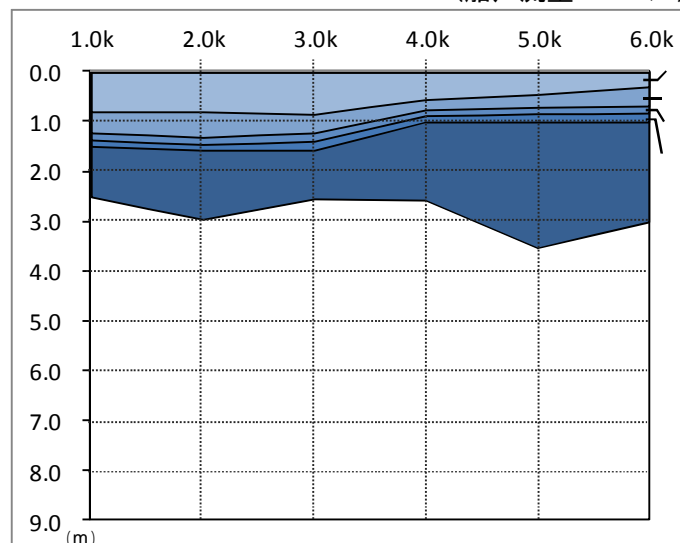
(船戸流量: 25m³/s)

図 5.3-17 (4) 堰運用前後での塩分縦断変化の比較（小潮 - 干潮）

5.水 質

5.3.5 植物プランクトンの生息状況変化

紀の川大堰周辺では、新宮川・紀の川水系水質等調査として植物プランクトンの定量調査が行われている。調査は紀の川大堰下流、六十谷橋下流の2地点で実施しており、いずれも流心の表層より採水している。平成15年～平成25年の植物プランクトンの定量分析結果を図5.3-19に示す。

湛水域（六十谷橋下流）の植物プランクトンは、主に珪藻類と緑藻類で構成されており、珪藻類は毎年夏季に多く発生している。本川下流（紀の川大堰下流）は珪藻類が大部分を占めており、珪藻類、鞭毛藻類の一時的な増加も確認されている。しかし、アオコ等の水質障害の原因となる藍藻類は、湛水域、本川下流のいずれでもほとんど記録されていない。



図 5.3-18 植物プランクトン調査地点

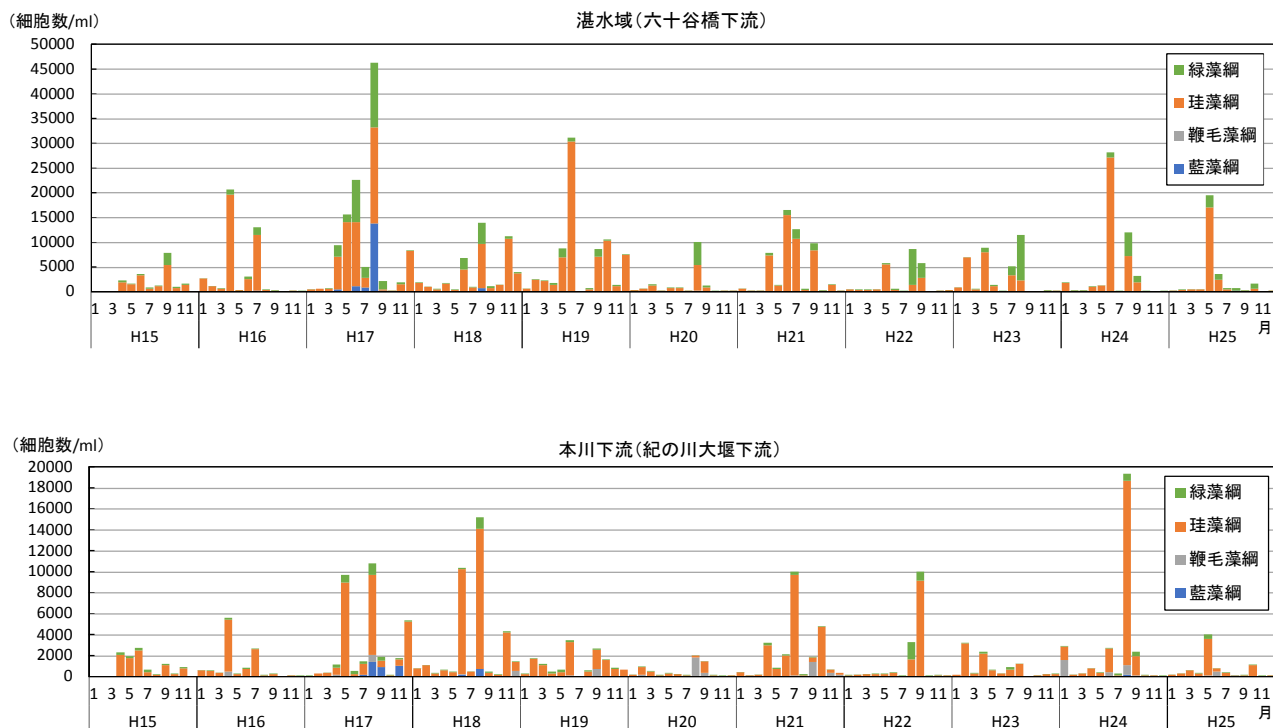


図 5.3-19 各地点における植物プランクトン細胞数の推移（H21～H25）

5.3.6 底質の変化

紀の川大堰では、湛水域 5 地点（貯①～⑤）、及び本川下流 3 地点（汽①～③）において、底質分析調査を実施している。調査は平成 11 年から開始され、毎年 5 月と 11 月の 2 回実施している。調査地点を図 5.3-20 に示す。

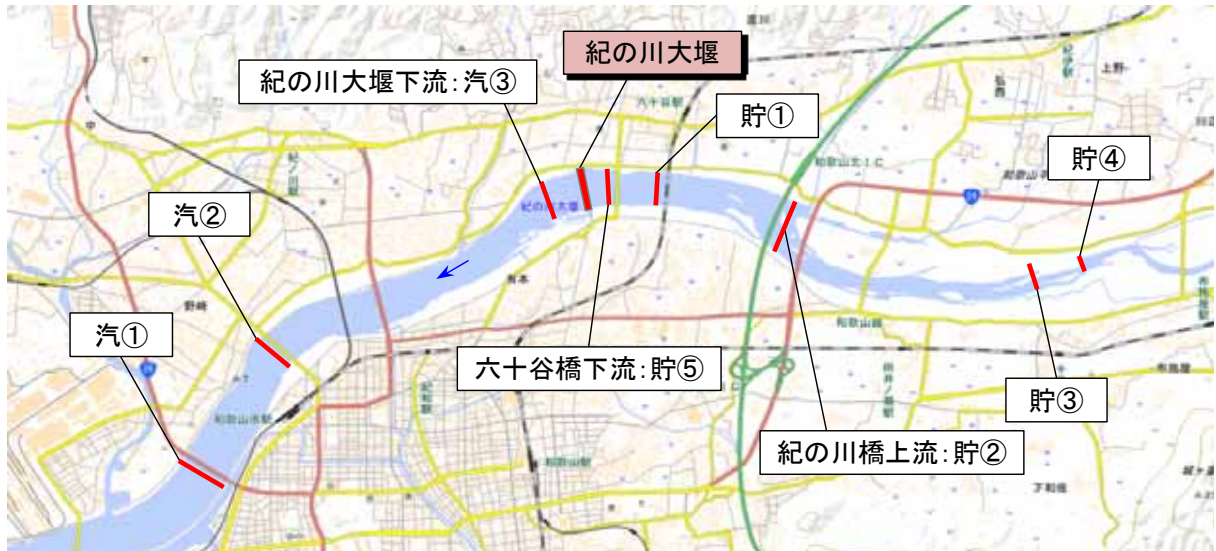


図 5.3-20 底質分析調査地点

(1) 河床材料の変化

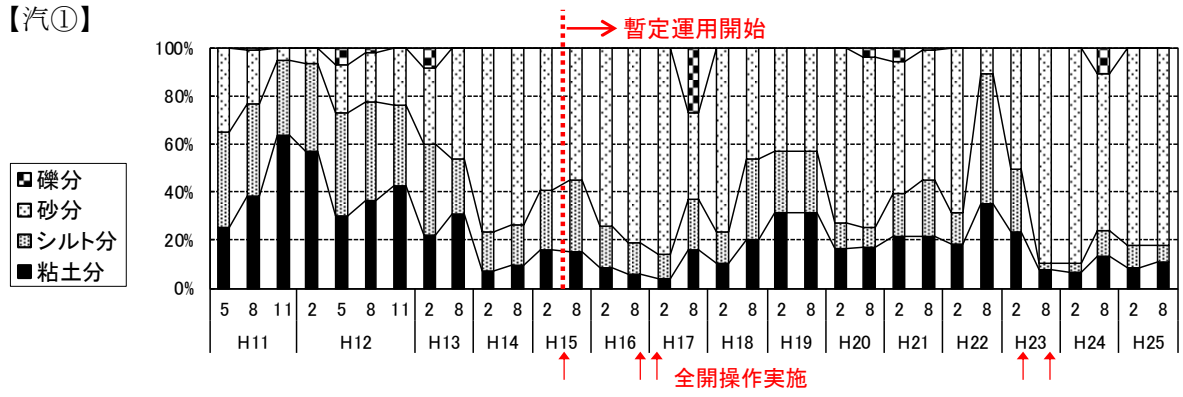
紀の川大堰周辺における河床材料の粒度組成の経年的変化は図 5.3-21 に示すとおりである。

このうち、紀の川大堰の直下流地点（汽③）と直上流地点（貯⑤）の流心における底質の調査結果を比べると、上流地点では底質の粒度組成の年変動が大きく、大堰の暫定運用開始による変化は顕著には表れていない。直下流地点では暫定運用開始前にはシルト・粘土分の比率が 50%を超える状態であったが、暫定運用開始後は、砂分・礫分の比率が 80%程度の状態で推移している。調査地点③～上流の⑥の間では、④においてシルト分・砂分の割合が高くなっているが、他の地点では大堰の暫定運用開始による変化は顕著には表れていない。

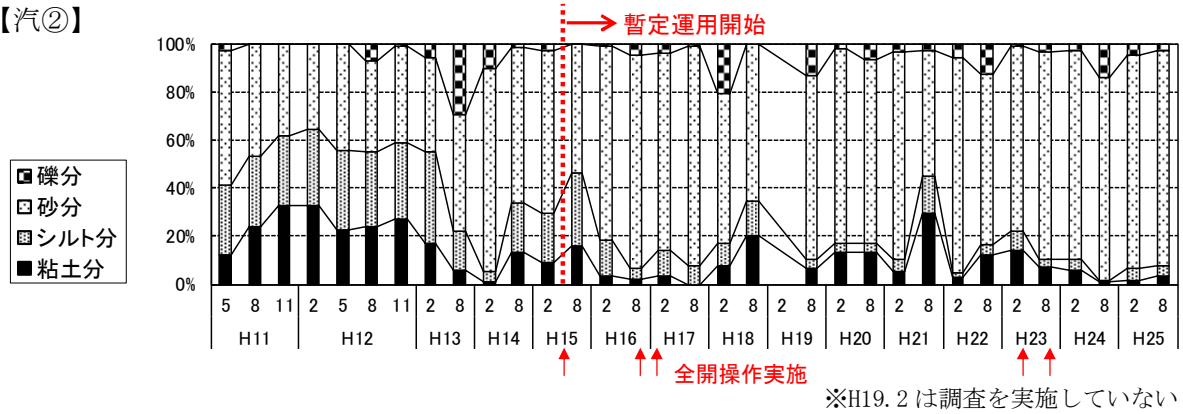
以上より、調査地点①の粒度組成の変化は、固定堰の新六ヶ井堰から、可動堰である紀の川大堰に変わったことで、大堰下流に礫分・砂分が供給されるようになったことが要因と考えられる。

5.水質

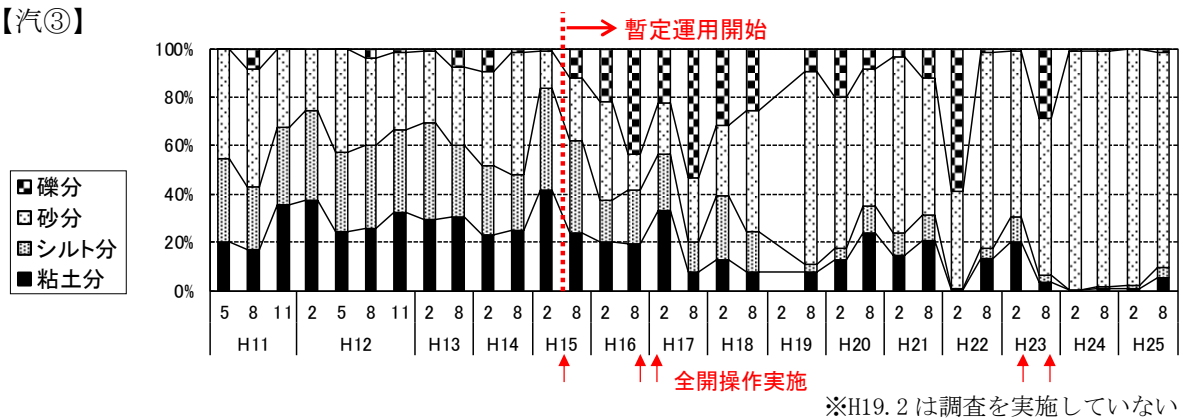
【汽①】



【汽②】



【汽③】



【貯⑤】

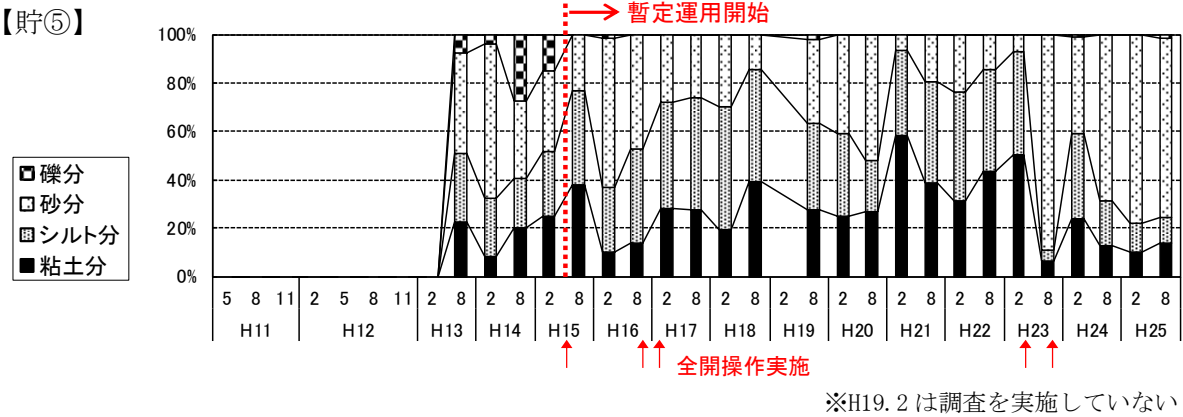


図 5.3-21 (1) 底質粒度組成の経年変化

【出典：紀の川大堰関連環境調査とりまとめ業務 報告書 平成 23 年 2 月】
 【出典：紀の川・新宮川水系水質・底質分析等業務（H22 年度～H25 年度）】

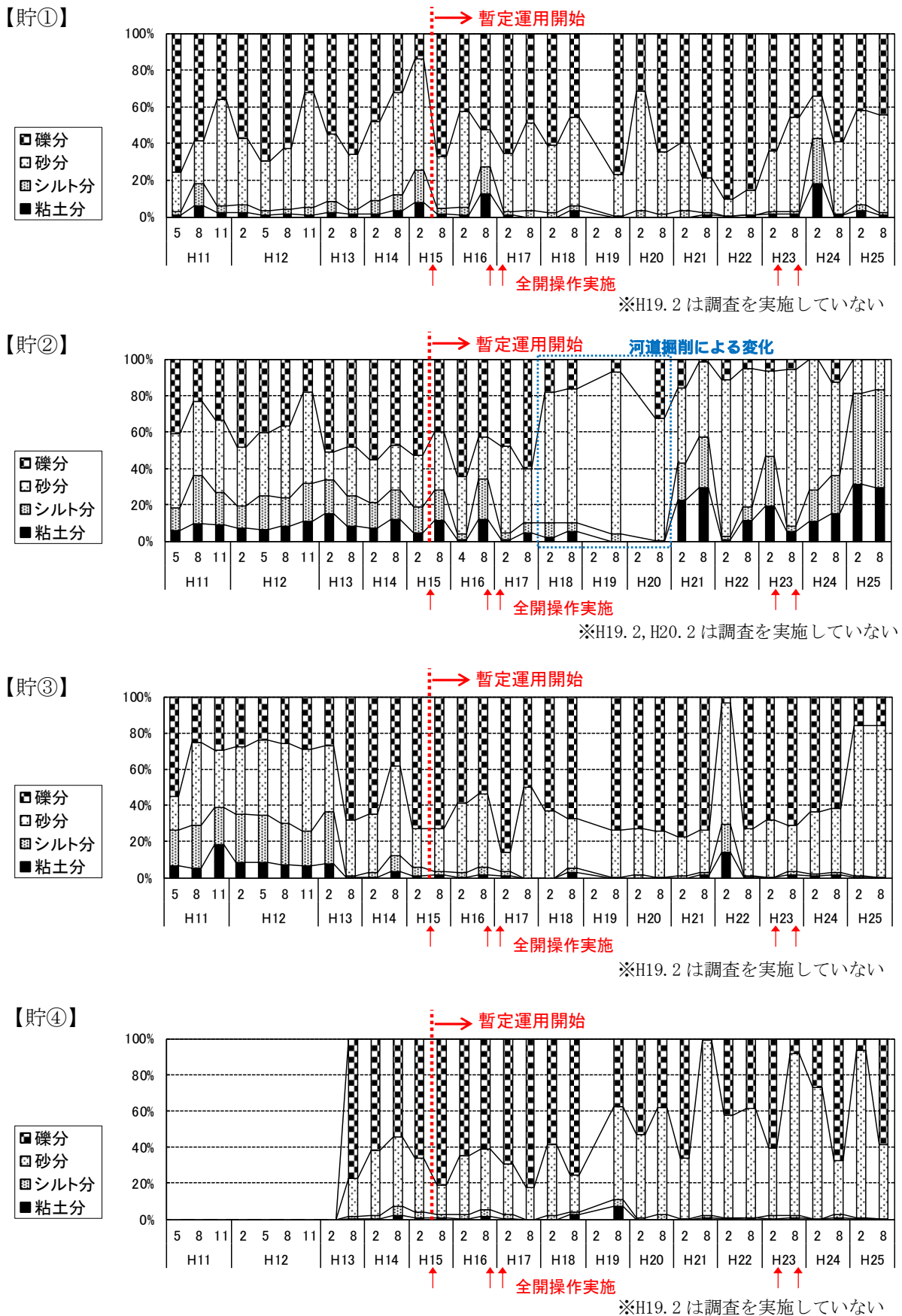


図 5.3-21 (2) 底質粒度組成の経年変化

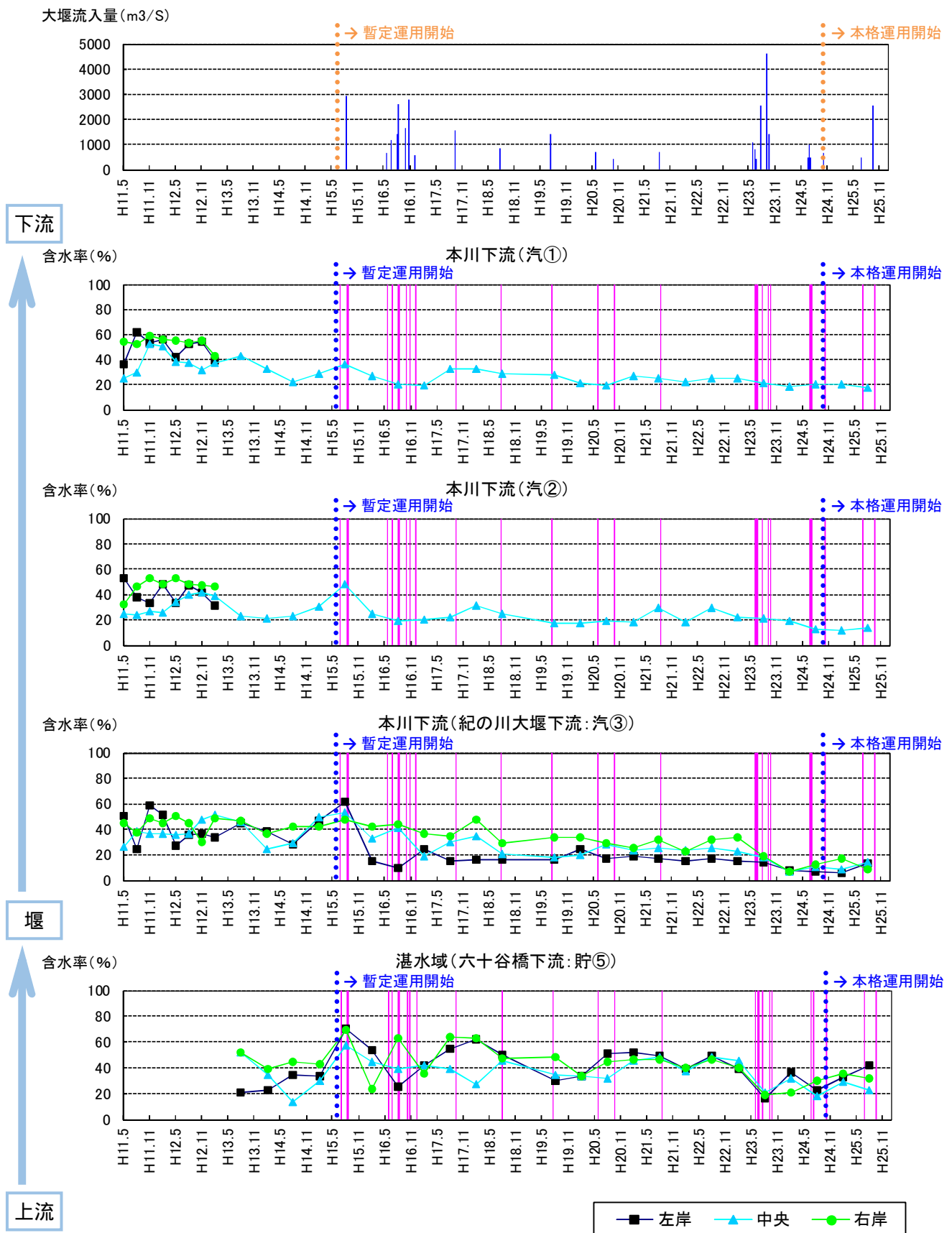
【出典：紀の川大堰関連環境調査とりまとめ業務 報告書 平成 23 年 2 月】
 【出典：紀の川・新宮川水系水質・底質分析等業務（H22 年度～H25 年度）】

(2) 底質濃度

紀の川大堰では、本川調査の対象となっている湛水域 5 地点（貯①～⑤）、及び本川下流 3 地点（汽①～③）の各側線の中央、右岸、左岸の 3 ヶ所において底質分析調査を実施している（調査地点は図 5.3-20 のとおり）。分析対象項目は、含水率、強熱減量、COD、TOC、全窒素、全リン、全硫化物であり、調査は毎年 5 月と 11 月の 2 回実施している。調査開始以降（平成 11 年以降）の底質濃度の経年変化を図 5.3-22 に示す。

湛水域の貯②では、年変動や一時的な増加は見られるものの、いずれの項目も概ね低い値で推移している。一方で、貯⑤では、洪水時には堰操作等によるフラッシュ等の影響を受けるため年変動が大きく、暫定運用開始以後には分析値が増加傾向を示す項目も見られたが、大きな出水が発生した平成 23 年夏季には、湛水域の 2 地点とも、いずれの項目でも一時的に低い値となった。本格運用開始以後は、概ね暫定運用開始以前と同等の値を示している。

本川下流（汽③）では、いずれの項目も概ね低い値で推移しており、大堰暫定運用後には中央、右岸、左岸ともに、底質の全項目で値が減少した。また、平成 23 年夏季の出水以降は、いずれの項目も低い値で推移している。

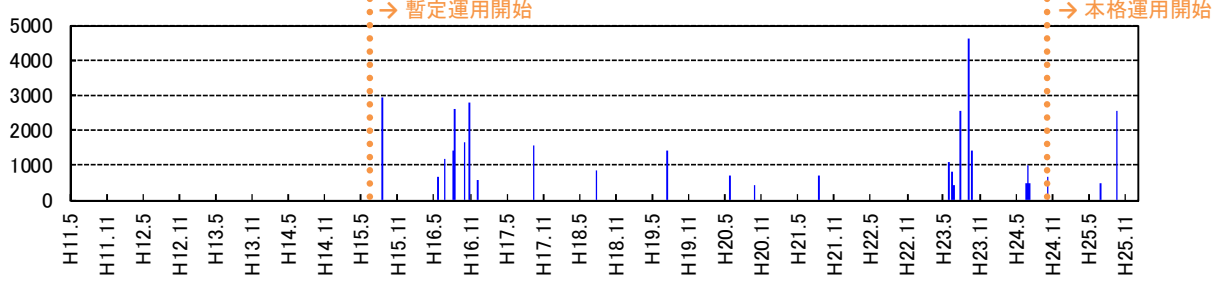


図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

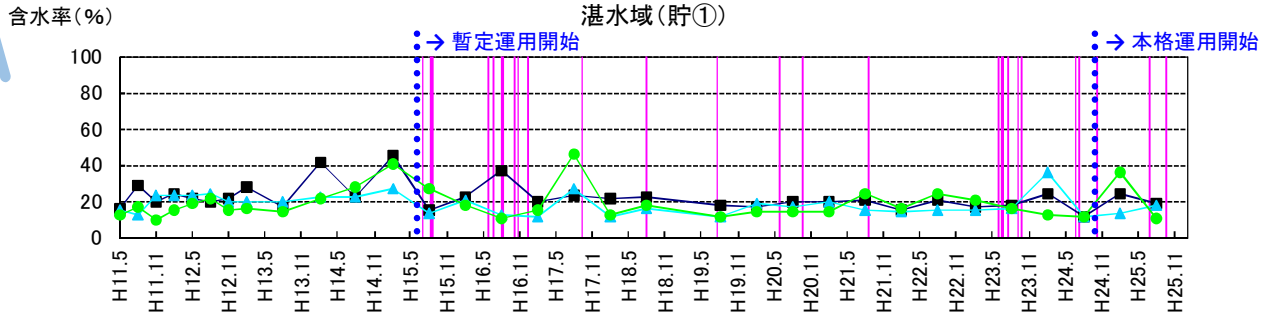
図 5.3-22 (1) 底質分析調査結果 下流～堰～上流(含水率)

5.水質

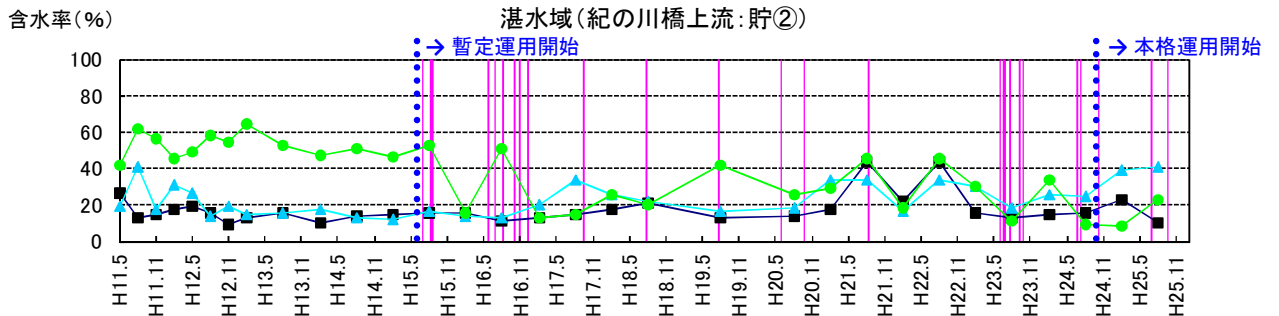
大堰流入量(m³/S)



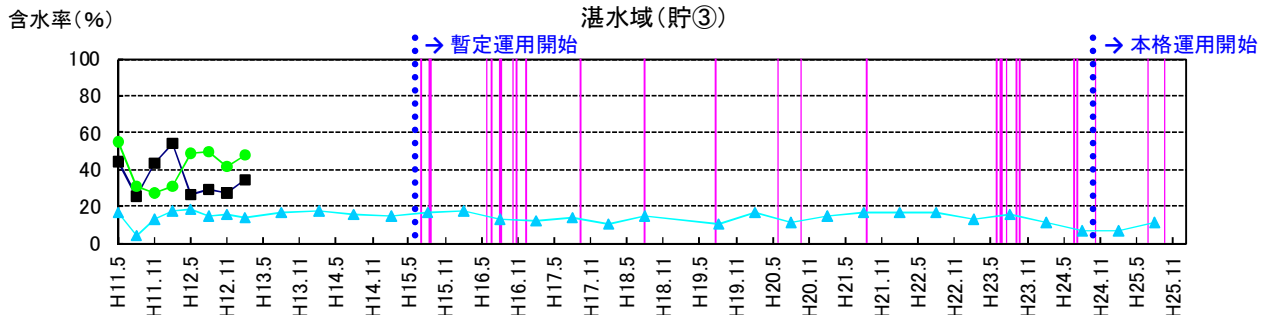
含水率(%)



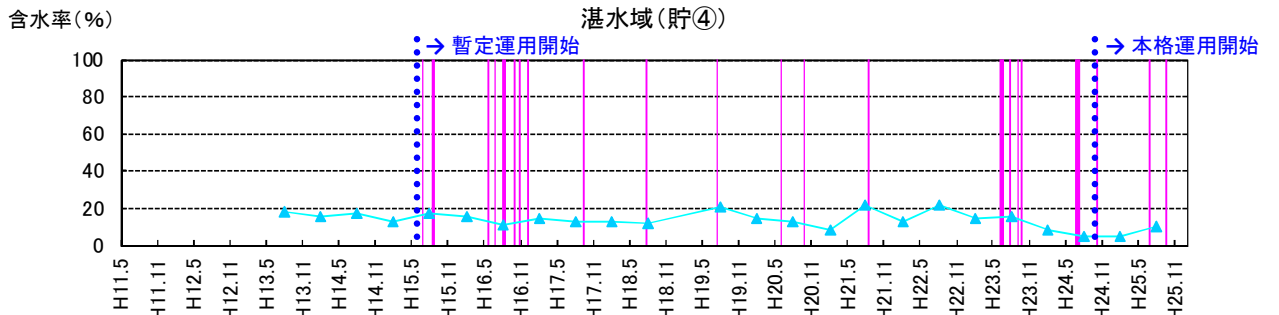
含水率(%)



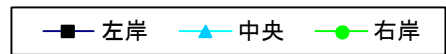
含水率(%)



含水率(%)

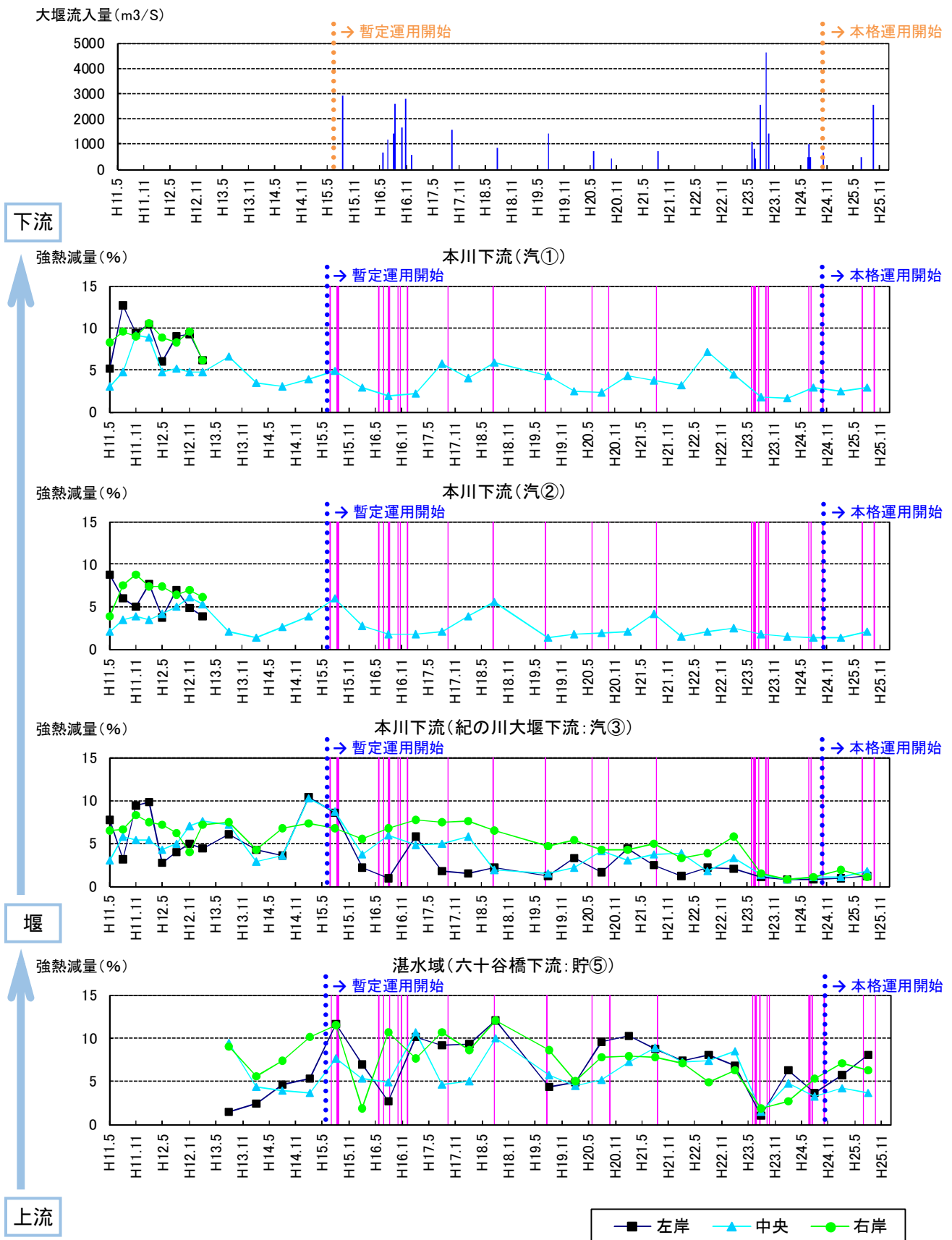


上流



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (2) 底質分析調査結果 堰～上流 (含水率)

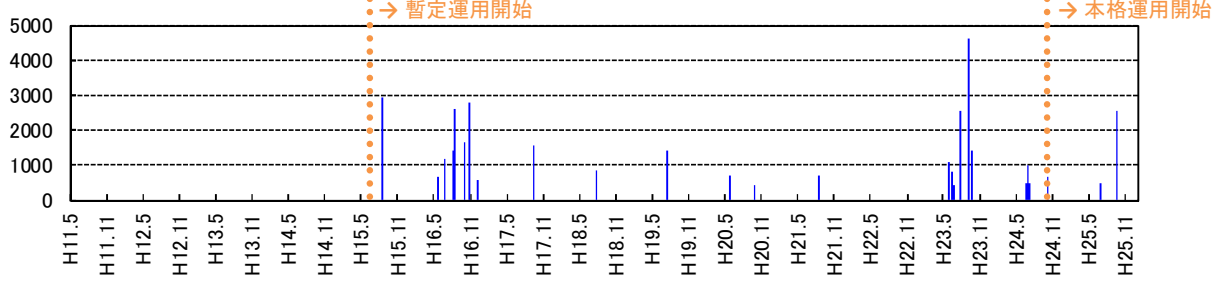


図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

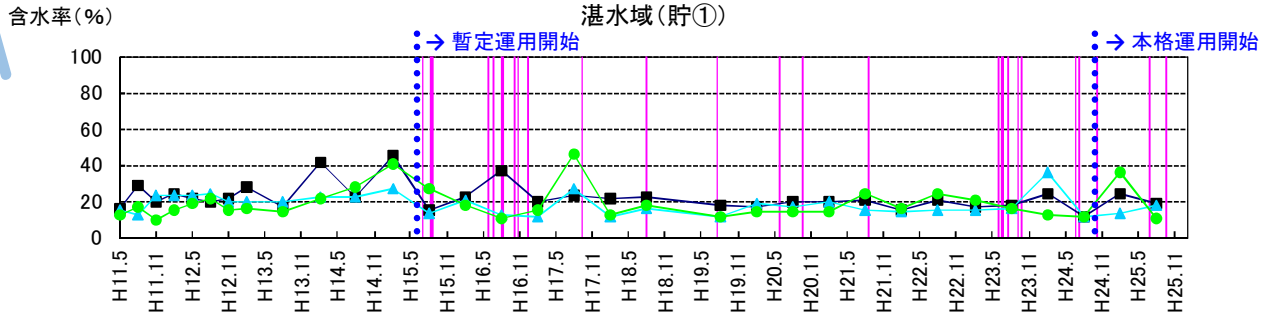
図 5.3-22 (3) 底質分析調査結果 下流～堰～上流(強熱減量)

5.水質

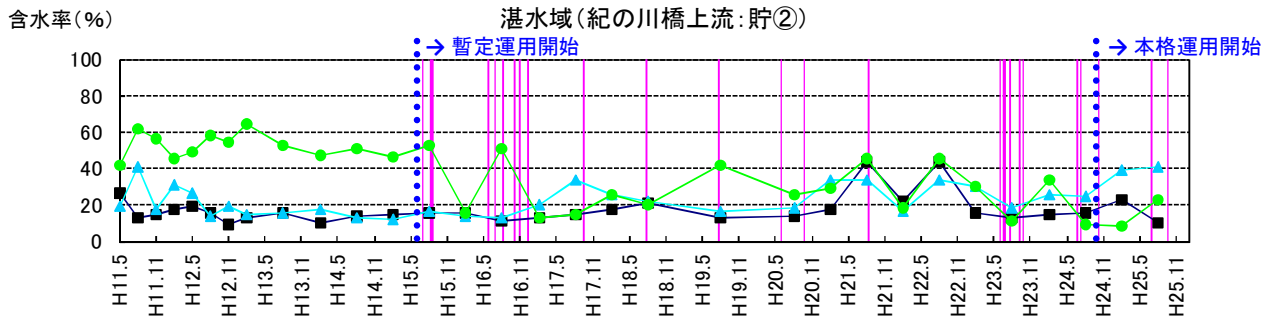
大堰流入量(m3/S)



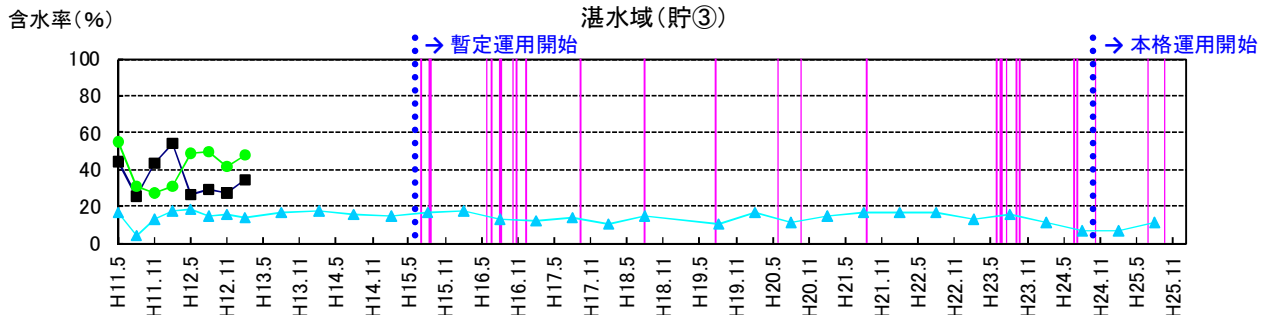
含水率(%)



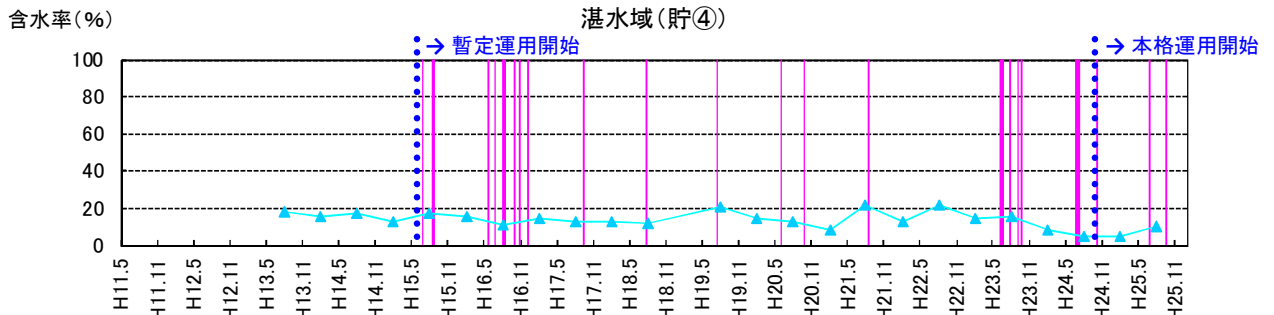
含水率(%)



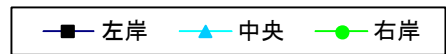
含水率(%)



含水率(%)

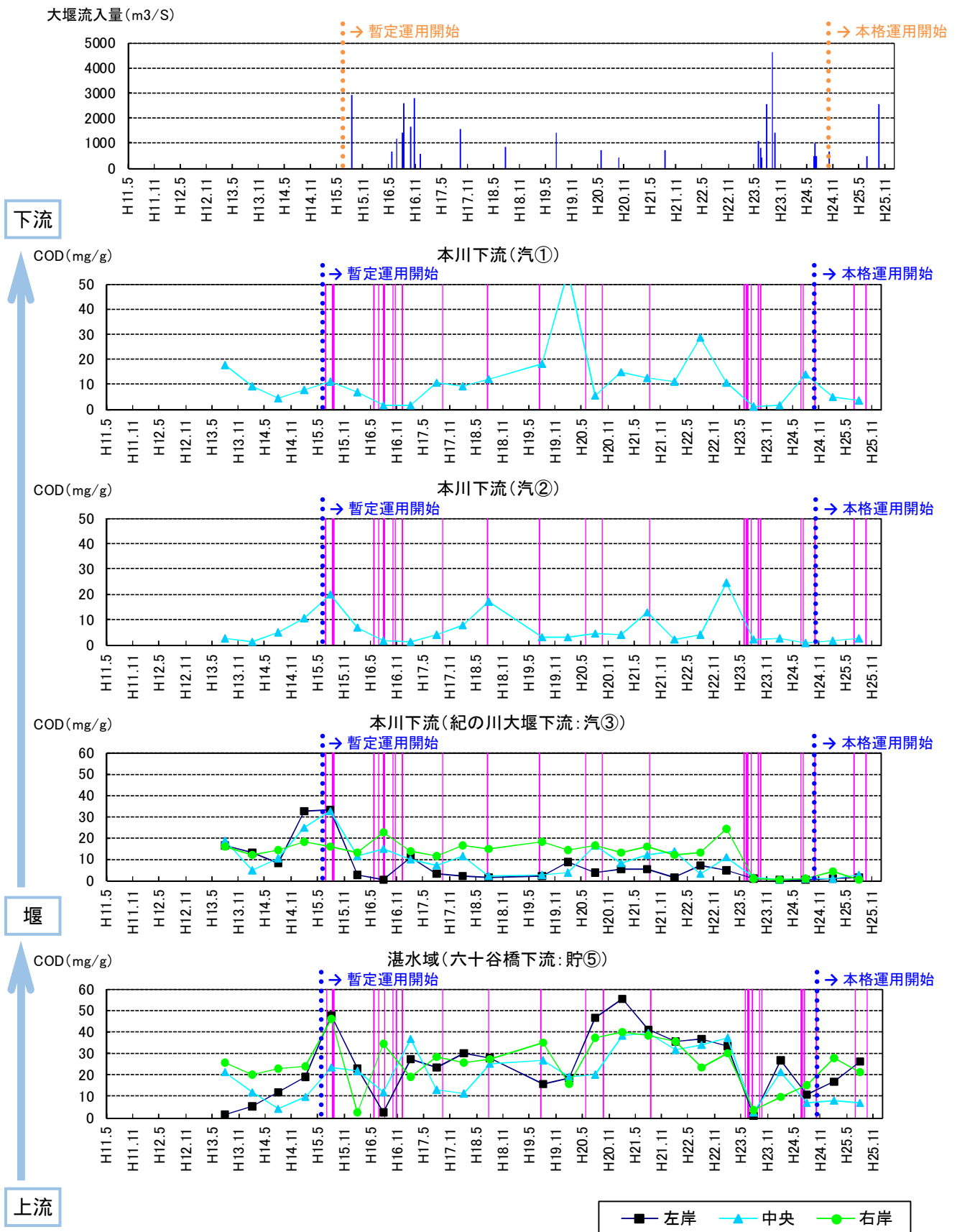


上流



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (4) 底質分析調査結果 堰～上流(強熱減量)



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (5) 底質分析調査結果 下流～堰～上流 (COD)

5.水質

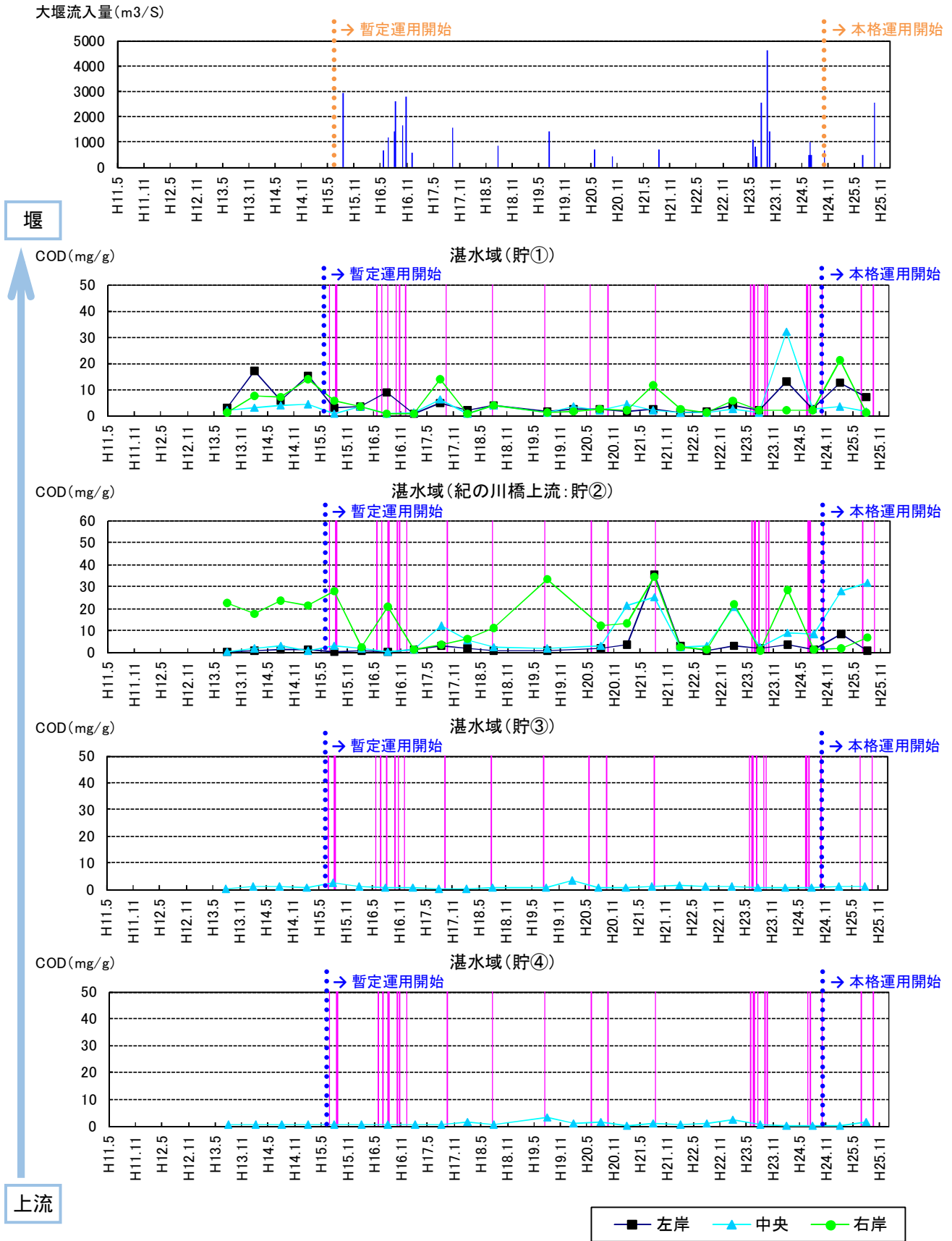
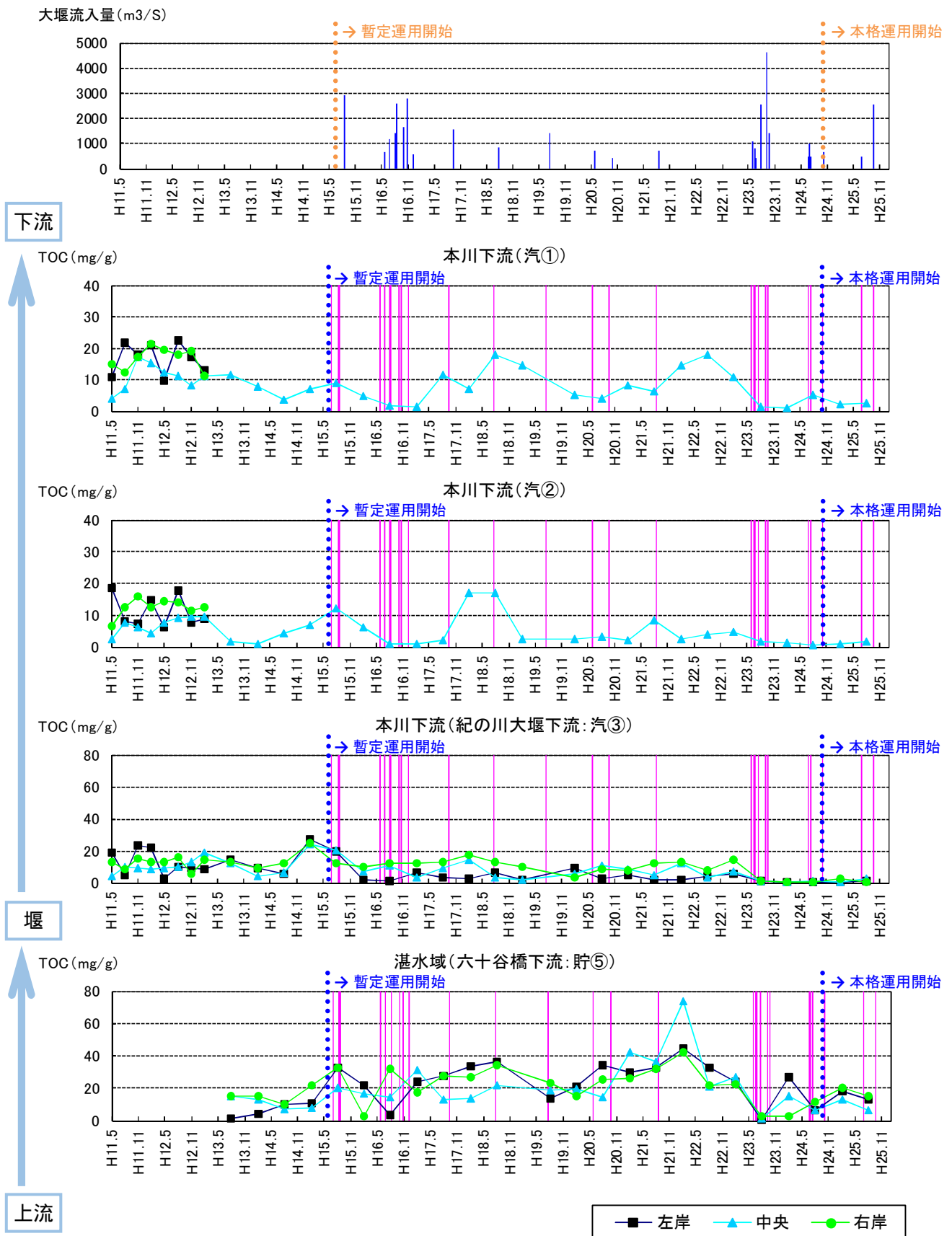


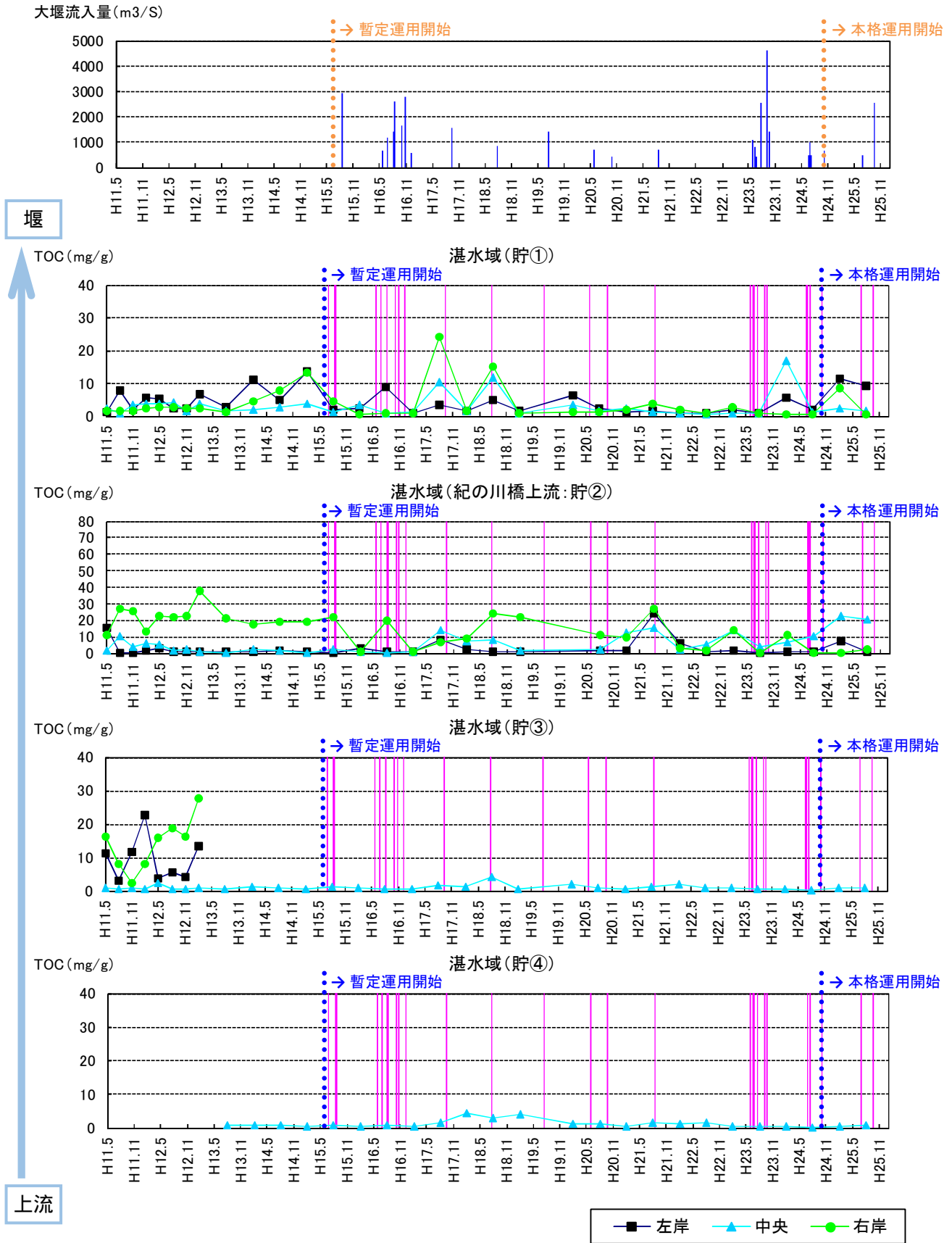
図 5.3-22 (6) 底質分析調査結果 堰～上流 (COD)



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

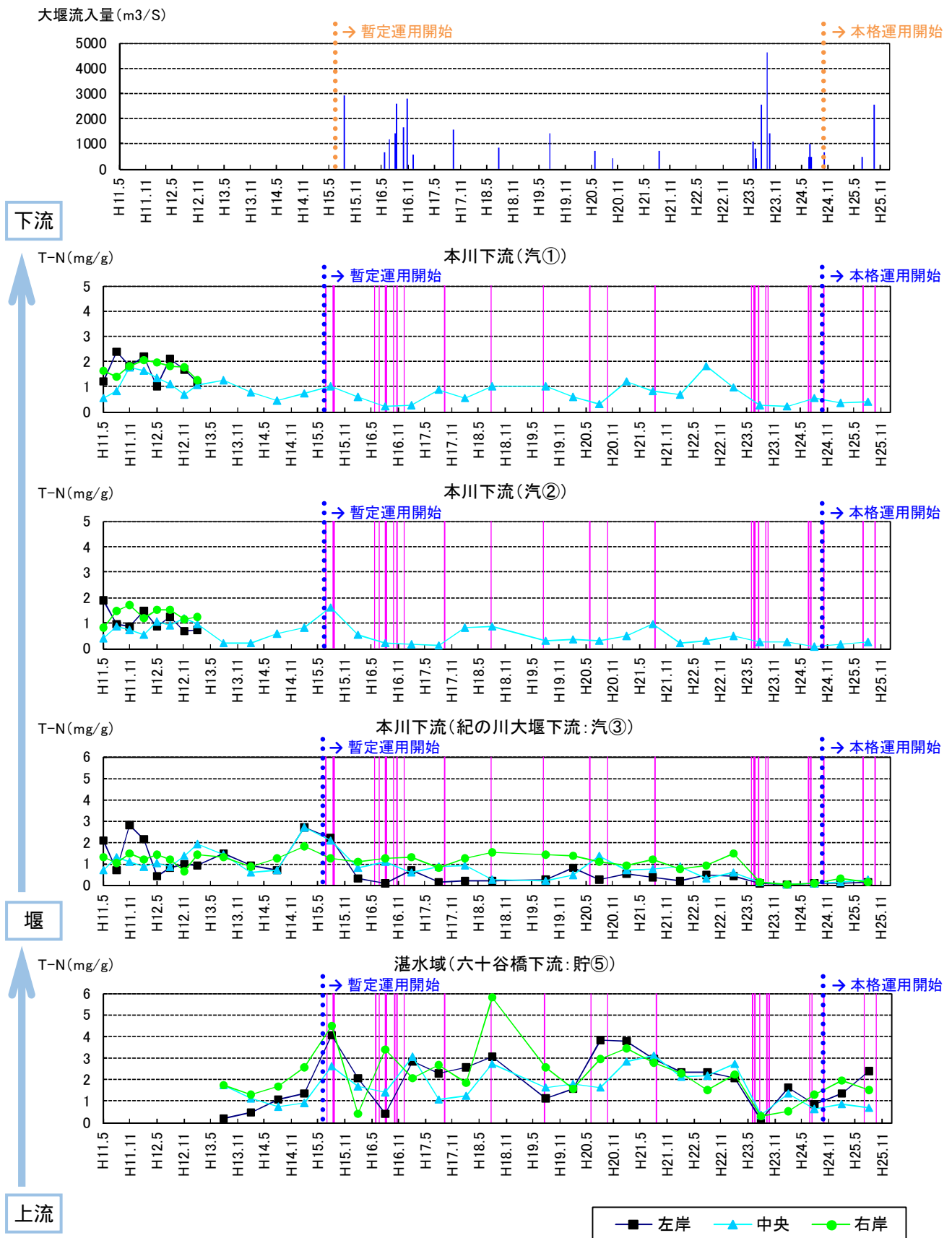
図 5.3-22 (7) 底質分析調査結果 下流～堰～上流 (TOC)

5.水質



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (8) 底質分析調査結果 堰～上流 (TOC)



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (9) 底質分析調査結果 下流～堰～上流 (T-N)

5.水質

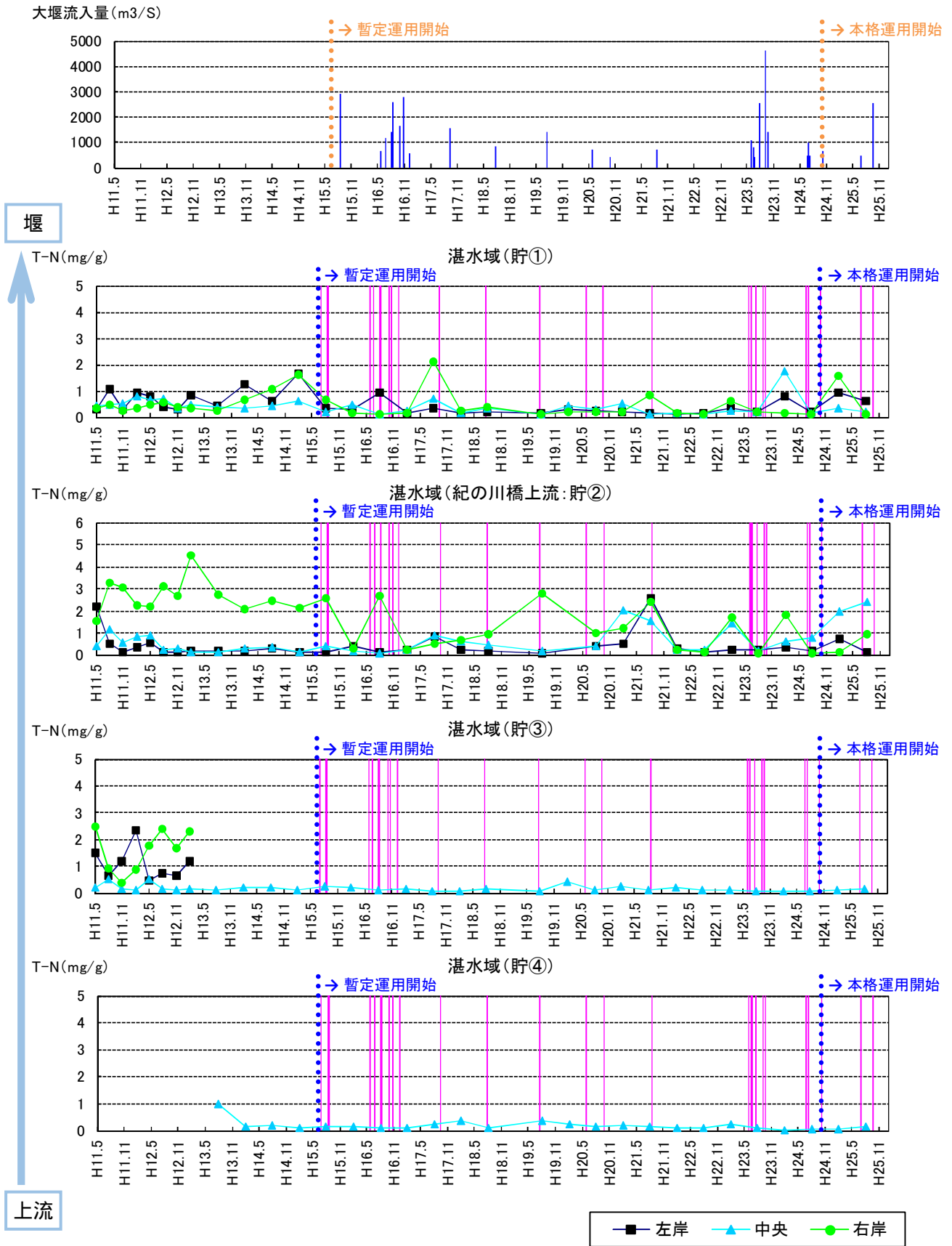
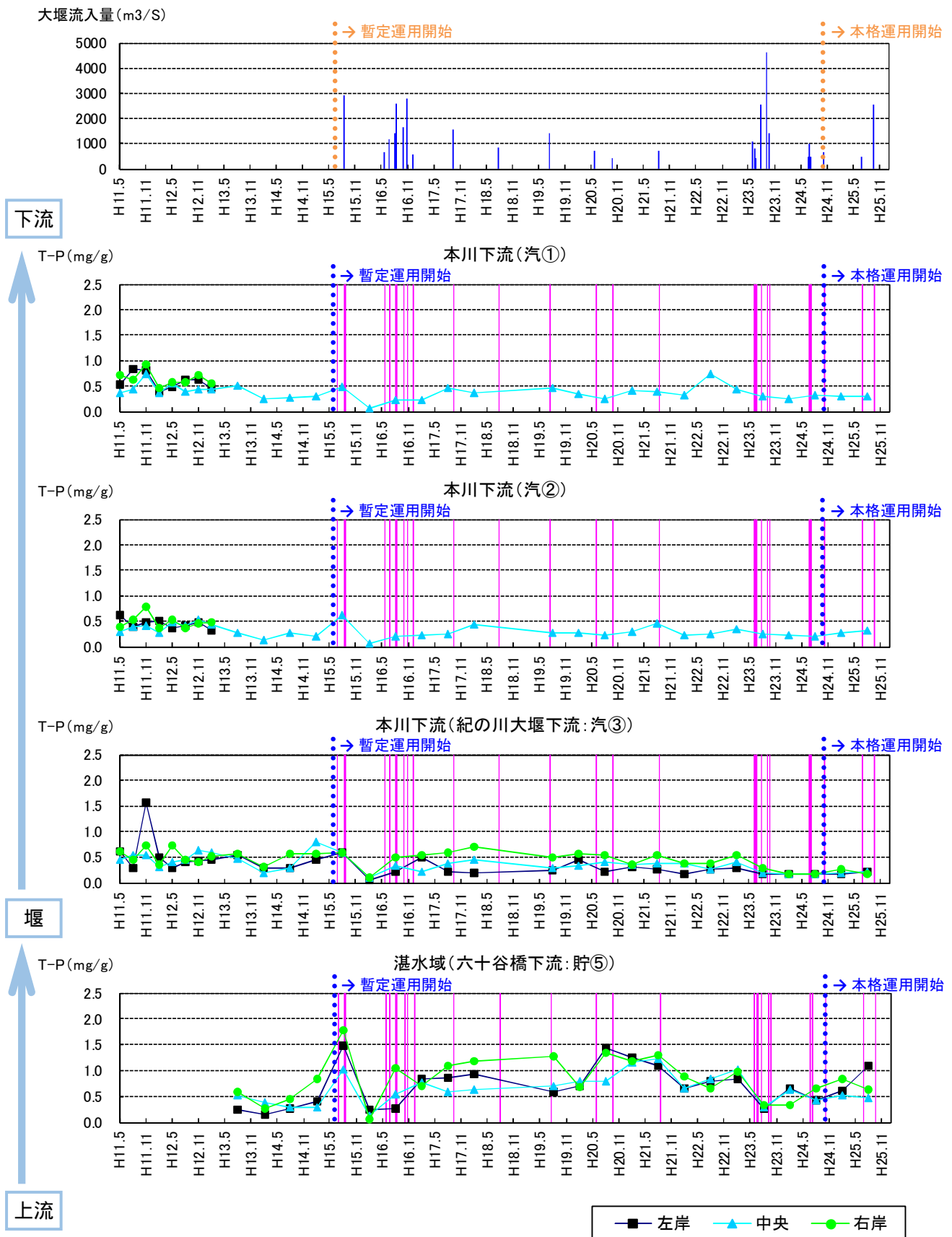


図 5.3-22 (10) 底質分析調査結果 堰～上流 (T-N)



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (11) 底質分析調査結果 下流～堰～上流 (T-P)

5.水質

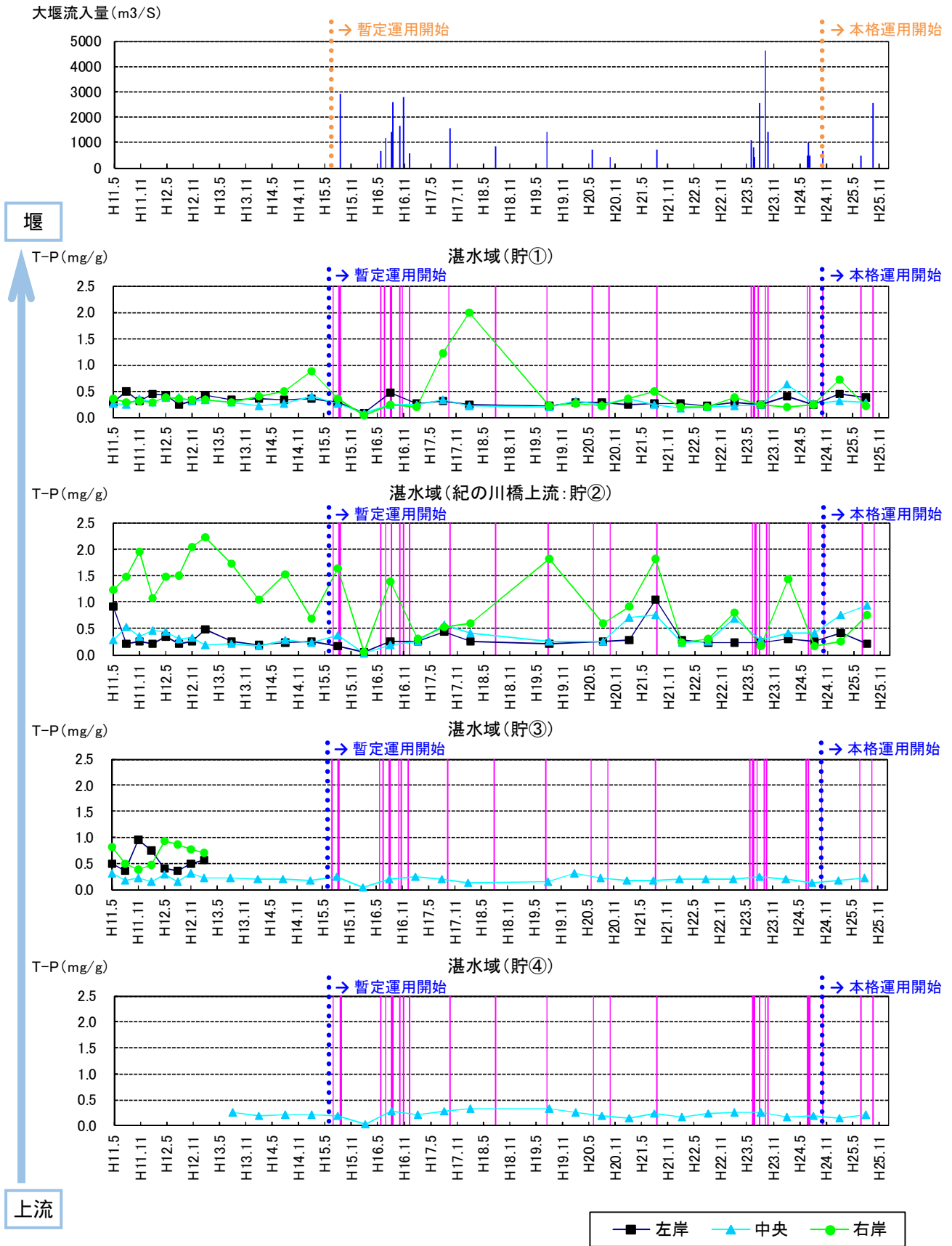
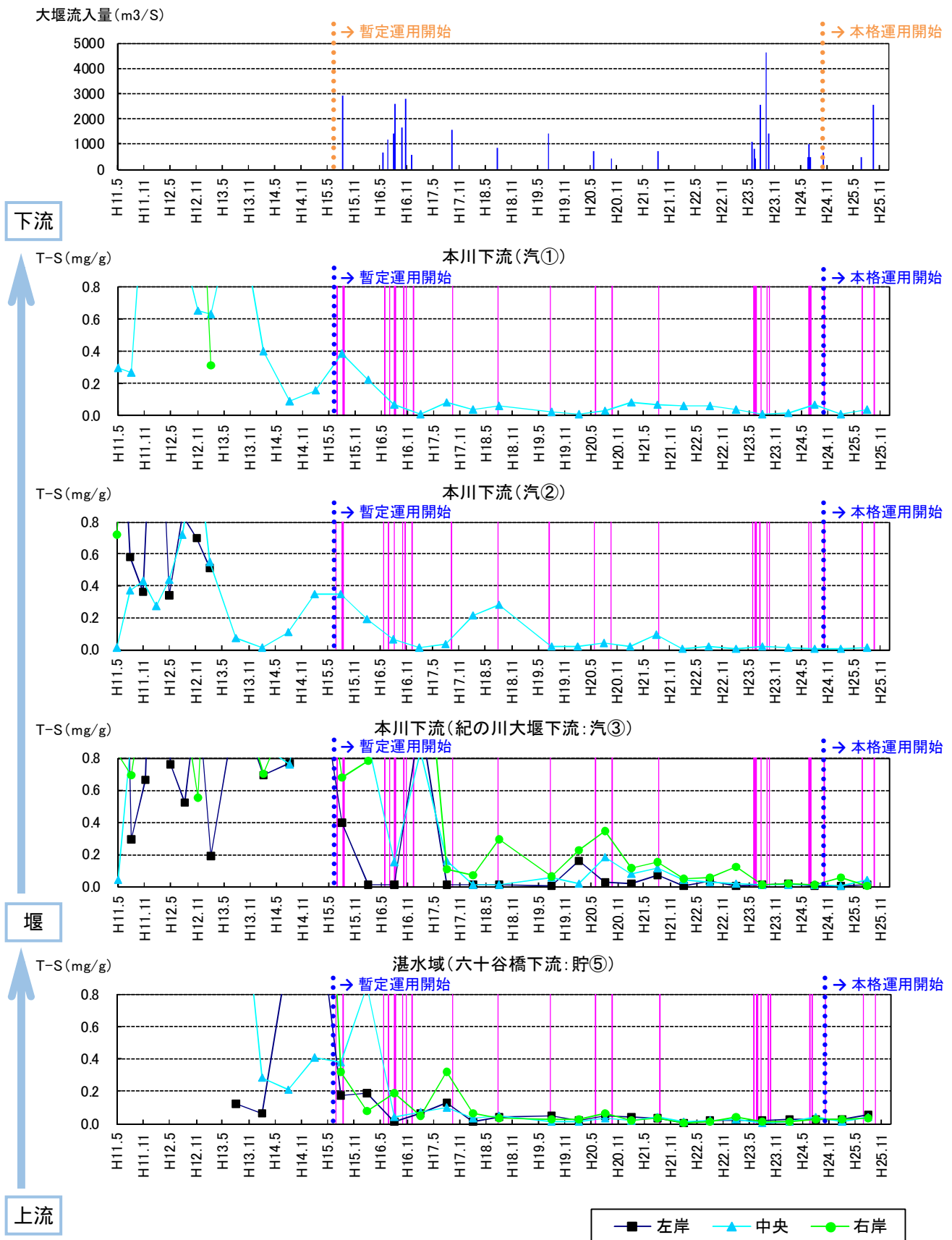


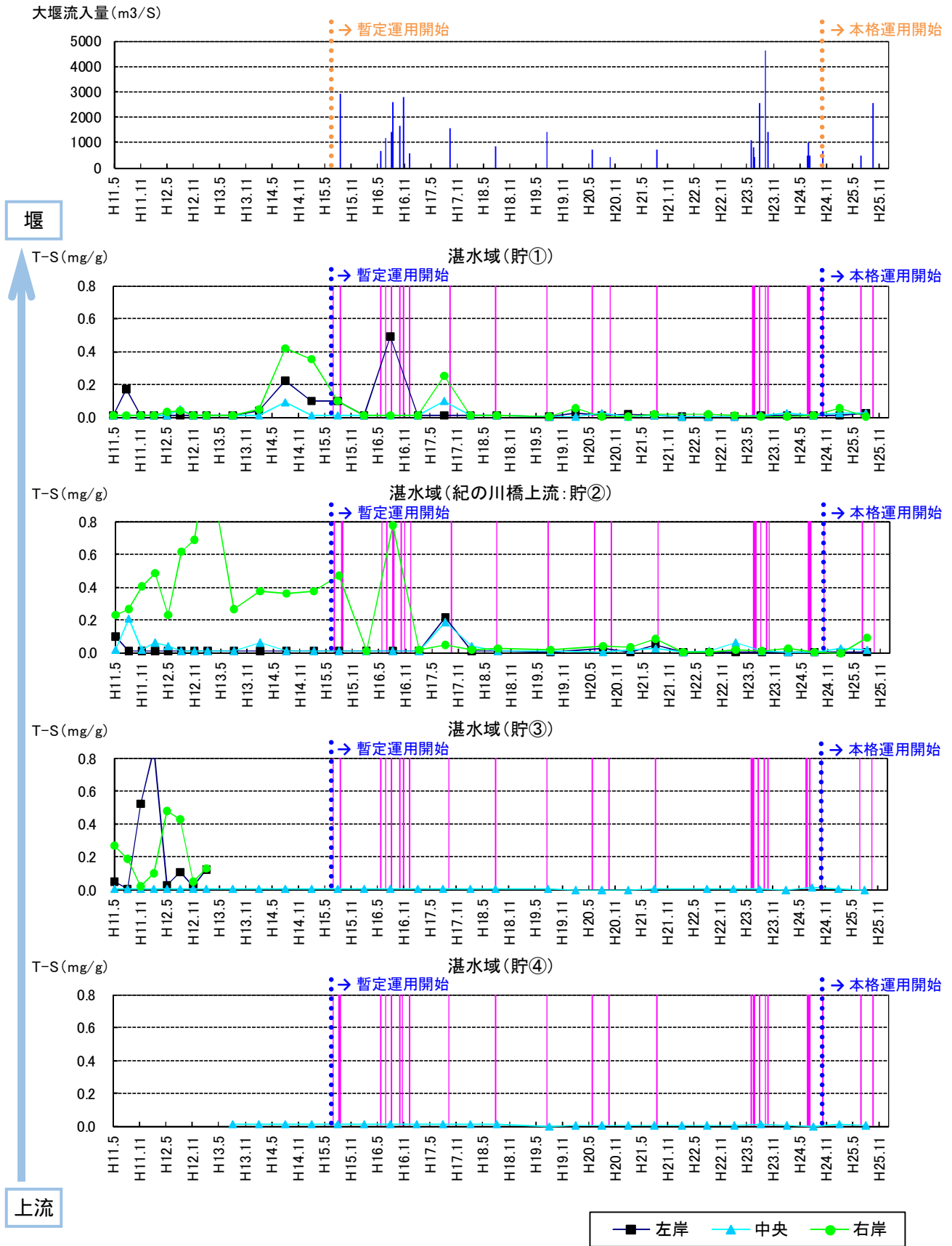
図 5.3-22 (12) 底質分析調査結果 堰～上流 (T-P)



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (13) 底質分析調査結果 下流～堰～上流 (T-S)

5.水質



図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

図 5.3-22 (14) 底質分析調査結果 堰～上流 (T-S)

5.3.7 水質障害発生の状況

紀の川大堰では、平成 25 年度までに、冷水現象、濁水長期化現象、富栄養化現象、色水、異臭味等の水質障害の発生は報告されていない。

5.水 質

5.4 社会環境からみた汚濁源の整理

5.4.1 流域社会環境の整理

堰及び下流河川における水質汚濁は、上流域内に存在する様々な汚濁発生源から発生する負荷量が河川へ流出する過程で生ずる。流域の負荷を原因別に分類すると、自然負荷と人為的負荷に大別することができる。自然負荷は、山林、原野など人為的な汚濁源のない地域からの物質の流出によるものであり、対象流域の地質、地形（勾配）、植生及び降雨強度などに影響される。人為的負荷は、上流域の人間活動によって発生する汚濁物質の流出によるものであり、対象流域の人口、土地利用及び産業などの状況に影響される。

これらの情報の概略把握として、紀の川流域内の人口、入り込み客数、家畜飼育頭数、土地利用変化、下水処理等の生活排水対策について整理を行った。

(1) 紀の川流域の状況

流域社会環境を整理するにあたって、紀の川流域にかかる市町村と、整理の対象とした市町村を表 5.4-1 に、位置図を図 5.4-1 に示す。

表 5.4-1 紀の川の流域にかかる市町村一覧

県名	市町村名	市町村合併の状況	流域社会環境の整理対象	備考
和歌山県 (5市4町)	和歌山市		○	
	岩出市		○	
	紀の川市	H17. 11. 7に打田町、粉河町、那賀町、桃山町、貴志川町が合併	○	
	橋本市	H18. 3. 1に橋本市、高野口町が合併	○	
	海南市	H17. 4. 1に下津町と合併	○	
	かつらぎ町	H17. 10. 1に花園村と合併	○	
	九度山町		○	
	紀美野町	H18. 1. 1に野上町、美里町が合併	○	
	高野町		○	
奈良県 (3市4町4村)	五條市	H17. 9. 25に五條市、西吉野村、大塔村が合併	○	
	御所市		×	紀の川大堰上流域は微小面積のため除外
	宇陀市	H18. 1. 1に大字陀町、榛原町、菟田野町、室生村が合併	×	紀の川大堰上流域は微小面積のため除外
	大淀町		○	
	下市町		○	
	吉野町		○	
	高取町		×	紀の川大堰上流域は微小面積のため除外
	東吉野村		○	
	黒滝村		○	
	川上村		○	
	天川村		×	紀の川大堰上流域は微小面積のため除外

【出典：紀の川水系河川整備計画【国管理区間】 平成24年12月】

【出典：市町村合併資料集】

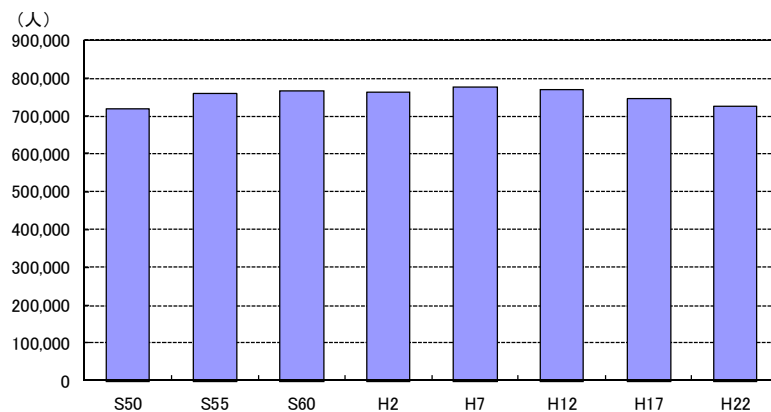


【出典：紀の川水系河川整備計画【国管理区間】[概要版] 平成 24 年 12 月】

図 5.4-1 紀の川流域

(2) 人口の推移

紀の川流域の人口の推移を、図 5.4-2 に示す。人口は、国勢調査の値を元に、紀の川流域にかかると見られる市町村を対象に集計した。紀の川流域の人口は、平成 7 年をピークに減少傾向にあり、平成 22 年時点で約 72 万人となっている。



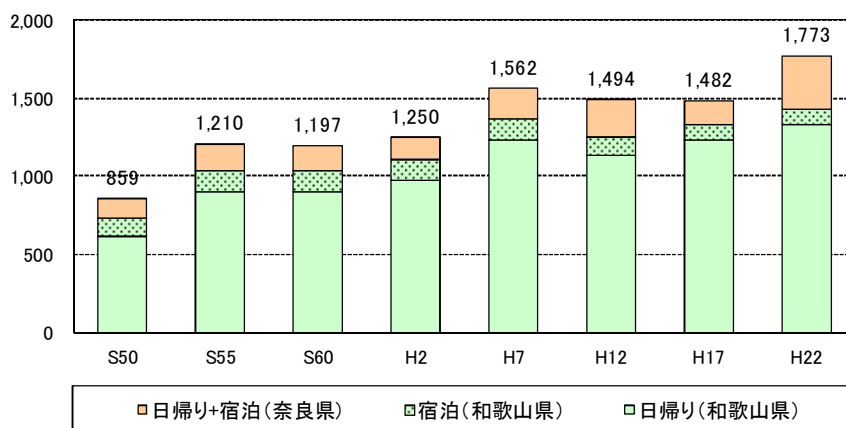
【出典：国勢調査】

図 5.4-2 紀の川流域の人口の推移

(3) 入り込み客数の推移

紀の川流域の入り込み客数の推移を図 5.4-3 に示す。入り込み客数は、和歌山県観光客動態調査報告書、及び、奈良県観光客動態調査報告書の値をもとに、和歌山県全体、及び、奈良県の紀の川流域にかかる市町村を対象に集計した。

昭和 50 年以降、入り込み客数は概ね増加傾向にあり、平成 22 年には、地域人口の約 25 倍の 1773 万人程度が訪れている。



注：奈良県については、下記に示す地域の合計値である(赤字：紀の川流域の市町村)。
 H22：Dエリア(五條市、吉野町、大淀町、下市町、黒滝村、天川村、野迫川村、十津川村、下北山村、上北山村、川上村、東吉野村)
 S50～H17：吉野山(吉野町)、東吉野(東吉野村)、吉野川(五條市、大淀町、下市町)、大台ヶ原(上北山村、川上村)、大峯山北部(天川村、上北山村、黒滝村、川上村)

【出典：和歌山県観光客動態調査報告書 昭和50年～平成22年】

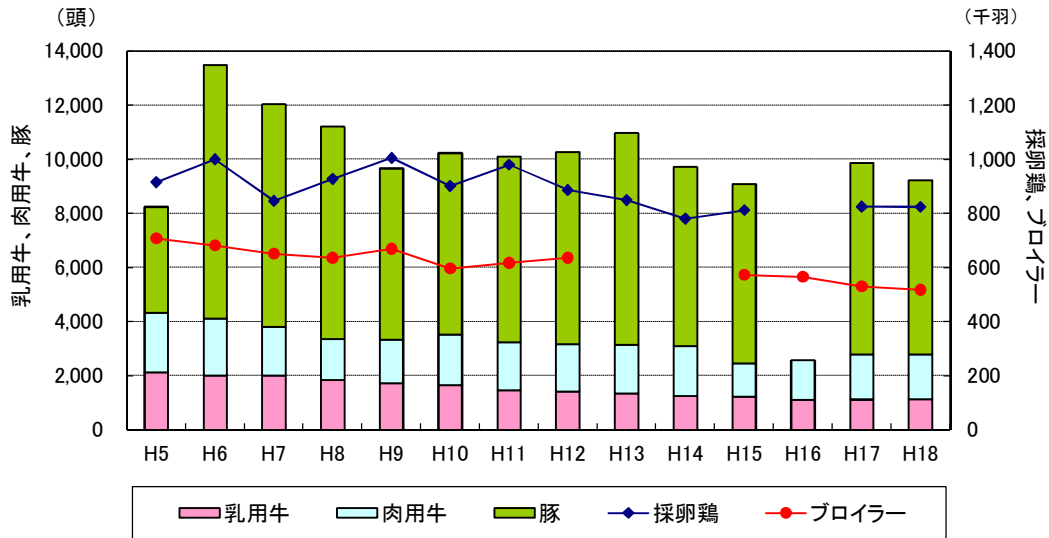
【出典：奈良県観光客動態調査報告書 昭和50年～平成22年】

図 5.4-3 紀の川流域の入り込み客数の推移

(4) 家畜飼育頭数の推移

紀の川流域の家畜飼育頭数の推移を図 5.4-4 に示す。家畜飼育頭数は、作物統計調査の値をもとに、紀の川流域にかかる市町村を対象に集計した。

紀の川流域の牛及び豚の飼養頭羽数は、平成 6 年の約 135,000 頭をピークに減少傾向にあり、平成 18 年には、ピーク時(平成 6 年)の約 7 割の約 92,000 頭となっている。また、採卵鶏、ブロイラーについても減少傾向が見られ、平成 18 年の採卵鶏はピーク時(平成 9 年：約 100 万羽)の約 8 割(約 82 万羽)、平成 18 年のブロイラーはピーク時(平成 5 年：約 70 万羽)の約 7 割(約 52 万羽)となっている。



注1：H16年は、豚、採卵鶏の調査を実施していない。
 注2：H13年、H14年は、多くの市町村でブロイラーの調査を実施していないため、除外した。
 注3：市町村別の作物統計調査結果は、平成19年以降公表されていない。

【出典：作物統計調査】

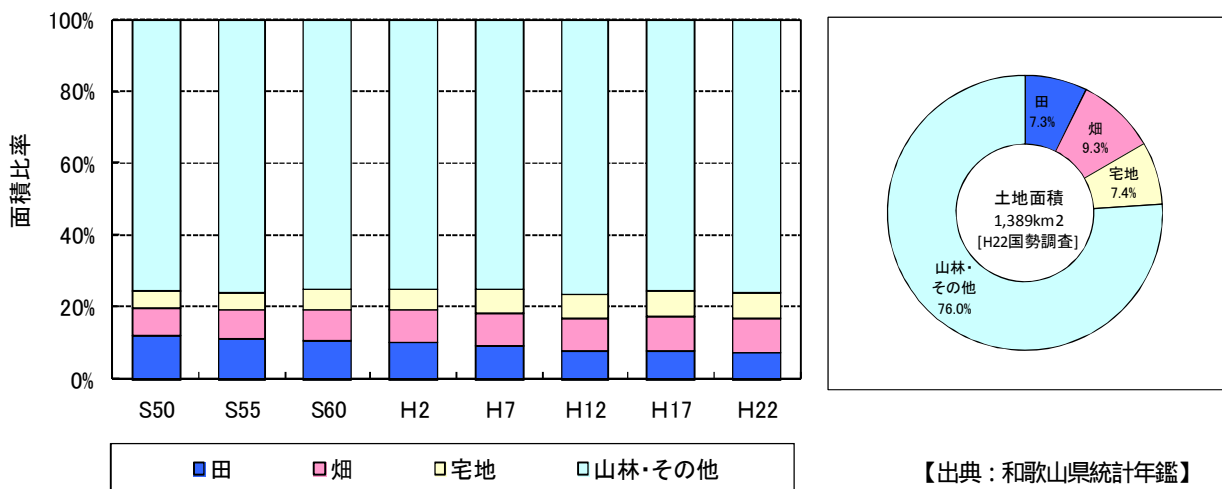
図 5.4-4 紀の川流域の家畜養頭羽数の推移

(5) 土地利用変化の状況

紀の川流域には、橋本市、五條市などの市街地が点在している。

紀の川流域の地目別土地面積の推移を図 5.4-5 に示す。地目別土地面積は、和歌山県統計値、及び奈良県統計値をもとに、紀の川流域にかかる市町村を対象に集計した。

紀の川流域の近年の土地利用はほとんど変化しておらず、山林が約 75%を占め、残りが宅地、田畑に利用されている。但し、宅地については昭和 50 年以降、若干の増加が認められる。



【出典：和歌山県統計年鑑】

【出典：奈良県統計年鑑】

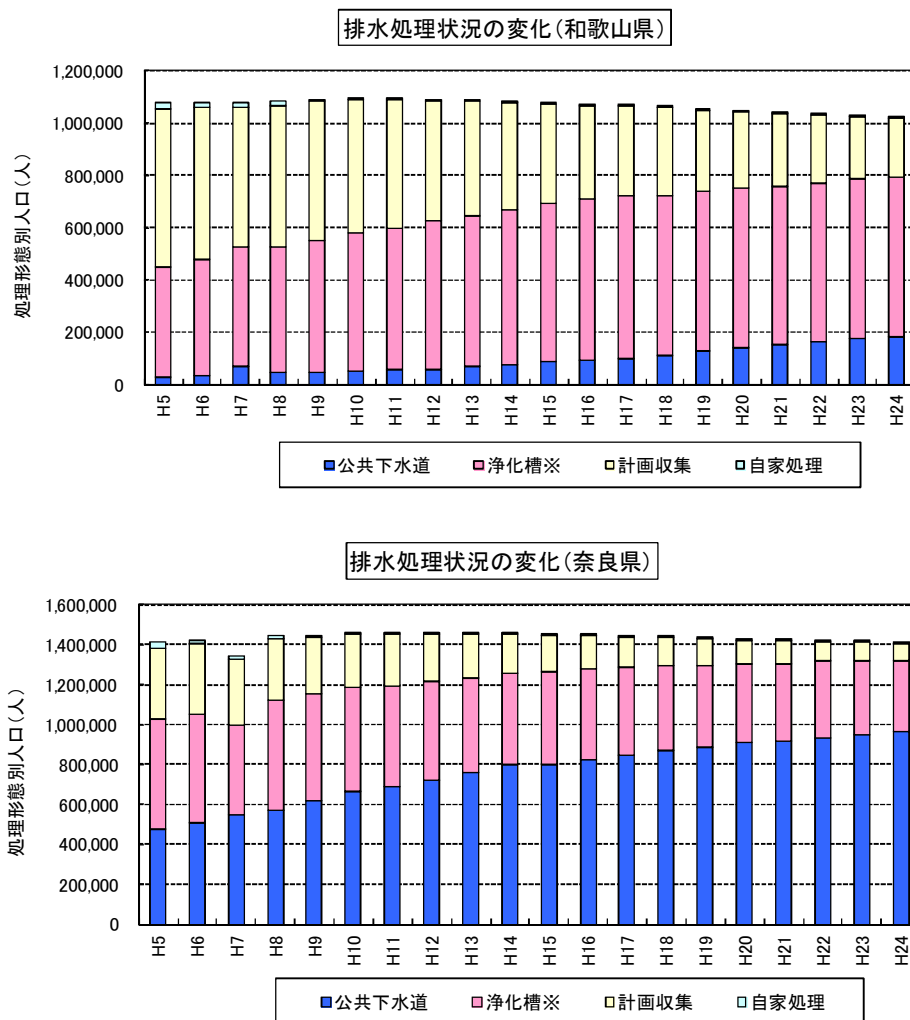
図 5.4-5 紀の川流域の土地利用の変遷

(6) 下水処理等の生活排水対策の状況

紀の川流域の汚水排水処理の状況として、和歌山県と奈良県の汚水処理形態別人口（公共下水道、浄化槽、計画収集、自家処理）の変化を図 5.4-6 に示す。また、和歌山県・奈良県及び紀の川流域の下水道普及状況の変化、紀の川流域の水洗化率の変化を、図 5.4-7～図 5.4-9 に示す。

和歌山県では、平成 5 年（1993 年）以降、公共下水道の整備が進められつつあり、それに伴い自家処理、計画収集が減少してきた。しかし、平成 25 年（2012 年）現在も浄化槽処理が主流であり、下水道普及率は 23.5%にとどまっている。一方で、奈良県では平成 8 年頃より浄化槽処理の割合が減少し、下水道普及率は平成 25 年に全国平均の 77.0%に達している。

また、紀の川流域の下水道整備状況は、平成 6 年（1994 年）には普及率 9.4%、接続率 52.9%であったが、その後、継続的に向上し、平成 23 年（2011 年）には普及率 32.9%、接続率 72.3%となっている。水洗化率も平成 6 年以降著しく上昇しており、平成 25 年には 25%に達している。



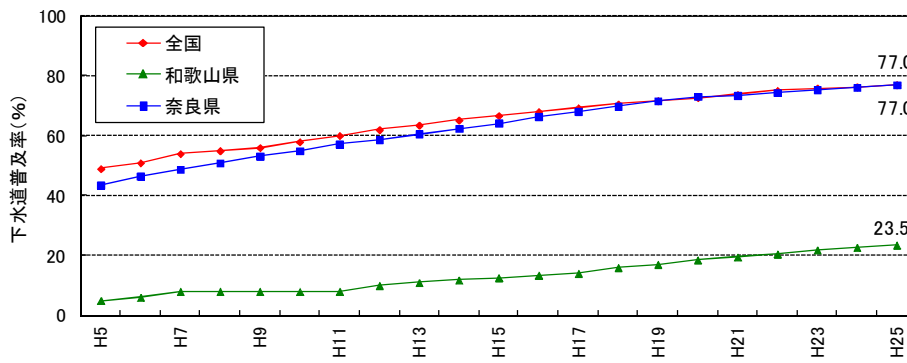
※浄化槽人口にはコミュニティプラント人口を含む。

出典:1 「一般廃棄物処理実態調査結果」(環境省 廃棄物処理技術情報HP)

出典:2 「環境白書」(和歌山県)

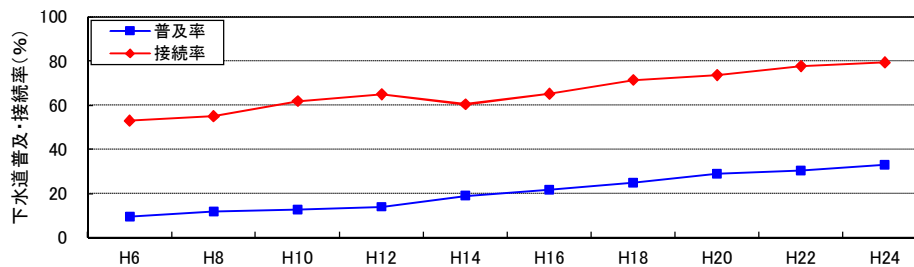
出典:3 「環境白書」(奈良県)

図 5.4-6 排水処理状況の変化(和歌山県・奈良県)



出典1: 「下水道統計」((公)日本下水道協会)
 出典2: 「住民基本台帳に基づく全国人口世帯数表」(自治省行政局)
 出典3: 「和歌山県環境白書」(和歌山県)
 出典4: 「平成17年度末の汚水処理人口普及状況について」(環境省 浄化槽サイトHP)
 出典5: 「都道府県別下水道処理人口普及率(平成24年度末)」(和歌山県下水道課HP)
 出典6: 「下水道普及率の推移」(奈良県HP)

図 5.4-7 和歌山県・奈良県の下水道普及状況の変化

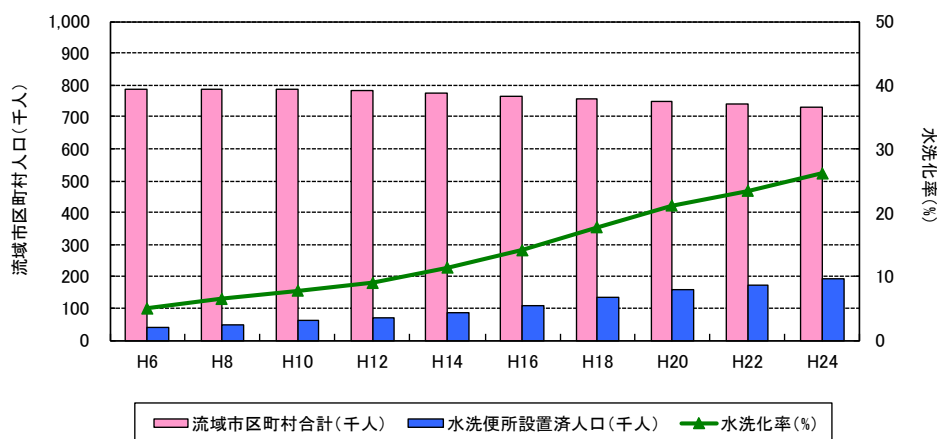


普及率 (%) = 処理区域人口(人) / 行政区域人口(人)
 接続率 (%) = 水洗便所設置済人口(人) / 処理区域人口(人)

【出典：下水道統計】

【出典：住民基本台帳に基づく全国人口世帯数表】

図 5.4-8 紀の川流域の下水道普及状況の変化



水洗便所設置済人口：公共下水道（広義）に接続している人口。下水道法によらない事業や浄化槽による水洗便所設置済人口を除く。

水洗化率：水洗便所設置済人口/流域市区町村人口。

【出典：下水道統計】

【出典：住民基本台帳に基づく全国人口世帯数表】

図 5.4-9 紀の川流域の水洗化率の変化

5.水 質

紀の川流域に存在する浄化センターを表 5.4-2 に、流域の下水処理場の処理水量の変遷を図 5.4-10 に示す。紀の川の流域には、流域下水道の処理場が 3 ヶ所、特定環境保全公共下水道の処理場が 2 ヶ所ある。

表 5.4-2 紀の川流域の下水処理場

区分	市町村等団体名	処理場名	晴天時1日最大 処理水量 (m ³ /日)		処理区域面積 (ha)		処理人口 (人)		共用開始	備考
			現在	計画	現在	計画	現在	計画		
流域下水道	紀の川流域	伊都浄化センター	20,500	34,000	1,153	1,910	46,206	57,500	H13.4	ステップ流入式多段硝化脱窒法
	紀の川中流域	那賀浄化センター	9,080	18,150	294	689	11,916	28,100	H20.12	ステップ流入式多段硝化脱窒法
	吉野川流域	吉野川浄化センター	15,600	25,600	1,161	1,607	41,616	40,168	H3.4	循環式硝化脱窒法
特定環境保全 公共下水道	紀の川市	紀の川市特定環境保全 公共下水道処理場	2,100	2,100	39	39	2,270	3,800	H2.3	標準活性汚泥法
	高野町	不動谷浄化センター	50	50	8	8	100	150	H9.4	土壌被覆型隣間接触法

出典：「H23年度版 下水道統計 第68号」((公)日本下水道協会)

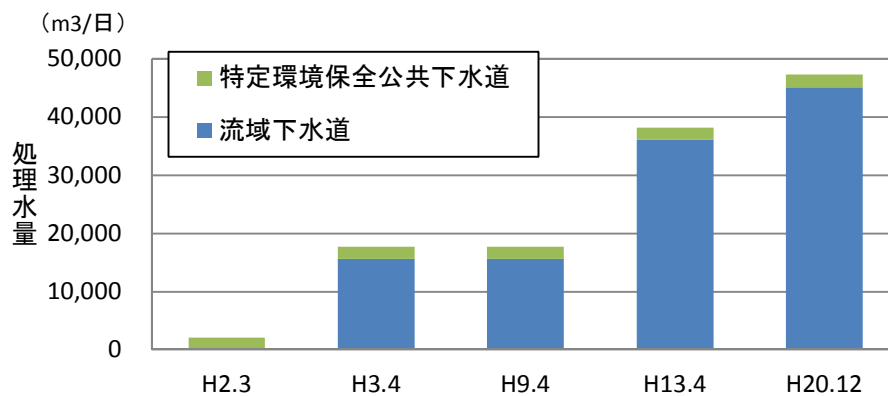
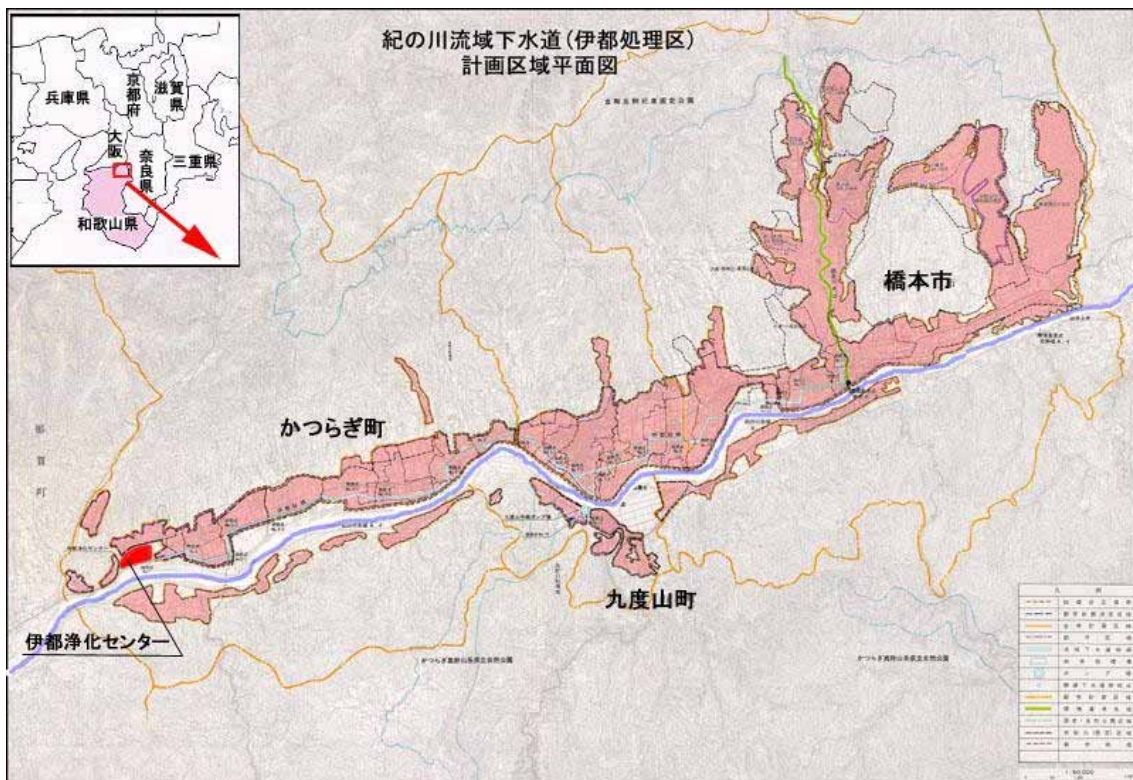
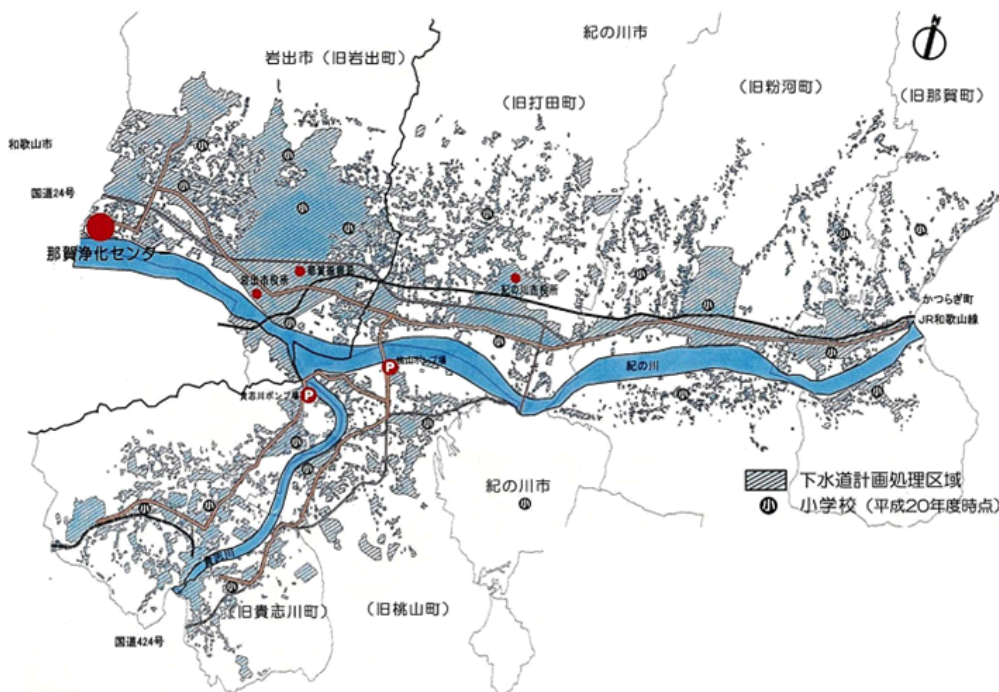


図 5.4-10 紀の川流域の下水処理場の晴天時一日最大処理水量の変遷



■紀の川中流流域下水道(那賀処理区)計画図



【出典：紀の川中流流域下水道(那賀処理区)計画図】

【出典：紀の川流域下水道(伊都処理区)計画区域平面図】

図 5.4-11 紀の川上流浄化センターの排水処理対象区域

5.水 質

5.4.2 流域社会環境のまとめ

紀の川流域の汚濁源のまとめを以下に示す。

いずれの項目も、紀の川大堰の暫定運用開始前後に、著しい傾向の変化は見られていない。

表 5.4-3 紀の川流域の汚濁源のまとめ

項目	概要
人口の推移	紀の川流域の人口は、平成 7 年（約 775,000 人）をピークに減少しており、現在（平成 22 年）では約 720,000 人となっている。
入り込み客数の推移	紀の川流域の入り込み客数は概ね増加傾向にあり、平成 22 年の入り込み客数は約 1,773 万人となっている（人口のほぼ 25 倍の観光客が訪れている）。
家畜飼育頭数の推移	紀の川流域の家畜（牛、豚、鶏）飼養頭羽数は平成 5 年～平成 9 年をピークに減少しており、平成 18 年には牛・豚が約 92,000 頭、採卵鶏が約 82 万羽、ブロイラーが約 52 万羽となっている。
土地利用状況の推移	紀の川流域には、橋本市、五條市などの市街地が点在する。流域の経年的な土地利用に大きな変化は見られず、約 75%は山林であり、残りを宅地、田畑に利用している。
下水処理等の生活排水対策の推移	紀の川流域では下水道整備が進められつつあり、普及率・接続率は継続的に向上している。平成 24 年には普及率約 30%、接続率約 80%となっている。

5.5 水質の評価

5.5.1 流入・放流水質の比較による評価

(1) 生活環境項目の評価

本川上流、湛水域、本川下流の水質の生活環境項目について、紀の川大堰の暫定運用開始以降（平成15年以降）を対象とし、環境基準値との比較、経年的・経月的な変動、流入水質と放流水質の比較の視点から評価を行う。なお、流入水として貯水池上流の船戸地点の水質を、放流水として紀の川大堰直上流（大堰下流に放流される水）の六十谷橋下流地点の水質を比較に用いる。

また、生活環境項目とは、生活環境を保全するうえで維持することが望ましい項目について基準値が定められているものであり、pH、BOD、SS、DO、大腸菌群数が該当する。さらに、紀の川大堰は該当しないが、湖沼（天然湖沼及び貯水量1,000万m³以上の人工湖）や海域では生活環境項目としてCODの基準が設けられており、A類型は3mg/mL以下となっている。本項では参考までに、CODについても湖沼A類型の値との比較を行う。

本川上流（船戸）、湛水域内（紀の川橋上流、六十谷橋下流、新六ヶ井堰）、並びに、本川下流（紀の川大堰下流）の各水質項目の平均値（平成15年～平成25年）を表5.5-1に示す。pH、SS、DOの平均値はいずれの調査地点でもA類型環境基準を達成しているが、BODは湛水域（紀の川橋上流）でA類型環境基準を超過している。また、大腸菌群数はいずれの地点でもA類型環境基準を超過しているが、平均値は下流ほど低くなる傾向が見られる。

表 5.5-1 環境基準達成状況（H15～H25）

地点		項目	pH	BOD75% (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	大腸菌群数 (MPN/100mL)	COD75% (mg/L)
			6.5以上 8.5以下	2mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1000MPN/ 100mL以下	3mg/L以下 (湖沼A)
本川上流 (流水域)	船戸	平均値	7.7	1.2	5.2	10.2	47,544	3.2
		環境基準 達成状況	達成 (AA相当)	達成 (A相当)	達成 (AA相当)	達成 (AA相当)	達成して いない (-)	達成して いない (B相当)
湛水域	紀の川橋 上流	平均値	7.9	2.5	9.6	10.4	18,368	3.6
		環境基準 達成状況	達成 (AA相当)	達成して いない (B相当)	達成 (AA相当)	達成 (AA相当)	達成して いない (-)	達成して いない (B相当)
	新六ヶ井堰	平均値	7.9	1.7	6.2	10.5	15,524	3.4
		環境基準 達成状況	達成 (AA相当)	達成 (A相当)	達成 (AA相当)	達成 (AA相当)	達成して いない (-)	達成して いない (B相当)
	六十谷橋 下流	平均値	7.9	1.8	5.5	10.4	12,771	3.4
		環境基準 達成状況	達成 (AA相当)	達成 (A相当)	達成 (AA相当)	達成 (AA相当)	達成して いない (-)	達成して いない (B相当)
本川下流 (汽水域)	紀の川 大堰下流	平均値	8.0	1.7	6.2	8.7	11,770	3.9
		環境基準 達成状況	達成 (AA相当)	達成 (A相当)	達成 (AA相当)	達成 (AA相当)	達成して いない (-)	達成して いない (B相当)

(参考)

表中の網掛けは環境基準を達成していないことを示す。
CODは、湖沼A類型の基準値を記載している。

5.水 質

(2) 比較による評価

1) pH

○経年変化

pHの平均値は、全ての年、全ての調査地点で環境基準を達成している。本川上流や湛水域では上限の8.5を超過する年があるが、一時的なものである。また、六十谷橋下流や本川下流については年間最大値、年間最小値も全ての年で基準を満たしており、紀の川大堰の放流水のpHには問題は生じていない。

○流入・放流水質

放流水（船戸）のpHは流入水（六十谷橋下流）と同程度であり、環境基準を満たしている。

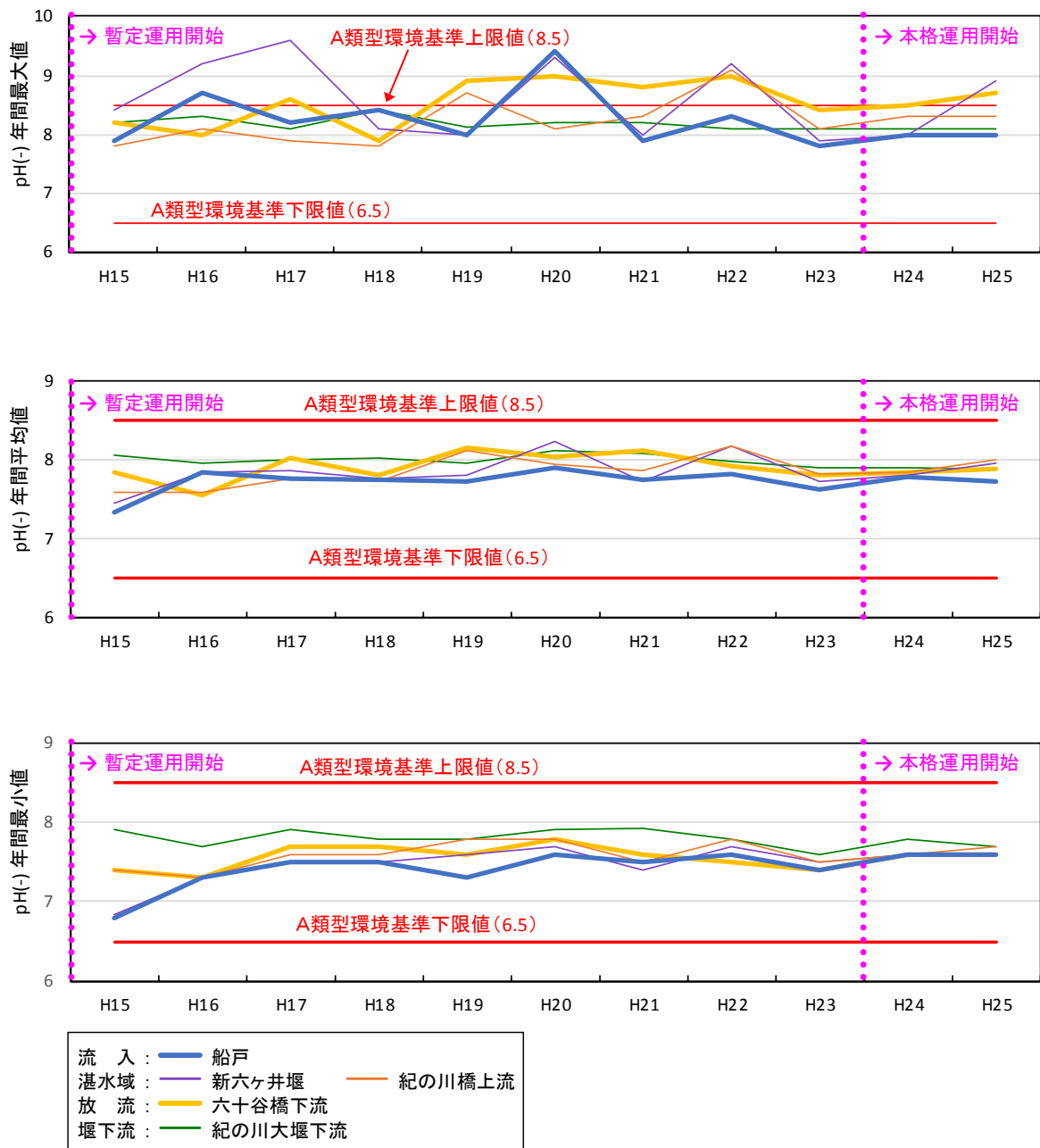


図 5.5-1 pHの経年変化

表 5.5-2 pHの環境基準達成状況 (H15～H25)

<本川下流(紀の川大堰下流)>

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	8.1	7.9	～	8.2	4 / 4
H16	8.0	7.7	～	8.3	4 / 4
H17	8.0	7.9	～	8.1	4 / 4
H18	8.0	7.8	～	8.4	3 / 3
H19	8.0	7.8	～	8.1	9 / 9
H20	8.1	7.9	～	8.2	6 / 6
H21	8.1	7.9	～	8.2	10 / 10
H22	8.0	7.8	～	8.1	12 / 12
H23	7.9	7.6	～	8.1	12 / 12
H24	7.9	7.8	～	8.1	12 / 12
H25	7.9	7.7	～	8.1	12 / 12
最大	8.1	7.9	～	8.4	
平均	8.0	7.8	～	8.2	
最小	7.9	7.6	～	8.1	

<湛水域(六十谷橋下流)>

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	7.9	7.4	～	8.2	4 / 4
H16	7.6	7.3	～	8.0	4 / 4
H17	8.0	7.7	～	8.6	3 / 4
H18	7.8	7.7	～	7.9	3 / 3
H19	8.2	7.6	～	8.9	6 / 9
H20	8.1	7.8	～	9.0	5 / 6
H21	8.1	7.6	～	8.8	8 / 10
H22	7.9	7.5	～	9.0	11 / 12
H23	7.8	7.4	～	8.4	12 / 12
H24	7.9	7.6	～	8.5	12 / 12
H25	7.9	7.6	～	8.7	10 / 12
最大	8.2	7.8	～	9.0	
平均	7.9	7.6	～	8.5	
最小	7.6	7.3	～	7.9	

<湛水域(新六ヶ井堰)>

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	7.5	6.8	～	8.4	12 / 12
H16	7.9	7.3	～	9.2	11 / 12
H17	7.9	7.5	～	9.6	11 / 12
H18	7.8	7.5	～	8.1	6 / 6
H19	7.8	7.6	～	8.0	4 / 4
H20	8.3	7.7	～	9.3	3 / 4
H21	7.7	7.4	～	8.0	4 / 4
H22	8.2	7.7	～	9.2	3 / 4
H23	7.7	7.5	～	7.9	4 / 4
H24	7.8	7.6	～	8.0	4 / 4
H25	8.0	7.6	～	8.9	3 / 4
最大	8.3	7.7	～	9.6	
平均	7.9	7.5	～	8.6	
最小	7.5	6.8	～	7.9	

<湛水域(紀の川橋上流)>

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	7.6	7.4	～	7.8	4 / 4
H16	7.6	7.3	～	8.1	4 / 4
H17	7.8	7.6	～	7.9	4 / 4
H18	7.7	7.6	～	7.8	3 / 3
H19	8.1	7.8	～	8.7	2 / 3
H20	8.0	7.8	～	8.1	2 / 2
H21	7.9	7.5	～	8.3	4 / 4
H22	8.2	7.8	～	9.1	3 / 4
H23	7.8	7.5	～	8.1	4 / 4
H24	7.9	7.6	～	8.3	4 / 4
H25	8.0	7.7	～	8.3	4 / 4
最大	8.2	7.8	～	9.1	
平均	7.9	7.6	～	8.2	
最小	7.6	7.3	～	7.8	

<本川上流(船戸)>

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	7.3	6.8	～	7.9	12 / 12
H16	7.8	7.3	～	8.7	11 / 12
H17	7.8	7.5	～	8.2	12 / 12
H18	7.8	7.5	～	8.4	12 / 12
H19	7.7	7.3	～	8.0	12 / 12
H20	7.9	7.6	～	9.4	11 / 12
H21	7.7	7.5	～	7.9	12 / 12
H22	7.8	7.6	～	8.3	12 / 12
H23	7.6	7.4	～	7.8	12 / 12
H24	7.8	7.6	～	8.0	12 / 12
H25	7.7	7.6	～	8.0	12 / 12
最大	7.9	7.6	～	9.4	
平均	7.7	7.4	～	8.2	
最小	7.3	6.8	～	7.8	

表中の網掛けは環境基準を達成していないことを示す。

5.水質

2) BOD

○経年変化

75%値については、暫定運用開始以降は概ね2.0mg/L前後で推移しており、概ね環境基準を満たしている。湛水域内の上流側に位置する紀の川橋上流地点では平成19年前後に一時的に4mg/Lを超える高い値を示したが、これは採水地点の直上流の小豆島で行われた河道掘削による影響である可能性が考えられる。平成21年以降には低下し、概ね環境基準を満たしている。

○流入・放流水質

放流水（六十谷橋下流）のBODは流入水（船戸）に比べて若干高いが、概ね環境基準を満たしている。

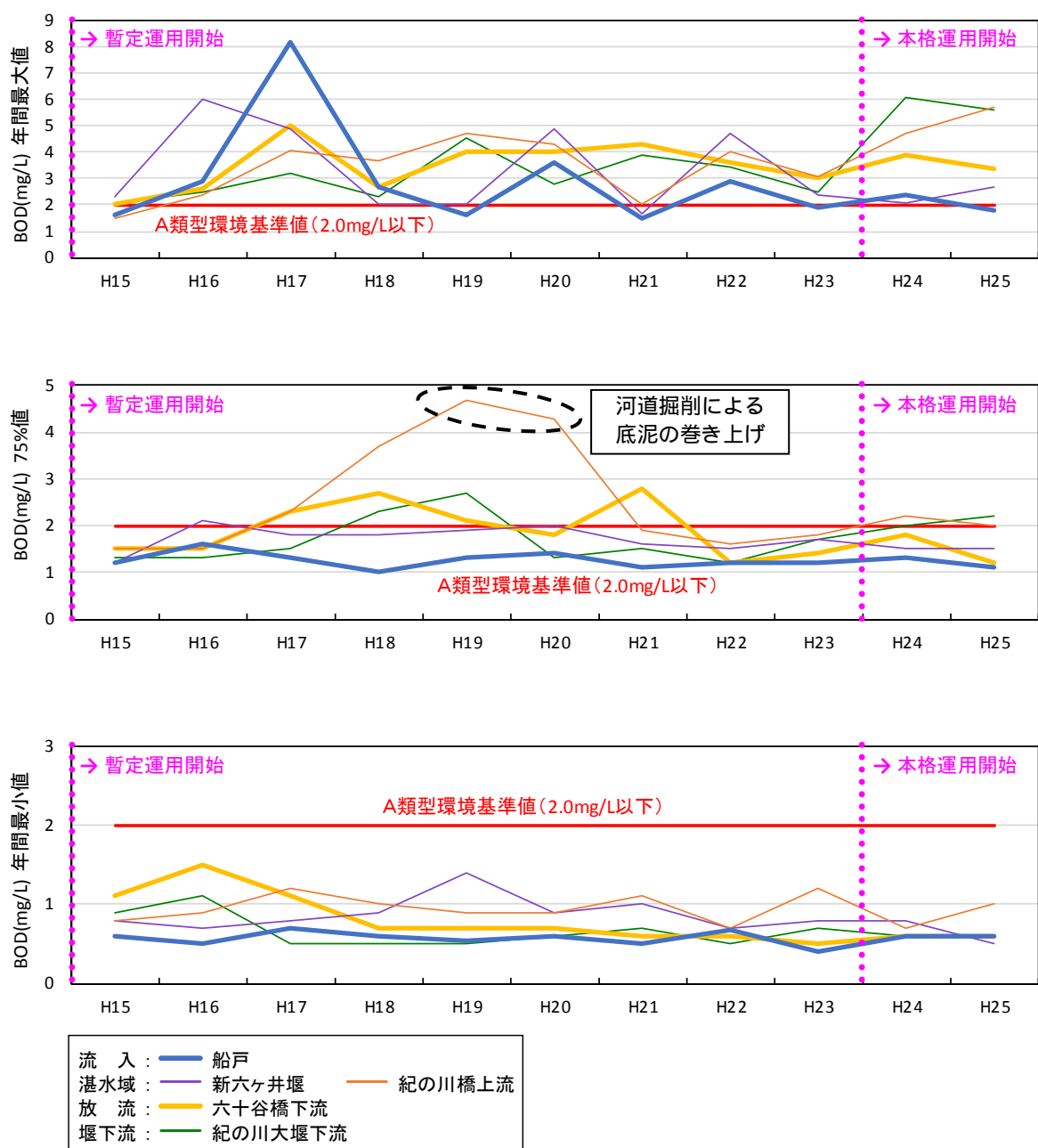


図 5.5-2 BODの経年変化

表 5.5-3 BODの環境基準達成状況 (H15～H25)

<本川下流(紀の川大堰下流)>

(単位:mg/L)

年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	1.3	0.9	～	2.1	3 / 4
H16	1.3	1.1	～	2.5	3 / 4
H17	1.5	0.5	～	3.2	3 / 4
H18	2.3	0.5	～	2.3	2 / 3
H19	2.7	0.5	～	4.6	6 / 9
H20	1.3	0.6	～	2.8	5 / 6
H21	1.5	0.7	～	3.9	8 / 10
H22	1.2	0.5	～	3.4	10 / 12
H23	1.7	0.7	～	2.5	11 / 12
H24	2.0	0.6	～	6.1	9 / 12
H25	2.2	0.6	～	5.6	8 / 12
最大	2.7	1.1	～	6.1	
平均	1.7	0.7	～	3.5	
最小	1.2	0.5	～	2.1	

<湛水域(六十谷橋下流)>

(単位:mg/L)

年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	1.5	1.1	～	2.0	4 / 4
H16	1.5	1.5	～	2.6	3 / 4
H17	2.3	1.1	～	5.0	2 / 4
H18	2.7	0.7	～	2.7	2 / 3
H19	2.1	0.7	～	4.0	6 / 9
H20	1.8	0.7	～	4.0	5 / 6
H21	2.8	0.6	～	4.3	6 / 10
H22	1.2	0.6	～	3.6	10 / 12
H23	1.4	0.5	～	3.0	9 / 12
H24	1.8	0.6	～	3.9	10 / 12
H25	1.2	0.6	～	3.4	9 / 12
最大	2.8	1.5	～	5.0	
平均	1.8	0.8	～	3.5	
最小	1.2	0.5	～	2.0	

<湛水域(新六ヶ井堰)>

(単位:mg/L)

年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	1.2	0.8	～	2.3	11 / 12
H16	2.1	0.7	～	6.0	8 / 12
H17	1.8	0.8	～	4.9	10 / 12
H18	1.8	0.9	～	2.0	6 / 6
H19	1.9	1.4	～	2.0	4 / 4
H20	2.0	0.9	～	4.9	3 / 4
H21	1.6	1.0	～	1.7	4 / 4
H22	1.5	0.7	～	4.7	3 / 4
H23	1.7	0.8	～	2.4	3 / 4
H24	1.5	0.8	～	2.1	3 / 4
H25	1.5	0.5	～	2.7	3 / 4
最大	2.1	1.4	～	6.0	
平均	1.7	0.8	～	3.2	
最小	1.2	0.5	～	1.7	

<湛水域(紀の川橋上流)>

(単位:mg/L)

年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	1.5	0.8	～	1.5	4 / 4
H16	1.5	0.9	～	2.4	3 / 4
H17	2.3	1.2	～	4.1	2 / 4
H18	3.7	1.0	～	3.7	2 / 3
H19	4.7	0.9	～	4.7	2 / 3
H20	4.3	0.9	～	4.3	2 / 3
H21	1.9	1.1	～	2.0	4 / 4
H22	1.6	0.7	～	4.0	3 / 4
H23	1.8	1.2	～	3.1	3 / 4
H24	2.2	0.7	～	4.7	2 / 4
H25	2.0	1.0	～	5.7	3 / 4
最大	4.7	1.2	～	5.7	
平均	2.5	0.9	～	3.7	
最小	1.5	0.7	～	1.5	

<本川上流(船戸)>

(単位:mg/L)

年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	1.2	0.6	～	1.6	12 / 12
H16	1.6	0.5	～	2.9	11 / 12
H17	1.3	0.7	～	8.2	11 / 12
H18	1.0	0.6	～	2.7	10 / 12
H19	1.3	0.5	～	1.6	12 / 12
H20	1.4	0.6	～	3.6	11 / 12
H21	1.1	0.5	～	1.5	12 / 12
H22	1.2	0.7	～	2.9	11 / 12
H23	1.2	0.4	～	1.9	12 / 12
H24	1.3	0.6	～	2.4	11 / 12
H25	1.1	0.6	～	1.8	12 / 12
最大	1.6	0.7	～	8.2	
平均	1.2	0.6	～	2.8	
最小	1.0	0.4	～	1.5	

表中の網掛けは環境基準を達成していないことを示す。

5.水 質

3) COD (参考)

○経年変化

いずれの地点でも、75%値は概ね環境基準（湖沼 A 類型）を超える値で推移している。湛水域（紀の川橋上流）では、BOD と同様に、採水地点の直上流の小豆島で行われた河道掘削によると考えられる影響で平成 19 年～平成 20 年に一時的に高い値を示したが、下流側の新六ヶ井堰や本川下流（紀の川大堰下流）では環境基準（3mg/L）程度となっている。

○流入・放流水質

放流水（六十谷橋下流）の COD は流入水（船戸）と概ね同程度で推移しており、湛水による水質の悪化は認められない。

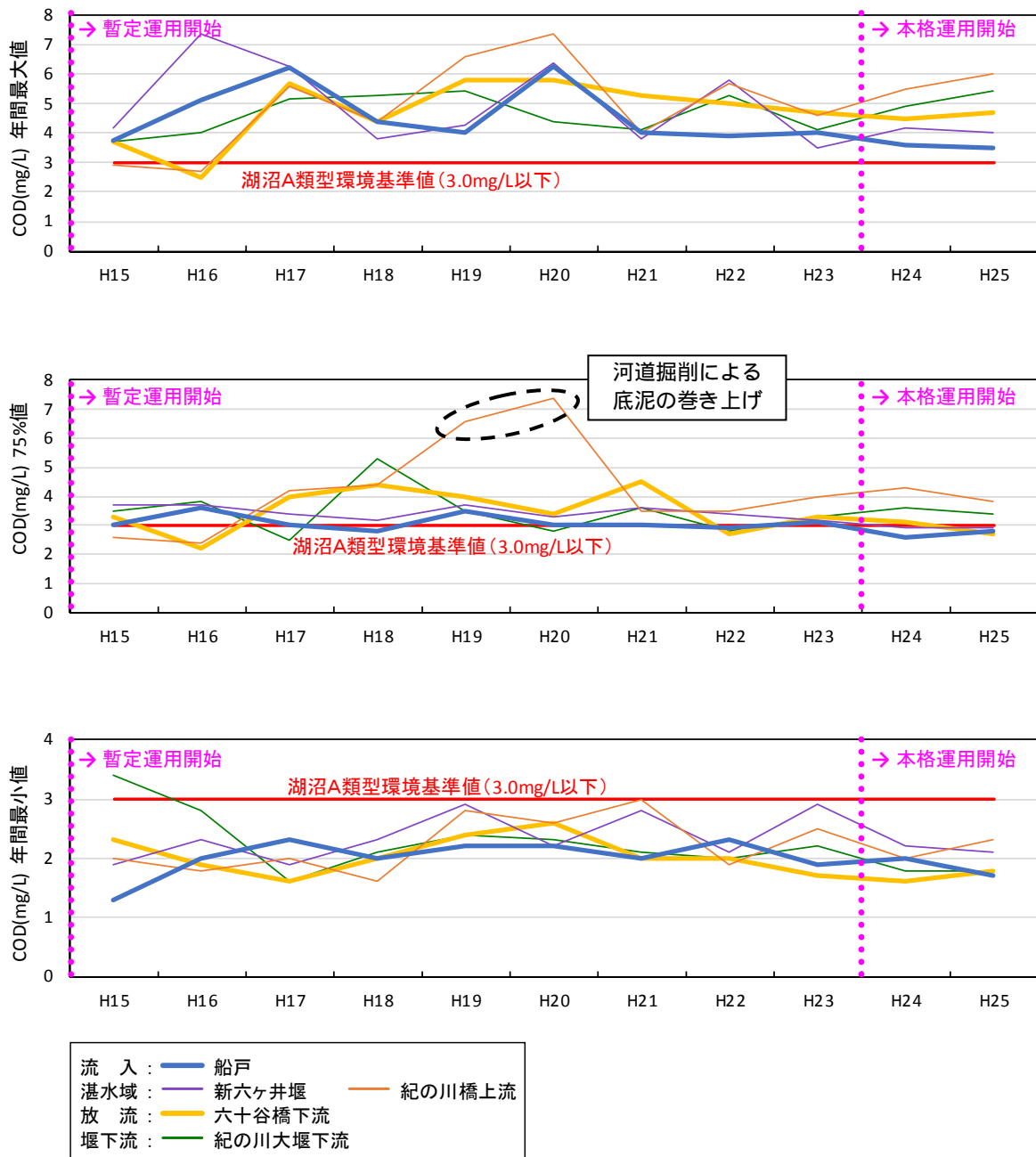


図 5.5-3 CODの経年変化

表 5.5-4 CODの環境基準達成状況 (H15～H25)

＜本川下流(紀の川大堰下流)＞ (単位:mg/L)						＜湛水域(六十谷橋下流)＞ (単位:mg/L)					
年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数	年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	3.5	3.4	～	3.7	0 / 4	H15	3.3	2.3	～	3.7	2 / 4
H16	3.8	2.8	～	4.0	2 / 4	H16	2.2	1.9	～	2.5	4 / 4
H17	2.5	1.6	～	5.2	3 / 4	H17	4.0	1.6	～	5.7	2 / 4
H18	5.3	2.1	～	5.3	2 / 3	H18	4.4	2.0	～	4.4	2 / 3
H19	3.5	2.4	～	5.5	2 / 9	H19	4.0	2.4	～	5.8	2 / 9
H20	2.8	2.3	～	4.4	4 / 5	H20	3.4	2.6	～	5.8	3 / 6
H21	3.6	2.1	～	4.1	5 / 10	H21	4.5	2.0	～	5.3	5 / 10
H22	2.8	2.0	～	5.3	9 / 12	H22	2.7	2.0	～	5.0	9 / 12
H23	3.3	2.2	～	4.1	6 / 12	H23	3.3	1.7	～	4.7	6 / 12
H24	3.6	1.8	～	4.9	7 / 12	H24	3.1	1.6	～	4.5	8 / 12
H25	3.4	1.8	～	5.4	7 / 12	H25	2.7	1.8	～	4.7	9 / 12
最大	5.3	3.4	～	5.5		最大	4.5	2.6	～	5.8	
平均	3.5	2.2	～	4.7		平均	3.4	2.0	～	4.7	
最小	2.5	1.6	～	3.7		最小	2.2	1.6	～	2.5	

＜湛水域(新六ヶ井堰)＞ (単位:mg/L)						＜湛水域(紀の川橋上流)＞ (単位:mg/L)					
年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数	年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	3.7	1.9	～	4.2	6 / 12	H15	2.6	2.0	～	2.9	4 / 4
H16	3.7	2.3	～	7.4	6 / 12	H16	2.4	1.8	～	2.7	1 / 4
H17	3.4	1.9	～	6.3	6 / 12	H17	4.2	2.0	～	5.6	2 / 4
H18	3.2	2.3	～	3.8	3 / 6	H18	4.4	1.6	～	4.4	1 / 3
H19	3.7	2.9	～	4.3	1 / 4	H19	6.6	2.8	～	6.6	1 / 3
H20	3.3	2.2	～	6.4	2 / 4	H20	7.4	2.6	～	7.4	1 / 2
H21	3.6	2.8	～	3.8	1 / 4	H21	3.5	3.0	～	4.0	1 / 4
H22	3.4	2.1	～	5.8	2 / 4	H22	3.5	1.9	～	5.7	1 / 4
H23	3.2	2.9	～	3.5	1 / 4	H23	4.0	2.5	～	4.6	1 / 4
H24	2.9	2.2	～	4.2	3 / 4	H24	4.3	2.0	～	5.5	2 / 4
H25	2.9	2.1	～	4.0	3 / 4	H25	3.8	2.3	～	6.0	2 / 4
最大	3.7	2.9	～	7.4		最大	7.4	3.0	～	7.4	
平均	3.4	2.3	～	4.9		平均	4.2	2.2	～	5.0	
最小	2.9	1.9	～	3.5		最小	2.4	1.6	～	2.7	

＜本川上流(船戸)＞ (単位:mg/L)					
年	75%値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	3.0	1.3	～	3.8	10 / 12
H16	3.6	2.0	～	5.1	8 / 12
H17	3.0	2.3	～	6.2	9 / 12
H18	2.8	2.0	～	4.4	9 / 12
H19	3.5	2.2	～	4.0	5 / 12
H20	3.0	2.2	～	6.3	9 / 12
H21	3.0	2.0	～	4.0	9 / 12
H22	2.9	2.3	～	3.9	9 / 12
H23	3.1	1.9	～	4.0	8 / 12
H24	2.6	2.0	～	3.6	10 / 12
H25	2.8	1.7	～	3.5	9 / 12
最大	3.6	2.3	～	6.3	
平均	3.0	2.0	～	4.4	
最小	2.6	1.3	～	3.5	

表中の網掛けは環境基準（湖沼A類型）を達成していないことを示す。

5.水質

4) SS

○経年変化

大堰暫定運用開始以降、いずれの地点、いずれの調査回においても環境基準を達成している。紀の川橋上流では、平成17年以降に採水地点直上流の小豆島の河道掘削によると考えられる影響で若干高い値を示すが、環境基準は達成している。

○流入・放流水質

放流水（六十谷橋下流）のSSは流入水（船戸）と同程度の値を示し、環境基準を満足している。

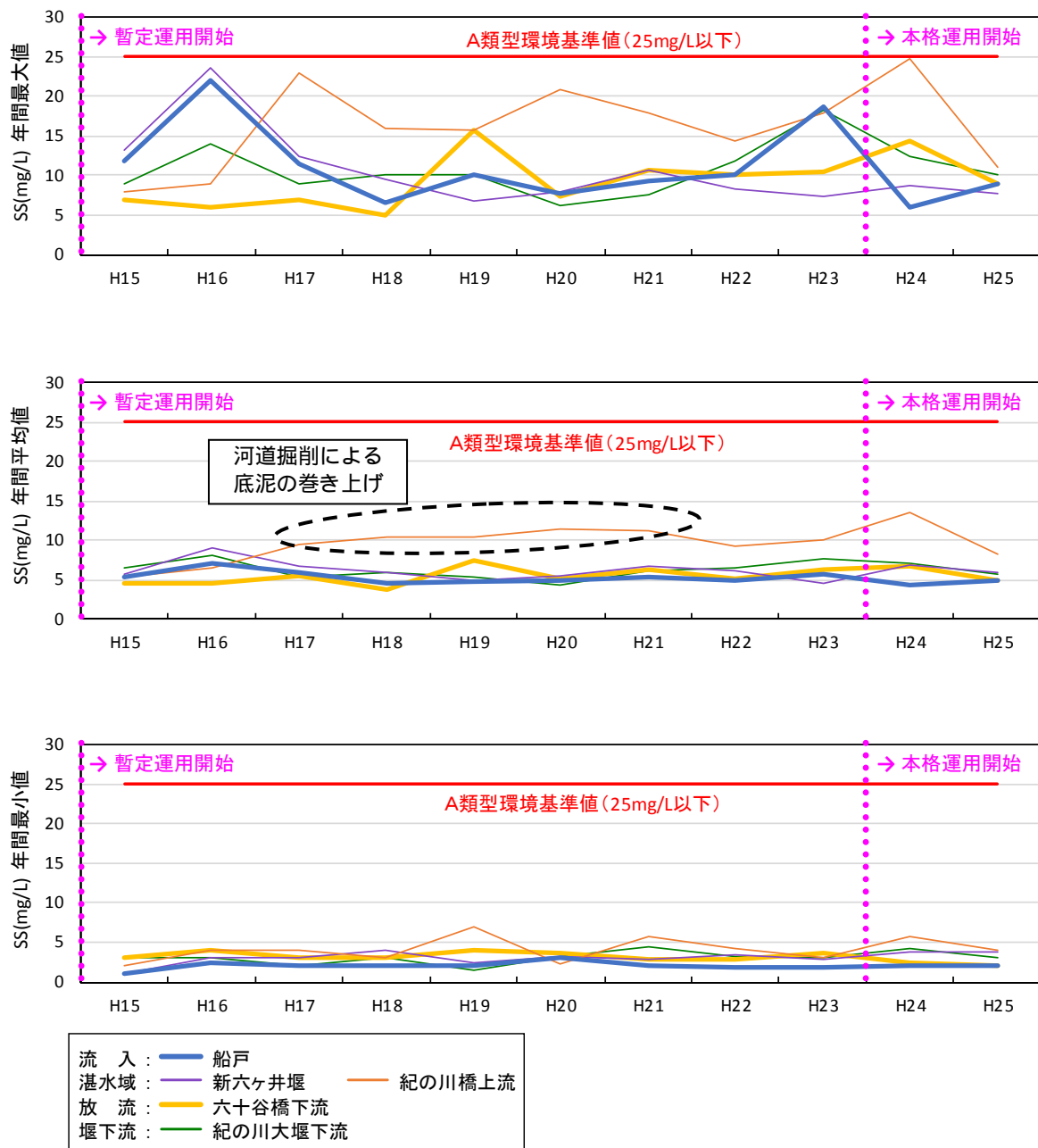


図 5.5-4 SSの経年変化

表 5.5-5 SSの環境基準達成状況 (H15～H25)

<本川下流(紀の川大堰下流)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	6.5	3.0	～	9.0	4 / 4
H16	8.0	3.0	～	14.0	4 / 4
H17	5.3	2.0	～	9.0	4 / 4
H18	6.0	3.0	～	10.0	3 / 3
H19	5.3	1.5	～	10.1	9 / 9
H20	4.3	3.3	～	6.2	5 / 5
H21	6.2	4.4	～	7.6	10 / 10
H22	6.4	3.2	～	11.8	12 / 12
H23	7.8	3.0	～	18.3	12 / 12
H24	7.1	4.2	～	12.4	12 / 12
H25	5.7	3.0	～	10.0	12 / 12
最大	8.0	4.4	～	18.3	
平均	6.2	3.1	～	10.8	
最小	4.3	1.5	～	6.2	

<湛水域(六十谷橋下流)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	4.5	3.0	～	7.0	4 / 4
H16	4.5	4.0	～	6.0	4 / 4
H17	5.5	3.0	～	7.0	4 / 4
H18	3.7	3.0	～	5.0	3 / 3
H19	7.5	4.1	～	15.8	9 / 9
H20	5.1	3.6	～	7.4	6 / 6
H21	6.4	2.9	～	10.6	10 / 10
H22	5.1	2.8	～	10.0	12 / 12
H23	6.3	3.7	～	10.5	12 / 12
H24	6.7	2.4	～	14.3	12 / 12
H25	4.9	2.1	～	8.9	12 / 12
最大	7.5	4.1	～	15.8	
平均	5.5	3.1	～	9.3	
最小	3.7	2.1	～	5.0	

<湛水域(新六ヶ井堰)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	5.8	1.0	～	13.3	12 / 12
H16	9.1	3.0	～	23.5	12 / 12
H17	6.6	3.1	～	12.5	12 / 12
H18	5.9	4.0	～	9.5	6 / 6
H19	4.9	2.4	～	6.7	4 / 4
H20	5.4	3.3	～	7.9	4 / 4
H21	6.7	2.8	～	10.6	4 / 4
H22	6.1	3.4	～	8.3	4 / 4
H23	4.6	2.8	～	7.3	4 / 4
H24	6.9	3.8	～	8.8	4 / 4
H25	5.9	3.9	～	7.7	4 / 4
最大	9.1	4.0	～	23.5	
平均	6.2	3.0	～	10.6	
最小	4.6	1.0	～	6.7	

<湛水域(紀の川橋上流)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	5.3	2.0	～	8.0	4 / 4
H16	6.5	4.0	～	9.0	4 / 4
H17	9.5	4.0	～	23.0	4 / 4
H18	10.3	3.0	～	16.0	3 / 3
H19	10.4	6.9	～	15.8	3 / 3
H20	11.5	2.2	～	20.8	2 / 2
H21	11.3	5.7	～	18.0	4 / 4
H22	9.3	4.2	～	14.3	4 / 4
H23	10.1	3.0	～	17.9	4 / 4
H24	13.6	5.8	～	24.8	4 / 4
H25	8.2	4.0	～	11.0	4 / 4
最大	13.6	6.9	～	24.8	
平均	9.6	4.1	～	16.2	
最小	5.3	2.0	～	8.0	

<本川上流(船戸)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	5.2	1.0	～	11.9	12 / 12
H16	7.2	2.4	～	22.1	12 / 12
H17	5.9	2.1	～	11.5	12 / 12
H18	4.5	2.1	～	6.6	12 / 12
H19	4.8	2.1	～	10.1	12 / 12
H20	5.0	3.0	～	7.8	12 / 12
H21	5.3	2.1	～	9.3	12 / 12
H22	4.8	1.9	～	10.0	12 / 12
H23	5.8	1.8	～	18.6	12 / 12
H24	4.2	2.1	～	5.9	12 / 12
H25	5.0	2.0	～	9.0	12 / 12
最大	7.2	3.0	～	22.1	
平均	5.2	2.1	～	11.2	
最小	4.2	1.0	～	5.9	

表中の網掛けは環境基準を達成していないことを示す。

5.水 質

5) DO

○経年変化

暫定運用開始以降、年平均値は **10mg/L** 前後で推移し、いずれの地点においても概ね環境基準を満たしている。調査年による変動も小さいが、年間最小値では、平成 **19** 年以降は本川下流（紀の川大堰下流）で基準値を下回る値を記録している。

○流入・放流水質

放流水（六十谷橋下流）の DO は流入水（船戸）と同程度であり、環境基準を満たしている。

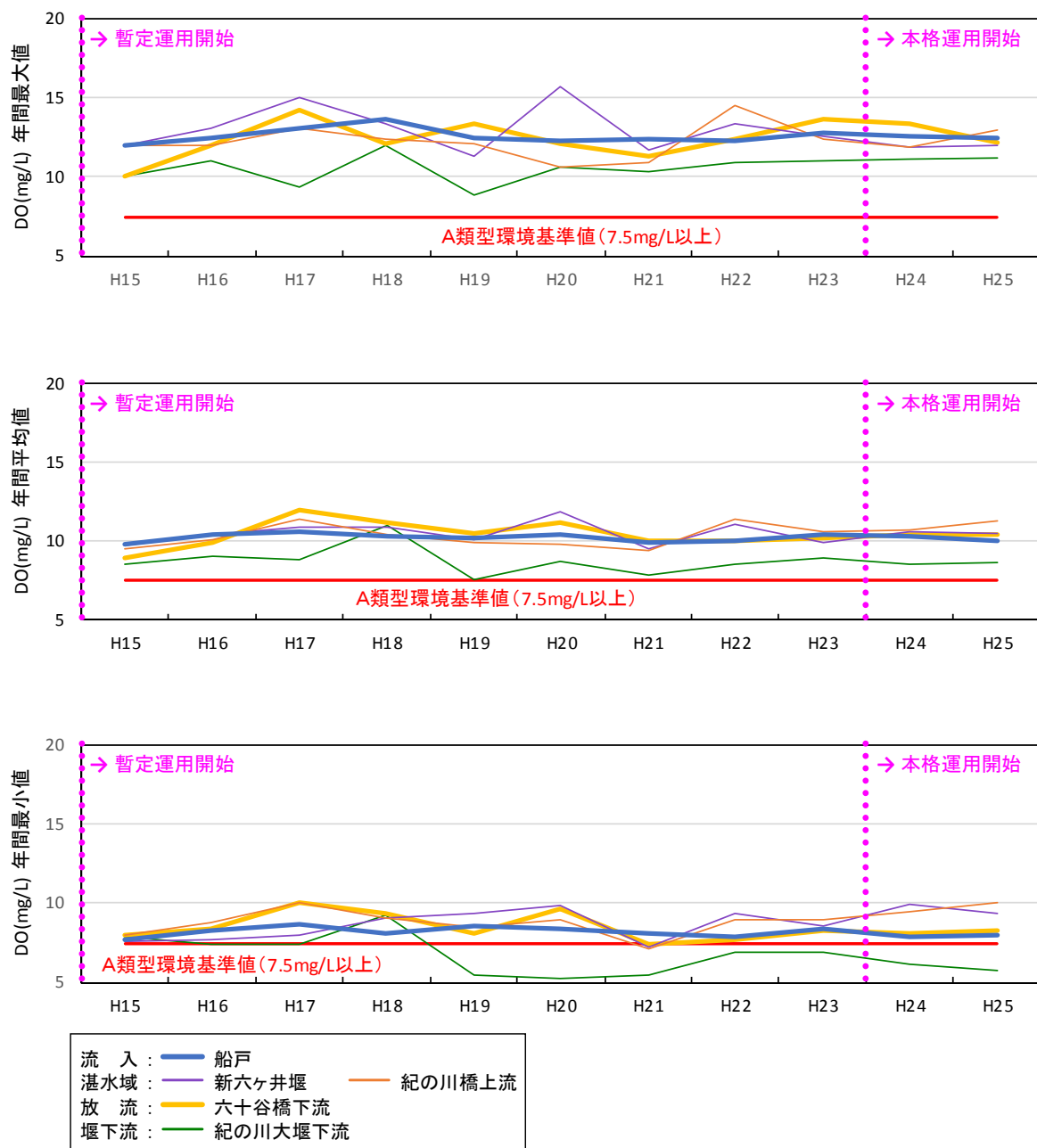


図 5.5-5 DOの経年変化

表 5.5-6 DOの環境基準達成状況 (H15~H25)

<本川下流(紀の川大堰下流)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	8.5	7.9	～	10.0	4 / 4
H16	9.0	7.4	～	11.0	3 / 4
H17	8.8	7.4	～	9.4	3 / 4
H18	11.0	9.3	～	12.0	3 / 3
H19	7.6	5.4	～	8.9	6 / 9
H20	8.7	5.3	～	10.6	5 / 6
H21	7.8	5.4	～	10.3	7 / 10
H22	8.5	6.9	～	10.9	10 / 12
H23	9.0	6.9	～	11.0	10 / 12
H24	8.6	6.1	～	11.1	10 / 12
H25	8.6	5.8	～	11.2	8 / 12
最大	11.0	9.3	～	12.0	
平均	8.7	6.7	～	10.6	
最小	7.6	5.3	～	8.9	

<湛水域(六十谷橋下流)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	9.0	8.0	～	10.0	4 / 4
H16	9.9	8.4	～	12.0	4 / 4
H17	12.0	10.0	～	14.2	4 / 4
H18	11.2	9.4	～	12.1	3 / 3
H19	10.5	8.1	～	13.4	9 / 9
H20	11.2	9.7	～	12.1	6 / 6
H21	10.0	7.4	～	11.3	9 / 10
H22	10.0	7.7	～	12.4	12 / 12
H23	10.2	8.3	～	13.7	12 / 12
H24	10.5	8.1	～	13.4	12 / 12
H25	10.4	8.3	～	12.2	12 / 12
最大	12.0	10.0	～	14.2	
平均	10.4	8.5	～	12.4	
最小	9.0	7.4	～	10.0	

<湛水域(新六ヶ井堰)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	9.7	7.6	～	12.0	12 / 12
H16	10.4	7.7	～	13.1	12 / 12
H17	10.9	8.0	～	15.0	12 / 12
H18	11.0	9.1	～	13.4	6 / 6
H19	10.1	9.4	～	11.3	4 / 4
H20	11.9	9.8	～	15.7	4 / 4
H21	9.6	7.2	～	11.7	3 / 4
H22	11.1	9.4	～	13.4	4 / 4
H23	10.0	8.6	～	12.6	4 / 4
H24	10.6	9.9	～	11.9	4 / 4
H25	10.5	9.4	～	12.0	4 / 4
最大	11.9	9.9	～	15.7	
平均	10.5	8.7	～	12.9	
最小	9.6	7.2	～	11.3	

<湛水域(紀の川橋上流)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	9.6	8.0	～	12.0	4 / 4
H16	10.1	8.8	～	12.0	4 / 4
H17	11.4	10.0	～	13.1	4 / 4
H18	10.4	9.1	～	12.4	3 / 3
H19	9.9	8.5	～	12.1	3 / 3
H20	9.8	9.0	～	10.6	2 / 2
H21	9.4	7.1	～	10.9	3 / 4
H22	11.4	9.0	～	14.5	4 / 4
H23	10.6	9.0	～	12.4	4 / 4
H24	10.8	9.5	～	11.9	4 / 4
H25	11.3	10.0	～	13.0	4 / 4
最大	11.4	10.0	～	14.5	
平均	10.4	8.9	～	12.3	
最小	9.4	7.1	～	10.6	

<本川上流(船戸)>

(単位:mg/L)

年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	9.8	7.7	～	12.0	12 / 12
H16	10.4	8.3	～	12.5	12 / 12
H17	10.6	8.7	～	13.1	12 / 12
H18	10.3	8.1	～	13.7	12 / 12
H19	10.2	8.6	～	12.5	12 / 12
H20	10.4	8.4	～	12.3	12 / 12
H21	9.9	8.1	～	12.4	12 / 12
H22	10.0	7.9	～	12.3	12 / 12
H23	10.4	8.4	～	12.8	12 / 12
H24	10.3	7.9	～	12.6	12 / 12
H25	10.1	8.0	～	12.5	12 / 12
最大	10.6	8.7	～	13.7	
平均	10.2	8.2	～	12.6	
最小	9.8	7.7	～	12.0	

表中の網掛けは環境基準を達成していないことを示す。

6) 大腸菌群数

○経年変化

概ね 10,000~100,000MPN/100mL 強で横ばいに推移しており、ほとんどの地点および年で環境基準を満たしていない。紀の川大堰下流では、平成 17 年~平成 20 年に比較的低い値を示している。

○流入・放流水質

放流水（六十谷橋下流）の大腸菌群数は流入水（船戸）よりも低い値を示している。

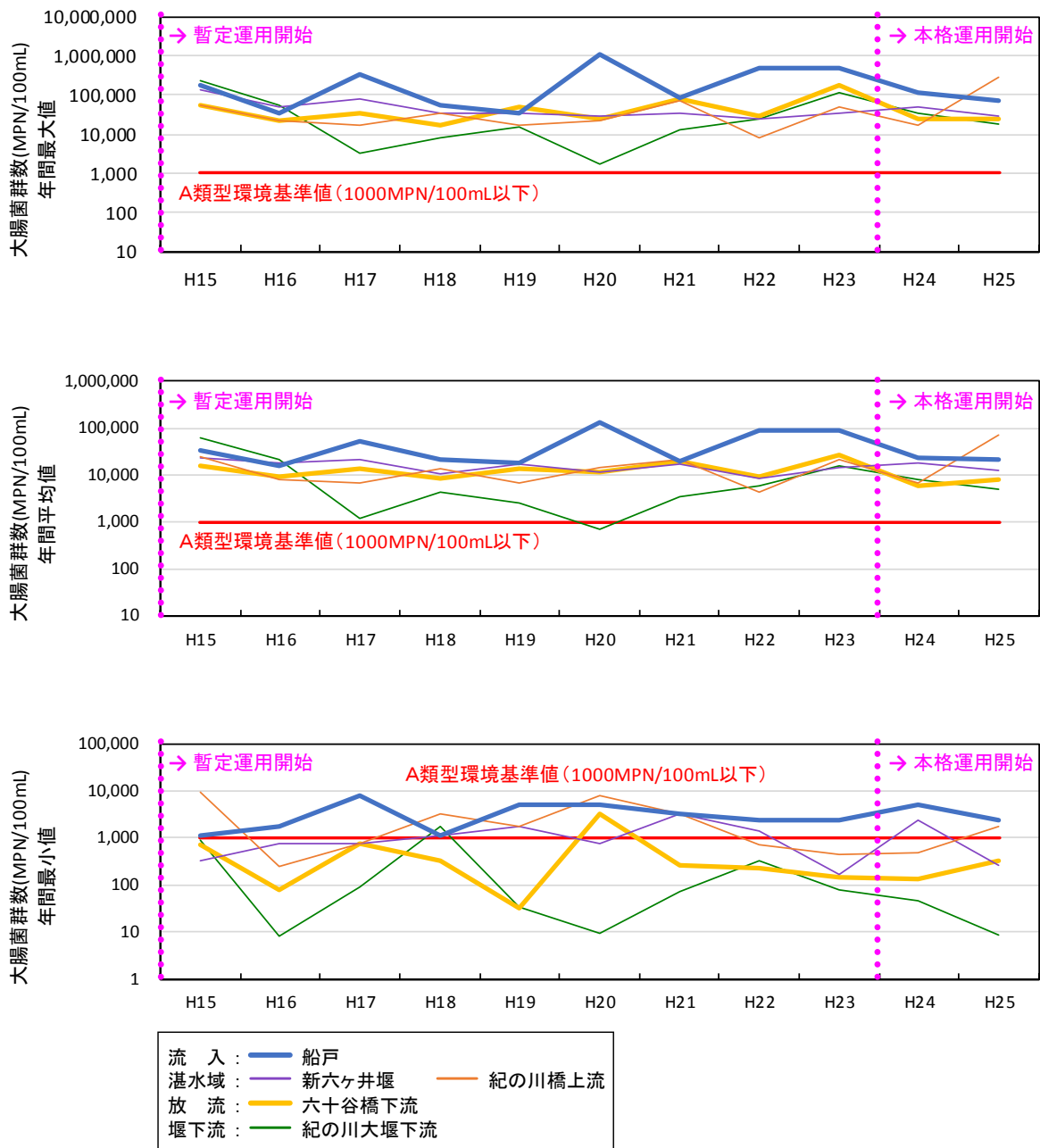


図 5.5-6 大腸菌群数の経年変化

表 5.5-7 大腸菌群数の環境基準達成状況 (H15～H25)

<本川下流(紀の川大堰下流)> (単位:MPN/100mL)						<湛水域(六十谷橋下流)> (単位:MPN/100mL)					
年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数	年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	61,430	920	～	240,000	1 / 4	H15	15,375	700	～	54,000	1 / 4
H16	20,977	8	～	54,000	1 / 4	H16	9,045	79	～	22,000	1 / 4
H17	1,184	94	～	3,300	2 / 4	H17	13,023	790	～	33,000	1 / 4
H18	4,300	1,700	～	7,900	0 / 3	H18	8,410	330	～	17,000	1 / 3
H19	2,576	33	～	14,733	4 / 9	H19	13,926	31	～	49,000	1 / 9
H20	718	9	～	1,700	4 / 6	H20	11,817	3,100	～	24,000	0 / 6
H21	3,449	70	～	13,000	5 / 10	H21	19,796	260	～	79,000	2 / 10
H22	5,657	330	～	24,000	3 / 12	H22	9,374	220	～	28,000	3 / 12
H23	16,101	79	～	110,000	3 / 12	H23	26,128	140	～	170,000	1 / 12
H24	8,001	46	～	33,250	4 / 12	H24	5,668	130	～	24,000	3 / 12
H25	5,078	9	～	18,305	4 / 12	H25	7,918	330	～	24,000	2 / 12
最大	61,430	1,700	～	240,000		最大	26,128	3,100	～	170,000	
平均	11,770	300	～	47,290		平均	12,771	555	～	47,636	
最小	718	8	～	1,700		最小	5,668	31	～	17,000	

<湛水域(新六ヶ井堰)> (単位:MPN/100mL)						<湛水域(紀の川橋上流)> (単位:MPN/100mL)					
年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数	年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	22,443	330	～	130,000	2 / 12	H15	24,100	9,200	～	54,000	0 / 4
H16	17,758	790	～	49,000	1 / 12	H16	8,135	240	～	22,000	1 / 4
H17	21,424	790	～	79,000	1 / 12	H17	7,023	790	～	17,000	1 / 4
H18	10,383	1,100	～	33,000	0 / 6	H18	13,733	3,300	～	33,000	0 / 3
H19	16,500	1,700	～	33,000	0 / 4	H19	6,967	1,700	～	17,000	0 / 3
H20	11,273	790	～	28,000	1 / 4	H20	14,950	7,900	～	22,000	0 / 2
H21	17,575	3,300	～	33,000	0 / 4	H21	21,125	3,300	～	70,000	0 / 4
H22	8,450	1,400	～	24,000	0 / 4	H22	4,450	700	～	7,900	1 / 4
H23	15,118	170	～	33,000	1 / 4	H23	20,615	460	～	49,000	1 / 4
H24	17,700	2,400	～	49,000	0 / 4	H24	6,948	490	～	17,000	1 / 4
H25	12,140	260	～	28,000	1 / 4	H25	74,000	1,700	～	280,000	0 / 4
最大	22,443	3,300	～	130,000		最大	74,000	9,200	～	280,000	
平均	15,524	1,185	～	47,182		平均	18,368	2,707	～	53,536	
最小	8,450	170	～	24,000		最小	4,450	240	～	7,900	

<本川上流(船戸)> (単位:MPN/100mL)					
年	平均値	最小値	～	最大値	環境基準達成月数
H15	34,578	1,100	～	170,000	0 / 12
H16	15,513	1,700	～	33,000	0 / 12
H17	51,764	7,900	～	330,000	0 / 12
H18	21,158	1,100	～	56,000	0 / 12
H19	18,117	4,900	～	34,206	0 / 12
H20	132,033	4,900	～	1,100,000	0 / 12
H21	20,411	3,300	～	87,638	0 / 12
H22	90,229	2,400	～	490,000	0 / 12
H23	93,592	2,400	～	490,000	0 / 12
H24	23,642	4,900	～	110,000	0 / 12
H25	21,950	2,400	～	70,000	0 / 12
最大	132,033	7,900	～	1,100,000	
平均	47,544	3,364	～	270,077	
最小	15,513	1,100	～	33,000	

表中の網掛けは環境基準を達成していないことを示す。

《糞便性大腸菌群数》

本流上流、湛水域、本川下流の5地点全てにおいて、概ね毎年、大腸菌群数の平均値は河川環境基準A類型を超過している。しかし、大腸菌群数の中には土壌・植物など自然界に由来するものも含まれるため、社会生活環境に伴う水質悪化の直接的な指標とはならない。このため、人為由来での汚染状況を表す指標である、糞便性大腸菌群数についても整理した。

紀の川大堰付近では、平成12年より本川上流の船戸地点、湛水域の新六ヶ井堰地点において糞便性大腸菌群数を調査している。大腸菌群数と糞便性大腸菌群数の推移を整理した結果を図5.5-7に示す。本川上流(船戸地点)の糞便性大腸菌群数は、10,000MPN/100mL以上の高い値も度々記録しているが、湛水域では、糞便性大腸菌群数は大腸菌群数の約半分であり、自然由来のものが多く伺える。

なお、公共用水域における糞便性大腸菌群数に係る環境基準は設定されていないが、「水浴場における糞便性大腸菌群数による水質判定方法」(平成9年4月11日付け環水管第115号水質保全局長通知)の判定基準を目安とした場合、水浴可能な糞便性大腸菌群数の基準値は1,000個/100mL以下となっている。湛水域については、糞便性大腸菌群数は年間を通して概ね1,000個/100mL以下の範囲にあり、水浴場水質判定基準ではほとんど「可」と判断されるため、人体に害を与えるレベルではないものと考えられる。また、本川上流についても、平成23年以降は糞便性大腸菌群数が低下する傾向が見られ、概ね1,000個/100mL以下の範囲に収まっている。

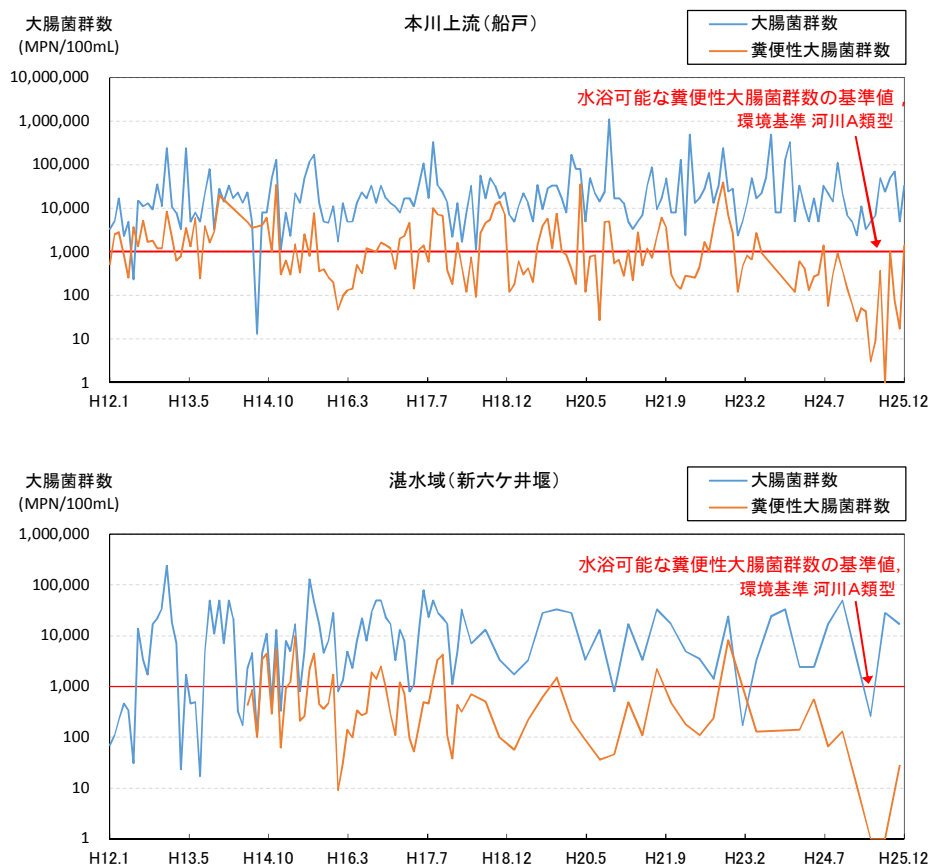


図 5.5-7 大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数の推移

7) 供用開始前後の水質比較

紀の川大堰の暫定運用開始（平成 15 年）前後について、各調査地点におけるデータを比較して水質の変化を把握する。

本川上流（船戸）、湛水域内（紀の川橋上流、新六ヶ井堰、六十谷橋下流）、本川下流（紀の川大堰下流）における、暫定運用開始前の昭和 51 年～平成 14 年（但し、紀の川橋上流、六十谷橋下流、紀の川大堰下流は平成 11 年～平成 14 年）の各水質項目の平均値と、暫定運用開始後の平成 15 年～平成 25 年の各水質項目の平均値（各年の平均値または 75%値）を表 5.5-8 に示す。

BOD75%値の平均値は、暫定運用開始前には 5 地点の全てで環境基準を超過していたが、暫定運用開始後には、湛水域の紀の川橋上流地点を除く 4 地点で環境基準値以下となった。

大腸菌群数については、本川下流（紀の川大堰下流）、湛水域（六十谷橋下流、紀の川橋下流）で運用開始後の平均値が大堰運用開始前に比べ著しく高くなった。一方で、湛水域（新六ヶ井堰）、本川上流（船戸）の 2 地点では、大堰運用開始後の平均値が大堰運用開始前に比べて低くなった。

その他の項目の平均値については、暫定運用開始の前後ともに環境基準の範囲内である。

表 5.5-8 暫定運用開始前後の水質比較

地 点		項 目		pH	BOD75% (mg/L)	SS (mg/L)	D0 (mg/L)	大腸菌群数 (MPN/100mL)
		期 間						
本川 下流	紀の川大堰 下流	暫定運用 開始前	平均 値	8.0	2.3	5.1	8.4	773
		暫定運用 開始後	平均 値	8.0	1.7	6.2	8.7	11,770
湛水域	六十谷橋 下流	暫定運用 開始前	平均 値	8.0	2.2	6.2	8.4	192
		暫定運用 開始後	平均 値	7.9	1.8	5.5	10.4	12,771
	新六ヶ井堰	暫定運用 開始前	平均 値	7.6	2.5	7.4	9.9	36,019
		暫定運用 開始後	平均 値	7.9	1.7	6.2	10.5	15,524
	紀の川橋 上流	暫定運用 開始前	平均 値	8.0	2.2	6.4	11.2	6,804
		暫定運用 開始後	平均 値	7.9	2.5	9.6	10.4	18,368
本川 上流	船戸	暫定運用 開始前	平均 値	7.5	2.1	6.8	9.7	100,806
		暫定運用 開始後	平均 値	7.7	1.2	5.2	10.2	47,544

※暫定運用開始前：昭和 51 年～平成 14 年

（但し、紀の川橋上流、六十谷橋下流、紀の川大堰下流は平成 11 年～平成 14 年）

暫定運用開始後：平成 15 年～平成 25 年

※表中数値は、各年の平均値（または 75%値）の暫定供用前・後それぞれの平均値である。

※表中赤枠は、環境基準を満たしていないことを示す。

5.水質

また、各調査地点の水質について、暫定運用開始前後の経年変化を図 5.5-8 に示す。

本川下流（紀の川大堰下流）

pH、SS は、紀の川大堰の暫定運用開始以降も安定して横ばいに推移しており、環境基準を達成している。DO は基準に満たない値も記録しているが、年間平均値では、暫定運用開始以降も環境基準を達成している。BOD、大腸菌群数は度々基準を超過しているが、暫定運用開始以前にも基準を超過する値が記録されており、大堰運用による影響かどうかは不明である。以上より、いずれの水質項目についても、紀の川大堰暫定運用開始以降の悪化は認められない。

湛水域（六十谷橋下流）

SS、DO は、紀の川大堰の暫定運用開始以降、環境基準を達成している。pH は基準を超過する値も記録しているが、年間平均値では暫定運用開始以降も環境基準を達成している。BOD は度々基準を超過しているが、暫定運用開始以前にも基準を超過しており、大堰運用による影響は認められない。しかし、大腸菌群数については、暫定運用開始以降には環境基準を超える 10,000MPN/100mL 程度で推移している。

湛水域（新六ヶ井堰）

pH、SS、DO は、紀の川大堰の暫定運用開始以降も安定して横ばいに推移しており、環境基準を概ね達成している。BOD、大腸菌群数は度々基準を超過しているが、暫定運用開始以前から見られていた傾向であり、大堰運用による影響は認められない。以上より、いずれの水質項目についても、紀の川大堰暫定運用開始後の悪化は認められない。

湛水域（紀の川橋上流）

pH、SS、DO は、紀の川大堰の暫定運用開始以降も安定して横ばいに推移しており、環境基準を概ね達成している。BOD、大腸菌群数は年による変動が大きく、度々基準を超過しているが、暫定運用開始以前から見られていた傾向であり、大堰運用による影響は認められない。以上より、いずれの水質項目についても、紀の川大堰暫定運用開始後の悪化は認められない。

本川上流（船戸）

pH、BOD、SS、DO は、紀の川大堰の暫定運用開始以降も安定しており、概ね環境基準を達成している。大腸菌群数は年による変動が大きく、度々基準を超過しているが、暫定運用開始以前から見られていた傾向であり、大堰運用による影響は認められない。以上より、いずれの水質項目についても、紀の川大堰暫定運用開始後の悪化は認められない。

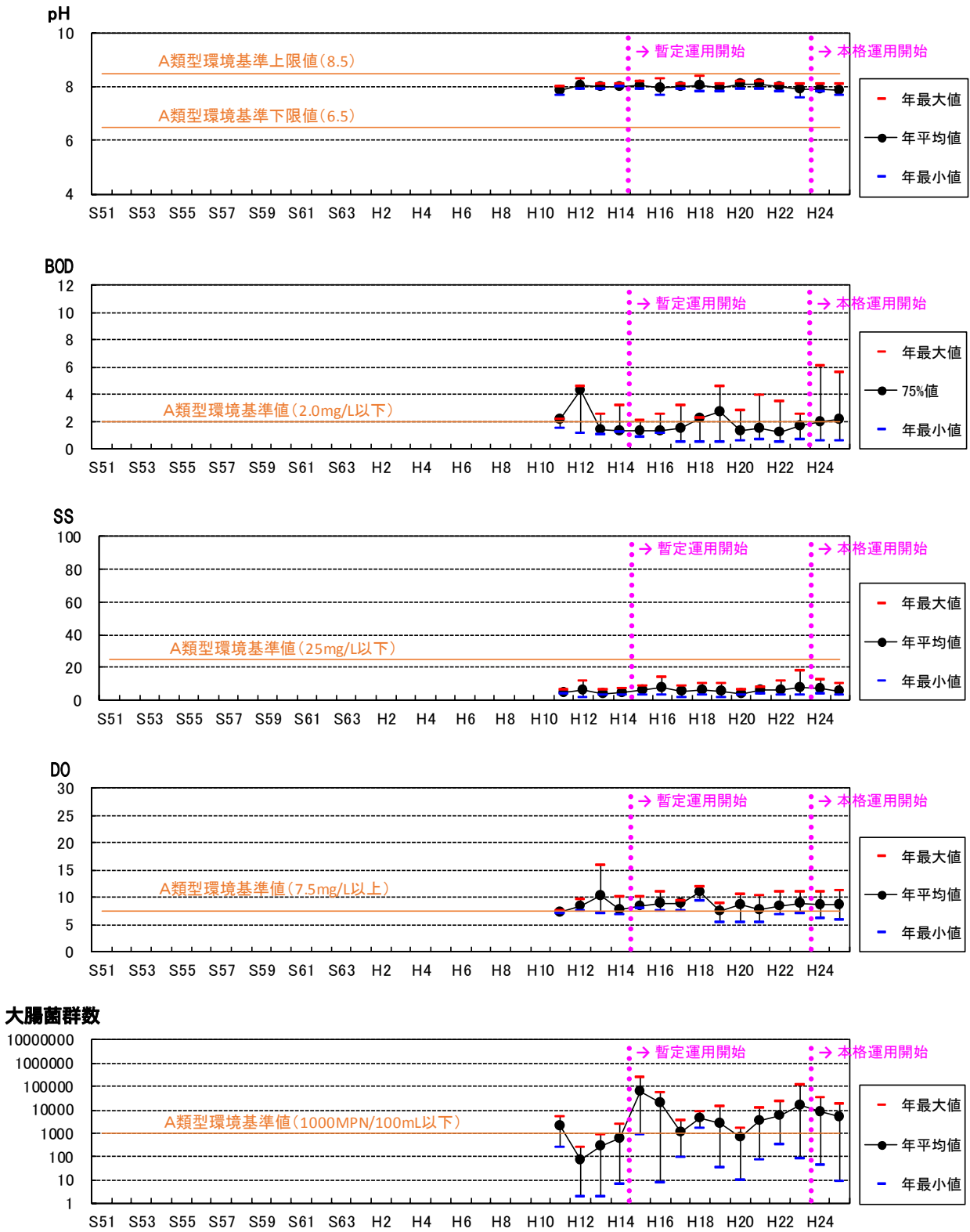


図 5.5-8 (1) 本川下流（紀の川大堰下流）地点における暫定運用開始前後の水質比較

5.水質

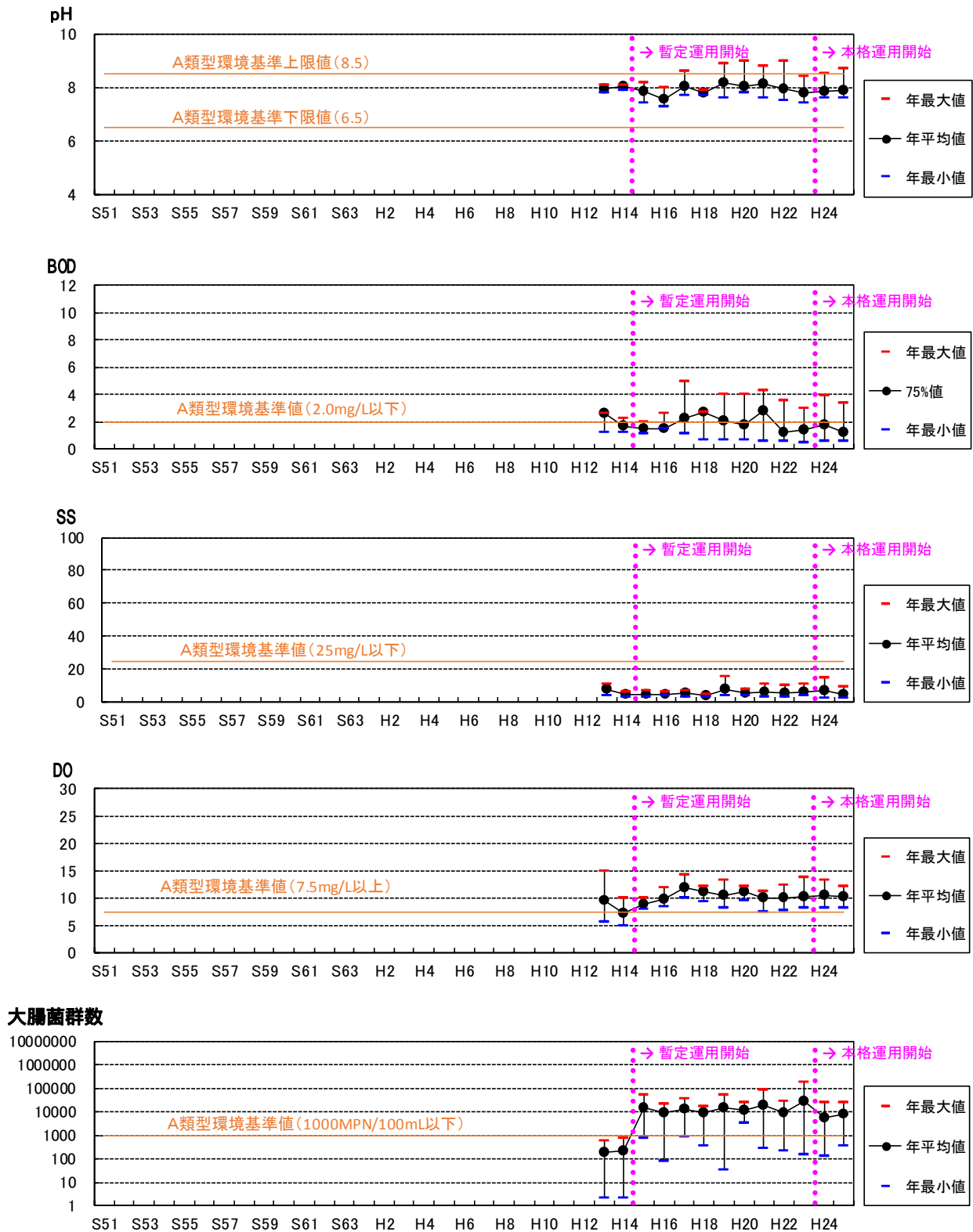


図 5.5-8 (2) 湛水域 (六十谷橋下流) 地点における暫定運用開始前後の水質比較

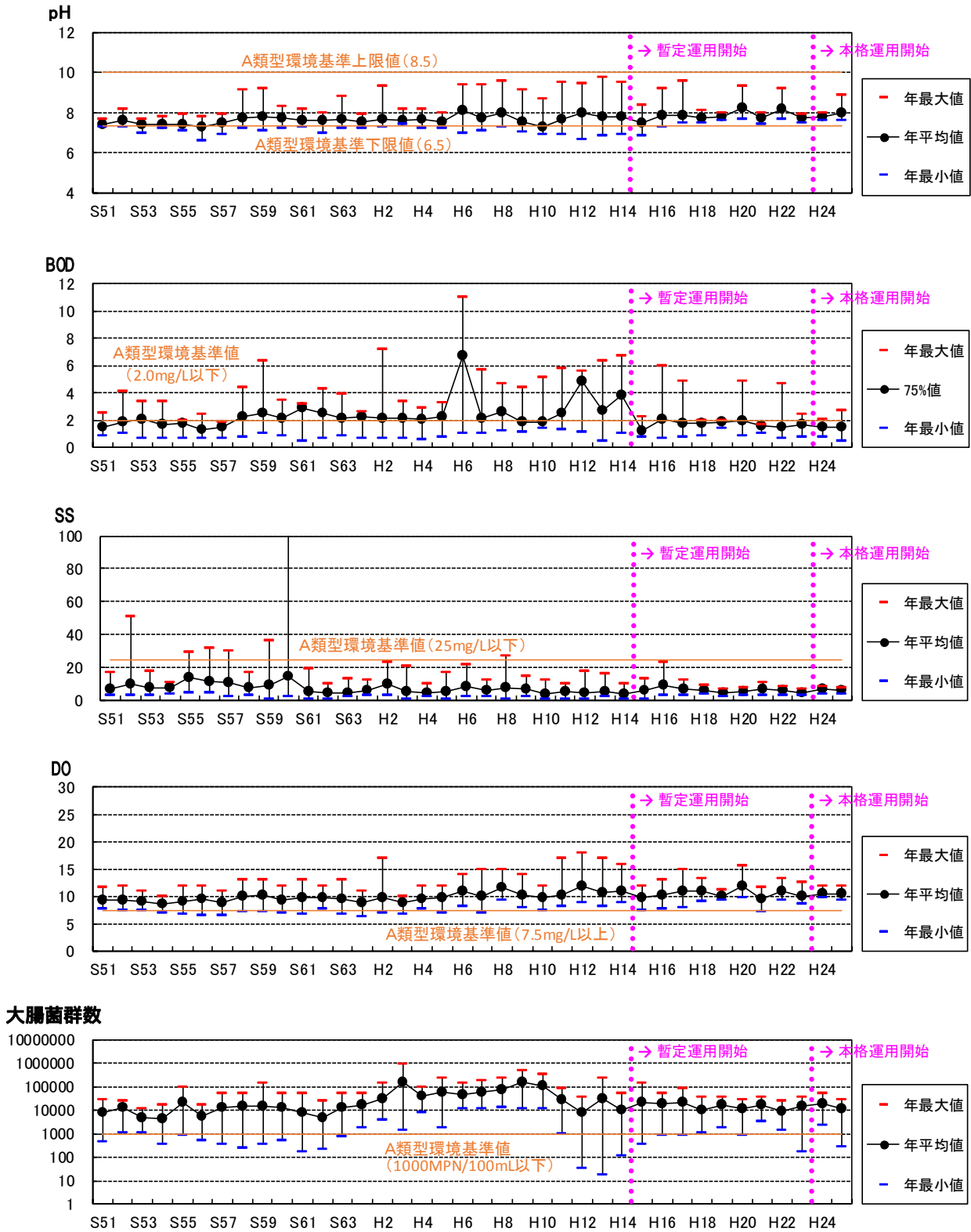


図 5.5-8 (3) 湛水域（新六ヶ井堰）地点における暫定運用開始前後の水質比較

5. 水質

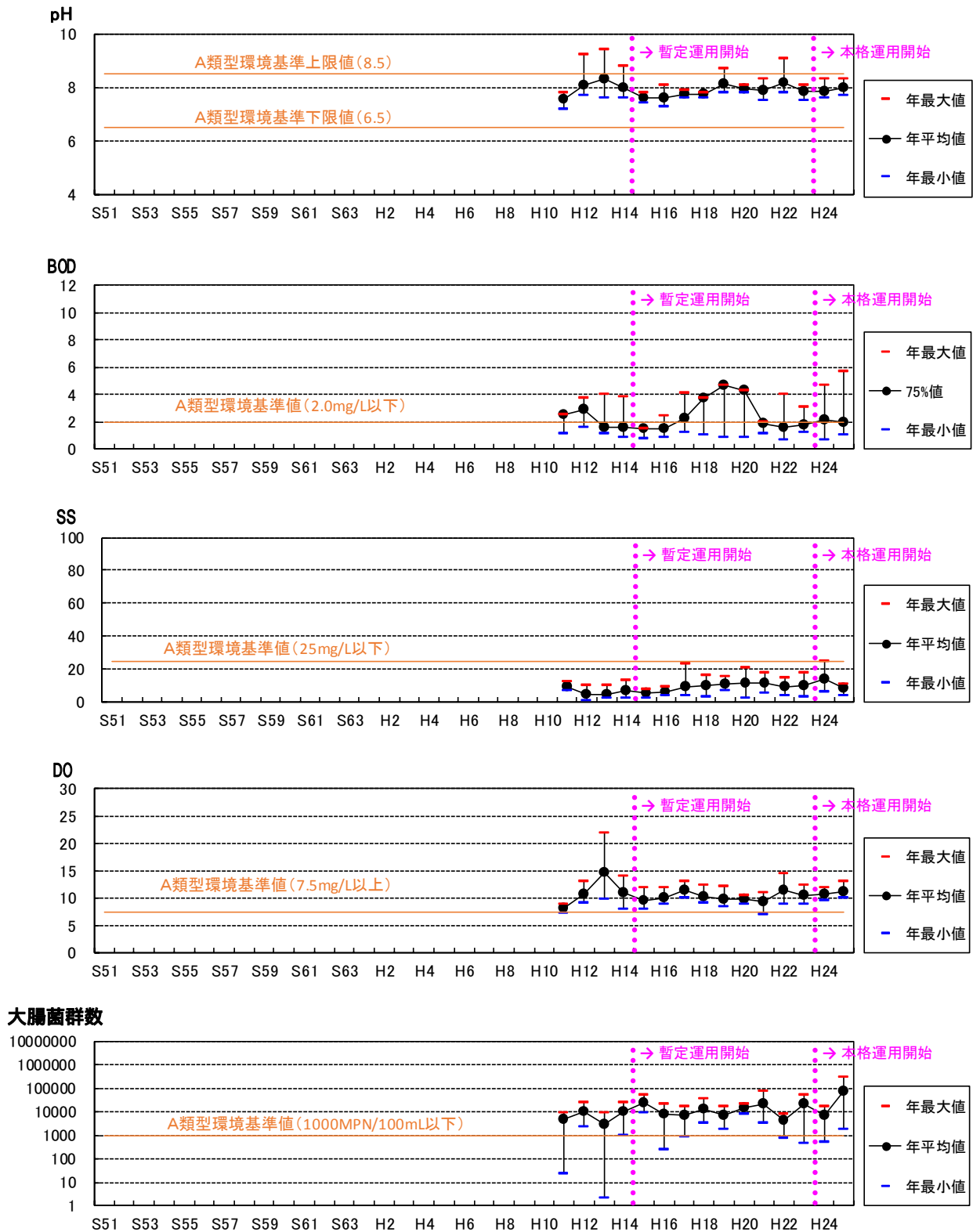


図 5.5-8 (4) 湛水域（紀の川橋上流）地点における暫定運用開始前後の水質比較

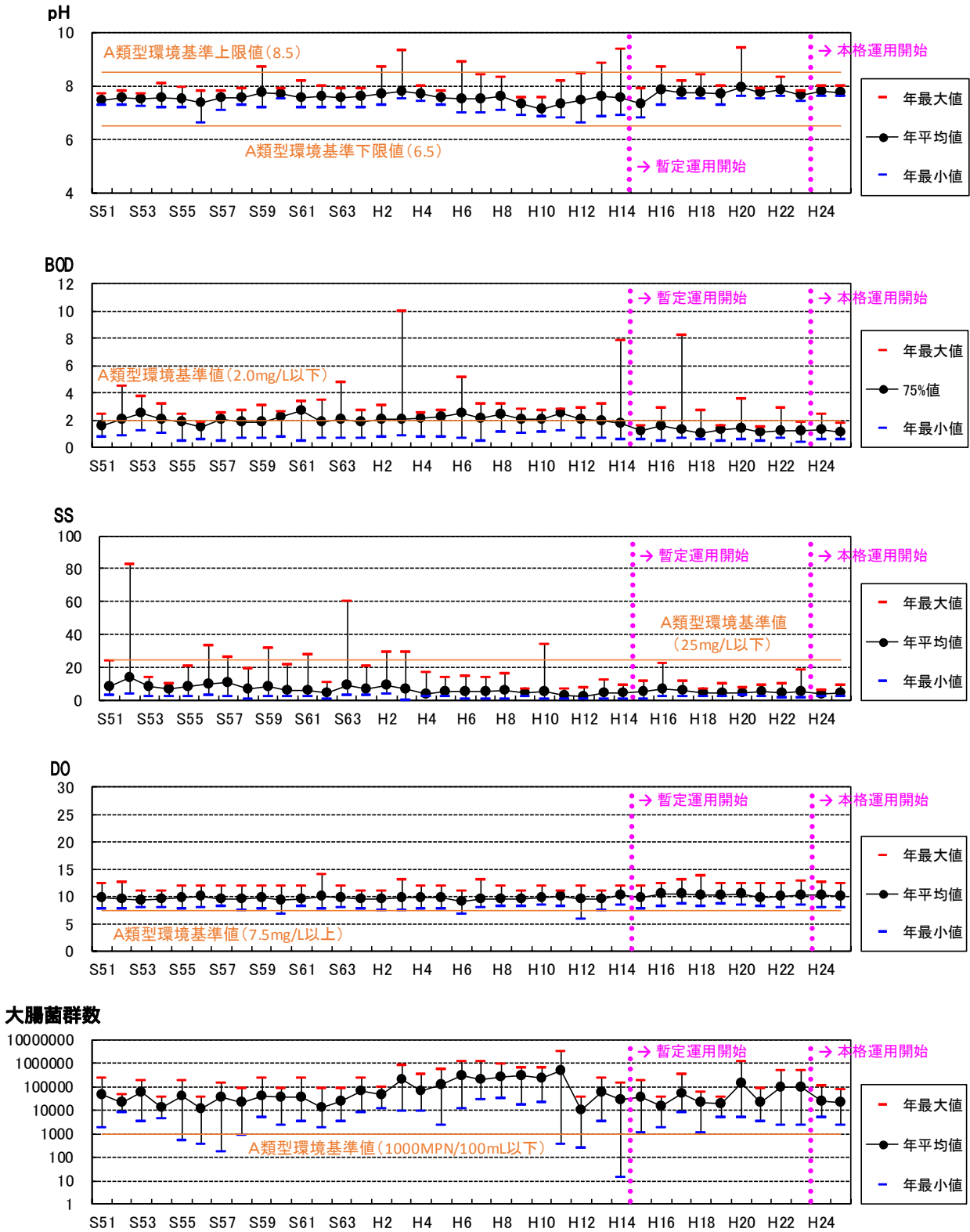


図 5.5-8 (5) 本川上流 (船戸) 地点における暫定運用開始前後の水質比較

(3) 流入・放流水質の比較のまとめ

紀の川大堰の暫定運用開始後の平成 15 年～平成 25 年における生活環境項目の達成状況を以下にまとめる。

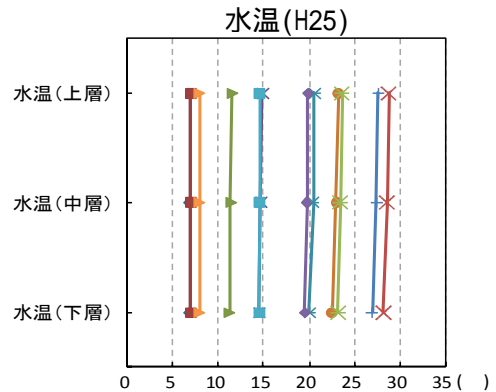
- ・ pH：いずれの地点でも、概ね環境基準を達成している。
- ・ BOD：本川上流や湛水域で基準を超過することがあるが、近 5 ヶ年（平成 21 年～平成 25 年）には基準値以下で推移している。
- ・ COD：平成 19 年～平成 20 年に湛水域で一時的に高い値を示したが、基本的には、いずれの地点でも概ね環境基準程度で推移している。
- ・ SS：各地点とも、すべての年で環境基準を達成している。
- ・ DO：いずれの地点でも、概ね環境基準を達成している。
- ・ 大腸菌群数：ほとんどの地点で環境基準を超過しているが、湛水域への流入水が環境基準を超える高い値を示しており、また、暫定運用開始以前から見られる傾向であり、紀の川大堰の運用による影響とは考えられない。
- ・ 糞便性大腸菌群数：本川上流、湛水域で高い値を記録しているが、平成 23 年以降は概ね 1,000 個/100mL 以下まで減少しており、水浴場水質判定基準ではほとんどの場合「可」と判断されるため、ただちに人体に害を与えるレベルではないものと思われる。

5.5.2 湛水域に関する評価

紀の川大堰直上地点における平成 25 年の水温、DO、濁度の鉛直分布（上層、中層、下層の 3 水深）を月別に整理した結果を図 5.5-9 に示す。紀の川大堰の湛水域では、躍層は形成されておらず、いずれの項目も上層と下層ではほぼ同様の値を示している。

(1) 水温

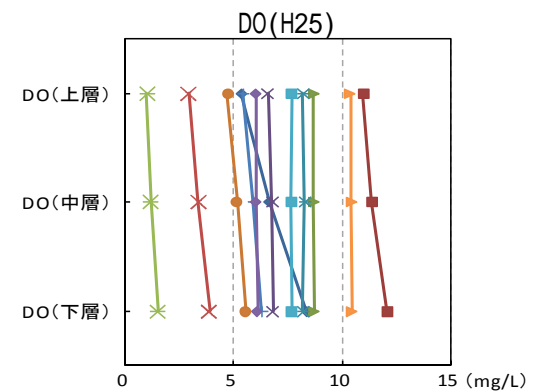
3 層とも概ね同程度で推移しており、外気温に合わせた季節的な変化が見られる。水温躍層は形成されていない。



(2) DO

3 層とも概ね同程度で推移している。但し、平成 25 年 1 月には下層の DO が表層及び中層に比べて高くなっている。

平成 25 年 8 月、9 月には一時的に低い値を示したが、出水による底質の巻き上げが影響した可能性がある。



(3) 濁度

3 層とも概ね同程度で推移している。但し、6 月、7 月には、上層、中層に比べて下層の濁度が高い値を示している。

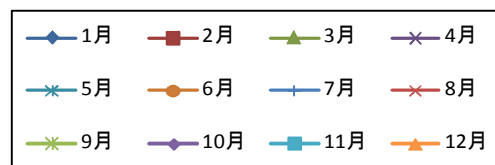
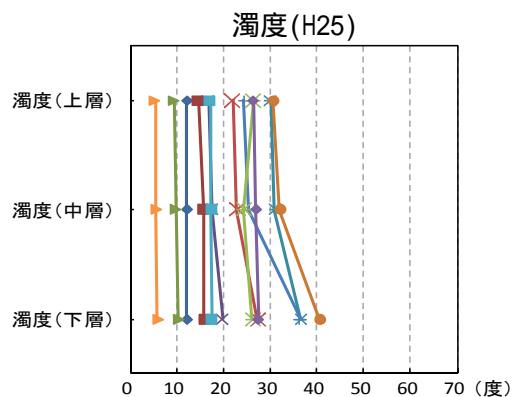


図 5.5-9 紀の川大堰直上地点の水質の鉛直分布

5.水質

5.5.3 大堰下流に関する評価

大堰の運用により堰下流側に生じる影響として、潮汐運動の阻害による(1)貧酸素水塊の発生、及び、(2)塩分濃度の変化、が考えられ、このような現象が発生した場合、大堰下流域に生息する生物にも影響を及ぼすことが懸念される。ここでは、大堰運用前後の堰下流の水質について評価を行う。

(1) 貧酸素水塊の発生

紀の川大堰下流域（下流から順に、汽①、汽②、汽③）の DO は、いずれの地点でも、水温変化に応じて夏季に低く、冬季に高くなる季節変動を示しており、この傾向は、暫定運用開始前後で変化していない。また、3地点とも概ね同じ値で推移している。

また、大堰の直下流にあたる汽③地点の DO は、暫定運用開始後の H17.8、H18.6、H18.8 には、植物プランクトンの繁殖が要因と考えられる影響によって、上層で一時的に高い値を示したが、平成 20 年以降は上層と下層が概ね同程度で推移している。

以上より、大堰下流の DO には、堰運用前後で大きな変化が見られない。



図 5.5-10 大堰下流の調査実施地点

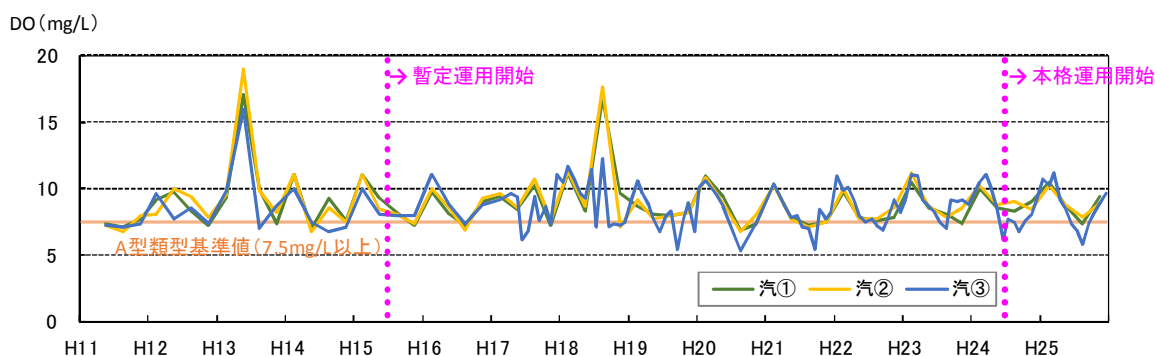


図 5.5-11 紀の川大堰下流の DO の推移

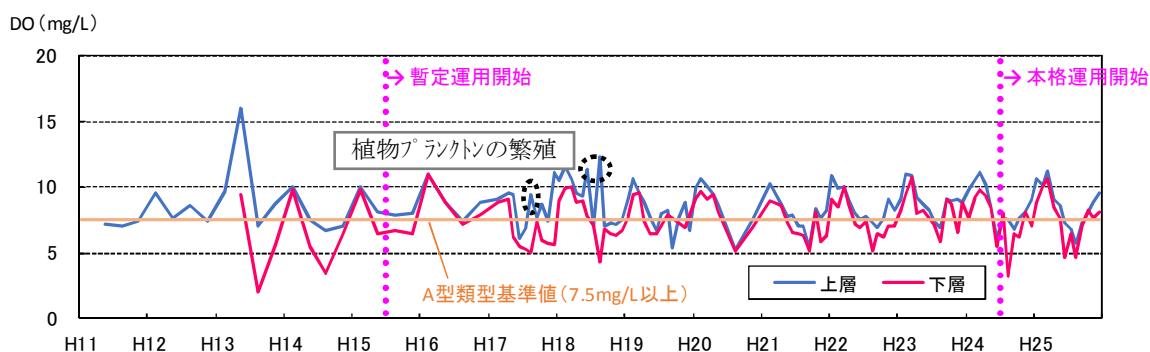


図 5.5-12 大堰直下流（汽）の DO の鉛直分布

(2) 大堰下流の塩分濃度の変化

大堰下流の塩分濃度の鉛直分布は、大堰暫定運用開始の前後とも、大潮では水深 1.0~2.0m 付近に、小潮では水深 1.0m 付近に、それぞれ混合層や躍層が形成されている。塩分濃度の縦断分布は、暫定運用開始前後ともに縦断方向に等塩分線が概ね水平に見られ、暫定運用開始前後で概ね同様の弱混合型を示す。堰運用後には海水と淡水の混合が若干生じていることが窺えるが、堰運用前後で大きな変化は見られない。

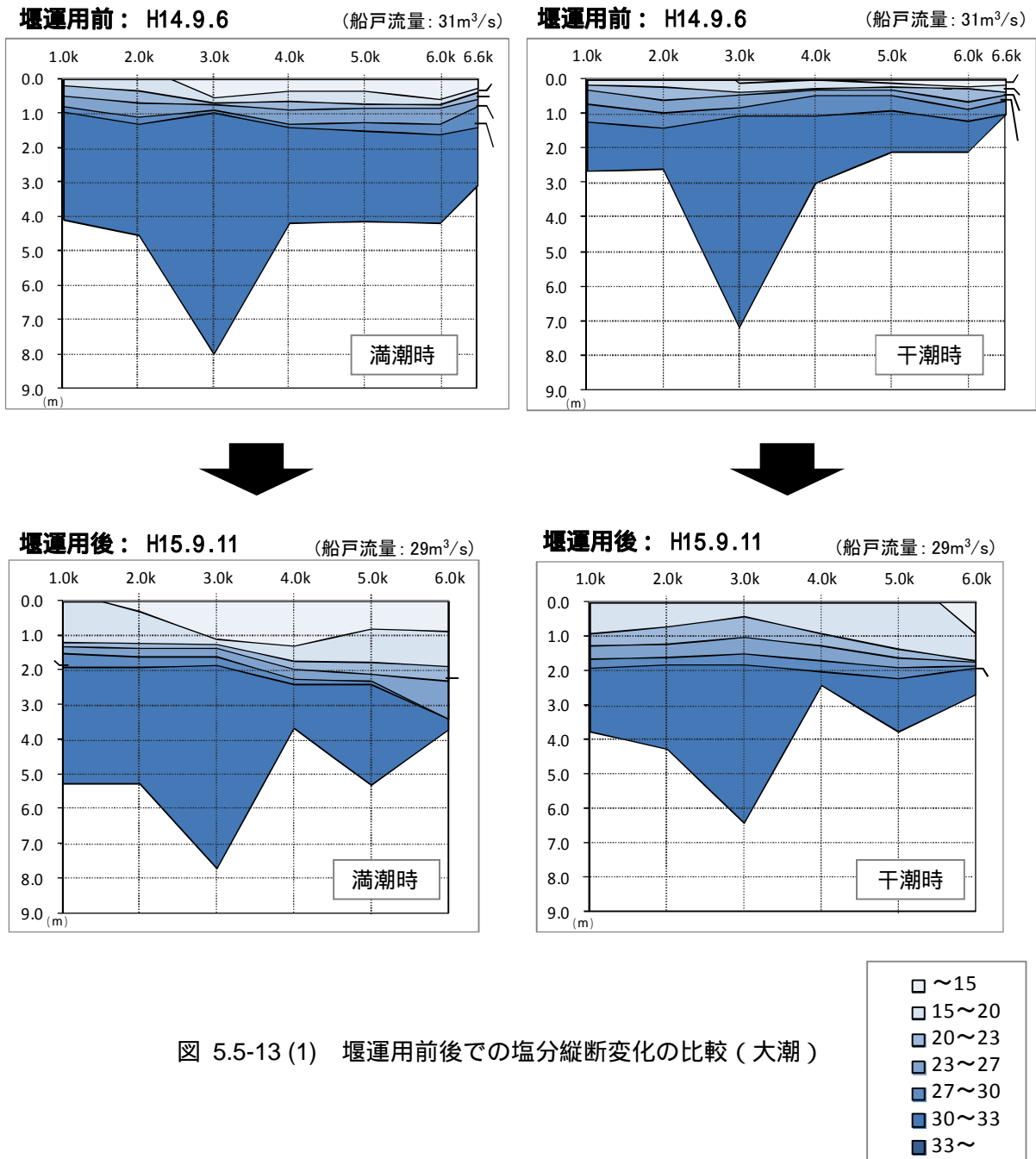


図 5.5-13 (1) 堰運用前後での塩分縦断変化の比較 (大潮)

5.水質

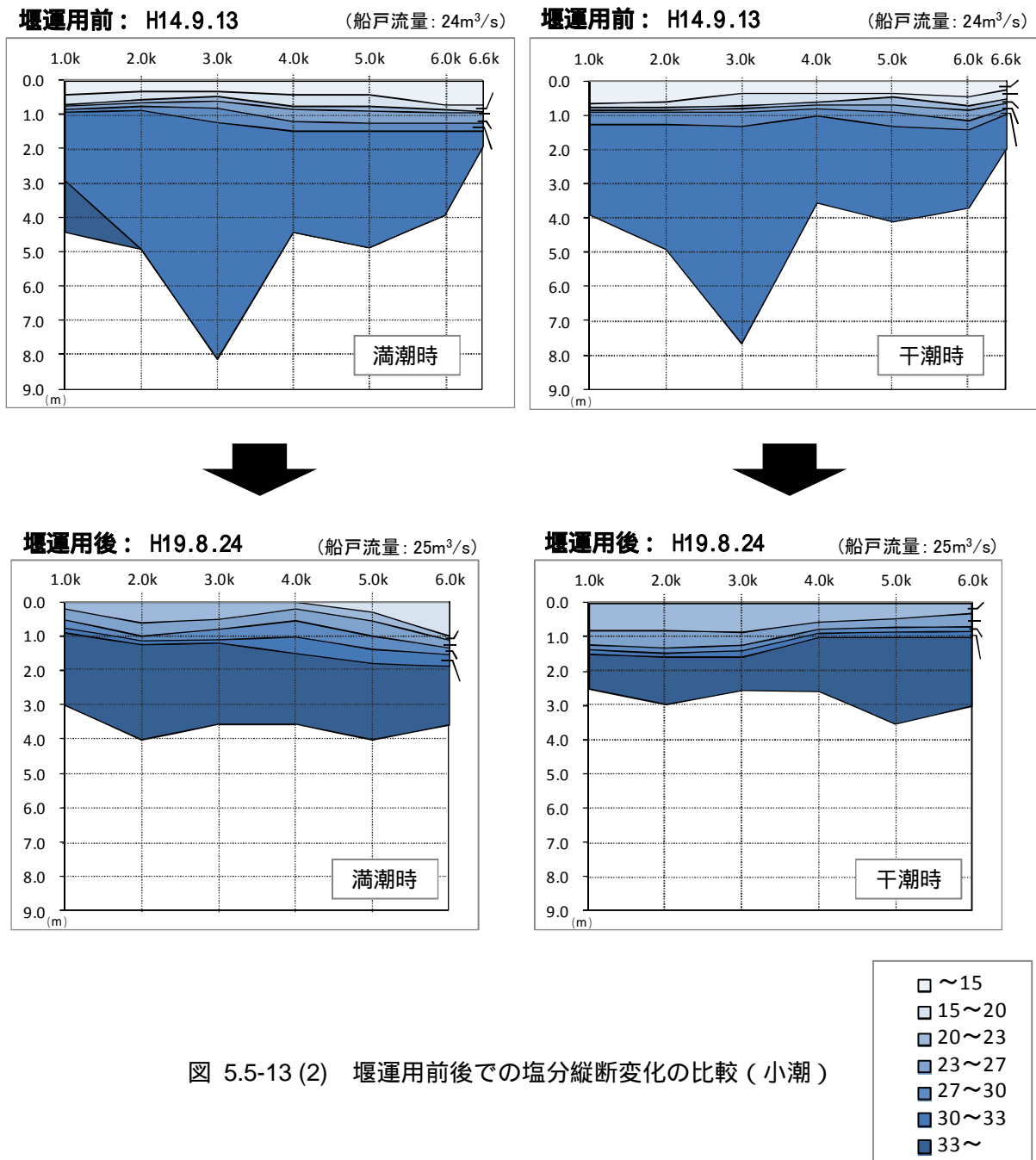


図 5.5-13 (2) 堰運用前後での塩分縦断変化の比較 (小潮)

5.5.4 健康項目の評価

人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）は、人の健康に被害を生じるおそれのある重金属や有機塩素系化合物などを対象に 27 項目が挙げられ、それぞれ基準値が全国一律で指定されている。健康項目の基準値は表 5.5-9 に示すとおりである。

紀の川大堰湛水域内（新六ヶ井堰）における大堰運用開始以降（平成 15 年以降）の健康項目の調査結果について、表 5.5-9 に整理した。新六ヶ井堰地点では、健康項目 27 項目のうち、調査回により 1～11 項目を対象に調査を行っている。平成 15 年以降、調査を実施した各項目は、全ての調査回において環境基準を達成している。

表 5.5-9 健康項目の基準値

項目	基準値	項目	基準値
カドミウム	0.003mg/L 以下	1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/L以下
全シアン	検出されないこと。	トリクロロエチレン	0.03mg/L 以下
鉛	0.01mg/L 以下	テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下
六価クロム	0.05mg/L 以下	1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/L以下
砒素	0.01mg/L 以下	チウラム	0.006mg/L以下
総水銀	0.0005mg/L以下	シマジン	0.003mg/L以下
アルキル水銀	検出されないこと。	チオベンカルブ	0.02mg/L 以下
P C B	検出されないこと。	ベンゼン	0.01mg/L 以下
ジクロロメタン	0.02mg/L 以下	セレン	0.01mg/L 以下
四塩化炭素	0.002mg/L以下	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L以下	ふっ素	0.8mg/L 以下
1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L 以下	ほう素	1mg/L 以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下	1,4-ジオキサン	0.05mg/L以下
1,1,1-トリクロロエタン	1 mg/L 以下		
【備考】 1. 基準値は年間平均値とする。ただし、全シアンに係る基準値については、最高値とする。 2. 「検出されないこと」とは、定量限界を下回ることをいう。 3. 海域については、ふっ素及びほう素の基準値は適用しない。 4. 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の濃度は、規格43.2.1、43.2.3又は43.2.5により測定された硝酸イオンの濃度に換算係数0.2259を乗じたものと規格43.1により測定された亜硝酸イオンの濃度に換算係数0.3045を乗じたものの和とする。			

【出典：水質汚濁に係る環境基準について（S46 環告第 59 号） 昭和 46 年 12 月】

【出典：「河川及び湖沼が該当する水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定に関する件」（告示）の改正等について（お知らせ） 平成 22 年 9 月】

5.水 質

表 5.5-10 (1) 健康項目の評価 (新六ヶ井堰)

項目	単位	H15.2月	H15.5月	H15.10月	H16.5月	H16.11月	H17.5月	H17.11月	H18.5月	H18.8月	H18.11月
カドミウム	mg/L			<0.001		<0.001		<0.001			
全シアン	mg/L			<0.1		<0.1		<0.1			
鉛	mg/L			0.001		0.002		<0.001		<0.001	
6価クロム	mg/L			<0.01		<0.01		<0.01			
ヒ素	mg/L			0.001		0.001		0.001		<0.001	
総水銀	mg/L			<0.0005		<0.0005		<0.0005			
アルキル水銀	mg/L										
PCB	mg/L										
ジクロロメタン	mg/L										
四塩化炭素	mg/L										
1,2-ジクロロエタン	mg/L										
1,1-ジクロロエチレン	mg/L										
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L										
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L										
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L										
トリクロロエチレン	mg/L										
テトラクロロエチレン	mg/L										
1,3-ジクロロプロペン	mg/L										
チウラム	mg/L										
シマジン	mg/L										
チオベンカルブ	mg/L										
ベンゼン	mg/L										
セレン	mg/L			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	1.10	1.33	1.04	0.95	1.11	1.02	1.02	0.97	0.96	0.88
硝酸性窒素	mg/L	1.10	1.30	1.03	0.93	1.10	0.99	1.01	0.95	0.95	0.86
亜硝酸性窒素	mg/L	0.010	0.032	0.009	0.024	0.010	0.035	0.012	0.024	0.015	0.016
ふっ素	mg/L										
ほう素	mg/L										
1,4-ジオキサン	mg/L										

項目	単位	H19.2月	H19.5月	H19.8月	H19.11月	H20.2月	H20.5月	H20.8月	H20.11月	H21.2月	H21.5月
カドミウム	mg/L										
全シアン	mg/L										
鉛	mg/L	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
6価クロム	mg/L										
ヒ素	mg/L	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
総水銀	mg/L										
アルキル水銀	mg/L										
PCB	mg/L										
ジクロロメタン	mg/L										
四塩化炭素	mg/L										
1,2-ジクロロエタン	mg/L										
1,1-ジクロロエチレン	mg/L										
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L										
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L										
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L										
トリクロロエチレン	mg/L										
テトラクロロエチレン	mg/L										
1,3-ジクロロプロペン	mg/L										
チウラム	mg/L										
シマジン	mg/L										
チオベンカルブ	mg/L										
ベンゼン	mg/L										
セレン	mg/L	<0.001		<0.001						<0.001	
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	1.19	1.13	0.79	1.02	1.28	0.95	0.26	0.89	1.05	0.78
硝酸性窒素	mg/L	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	1.04	0.76
亜硝酸性窒素	mg/L	1.160	1.090	0.780	1.000	1.250	0.920	0.240	0.880	0.014	1.160
ふっ素	mg/L										
ほう素	mg/L										
1,4-ジオキサン	mg/L										

表 5.5-10 (2) 健康項目の評価 (新六ヶ井堰)

項目	単位	H21.8月	H21.11月	H22.2月	H22.5月	H22.8月	H22.11月	H23.2月	H23.5月	H23.8月	H23.11月
カドミウム	mg/L										
全シアン	mg/L										
鉛	mg/L	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
6価クロム	mg/L										
ヒ素	mg/L	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
総水銀	mg/L										
アルキル水銀	mg/L										
PCB	mg/L										
ジクロロメタン	mg/L										
四塩化炭素	mg/L										
1,2-ジクロロエタン	mg/L										
1,1-ジクロロエチレン	mg/L										
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L										
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L										
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L										
トリクロロエチレン	mg/L										
テトラクロロエチレン	mg/L										
1,3-ジクロロプロペン	mg/L										
チウラム	mg/L										
シマジン	mg/L										
チオベンカルブ	mg/L										
ベンゼン	mg/L										
セレン	mg/L	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	0.78	0.89	1.19	0.83	0.49	0.93	1.17	0.79	0.72	0.93
硝酸性窒素	mg/L	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
亜硝酸性窒素	mg/L	0.770	0.880	1.170	0.800	0.470	0.920	1.150	0.770	0.710	0.920
ふっ素	mg/L										
ほう素	mg/L										
1,4-ジオキサン	mg/L										

項目	単位	H24.2月	H24.5月	H24.8月	H24.11月	H25.2月	H25.5月	H25.8月	H25.11月	平均	最大
カドミウム	mg/L				<0.0003					<0.0001	<0.0003
全シアン	mg/L									<0.1	<0.1
鉛	mg/L	<0.001		<0.001	<0.001	<0.001		<0.001		<0.001	0.002
6価クロム	mg/L									<0.01	<0.01
ヒ素	mg/L	<0.001		0.001		<0.001		0.001		<0.001	0.001
総水銀	mg/L									<0.0005	<0.0005
アルキル水銀	mg/L									ND	ND
PCB	mg/L				<0.0001					<0.0001	<0.0001
ジクロロメタン	mg/L				<0.0001					<0.0001	<0.0001
四塩化炭素	mg/L				<0.0001					<0.0001	<0.0001
1,2-ジクロロエタン	mg/L				<0.0001					<0.0001	<0.0001
1,1-ジクロロエチレン	mg/L				<0.0001					<0.0001	<0.0001
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L									ND	ND
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L									ND	ND
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L									ND	ND
トリクロロエチレン	mg/L									ND	ND
テトラクロロエチレン	mg/L									ND	ND
1,3-ジクロロプロペン	mg/L									ND	ND
チウラム	mg/L									ND	ND
シマジン	mg/L									ND	ND
チオベンカルブ	mg/L									ND	ND
ベンゼン	mg/L									ND	ND
セレン	mg/L	<0.001		<0.001	<0.001					<0.001	<0.001
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	1.08	0.55	0.53	0.62	0.93	0.69	0.35	0.75	0.89	1.33
硝酸性窒素	mg/L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	-	-
亜硝酸性窒素	mg/L	1.060	0.530	0.520	0.620	0.910	0.670	0.340	0.750	-	-
ふっ素	mg/L				0.05					0.05	0.05
ほう素	mg/L				0.02					0.02	0.02
1,4-ジオキサン	mg/L							<0.005		<0.005	<0.005

5.水 質

5.5.5 土砂による水の濁りに関する評価

紀の川大堰の貯水池の存在により、洪水時に上流河川から流入してくる微細な土砂が長期間にわたって、貯水池内で沈むことなく浮遊する現象が生じている場合、漁業や水利用、ならびに魚類の生息などに障害を及ぼすことがある。

ここでは、紀の川大堰による SS 及び濁度の変化の状況を把握するため、本川上流（船戸）、湛水域（新六ヶ井堰）、本川下流（紀の川大堰下流）における SS 及び濁度の経年変化の比較を行った。

紀の川大堰の暫定運用が開始された平成 15 年 6 月以降、湛水域の SS が本川上流の SS を上回った日数は 41/65 日（63%）であるが、このうち、湛水域と本川上流の SS の差が 5mg/L 以上の日数は 4 日、10mg/L 以上の日数は 1 日である。また、本川下流の SS が本川上流の SS を上回った日数は 59/85 日（69%）であり、このうち、本川下流と本川上流の SS の差が 5mg/L 以上の日数は 11 日、10mg/L 以上の日数は 1 日である。したがって、本川上流の SS に対し、湛水域や本川下流の SS が著しく上回る現象はみられない。

濁度については、湛水域の濁度が本川上流の濁度を上回った日数は 28/31 日（90%）であるが、このうち湛水域と本川上流の濁度の差が 5 度以上の日数は 2 日、10 度以上の日数は 1 日となっている。また、本川下流の濁度が本川上流の濁度を上回った日数は 67/78 日（86%）であり、このうち本川下流と本川上流の濁度の差が 5 度以上の日数は 10 日、10 度以上の日数は 1 日となっている。したがって、本川上流の濁度に対し、湛水域や本川下流の濁度が著しく上回る現象はみられない。

以上より、紀の川大堰では、濁水の長期化の現象は発生していないと考えられる。

表 5.5-11 湛水域、本川下流の SS が本川上流を上回った日数

調査地点	調査実施日数	本川上流(船戸)の SS を上回った日数		
		本川上流との差が 5mg/L 以上の日数	本川上流との差が 10mg/L 以上の日数	
湛水域 (新六ヶ井堰)	65 日	41 日 (63%)	4 日	1 日
本川下流 (紀の川大堰下流)	85 日	59 日 (69%)	11 日	1 日

表 5.5-12 湛水域、本川下流の濁度が本川上流を上回った日数

調査地点	調査実施日数	本川上流(船戸)の濁度を上回った日数		
		本川上流との差が 5 度以上の日数	本川上流との差が 10 度以上の日数	
湛水域 (新六ヶ井堰)	31 日	28 日 (90%)	2 日	1 日
本川下流 (紀の川大堰下流)	78 日	67 日 (86%)	10 日	1 日

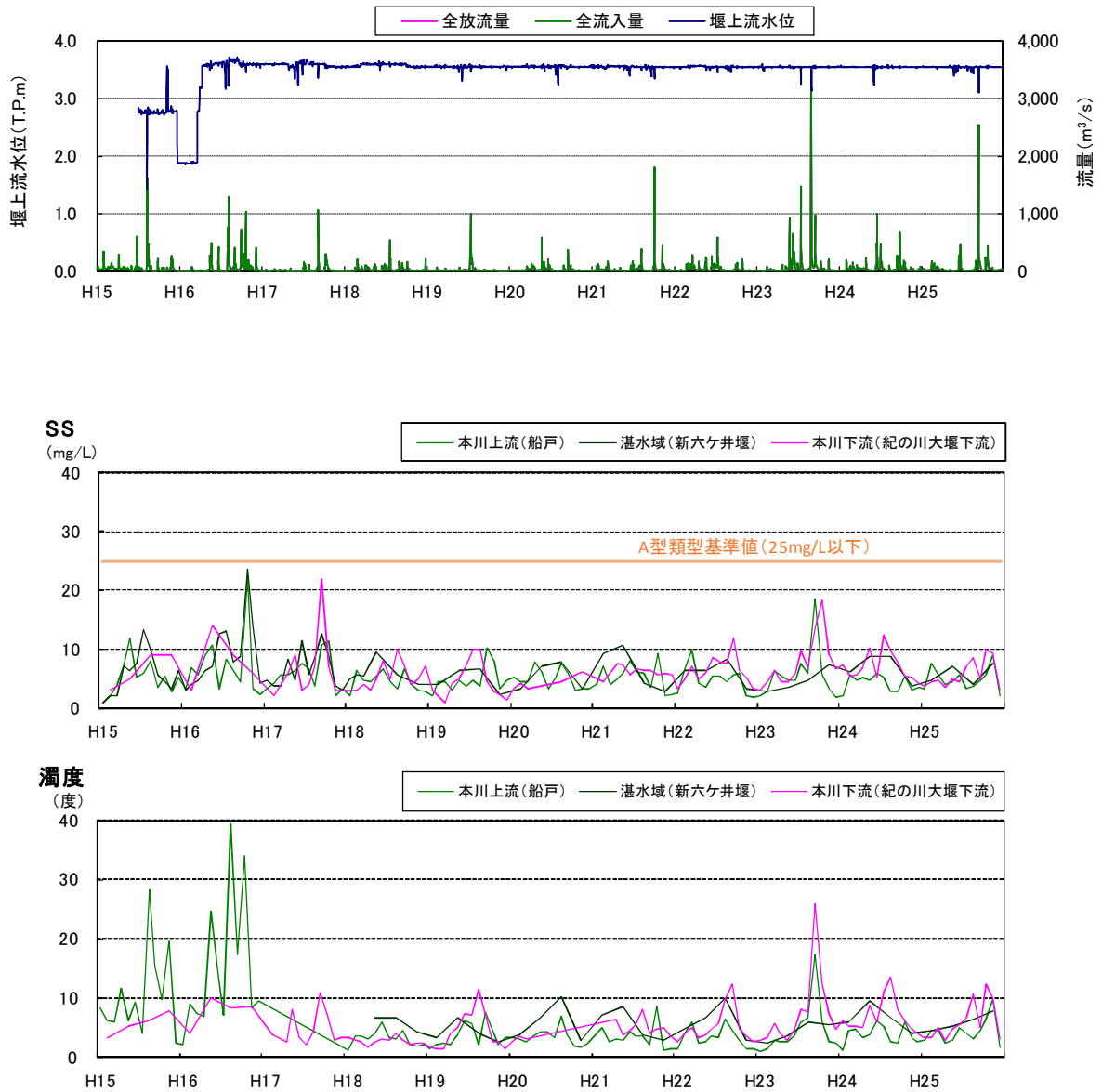


図 5.5-14 本川上流、湛水域、本川下流における SS と濁度の経年変化

5.水 質

5.5.6 富栄養化現象に関する評価

一般に富栄養化現象とは、貯水池内の栄養塩類の増加により、植物プランクトンの異常増殖が発生することである。これにより、アオコによる悪臭の発生などの障害を引き起こすこともある。

紀の川大堰の富栄養化傾向を確認するため、紀の川大堰暫定運用開始以降（平成15年6月以降）における本川上流、湛水域、本川下流の、クロロフィル a 濃度、COD 濃度、T-N 濃度、T-P 濃度の年平均値の推移を図 5.5-15 に示した。

クロロフィル a は、暫定運用開始後に一時的に高い値を示した年度があり、湛水域（六十谷橋下流、紀の川橋上流）の値は若干高くなった状態で推移している。

COD、T-N、T-P は、一時的に高い値を示した年度があるものの、暫定運用開始後も概ね一定レベルで推移している。また、流入水質と湛水域の水質は概ね同等レベルである。

平成20年に紀の川橋上流において、一時的に、クロロフィル a 濃度、COD 濃度、T-P 濃度が高い値を示しているが、調査日が5月と8月であり、8月調査の分析値が非常に高い値を示したためである。要因としては、採水地点周辺は小豆島の直下流に位置するため堆積が起りやすい環境にあり、水深の浅い溜まり状の環境が形成されている。平成20年には採水地点の周辺で河道掘削を行っており、底泥が巻き上げられたことで、採水地点周辺の栄養塩濃度が一時的に高まり、藻類の異常繁殖が見られたためと推察される。なお、8月の採水時には水深が浅く、水温が高かったことも記録されている。

紀の川大堰貯水池内の一部では、一時的に栄養塩濃度が高くなった記録があるが、河道掘削による影響と想定され、暫定運用開始後において、アオコの発生、異臭味などの水質障害を引き起こした記録はなく、富栄養化現象は発生していないものと考えられる。

また、採水地点が大堰の直上流の流心に位置する調査地点（六十谷橋下流）における、平成15年～平成25年の植物プランクトン細胞数の推移と、クロロフィル a 濃度、COD 濃度、T-N 濃度、T-P 濃度の推移を図 5.5-16 に示す。湛水域では、T-P 濃度、クロロフィル a 濃度、COD 濃度の増減と同調して植物プランクトン細胞数が大きく変化しており、クロロフィル a 濃度は一時的に高い値を示すことがあるが、大半が珪藻類であり水質障害などの報告はされていない。

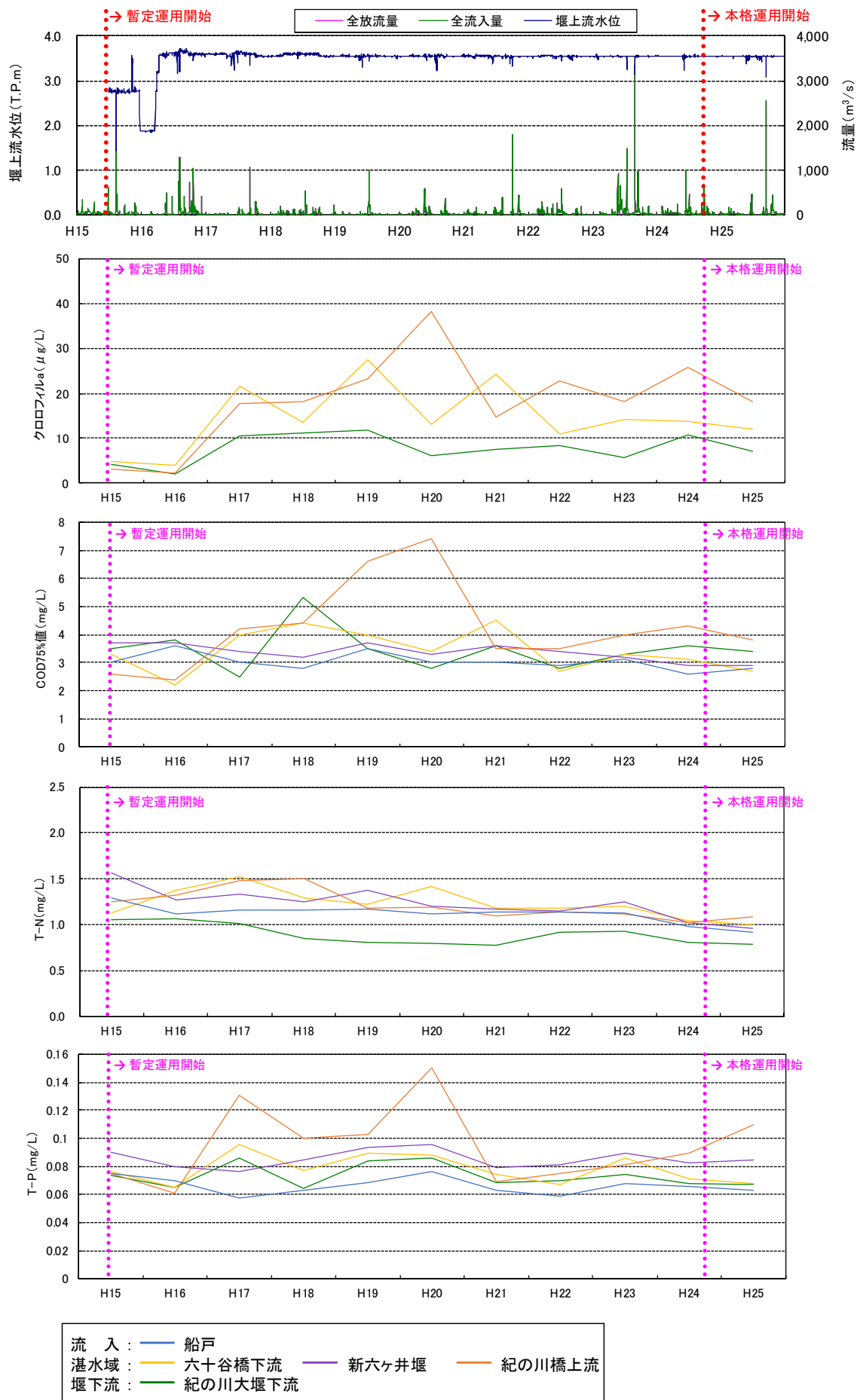


図 5.5-15 流入、貯水池、下流の経年変化

5.水質

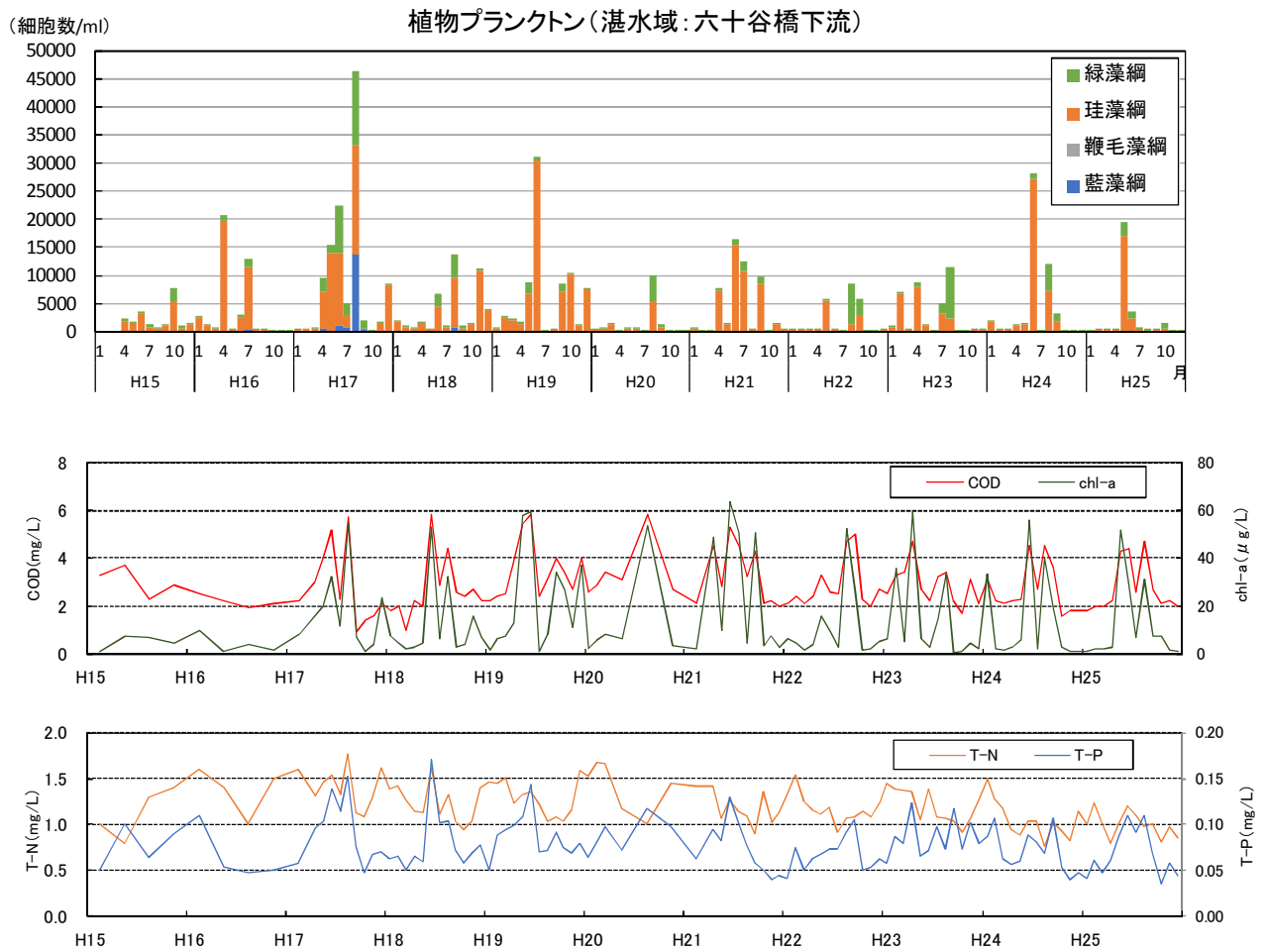


図 5.5-16 湛水域(六十谷橋下流)の植物プランクトン細胞数の推移(H21~H25)

5.5.7 底質に関する評価

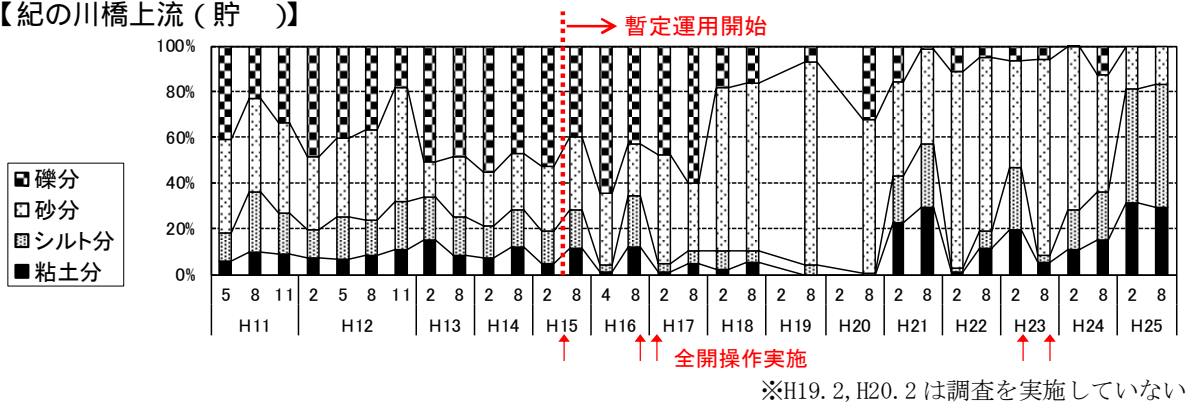
(1) 河床材料

紀の川大堰の貯水池内と堰直下流で実施された河床材料調査の結果として、貯水池内（紀の川橋上流：貯②）、大堰直上流地点（六十谷橋下流：貯⑤）、大堰直下流地点（紀の川大堰下流：汽③）の流心の粒度組成を図 5.5-17 に示す。

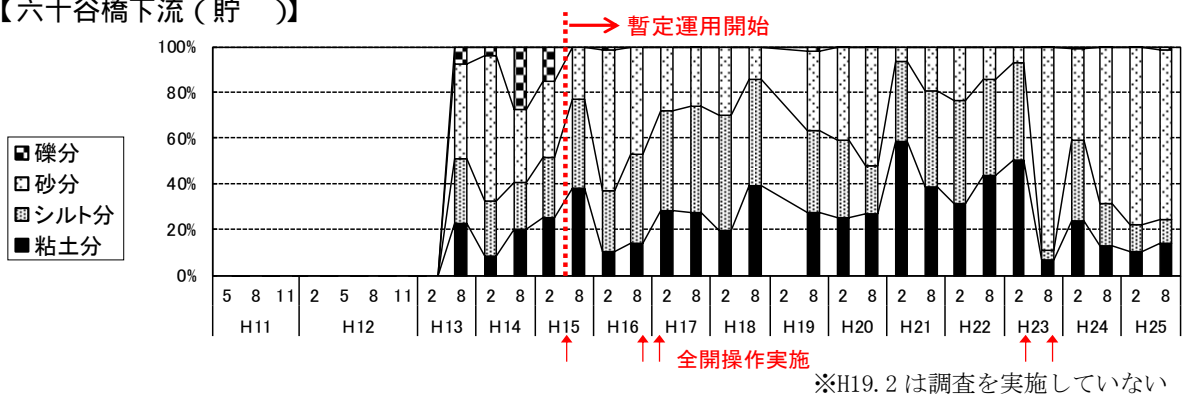
紀の川橋上流地点、及び、六十谷橋下流地点では、底質の粒度組成の年変動が大きく、大堰の暫定運用開始による変化は顕著には表れていない。

大堰直下流の紀の川大堰下流地点では、暫定運用開始前にはシルト・粘土分の比率が 50% を超える状態であったが、暫定運用開始後は、砂分・礫分の比率が 80% 程度の状態で推移している。これは、固定堰の新六ヶ井堰から、可動堰である紀の川大堰に変わったことで、大堰下流に礫分・砂分が供給されるようになったことが要因と考えられる。

【紀の川橋上流（貯）】



【六十谷橋下流（貯）】



【紀の川大堰下流（汽）】

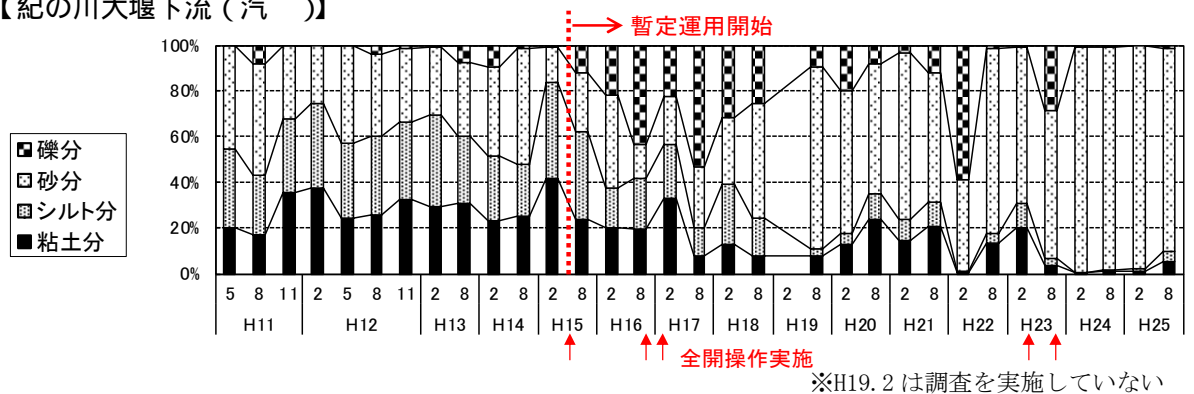


図 5.5-17 底質粒度組成の経年変化

5.水 質

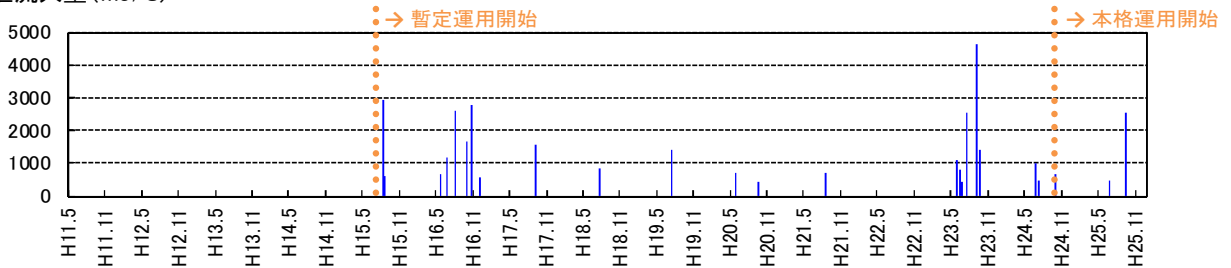
(2) 底質濃度

紀の川大堰の貯水池内と堰直下流で実施された底質分析調査の結果として、紀の川橋上流、六十谷橋下流、紀の川大堰下流における底質濃度の推移を図 5.5-18 に示す。

紀の川橋上流では、年変動や一時的な増加は見られるものの、いずれの項目も概ね低い値で推移している。一方で、大堰直上流の六十谷橋下流地点は、大堰暫定運用開始以降、湛水による影響により各項目でやや高い値を示すが、フラッシュにより、出水後には大堰暫定運用開始前と同程度に低下している。大堰の直下流地点（紀の川大堰下流）はいずれの項目も概ね低い値で推移している。また、大堰暫定運用開始後には、いずれの項目についても、中央、右岸、左岸ともに値が減少している。

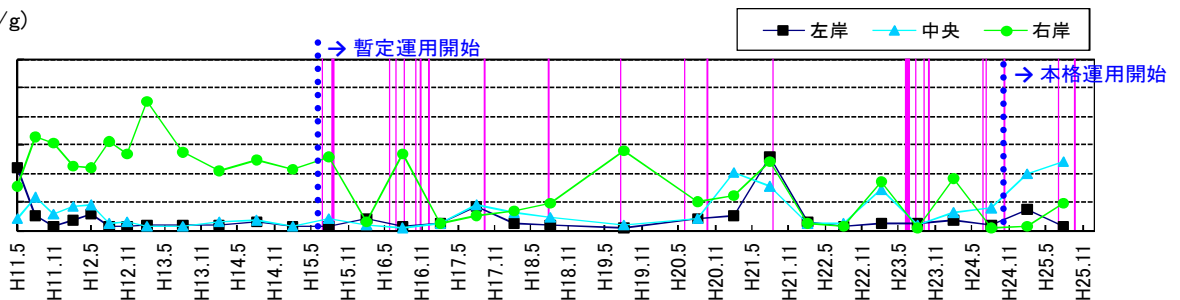
また、大きな出水が発生した平成 23 年夏季には、3 地点とも、いずれの項目でも一時的に低い値となり、その後、再び増加している。

大堰流入量(m³/S)

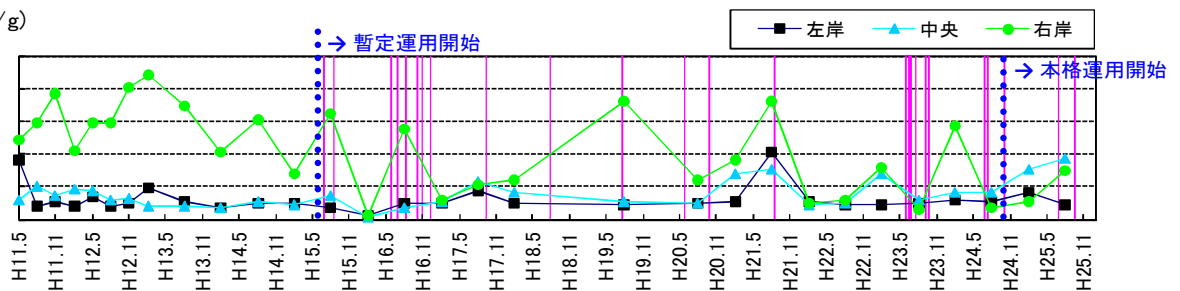


図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

T-N(mg/g)



T-P(mg/g)



T-S(mg/g)

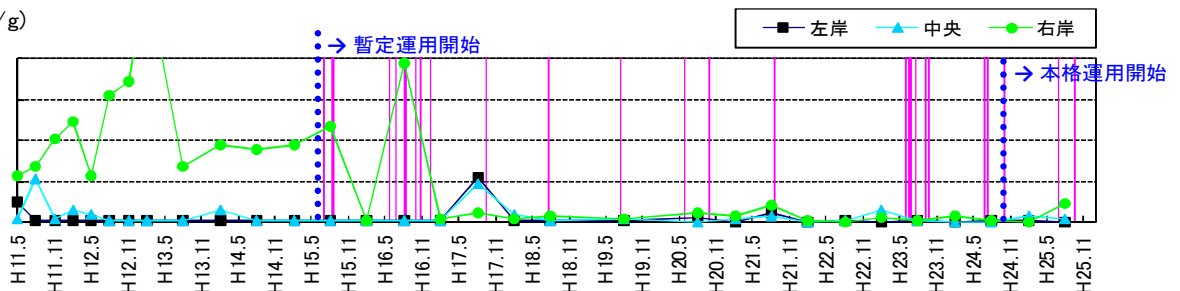
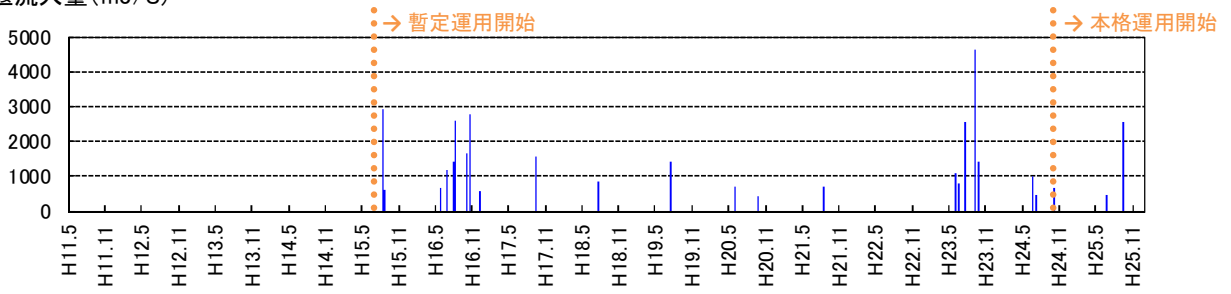


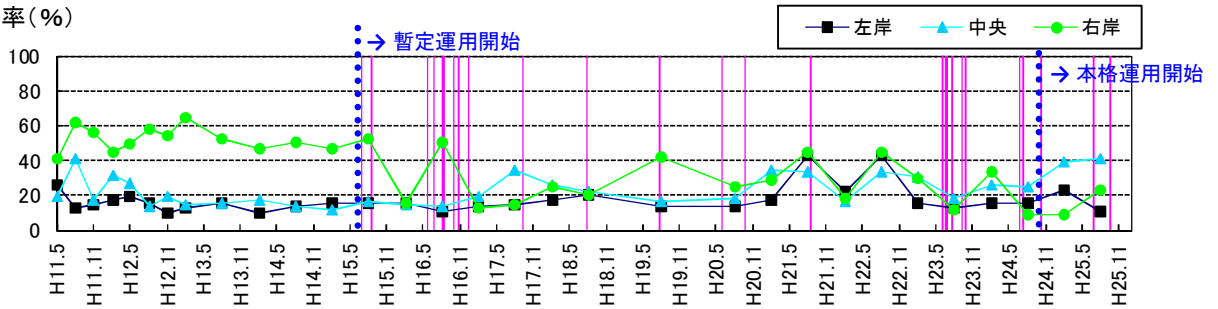
図 5.5-18 (1) 底質濃度の経年変化（紀の川橋上流）

大堰流入量(m³/S)

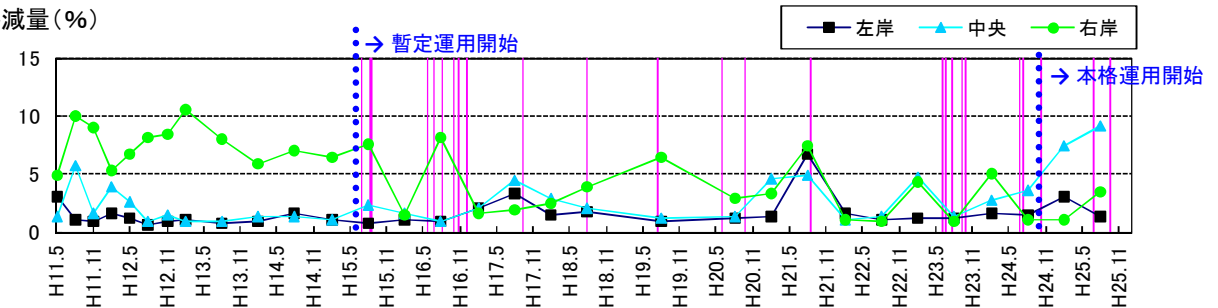


図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

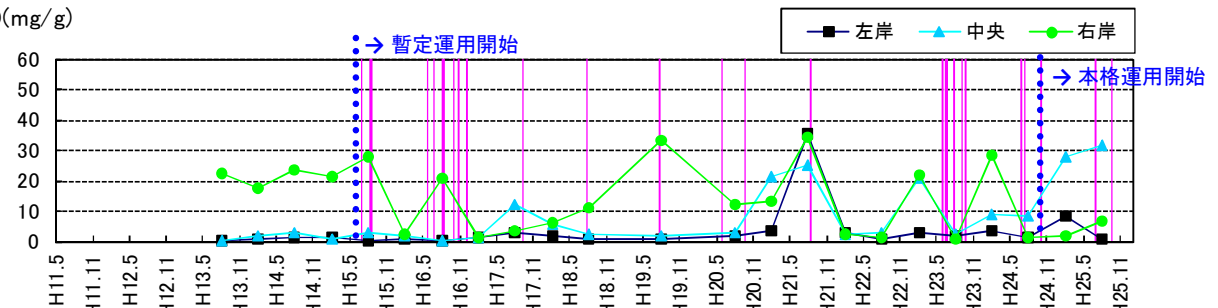
含水率(%)



強熱減量(%)



COD(mg/g)



TOC(mg/g)

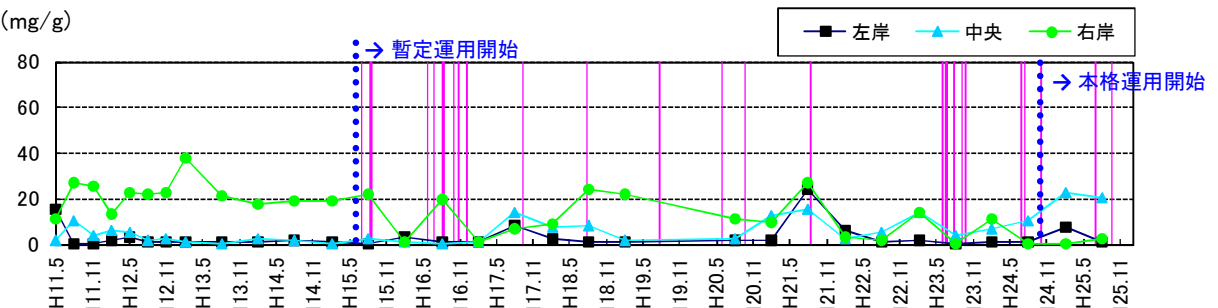
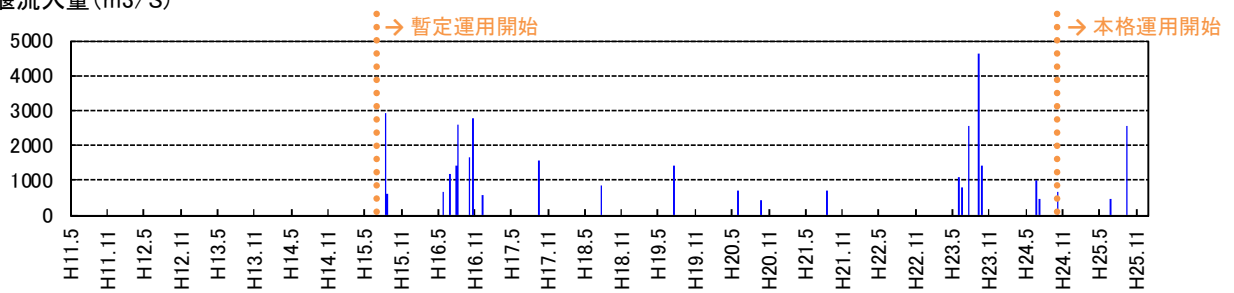


図 5.5-18 (2) 底質濃度の経年変化(紀の川橋上流)

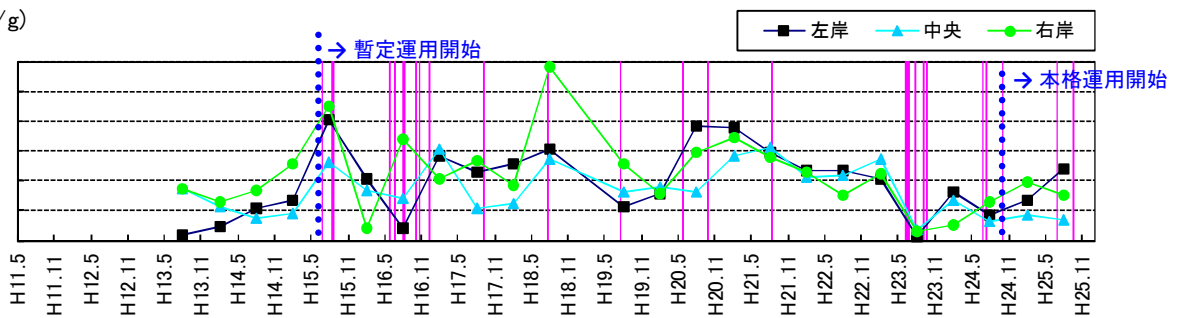
5.水質

大堰流入量(m³/S)

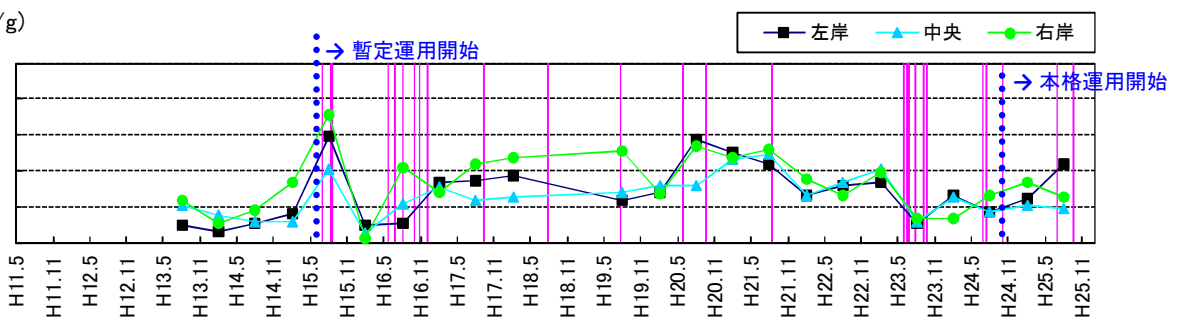


図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

T-N(mg/g)



T-P(mg/g)



T-S(mg/g)

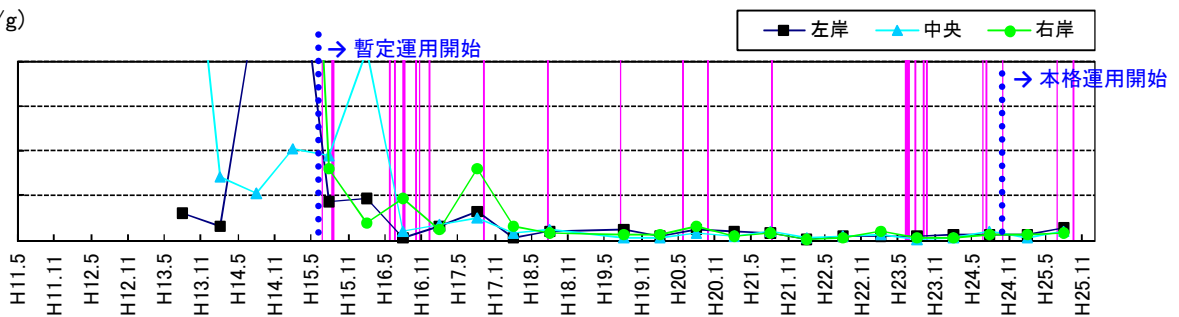
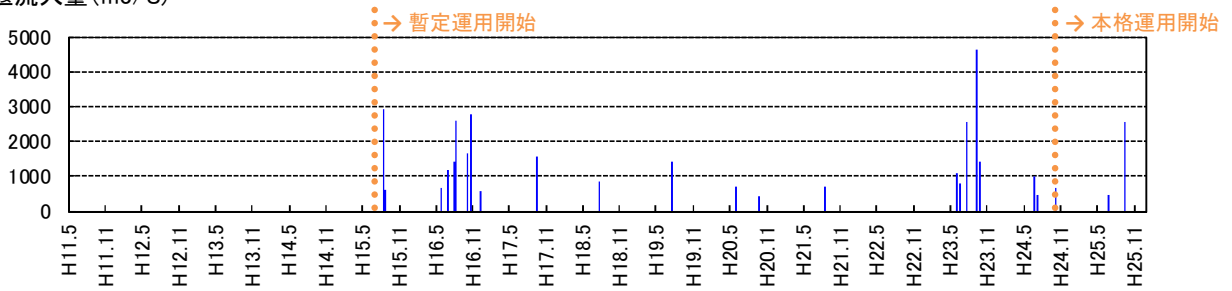


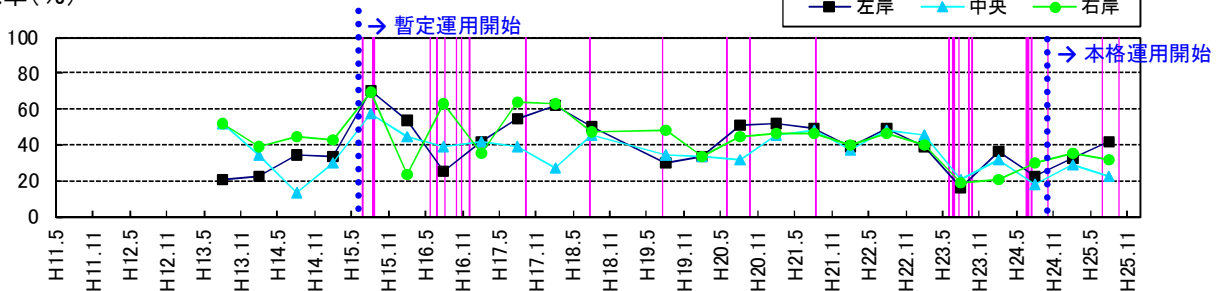
図 5.5-18 (3) 底質濃度の経年変化（六十谷橋下流）

大堰流入量(m³/S)

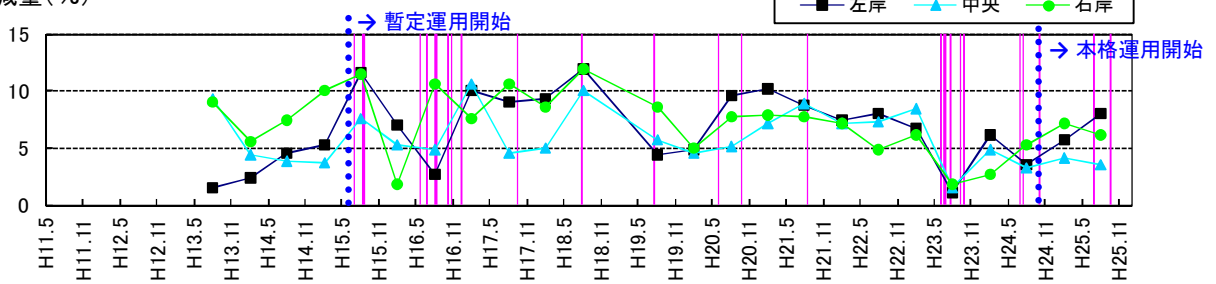


図中の縦線は、大堰の洪水時制御実施日に相当する。

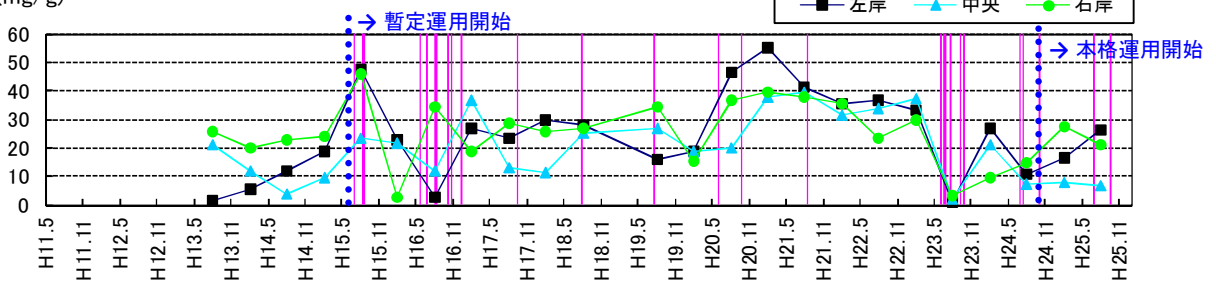
含水率(%)



強熱減量(%)



COD(mg/g)



TOC(mg/g)

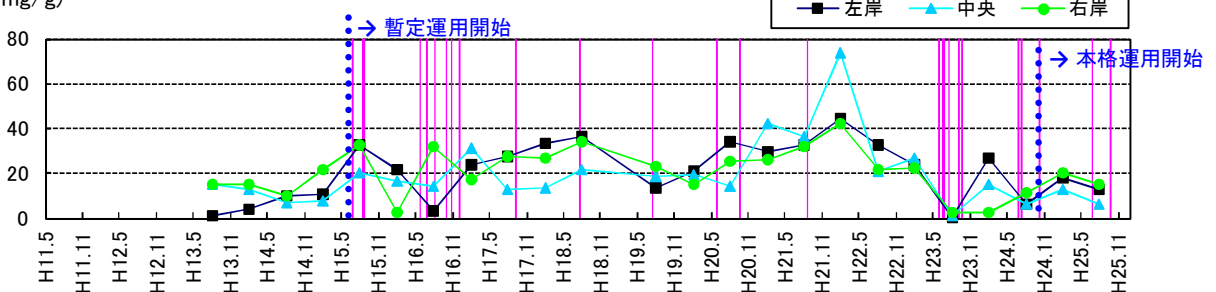
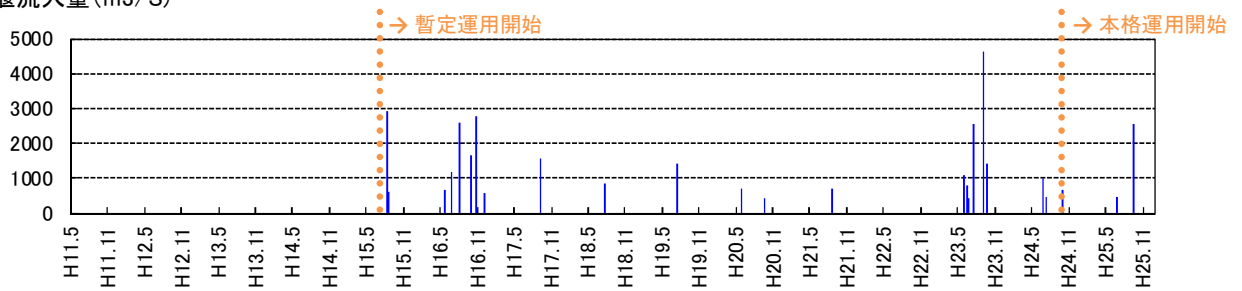


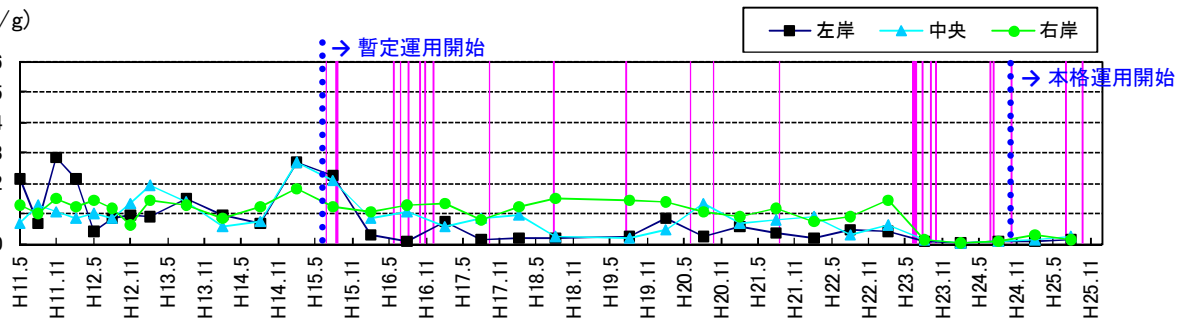
図 5.5-18 (4) 底質濃度の経年変化(六十谷橋下流)

5.水質

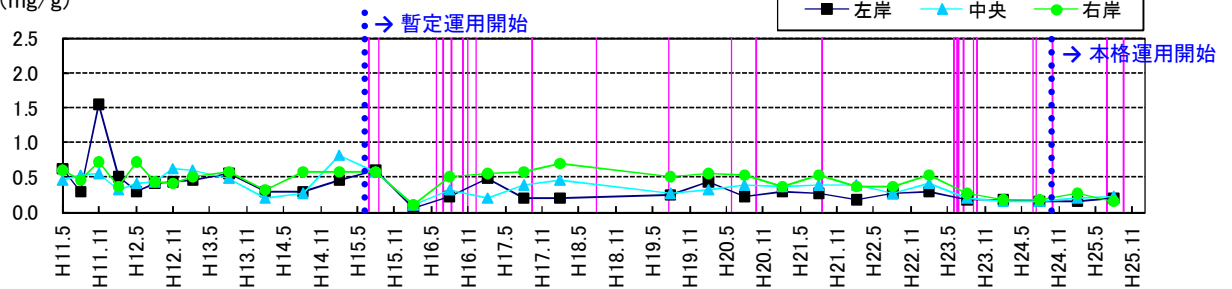
大堰流入量(m³/S)



T-N(mg/g)



T-P(mg/g)



T-S(mg/g)

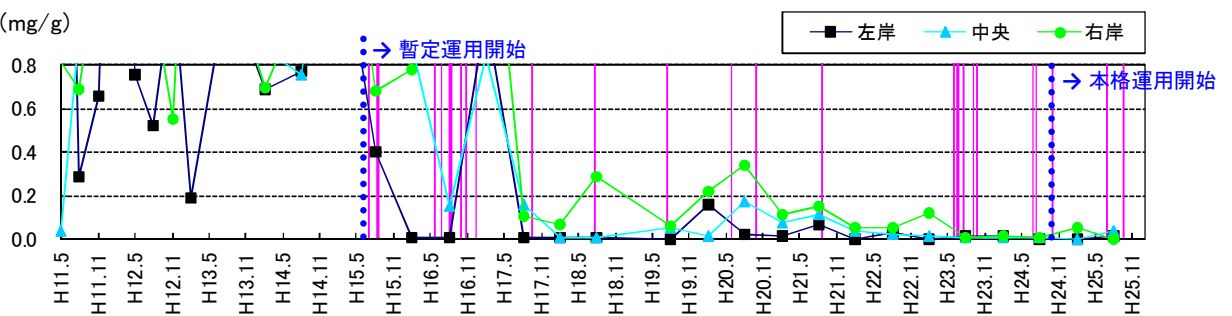
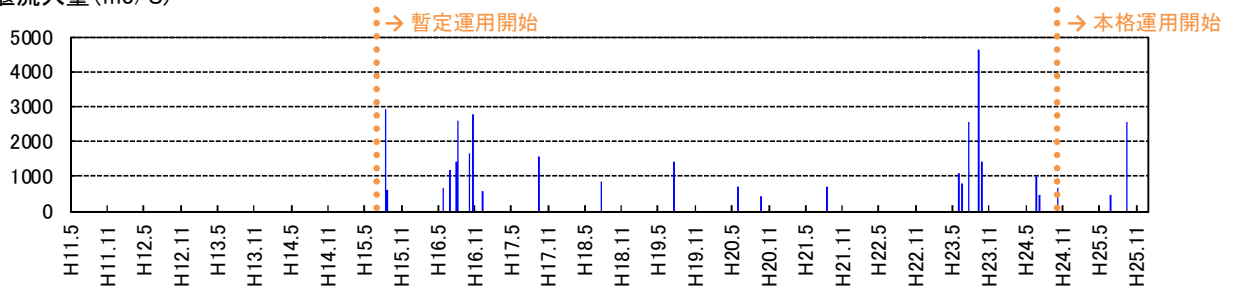
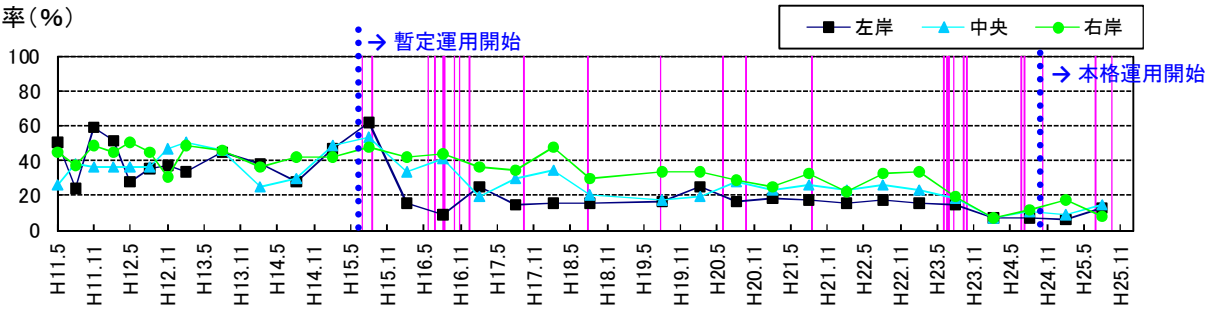


図 5.5-18 (5) 底質濃度の経年変化 (紀の川大堰下流)

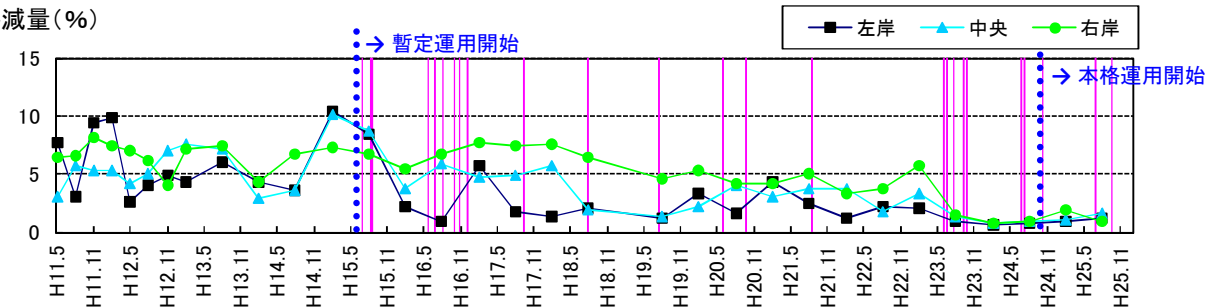
大堰流入量(m³/S)



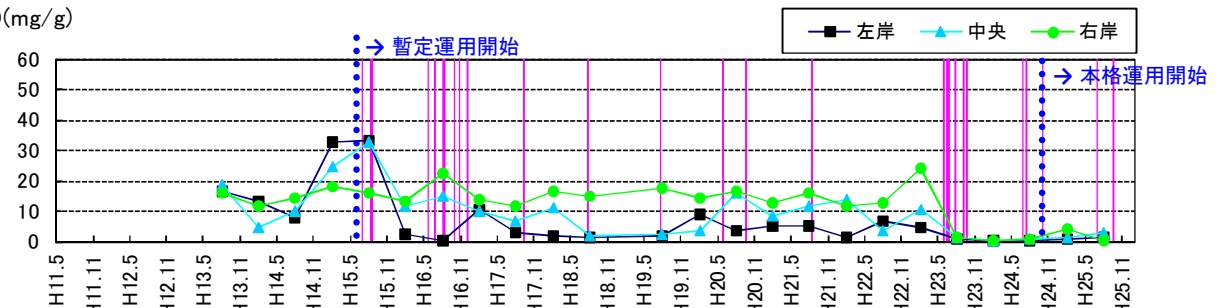
含水率(%)



強熱減量(%)



COD(mg/g)



TOC(mg/g)

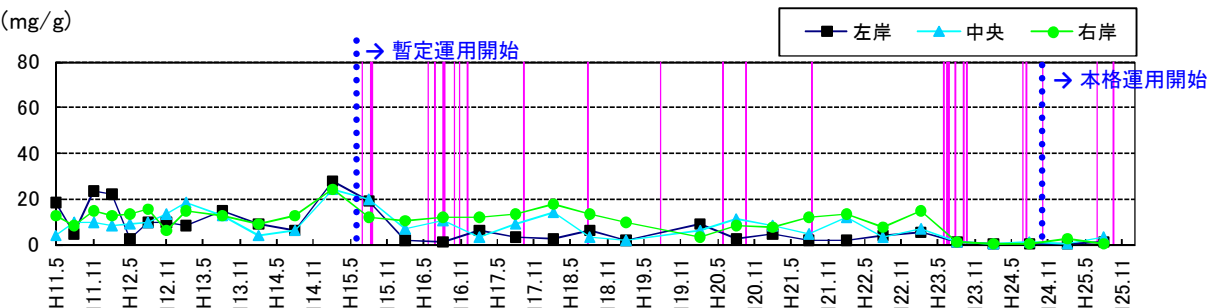


図 5.5-18 (6) 底質濃度の経年変化 (紀の川大堰下流)

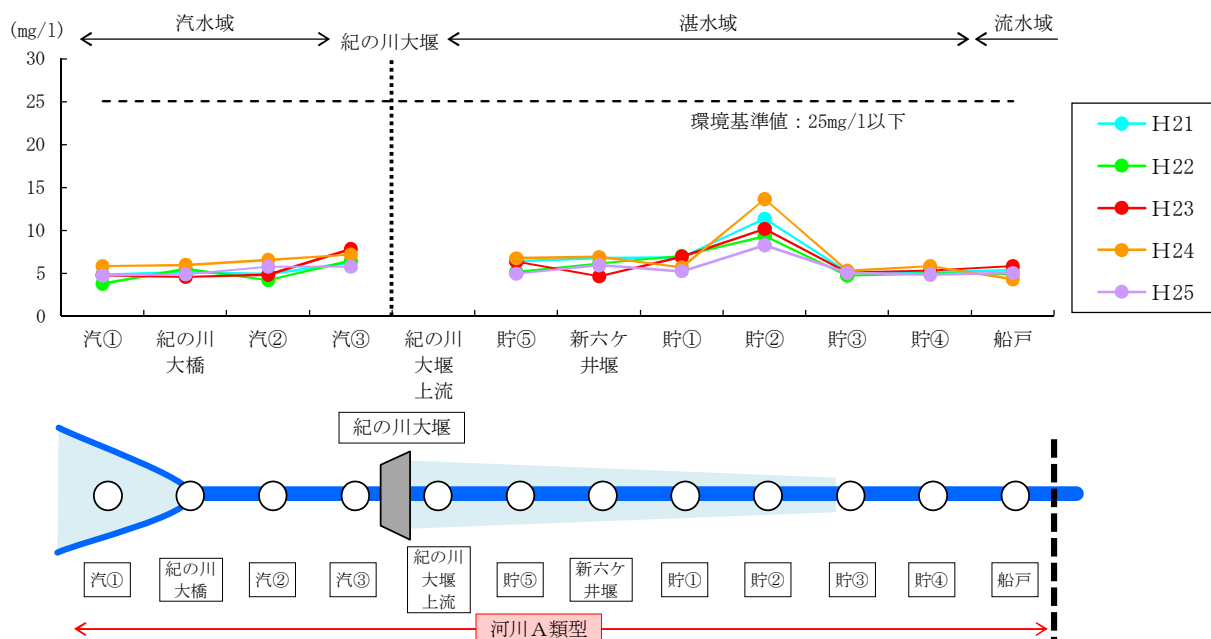
5.水 質

5.5.8 水質縦断変化による紀の川大堰の影響評価

紀の川大堰の影響による水質の縦断変化を評価するため、本川上流の船戸から汽水域までの水質の縦断変化を整理した。

(1) 年平均 SS の縦断変化

本川上流の船戸から汽水域までの年平均 SS 濃度の縦断変化をみると、湛水域の紀の川橋上流（貯②）で高い値となっているが、その他の地点については、流水域から湛水域、大堰下流の汽水域まで、低い値でほぼ横這いで推移している。いずれの地点も近 5 ヶ年全ての年で環境基準を達成しているとともに、本川上流から下流への顕著な水質変化が見られないことから、紀の川大堰の存在による年平均 SS への影響は見られない。



紀の川大堰上流地点では、SSの調査を実施していない。

図 5.5-19 年平均SSの縦断変化

(2) 年平均 pH の縦断変化

本川上流（流水域）は 3 地点とも pH7.5～8.0 程度となっているが、湛水域では本川上流に比べやや高い値で推移し、本川下流（汽水域）では pH8.0 程度と、湛水域よりもやや高いか同程度の値となる傾向が見られる。全体的には、下流ほど pH が若干高くなる傾向が見られる。

いずれの地点も近 5 ヶ年全ての年で環境基準を達成しており、紀の川大堰の存在による pH への影響は見られない。

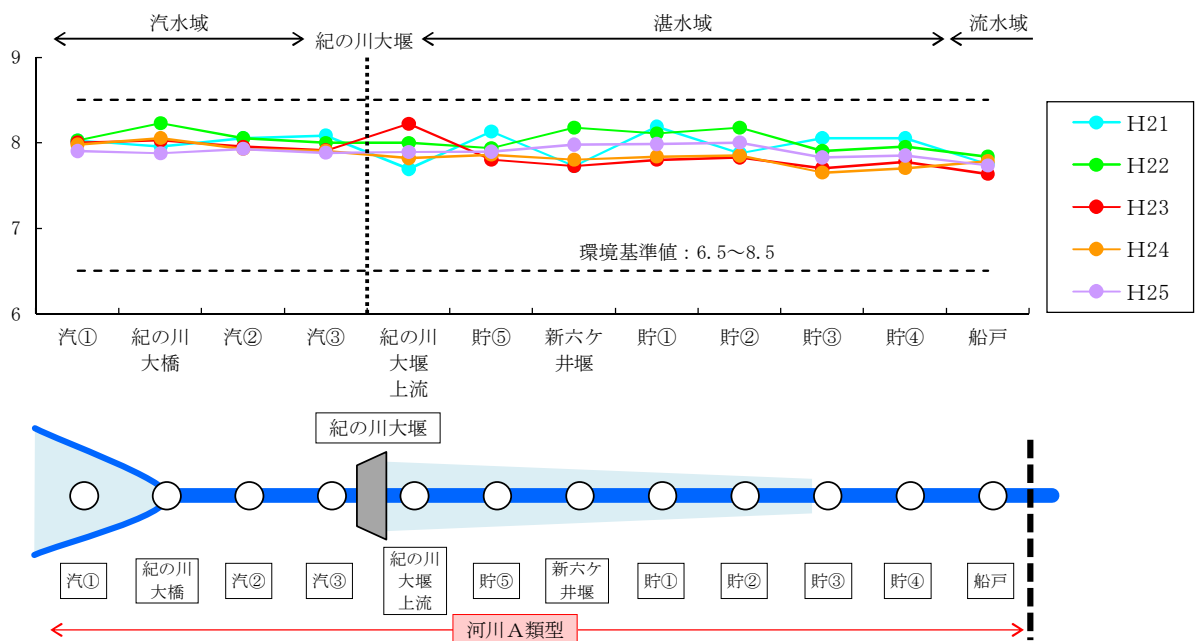


図 5.5-20 年平均pHの縦断変化

5.水 質

(3) 年平均 DO の縦断変化

本川上流（流水域）から湛水域にかけては **10mg/L** 前後で推移し、本川下流（汽水域）では、本川上流や湛水域よりも低い値となる傾向が見られる。

また、紀の川大堰上流地点を除き、いずれの地点でも、近 5 ヶ年全ての年で環境基準を満足している。

紀の川大堰上流地点は他の地点に比べて低い値となる傾向があり、平成 24 年、平成 25 年には一時的に環境基準をやや下回っている。この要因は不明であるが、紀の川大堰地点は他の地点と異なり、自動観測で記録をしているため、調査精度が他と異なる可能性が考えられる。

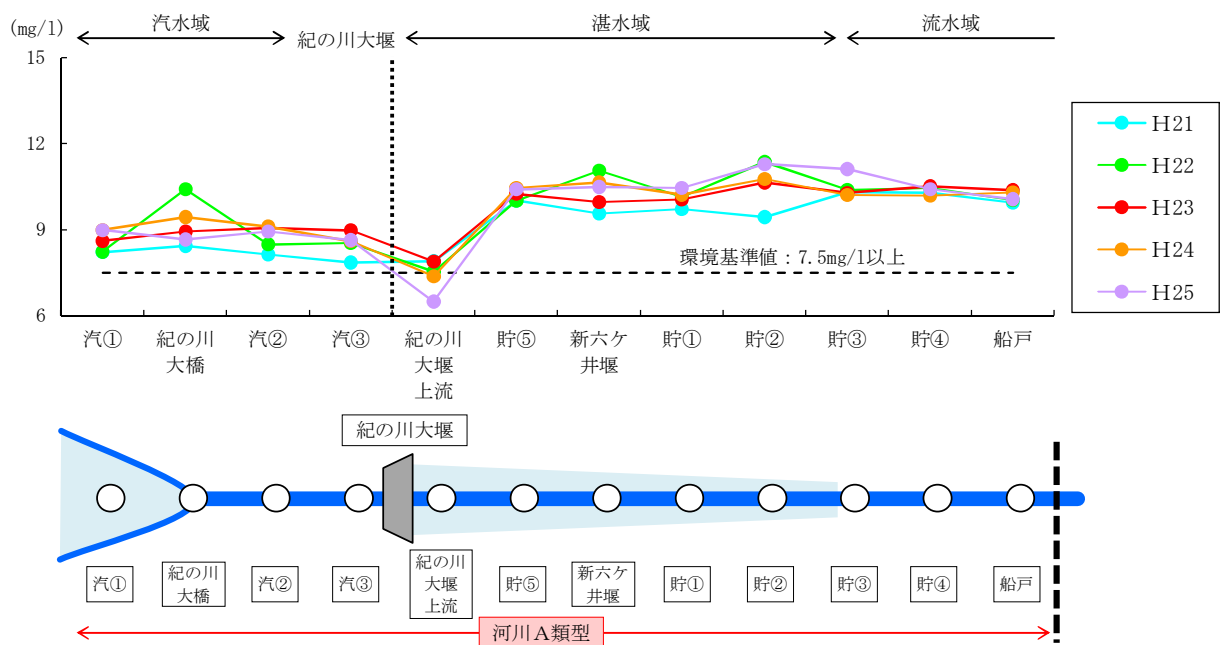
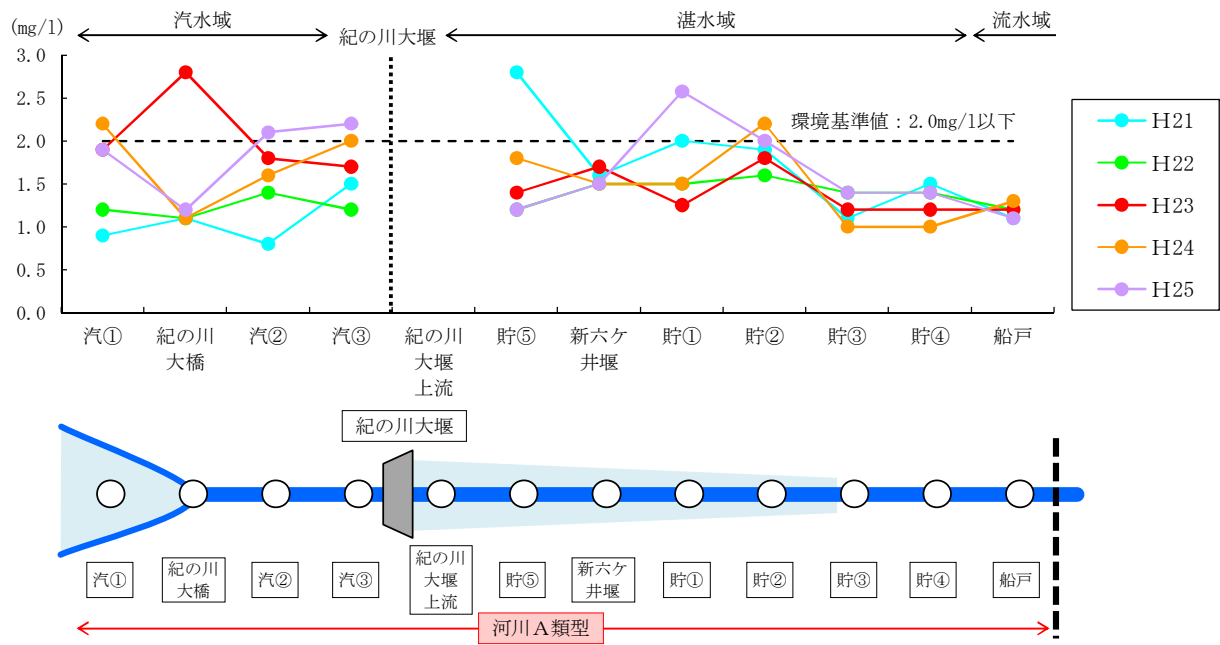


図 5.5-21 年平均DOの縦断変化

(4) 年平均 BOD の縦断変化

本川上流（流水域）から湛水域の上流部（貯③、貯④）までは概ね 1.0～1.5mg/L 程度で推移しており、常時湛水している区域（貯②から貯⑤）から本川下流（汽水域）にかけては、年によりばらつきがあるものの、本川上流に比べ高い値となる傾向が見られる。また、湛水域や本川下流（汽水域）では、一時的に年平均値が環境基準を超過する地点が見られる。

なお、BOD が高い場合、DO を使って有機物が分解されるため、DO が欠乏しやすく、pH が低くなる現象が見られる場合があるが、紀の川大堰の場合には概ね環境基準（2.0mg/L）を満たしており、前項までに記述したように、湛水域や汽水域の pH、DO が流水域に比べて低くなるような傾向は見られていない。



紀の川大堰上流地点では、BOD の調査を実施していない。

図 5.5-22 年平均BODの縦断変化

5.水 質

(5) 年平均CODの縦断变化

本川上流（流水域）から湛水域の上流部（貯③、貯④）までは $2\sim 4\text{mg/L}$ 程度の値で推移している。常時湛水している区域（貯②から紀の川大堰）では、本川上流よりもやや高い値となる傾向が見られ、特に紀の川橋上流（貯②）と紀の川大堰上流で顕著である。しかし、本川下流では本川上流とほぼ同程度となっている。

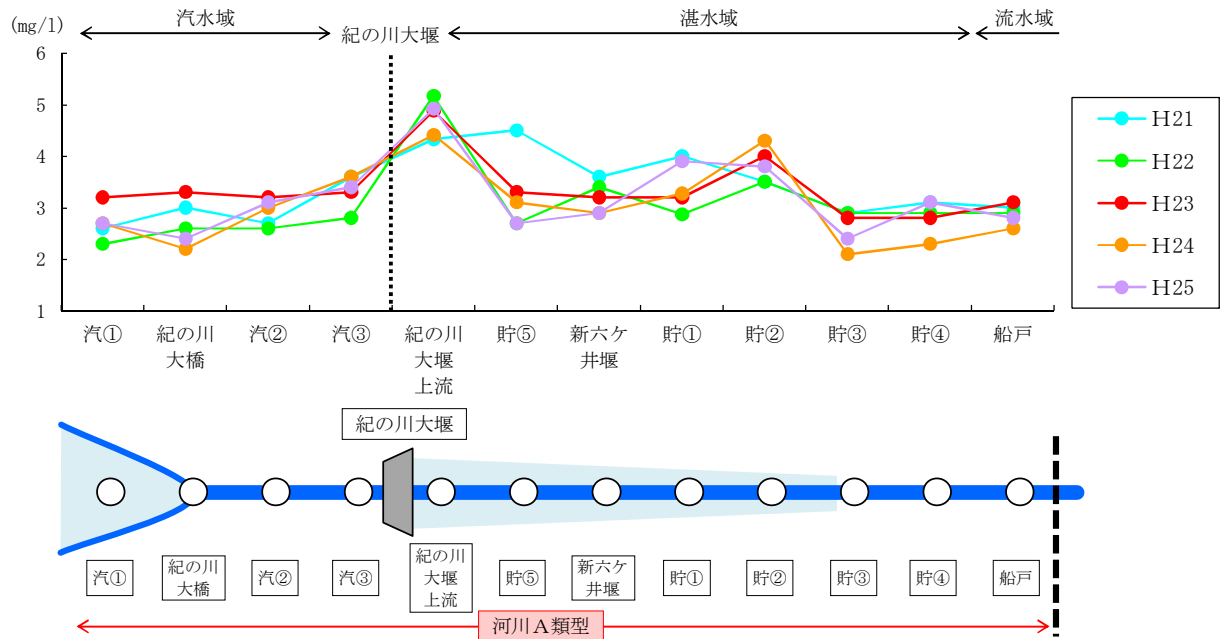
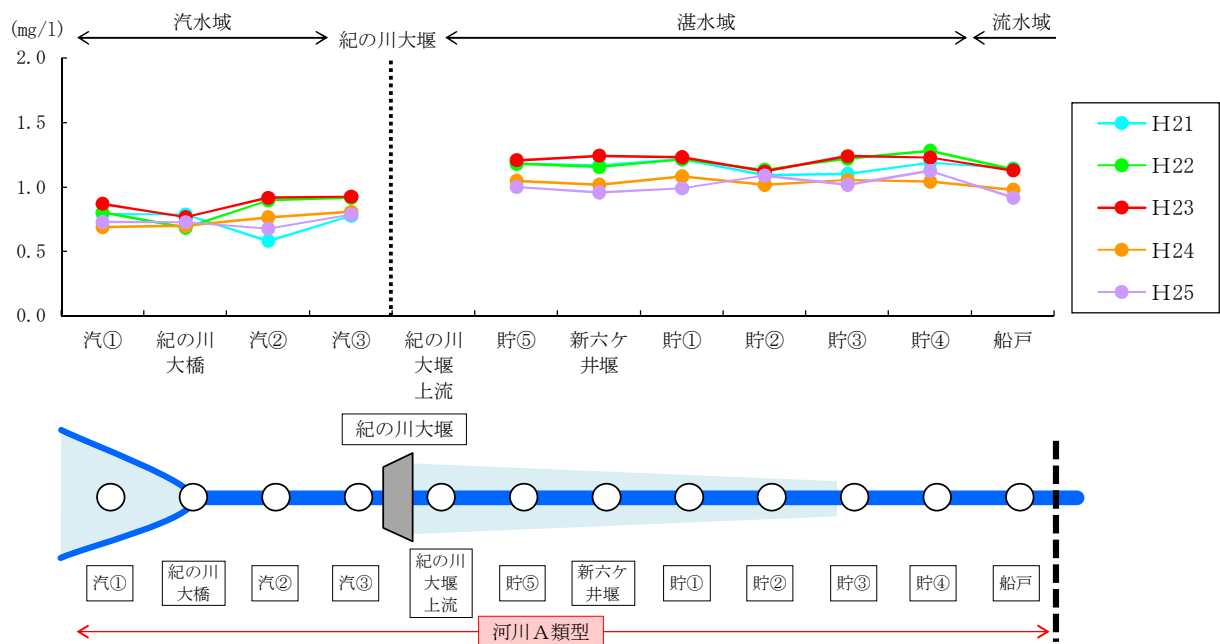


図 5.5-23 年平均CODの縦断变化

(6) 年平均 T-N の縦断変化

本川上流（汽水域）から湛水域にかけては 1.0mg/L 前後でほぼ横ばいに推移している。本川下流（汽水域）では、本川上流や湛水域よりも低い値となる傾向が見られ、 $0.5\sim 1.0\text{mg/L}$ 程度となっている。

本川上流から下流にかけてほぼ同程度の値を示し、紀の川大堰による年平均 T-N への影響は見られず、紀の川大堰による貯水池内と下流の富栄養化は起こっていないものと考えられる。



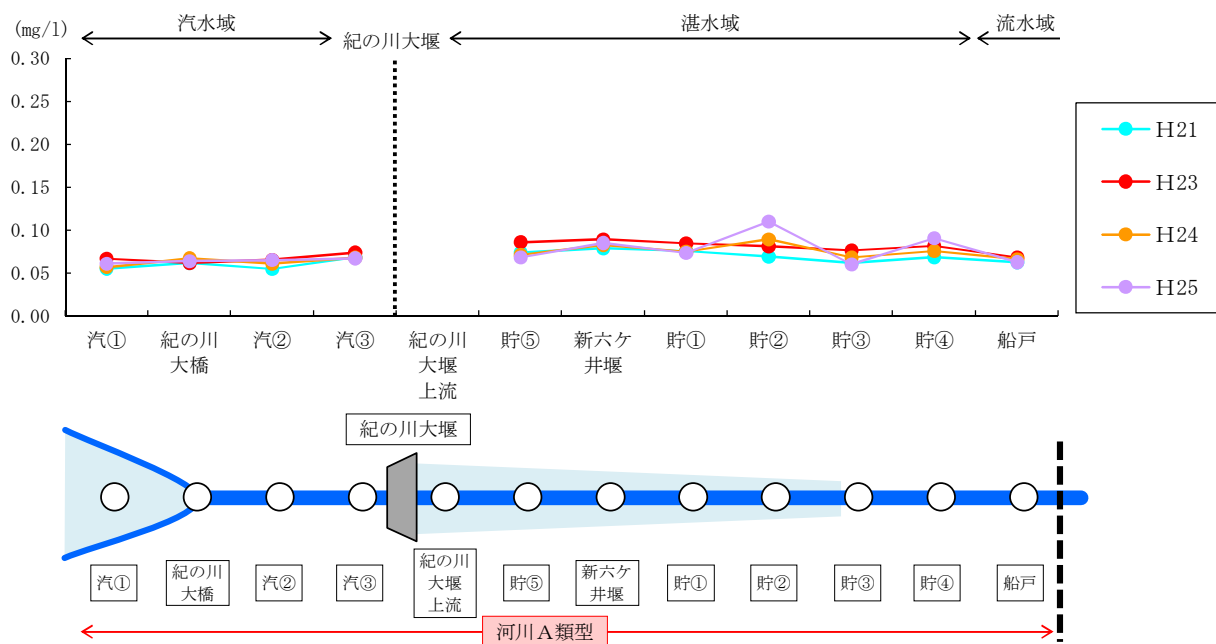
紀の川大堰上流地点では、T-N の調査を実施していない。

図 5.5-24 年平均 T-N の縦断変化

(7) 年平均 T-P の縦断変化

本川上流（汽水域）から湛水域にかけては概ね $0.05\sim 0.1\text{mg/L}$ でほぼ横ばいに推移している。本川下流（汽水域）では、本川上流や湛水域よりも低い値となる傾向が見られ、 0.05mg/L 前後の低い値となっている。

本川上流から下流にかけてほぼ同程度の値を示し、紀の川大堰による年平均 T-P への影響は見られず、紀の川大堰による貯水池内と下流の富栄養化は起こっていないものと考えられる。

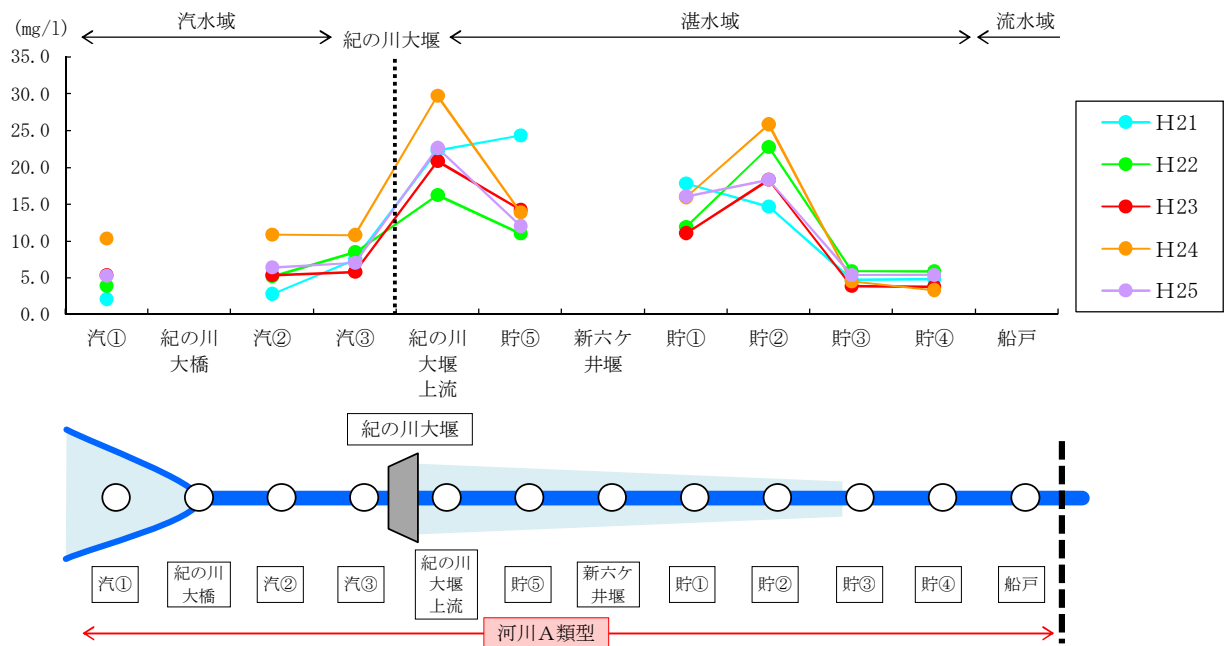


紀の川大堰上流地点では、T-P の調査を実施していない。

図 5.5-25 年平均全T-Pの縦断変化

(8) 年平均クロロフィルaの縦断変化

湛水域の上流部（貯③、貯④）で低く、常時湛水している区域（貯②から紀の川大堰）では上流側に比べて高い値となり、大堰よりも下流では再び低い値となる縦断変化を示している。湛水域のクロロフィルa濃度が高いことから、貯水池内は本川上流や本川下流に比べ、植物プランクトンの増殖が盛んであると考えられる。但し、アオコの発生等の水質障害は生じていない。



紀の川大橋、新六ヶ井堰、船戸、高島橋、藤崎井堰では、クロロフィルaの調査を実施していない。

図 5.5-26 年平均クロロフィルaの縦断変化

(9) 流況が悪い時期の水質縦断変化

流況が悪化している（流量が少ない）時期の水質縦断の変化を確認することにより、紀の川大堰による本川下流の水質への影響を確認した。

1) 月平均放流量が少ない月の水質縦断変化

暫定運用開始以降（平成 15 年以降）の流況（放流量）の経月変化を図 5.5-27 に示す。平成 15 年から平成 25 年の間で紀の川大堰からの月平均放流量が最も少ない月は 1 月であった。

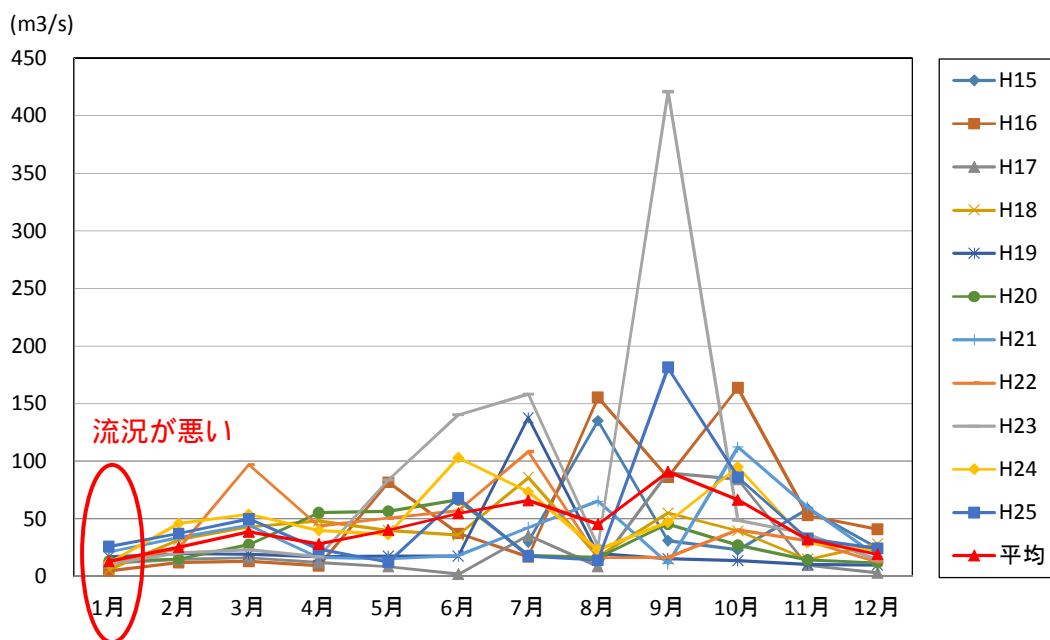


図 5.5-27 月平均放流量（暫定運用開始以降）

紀の川大堰からの 1 月の月平均放流量が最も少ない年は、平成 16 年である。平成 16 年 1 月（水質調査日：平成 16 年 1 月 7 日）の水質の縦断変化を図 5.5-28 に整理した。流況が悪い時期の縦断的な水質状況からは、紀の川大堰によって下流の水質が悪化する傾向は見られなかった。



図 5.5-28 流況が悪い日の水質縦断変化図（平成16年1月7日）

また、本格運用開始以降（平成24年10月以降）では、紀の川大堰からの月平均放流量が最も少ないのは平成25年5月（水質調査日：平成25年5月1日）である。このときの水質の縦断変化は図5.5-30の通りであり、流況が悪い時期であっても、紀の川大堰によって下流の水質が悪化する傾向は見られなかった。

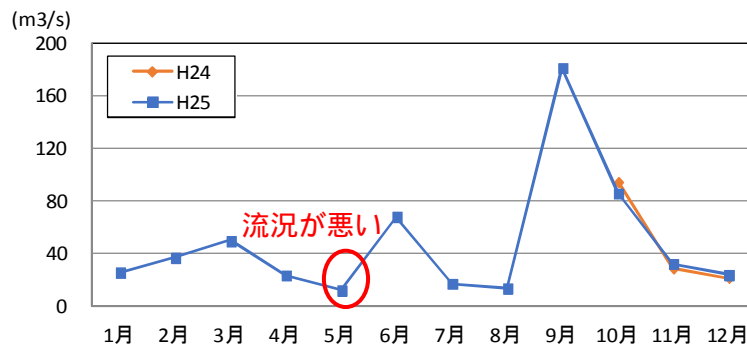


図 5.5-29 紀の川大堰の月平均放流量 (本格運用開始以降)



図 5.5-30 流況が悪い日の水質縦断変化図 (平成25年5月)

2) 日平均放流量が少ない日の水質縦断変化

暫定運用開始以降（平成 15 年から平成 25 年）に実施された水質調査日で日平均放流量が最も小さかった平成 17 年 6 月 1 日（ $Q=1.10\text{m}^3/\text{s}$ ）の水質縦断図を図 5.5-32 に示す。また、本格運用開始以降（平成 24 年 10 月以降）の水質調査日で日平均放流量が最も小さかった平成 25 年 8 月 7 日（ $Q=9.92\text{m}^3/\text{s}$ ）の水質縦断図を図 5.5-33 に示す。

結果を見ると、日平均放流量が少ない日においても、紀の川大堰によって下流の水質が悪化する傾向は伺えない。

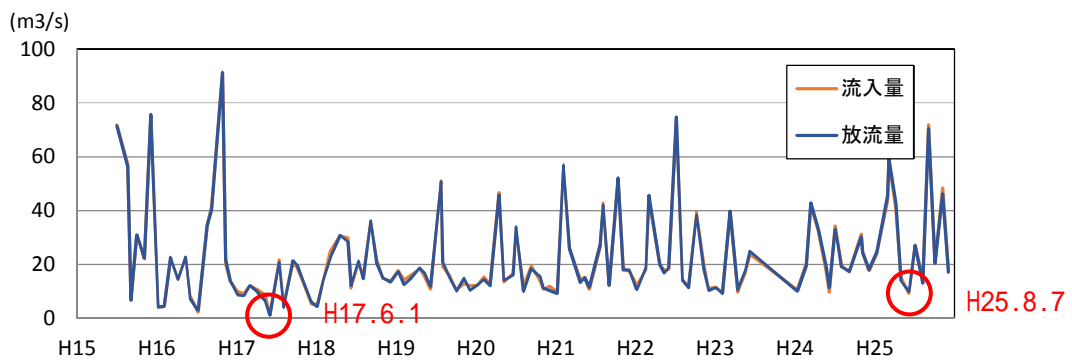


図 5.5-31 水質調査日の流入量・下流放流量



図 5.5-32 平成17年6月1日の水質縦断変化図



図 5.5-33 平成25年8月7日の水質縦断変化図

5.水 質

5.6 まとめ

5.6.1 水質のまとめ

紀の川大堰は貯水池の水深が浅く、回転率も年平均で1.3回/1日を確認していることから、湛水による水質への影響は少ないと思われる。水質調査の結果では、大腸菌群数以外の項目は、本格運用開始後は概ね環境基準を満たしている。

水質の経年変化をみると、暫定運用開始前、暫定運用・本格運用開始後で概ね同等、又は、良好な水質を示している。流入水質と放流水質は、大堰直上流地点（放流水質）と本川上流地点（流入水質）を比べると、放流水のBOD、T-N、T-Pは、流入水より若干高い値を示している。

堰運用による止水環境の拡大に伴う影響項目として挙げた、水温躍層の形成、貧酸素水塊の発生については、暫定運用開始以降、確認されていない。また、堰下流の塩分濃度については、暫定運用開始前後ともに弱混合型を示し、大きな変化は見られていない。

底質濃度は、洪水の影響等によって年変動が大きく、底泥に堆積している有機物・栄養塩の増加は認められない。また、河床材料の粒度組成は、湛水域では年変動が大きく、大堰の暫定運用開始による変化は顕著には表れていない。大堰直下流の地点では、暫定運用開始以降に砂分・礫分の割合が高くなっており、可動堰への改築による変化と考えられる。

以上より、紀の川大堰の運用による堰の上下流の水質の悪化は生じていないと考えられる。

項目	検討結果等	評価	改善の必要性
生活環境項目	<ul style="list-style-type: none"> 本川上流の平成15年から平成25年の平均は、pH:7.7、BOD:1.2mg/L、SS:5.2mg/L、DO:10.2mg/L、大腸菌群数:47,500個/100mLとなっている。 湛水域の平成15年から平成25年の平均は、pH:7.9、BOD:2.0mg/L、SS:7.1mg/L、DO:10.4mg/L、大腸菌群数:15,600MPN/100mLとなっている。 本川下流の平成15年から25年の平均は、pH:8.0、BOD:1.7mg/L、SS:6.2mg/L、DO:8.7mg/L、大腸菌群数:11,800個/100mLとなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> pH、SS、DOは各地点とも概ね環境基準を満足している。 BODは本川上流や湛水域で一時的に基準を超過したが、近5ヶ年は基準値以下で推移している。 大腸菌群数は、暫定運用開始前から殆どの年で環境基準を超過している。但し、湛水域への流入水が高い値を示し大堰の影響によるものではない。また、糞便性大腸菌群数は平成23年以降、概ね1,000個/100mL以下の範囲にあり、水浴場水質判定基準ではほぼ「可」と判断され、ただちに人体に害を与えるレベルではない。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)
流入・放流水質の比較	<ul style="list-style-type: none"> pH: 流入水と放流水で大きな差は見られない。 BOD: 放流水では流入水に比べて若干高いが、概ね環境基準を満たしている。 SS: 流入水と放流水は同程度の値を示し、環境基準を満足している。 DO: 放流水と流入水で同程度であり、環境基準を満たしている 大腸菌群数: 放流水は流入水よりも低い値を示している。 	<ul style="list-style-type: none"> 放流水質の生活環境項目は、流入水と概ね同程度、または流入水よりも低い値で推移しており、湛水による水質の悪化は認められない。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)
湛水域への影響	<ul style="list-style-type: none"> 水温: 3層とも概ね同程度で推移している。水温躍層は形成されていない。 DO: 3層とも概ね同程度で推移している。平成25年夏季には一時的に低い値を示したが、出水による底質の巻き上げの影響と想定される。 濁度: 3層とも概ね同程度で推移している。 	<ul style="list-style-type: none"> 湛水域では躍層は形成されておらず、水温、DO、濁度は、上層と下層でほぼ同様の値を示している。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)

項目	検討結果等	評価	改善の必要性
大堰下流への影響	<ul style="list-style-type: none"> 大堰下流の DO は、堰運用前後とも、夏季に低く、冬季に高くなる季節変動を示している。 大堰直下流の DO は、暫定運用開始後の H17.8、H18.6、H18.8 には、植物プランクトンの繁殖が要因と考えられる影響によって、上層で一時的に高い値を示したが、平成 20 年以降は上層と下層が概ね同程度で推移している。 大堰下流の塩分濃度の縦断変化は、堰運用前後とも弱混合型で、大潮では水深 1.0~2.0m 付近に、小潮では水深 1.0m 付近に、それぞれ躍層が形成されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 大堰下流の DO には、堰運用前後でそれほど大きな変化が見られず、堰の運用による貧酸素水塊の発生は認められない。 堰運用後には海水と淡水の混合が若干生じていることが窺えるが、堰運用前後で大きな変化は見られない。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)
健康項目	<ul style="list-style-type: none"> 新六ヶ井堰地点の健康項目は、大堰暫定運用開始以降、基準値を超過していない。 	<ul style="list-style-type: none"> 新六ヶ井堰地点の健康項目は、大堰暫定運用開始以降、基準値を超過していない。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)
土砂による水の濁り	<ul style="list-style-type: none"> 暫定運用開始以降、湛水域の SS が本川上流の SS を上回った日数は 41/65 日 (63%) であるが、このうち、湛水域と本川上流の SS の差が 5mg/L 以上の日数は 4 日、10mg/L 以上の日数は 1 日。 湛水域の濁度が本川上流の濁度を上回った日数は 28/31 日 (90%) であるが、このうち湛水域と上流の濁度の差が 5 度以上の日数は 2 日、10 度以上の日数は 1 日。 	<p>湛水域の SS に対し本川下流の SS、濁度が著しく上回る現象はみられず、紀の川大堰では濁水の長期化の現象は発生していないと考えられる。</p>	現時点で必要なし(現状調査の継続)
富栄養化現象	<ul style="list-style-type: none"> クロロフィル a は、暫定運用開始後に一時的に高い値を示した年度があり、湛水域の値は若干高くなった状態で推移している。 COD、T-N、T-P は、一時的に高い値を示した年度があるものの、暫定運用開始後も概ね一定レベルで推移している。また、流入水質と湛水域の水質は概ね同等レベルである。 湛水域では、植物プランクトン細胞数の増減と同調してクロロフィル a 濃度に変化しているが、大半が珪藻類であり水質障害などの報告はされていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 湛水域の一部では、一時的に栄養塩濃度が高くなった記録があるが、河道掘削による影響と想定される。 暫定運用開始後において、アオコの発生、異臭味などの水質障害を引き起こした記録はなく、富栄養化現象は発生していないものと考えられる。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)
底質	<ul style="list-style-type: none"> 底質の粒度組成は、湛水域では年変動が大きい。大堰直下流の地点では、暫定運用開始後に砂分・礫分の比率が高くなっている。 大堰直上流の地点は大堰暫定運用開始以降、湛水による影響により各項目でやや高い値を示すが、フラッシュにより、出水後には暫定運用開始前と同程度に低下している。大堰直下流の地点ではいずれの項目も概ね低い値で推移している。 大きな出水が発生した平成 23 年夏季には、3 地点とも、いずれの項目でも一時的に低い値となり、その後、再び増加している。 	<ul style="list-style-type: none"> 湛水域では底質の粒度組成の年変動が大きく、大堰の暫定運用開始による変化は顕著には表れていない。大堰直下流の地点では、暫定運用開始後に砂分・礫分の比率が高くなっており、固定堰から可動堰に変わったことで、大堰下流に礫分・砂分が供給されるようになったためと考えられる。 底質濃度には、暫定運用開始前後で大きな変化は見られない。 	現時点で必要なし(現状調査の継続)

5.6.1 今後の方針

今後も水質調査を継続し、水質の監視に努める。

5.水 質

5.7 文献リスト

表 5.7-1 「5.水質」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者・出典	発行年月	引用ページ・箇所
5-1	水質汚濁に係る環境基準について (昭和四十六年環境庁告示第五十九号)別表の水域の欄に掲げる公共用水域が該当する水域類型 (http://www.env.go.jp/hourei/syousai.php?id=01000031)	環境省	昭和47年11月	5.2.1 環境基準類型指定状況の整理
5-2	水質汚濁に係る環境基準について (S46 環告第59号) (http://www.env.go.jp/kijun/mizu.html)	環境省	昭和46年12月	5.2.1 環境基準類型指定状況の整理
5-3	「河川及び湖沼が該当する水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定に関する件」(告示)の改正等について(お知らせ) (https://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12955)	環境省	平成22年9月	5.2.1 環境基準類型指定状況の整理 5.5.4 健康項目の評価
5-4	紀の川大堰関連環境調査とりまとめ業務 報告書	国土交通省 近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所	平成23年2月	5.2.2 定期水質調査地点と対象とする水質項目 5.2.3 水質調査状況の整理 5.3.2 紀の川大堰水質の経年・経月変化 5.3.5 底質の変化 5.5.1 流入・放流水質の比較による評価 5.5.3 大堰下流に関する評価 5.5.4 健康項目の評価 5.5.5 土砂による水の濁りに関する評価 5.5.6 富栄養化現象に関する評価 5.5.7 底質に関する評価 5.5.8 水質縦断変化による紀の川大堰の影響評価
5-5	特記仕様書 紀の川・新宮川水系水質・底質分析等業務	近畿技術事務所	—	5.2.2 定期水質調査地点と対象とする水質項目 5.2.3 水質調査状況の整理
5-6	水文諸量データ	近畿地方整備局 紀の川大堰	—	5.3.1 水理・水文特性 5.3.2 紀の川大堰水質の経年・経月変化 5.3.3 紀の川大堰貯水池内水質の鉛直分布の変化 5.3.5 底質の変化 5.5.8 水質縦断変化による紀の川大堰の影響評価
5-7	水文水質データベース (http://www1.river.go.jp/)	国土交通省	—	5.2.3 水質調査状況の整理 5.3.2 紀の川大堰水質の経年・経月変化 5.3.5 底質の変化
5-8	紀の川大堰底質等調査業務	近畿技術事務所	平成16～18年度	5.3.4 大堰下流の水質の経年変化 5.5.3 大堰下流に関する評価 5.5.4 健康項目の評価
5-9	紀の川大堰底質等調査業務	近畿技術事務所	平成16～18年度	5.3.4 大堰下流の水質の経年変化 5.5.3 大堰下流に関する評価 5.5.4 健康項目の評価

NO.	文献・資料名	発行者・出典	発行年月	引用ページ・箇所
5-10	近畿地方管内水質等調査業務	近畿技術事務所	平成19年度	5.3.4 大堰下流の水質の経年変化 5.5.3 大堰下流に関する評価 5.5.4 健康項目の評価
5-11	紀の川・新宮川水系水質等調査業務報告書	国土交通省 近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所	平成20～25年度	5.2.3 水質調査状況の整理 5.3.2 紀の川大堰水質の経年・経月変化 5.3.4 大堰下流の水質の経年変化 5.3.5 植物プランクトンの生息状況変化 5.3.6 底質の変化 5.5.1 流入・放流水質の比較による評価 5.5.2 湛水域に関する評価 5.5.3 大堰下流に関する評価 5.5.4 健康項目の評価 5.5.5 土砂による水の濁りに関する評価 5.5.6 富栄養化現象に関する評価 5.5.7 底質に関する評価 5.5.8 水質縦断変化による紀の川大堰の影響評価
5-12	平成15～21年度体制・放流通知等	近畿地方整備局 紀の川大堰	平成15～21年度	5.3.6 底質の変化
5-13	平成23年度操作記録	近畿地方整備局 紀の川大堰	平成23年度	5.3.6 底質の変化
5-14	平成15～17年度紀の川大堰管理補助業務	近畿地方整備局 紀の川大堰	平成15～17年度	5.3.6 底質の変化
5-15	紀の川水系河川整備計画【国管理区間】	国土交通省 近畿地方整備局	平成24年12月	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-16	紀の川水系河川整備計画【国管理区間】[概要版]	国土交通省 近畿地方整備局	平成24年12月	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-17	国勢調査 (https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL02100104.do?tocd=00200521)	e-Stat 政府統計の窓 ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-18	和歌山県観光客動態調査報告書	和歌山県	昭和50年～平成22年	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-19	奈良県観光客動態調査報告書	奈良県	昭和50年～平成22年	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-20	作物統計調査	e-Stat 政府統計の窓 ホームページ	平成5～18年	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-21	和歌山県統計年鑑	和歌山県	昭和50年～平成22年	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-22	奈良県統計年鑑	奈良県	昭和50年～平成22年	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-23	下水道統計	(公) 日本下水道協会	平成25年	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-24	和歌山県環境白書	和歌山県	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理

5. 水 質

NO.	文献・資料名	発行者・出典	発行年月	引用ページ・箇所
5-25	平成 17 年度末の汚水処理人口普及状況について (http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/data/population/population.html)	環境省 浄化槽サイト	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-26	都道府県別下水道処理人口普及率(平成 25 年度末) (http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/081000/gesuido.html)	和歌山県下水道課 ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-27	下水道普及率の推移 (http://www.pref.nara.jp/dd.aspx?menuid=4512)	奈良県ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-28	住民基本台帳に基づく全国人口世帯数表 (http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020102.do?_toGL08020102_&classID=000001028704&cycleCode=7&requestSender=estat)	e-Stat 政府統計の窓口ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-29	一般廃棄物処理実態調査結果 (http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/stats.html)	環境省ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-30	紀の川中流流域下水道(那賀処理区)計画図 (http://www.zwgk-naga.org/)	公益財団法人和歌山県下水道公社ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理
5-31	紀の川流域下水道(伊都処理区)計画区域平面図 (http://www.wakayama-spc.or.jp/)	公益財団法人和歌山県下水道公社ホームページ	—	5.4 社会環境からみた汚濁源の整理