

5. 水 質

5.1 評価の進め方

5.1.1 評価方針

(1) 評価の方針

「5. 水質」では評価として「水質の評価」、「水質保全施設の評価」を行う。

「水質の評価」では、貯水池、流入・放流地点及び下流河川における水質調査結果をもとに、九頭竜ダム流入・放流水質の関係から見た九頭竜ダム貯水池の影響、経年的水質変化から見た九頭竜ダム流域及び九頭竜ダム貯水池の影響、水質障害の発生状況とその要因について評価するとともに、改善の必要性を示す。

「水質保全施設の評価」では、九頭竜ダムに導入した既存の水質保全施設の導入背景、施設計画、設置状況、施設運用状況を整理するとともに、改善目標とした水質、期待した効果を満足しているかを評価する。

(2) 評価期間

九頭竜川の水質データは、昭和 45(1970)年から下流河川の環境基準点(荒鹿橋)で観測が開始されている。また、九頭竜ダム関係の水質データは、昭和 43(1968)年 7 月から管理が開始された後、昭和 48(1973)年 5 月以降について記録が残されており、九頭竜ダム建設前の水質データはない。

以上の水質データの存在状況から、水質における整理期間は、ダム管理開始後の昭和 48(1973)年 5 月～平成 29(2017)年とし、評価期間は平成 25(2013)年～平成 29(2017)年の 5 ヶ年を対象とする。

(3) 評価範囲

水質の評価範囲は、貯水池流入地点である No.1 から、真名川合流後の環境基準点である荒鹿橋までとする。なお、さらに下流側の環境基準点である中角橋については、鳴鹿大堰の湛水影響も含まれることから、ここでは評価範囲から除外する。

5.1.2 評価手順

水質に関する評価を以下の手順で検討するものとする。また、評価フローを図 5.1-1 に示す。

- (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) 水質保全施設の評価
- (7) まとめ

(1) 必要資料の収集・整理

事後評価に必要なとなる基礎資料として、自然・社会環境に関する資料、九頭竜ダムの水質調査状況、水質調査結果、九頭竜ダムの諸元、水質保全対策の諸元を収集整理する。

(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、水質調査地点及び調査期間と水質調査状況を図などを用いて整理する。

(3) 水質状況の整理

定期水質調査を基本として、流入・下流河川及び貯水池内の水質状況を整理する。また、水質障害の発生状況についても整理する。

(4) 社会環境からみた汚濁源の整理

ダム貯水池や下流河川の水質は、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。特に流域環境の影響を受ける場合には、負荷量の状況について検討を行い、水質変化の要因の考察に資するものとする。

(5) 水質の評価

ダム建設により貯水池が出現し、流れに大きな変化が起こる。水質における変化を把握するために、流入水質と放流水質の比較による評価、経年的水質変化の評価、冷水現象、濁水長期化現象、富栄養化現象に関する評価と改善の必要性の検討を行う。

1) 概要

九頭竜川を流れる水は、奈良時代から荘園への灌漑用水として利用され、十郷用水や大野盆地の七ヶ用水等が開発された。その後、江戸時代には藩の財政や民政の安定を図るため鳴鹿大堰所を普請し、右岸では十郷用水から新江・高棕・磯部・春近など幾つかの用水を分けて坂井平野のほとんど全域を養い、左岸では芝原用水、十六ヶ用水を福井の方へ導き、大野盆地では堀兼用水等が開発された。これらの用水のほとんどが、現在の灌漑用水の原点となっている。

2) 経年的水質変化の評価

流入水質と放流水質の経年変化から貯水池の存在による影響を評価する。

3) 冷水・濁水長期化・富栄養化現象に関する評価

九頭竜ダムの建設に伴い、水質障害である冷水現象、濁水長期化現象、富栄養化現象が頻繁に発生している場合、流入・放流量、流入・放流水温、流入・放流SS、管理運用情報等を整理し、発生原因の分析を行い、改善の必要性を検討する。

(6) 水質保全施設の評価

冷水現象、濁水長期化現象、富栄養化現象といった九頭竜ダム貯水池の出現により生じた、もしくは生じることが予測された問題に関して、各種水質保全対策を設置することにより対策を講じている場合がある。ここでは、これら水質保全対策の設置状況を整理するとともに、これらの効果について評価を行う。

(7) まとめ

水質の評価、水質保全施設の評価を整理し、改善の必要性等を整理する。

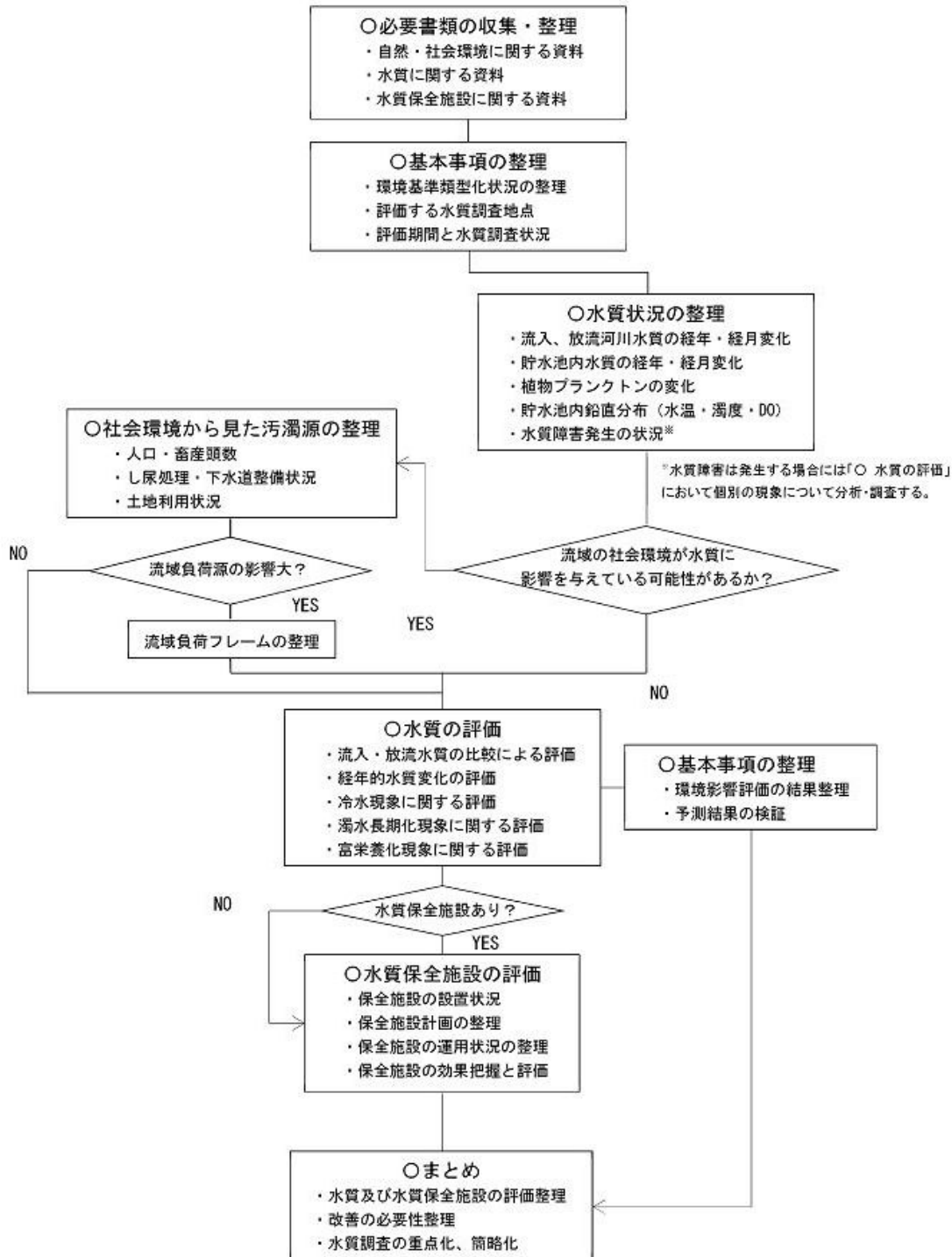


図 5.1-1 評価フロー

5.1.3 九頭竜ダム貯水池の水質に関わる外的要因

以下に示す九頭竜ダム貯水池の水質に関する特性・条件を念頭におき、九頭竜ダム貯水池の水質に関する整理・評価を行っていくものとする。

(1) 九頭竜ダムの流域概要

九頭竜ダムは九頭竜川水系九頭竜川の上流部に位置し、集水面積 184.5km²を有している。

また、間接流域として石徹白川流域 117km²を有し、三面谷川、石徹白ダム(石徹白川)、智奈洞谷川より最大 26m³/s の導水を行っており、九頭竜ダムからの発電取水は下流の鷲ダム貯水池に放流する。主な流入河川は九頭竜川、伊勢川、荷暮川などである。

また、九頭竜ダムの上流域は、森林に覆われた人為汚濁の少ない流域である。

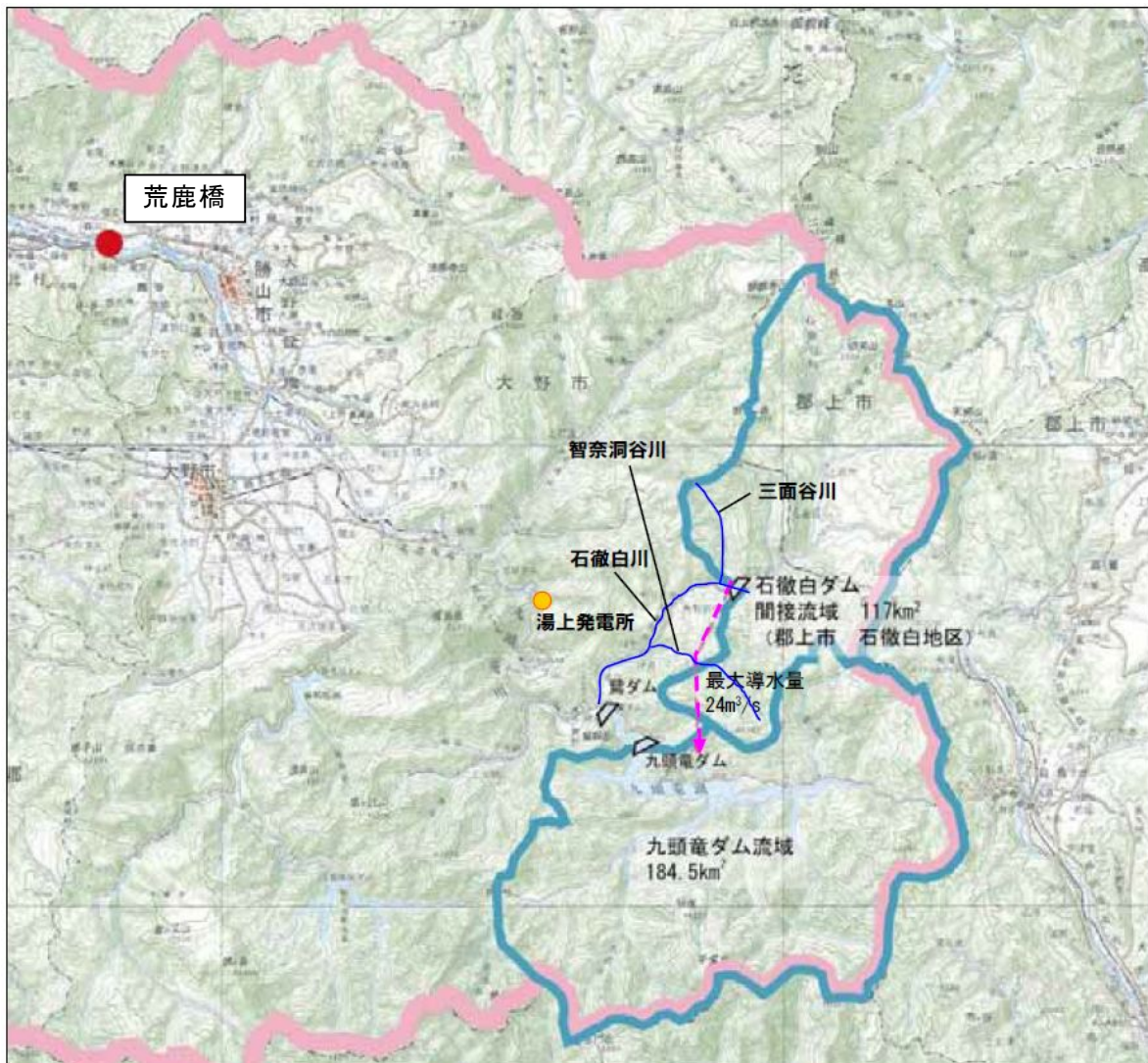


図 5.1-2 九頭竜ダム上流域の状況

(2) 回転率

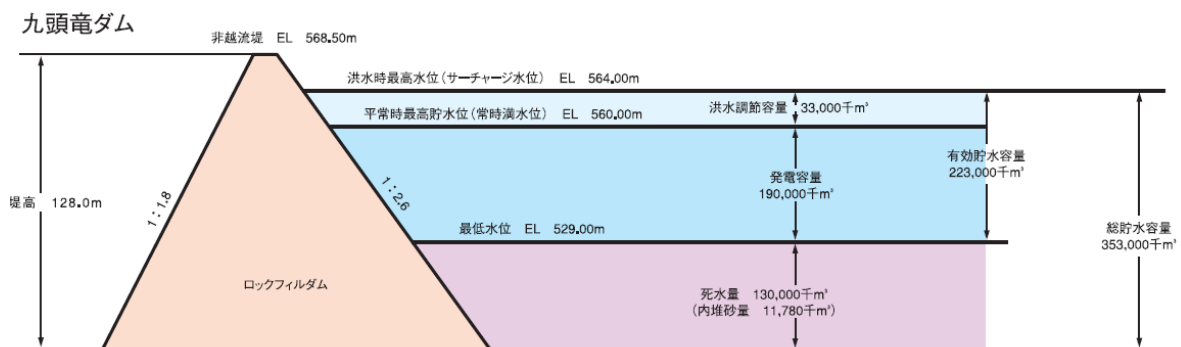
九頭竜ダムは、昭和 44(1969)年から平成 29(2017)年の揚水量を考慮した平均年回転率が 2.8 回/年、7 月の回転率が 0.33 回/月であり、回転率と成層の関係から、「成層が形成される可能性が十分ある」に分類される。

一般的に、成層が形成され貯水池表層部の水温が上昇すると、水温躍層上層部に植物プランクトンが増殖しやすい条件(光条件、栄養塩条件、滞留条件など)が形成され、富栄養化現象を生じることがある。また、成層の形成により底層部の流動が小さくなり、嫌気化に伴う溶出現象や、ダム運用に伴う下流河川の冷水・温水現象などの影響が生じることがある。

(3) 貯水位変動

九頭竜ダムの貯水位管理は、平常時最高貯水位は通年で EL560.0m で管理している。また、平常時最高貯水位と低水位 EL529.0m の間で発電利用している。このため、貯水位は EL529.0m～EL560.0m の間の 30m 程度の変動幅で上昇・下降している。

このような運用を行うダム貯水池では、一般的に水位変動時期において水位低下による冷水放流、水位上昇時期の貯め込みによる濁水長期化などの現象が生じることがある。



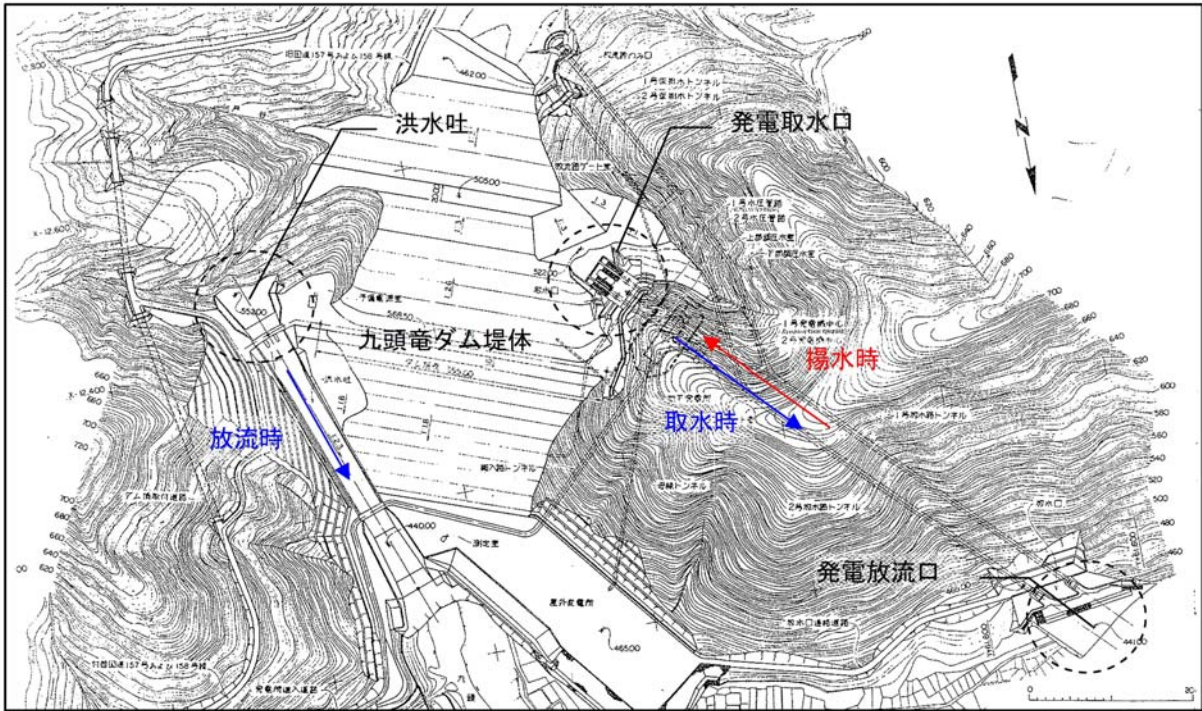
【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所 管内図 平成 19 年 3 月】
図 5.1-3 九頭竜ダム横断面図

(4) 放流設備の目的

九頭竜ダムは洪水調節、発電を目的とした多目的ダムであり、主な放流施設としては洪水吐及び発電取水口がある(図 5.1-4)。また、ダム直下に位置する鷲ダム貯水池との間で、発電取水設備を通して取水と揚水を交互に行っている。

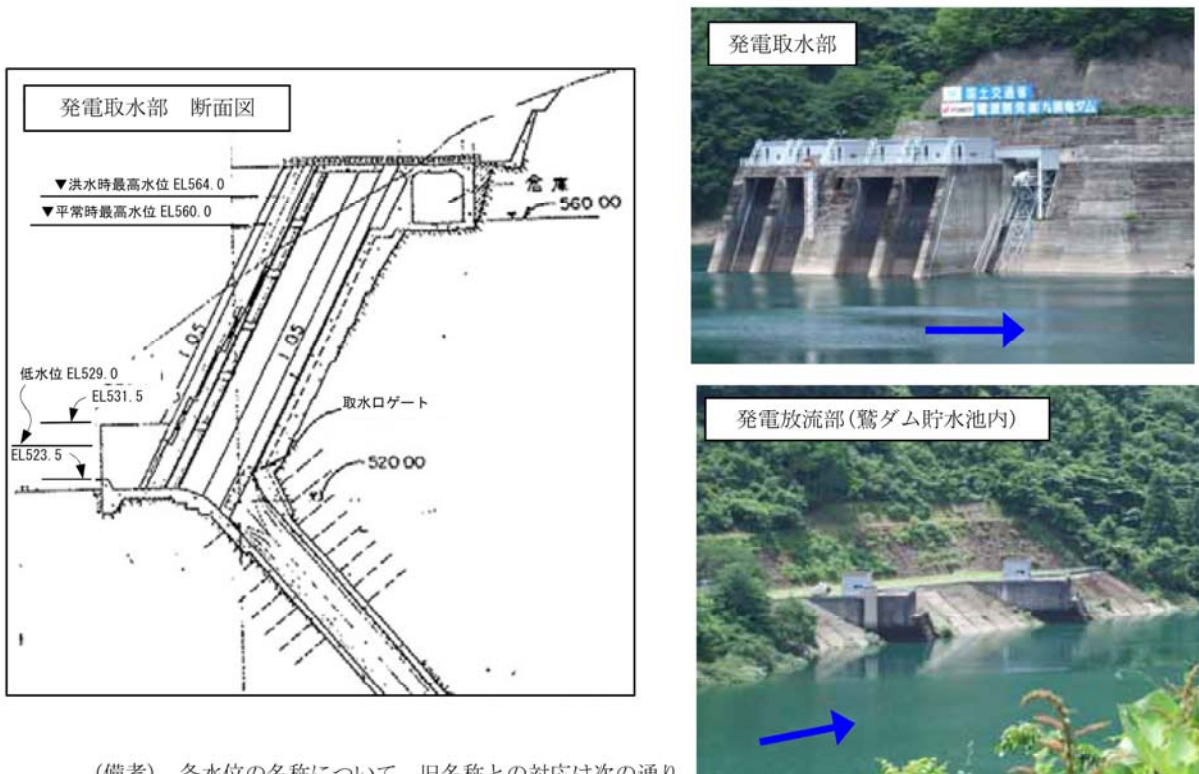
【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

図 5.1-5 に示したように発電取水設備は、5 段式表面取水ゲートを配備し、低水位 EL529m 以上の範囲で取水ができるが、表面取水ゲートの運用は、4 月第 2 月曜日～8 月 31 日は表層取水、それ以外ではゲート全開による取水を行っている。



【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

図 5.1-4 九頭竜ダム横断面図



(備考) 各水位の名称について、旧名称との対応は次の通り
洪水時最高水位(旧；サーチャージ水位)、平常時最高貯水位(旧；常時満水位)

【出典：九頭竜川ダム統合管理事務所資料】

図 5.1-5 発電取水設備

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対象となっている。

九頭竜川の類型指定状況は表 5.2-1 及び図 5.2-1 に示すとおりである。福井県告示第209号(昭和47(1972)年3月31日)において、石徹白川合流点から上流の水域が九頭竜ダム貯水池を含め河川AA類型、石徹白川合流点から日野川合流点までの水域が河川A類型、日野川合流点から下流の水域が河川B類型に指定されている。

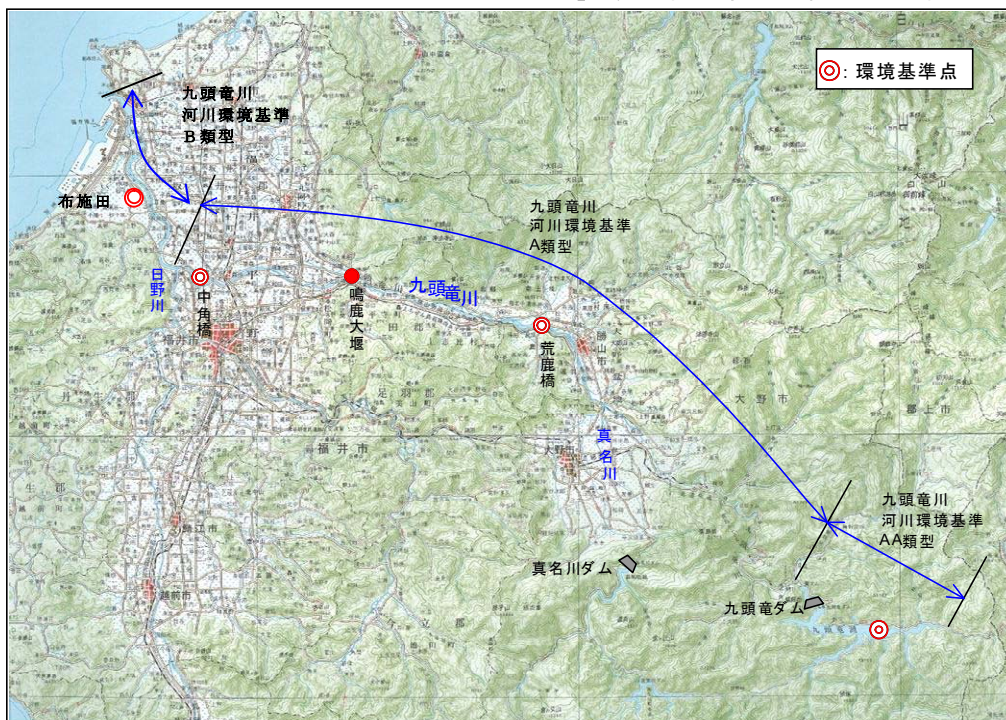
なお、平成15(2003)年11月には水生生物保全の観点から全垂鉛が、平成24(2012)年8月にはノニルフェノールが、平成25(2013)年3月にはLAS(アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩)が生活環境項目に追加されたが、現在の所、九頭竜川水系については類型のあてはめは行われていない。

表 5.2-1 九頭竜川における水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定状況

水域名	基準地点	水域の範囲	該当類型	達成期間※	告示年月日	備考
九頭竜川	九頭竜川上流	九頭竜ダム (No2箱ヶ瀬地点)	石徹白川合流点から上流の水域	イ	昭和47年 3月31日	福井県告示 第209号
	九頭竜川中流	荒鹿橋 中角橋 (高屋橋)	石徹白川合流点から日野川合流点までの水域	ロ		
	九頭竜川下流	布施田橋 (九頭竜川河口)	日野川合流点から下流の水域	イ		

※イ：直ちに達成、ロ：5年以内で可及的速やかに達成

【出典：福井県告示第209号 昭和47年3月】



【出典：平成25年九頭竜ダム定期報告書 平成26年3月】

図 5.2-1 環境基準類型指定状況

表 5.2-2 生活環境項目水質環境基準(河川)

項目 類型	利用目的の 対応性	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 ^{注2} (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	石徹白 川合流 点から 上流
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	石徹白 川合流 点から 日野川 合流点
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	(日野川 合流点 から下 流)
<p>(注)</p> <p>1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全</p> <p>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</p> <p>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</p>							

※ T-N、T-Pについては基準値は設定されていない。

※ 生物化学的酸素要求量(BOD)については、75%水質値をもって基準達成状況を評価する。

【出典：環境庁告示第59号 最終改正 環境省告示第37号 平成28年3月】

5.2.2 定期水質調査地点と対象とする水質項目

九頭竜ダムでは、流入河川、貯水池内及び下流河川において計8地点で水質調査を実施している。これに加え、ダム下流地点の水質を評価するための地点として環境基準点の荒鹿橋を含めた計9地点を対象に整理を行う。調査地点図を図5.2-2に示す。

なお、本報告書においては、以下に示す調査項目を対象として評価を実施する。

<<調査項目>>

- 水温、濁度、DO（計器測定）
- 生活環境項目：pH、BOD、COD、SS、DO、大腸菌群数、T-N、T-P
- クロロフィル a
- 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、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素、1,4-ジオキサン
- 植物プランクトン
- 糞便性大腸菌群数
- 無機態窒素（アンモニウム性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）、無機態リン（オルトリン酸態リン）
- 底質：強熱減量、CODsed、T-N、T-P、硫化物、鉄、マンガン、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、アルキル水銀、PCB、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、セレン

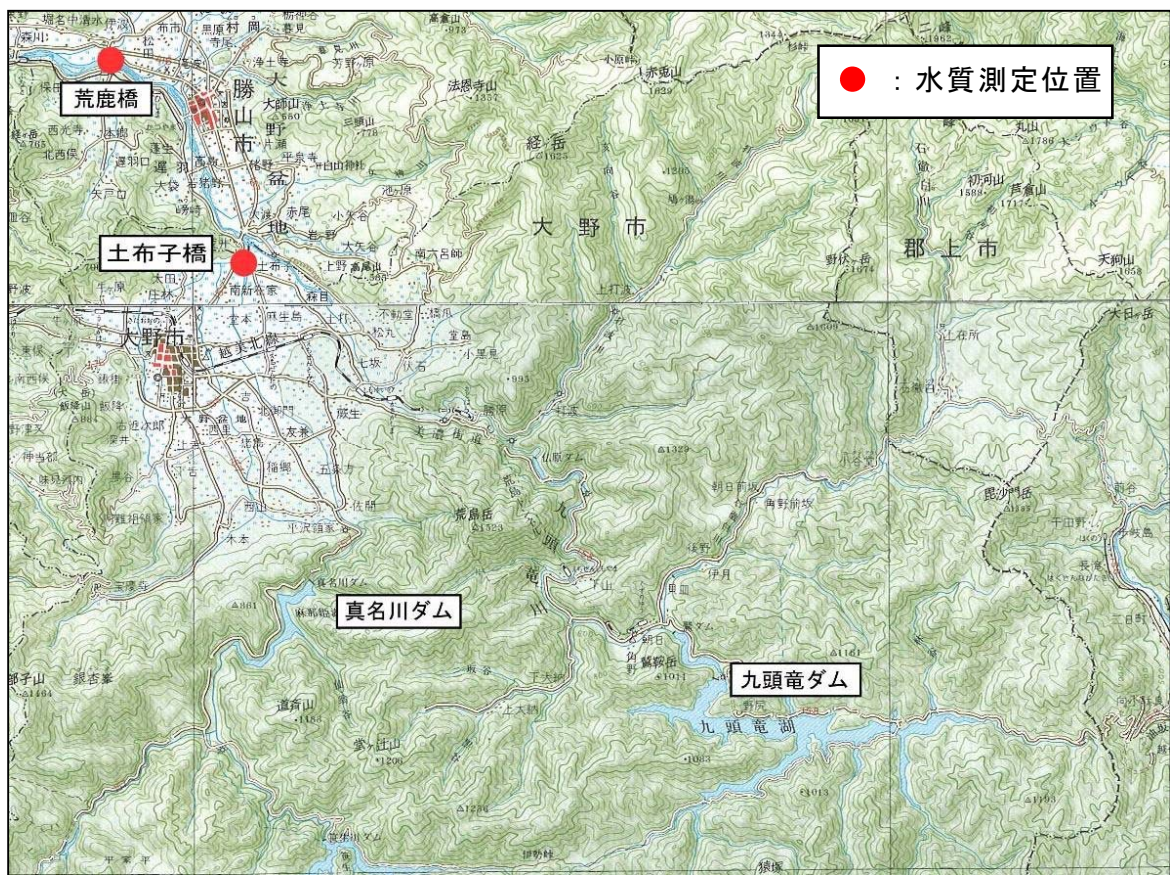
表 5.2-3 調査地点一覧

	No.	調査地点名
流入河川	No. 1	ダム流入地点
	No. 8	大谷橋付近
	No. 9	支川流入地点
貯水池内	No. 2	箱ヶ瀬橋地点
	No. 3	ダム湖内
	No. 4	ダム湖内
	No. 6	ダムサイト
下流河川	No. 7	鷲ダム
	—	荒鹿橋（環境基準点）



【出典：平成 25 年九頭竜ダム定期報告書 平成 26 年 3 月】

図 5.2-2(1) 調査地点図(九頭竜ダム、鷲ダム貯水池)



【出典：平成 25 年九頭竜ダム定期報告書 平成 26 年 3 月】

図 5.2-2(2) 調査地点図(九頭竜ダム、鷲ダム下流)

5.2.3 定期水質調査状況の整理

(1) 定期水質調査の概要

九頭竜ダムにおいて実施されている定期調査の概要を表 5.2-4 に示す。

表 5.2-4 九頭竜ダム定期調査の概要

調査項目	調査地点	調査深度	調査頻度
水温(計器測定) 濁度(計器測定) DO(計器測定) 注)DOについては、 No.2、No.4、No.6 のみ実施。	No.1(ダム流入地点) No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.3(ダム湖内) No.4(ダム湖内) No.6(ダムサイト) No.7(鷺ダム) No.8(大谷橋付近) No.9(支川流入地点)	・ダム湖内の測定については、 0.1m、0.5m、1m、底上1m 2～10mまでは2m毎 10～40mまでは5m毎 40～は10m毎	1回/月 (3月～12月実施)
生活環境項目 注)荒鹿橋については、 T-N、T-Pの測定 は行っていない。	No.1(ダム流入地点) No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.4(ダム湖内) No.6(ダムサイト) No.7(鷺ダム) No.8(大谷橋付近) No.9(支川流入地点)	・ダム湖の採水は3層 (0.5m、1/2水深、底上1m)	1回/月 (3月～12月実施) ※無機態窒素、 無機態リンは No.2、No.6 のみで実施
クロロフィルa 無機態窒素 無機態リン 注)荒鹿橋では、測定 は行っていない。	荒鹿橋(環境基準点)： 福井県調査	—	6回/年 (偶数月)
健康項目	No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.6(ダムサイト)	・表層(0.5m)	1回/年
	荒鹿橋(環境基準点)： 福井県調査	—	2回/年
植物プランクトン	No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.6(ダムサイト)	・表層(0.5m)	1回/月 (3月～12月実施)
糞便性大腸菌群数	No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.6(ダムサイト)	・表層(0.5m)	1回/月 (3月～12月実施)
底質	No.6(ダムサイト)	・1層(堆積泥表層)	1回/年
生活環境項目 (水生生物の保全)	No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.6(ダムサイト)	・表層(0.5m)	1回/年 ※平成29年度調査のみ
動物プランクトン	No.2(箱ヶ瀬橋地点) No.6(ダムサイト)	・任意の5層	4回/年 ※平成29年度調査のみ

- ・生活環境項目:pH、BOD、COD、SS、DO、大腸菌群数、T-N、T-P(全8項目)
 - ・生活環境項目(水生生物の保全):亜鉛、ノニルフェノール、LAS
 - ・無機態窒素:アンモニウム性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素
 - ・無機態リン:オルトリン酸態リン
 - ・健康項目:カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、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、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素、1,4-ジオキサソ(全26項目)
 - ・底質:強熱減量、CODsed、T-N、T-P、硫化物、鉄、マンガン、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、アルキル水銀、PCB、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、セレン
- ※健康項目のアルキル水銀は、総水銀が検出された場合のみ分析を行うこととなっていたが、総水銀が検出されず、近年は分析を行っていない。そのため、平成29年度は検査項目から削除した。
- ※生活環境項目(水生生物の保全)のノニルフェノールとLAS及び動物プランクトンは平成29年度の調査での追加項目。

【出典:平成29年度九頭竜ダム年次報告書 平成30年3月】

【出典:水質調査業務報告書(九頭竜ダム) 平成25年～平成29年】

【出典:福井県公共用水域水質測定結果 平成25年～平成29年】

表 5.2-6(1) 主要水質調査状況(貯水池内)

水質項目	水質調査地点	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4
生活環境項目	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									
T-N・T-P	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									
クロロフィルa	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									
健康項目	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									

※表中の網掛けは調査実施を示す。

表 5.2-6(2) 主要水質調査状況(貯水池内)

水質項目	水質調査地点	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	
生活環境項目	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									
T-N・T-P	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									
クロロフィルa	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									
健康項目	No.2 箱ヶ瀬地点																									
	No.3 ダム湖内																									
	No.4 ダム湖内																									
	No.6 ダムサイト																									

※表中の網掛けは調査実施を示す。

【出典：平成 25 年九頭竜ダム定期報告書 平成 26 年 3 月】

【出典：水質調査業務報告書(九頭竜ダム) 平成 25 年～平成 29 年】

5.3 水質状況の整理

5.3.1 水理・水文・気象特性

- 5.3.1 節の出典：平成 29 年度九頭竜ダム年次報告書 平成 30 年 3 月
 ：平成 25 年度九頭竜ダム定期報告書 平成 26 年 3 月
 ：九頭竜ダム管理年報 平成 25 年～平成 29 年
 ：中角地点流量データ 平成 29 年
 ：水文水質データベース 平成 25 年～平成 28 年
 ：アメダス大野観測所気象資料・福井地方気象台気象資料 昭和 43 年～平成 29 年

(1) 流入量と降水量

九頭竜ダムの昭和 44(1968)年から平成 29(2017)年までの年降水量の推移を図 5.3-1 に、ダム諸量と日降水量の推移を図 5.3-2 に示す。

九頭竜ダム貯水池は、概ね年 20m～30m 程度の貯水位変動がある。平成 28(2016)年は湯上発電所の作業のため、九頭竜ダムの水位運用計画が平年度と大きく異なり、9 月 16 日までに大きく水位を下げ、その後 1 月までに水位を上昇させ、1 月 21 日まで全量貯留された。水位が最も低くなった 9 月には、ダム湖の水位が平年時に比べ約 15m 下がった。

九頭竜ダムは最大 266m³/s の揚水発電を行っているが、日当たりの揚水量は昭和 49(1974)年から減少し、昭和 50(1975)年から昭和 59(1984)年にかけては非常に少ない状況が続いていたが、昭和 60(1985)年～平成 8(1996)年に一端増加し、その後再び減少している。平成 21(2009)年以降は低い水準で横ばい傾向にある。

また、揚水発電により、日最大 50cm 程度水位が変動する場合がある。

なお、九頭竜ダムにおける年降水量は至近 10 ヶ年(平成 20 年～平成 29 年)平均は、2,745mm/年である。評価期間内では、平成 25 年が 3,219mm で最大、平成 28 年が 2,293mm で最小であった。

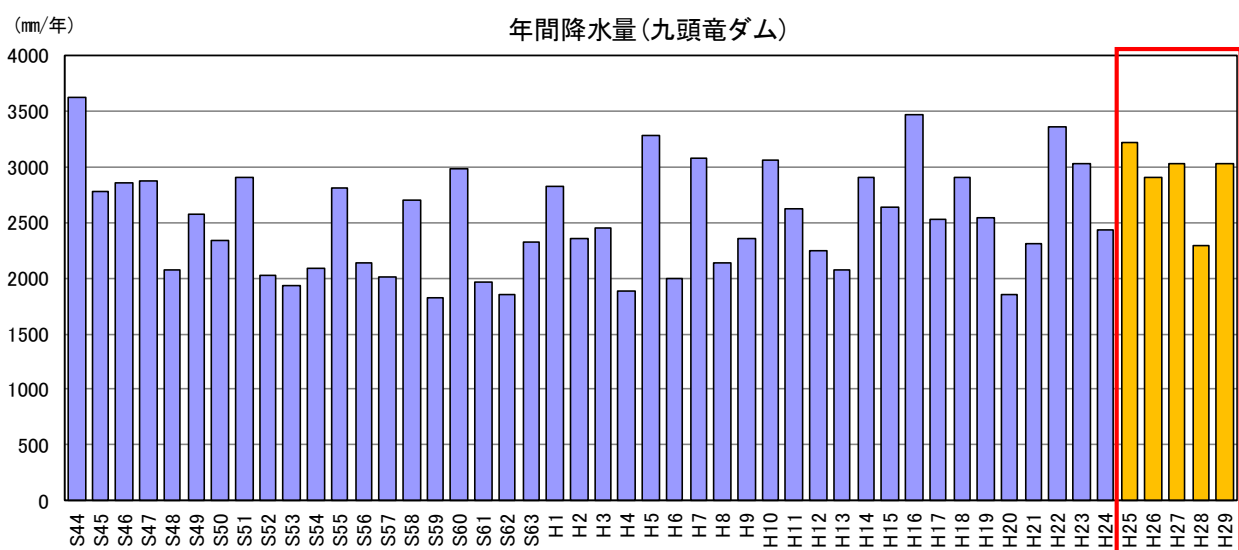


図 5.3-1 九頭竜ダムにおける年降水量の推移

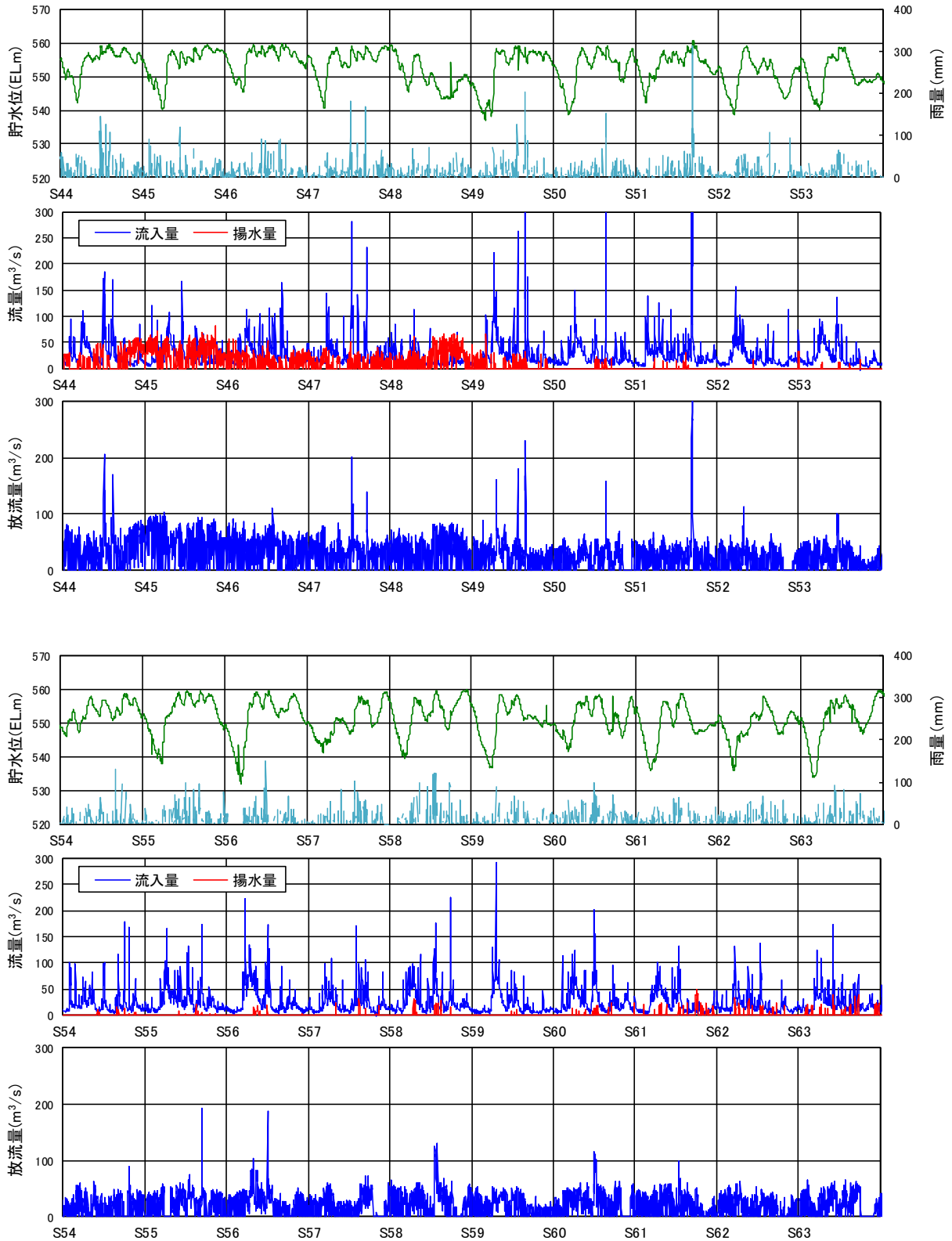


図 5.3-2 (1) 九頭竜ダムにおけるダム諸量と日降水量

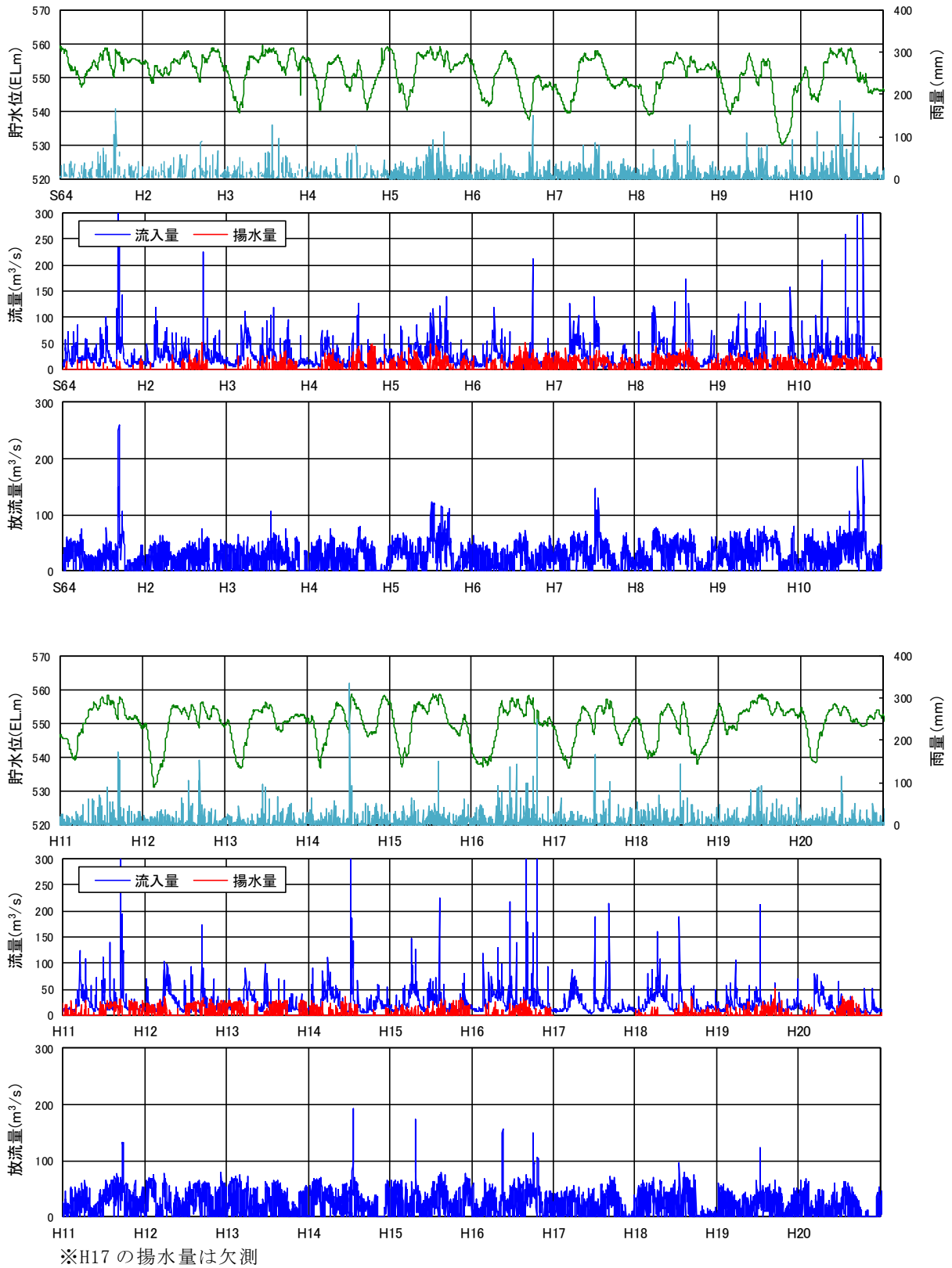


図 5.3-2(2) 九頭竜ダムにおけるダム諸量と日降水量

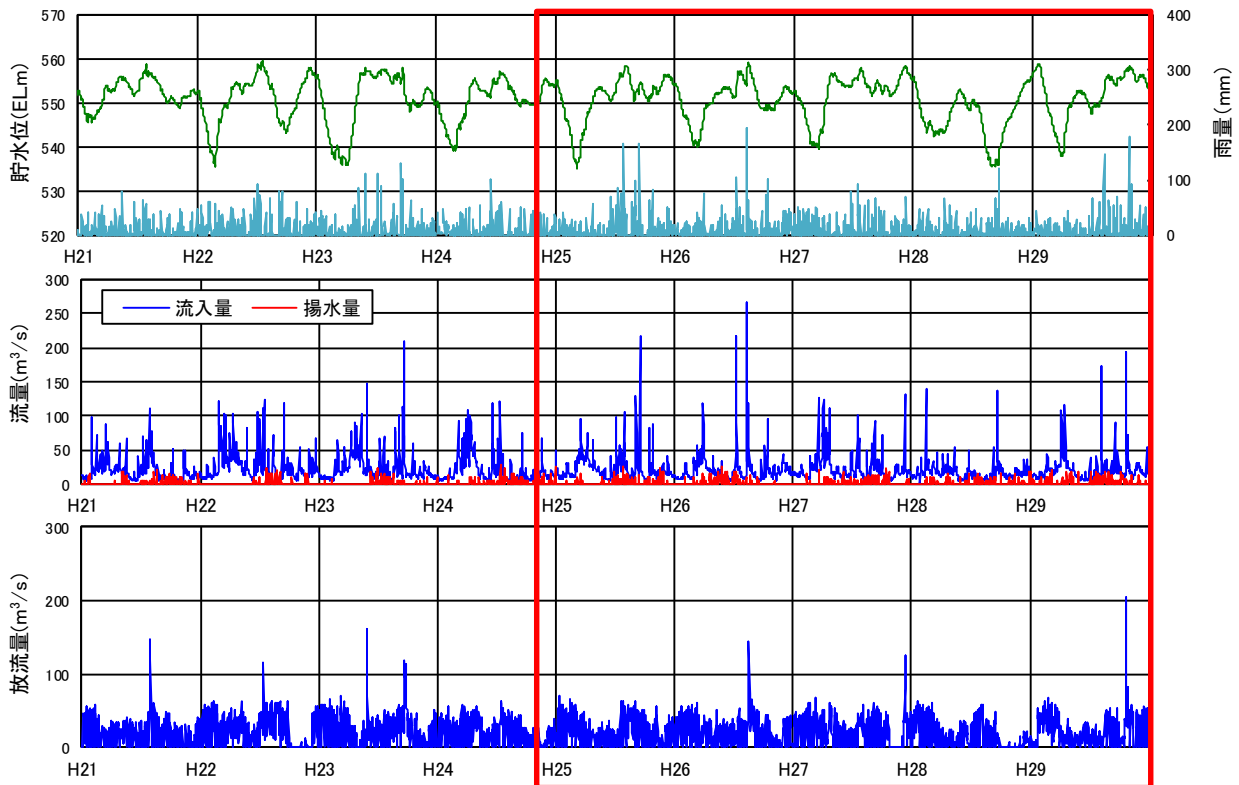


図 5.3-2(3) 九頭竜ダムにおけるダム諸量と日降水量

(2) 流況と回転率

1) 流況

九頭竜ダムの流況を表 5.3-1 及び図 5.3-3 に示す。また、表 5.3-1 には、年揚水量を併せて示す。

年揚水量は、管理開始後から昭和 50(1975)年にかけて減少し、その後、平成元(1989)年にかけて横ばいであった。その後、平成 8(1996)年にかけて一端増加したが、その後再び減少し、平成 21(2009)年頃からは低い水準で横ばい傾向にある。

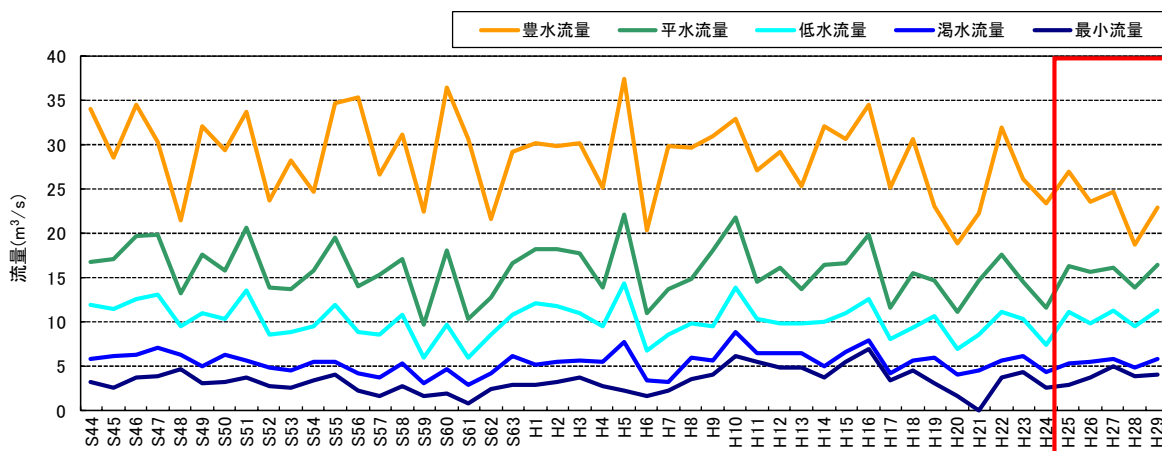


図 5.3-3 九頭竜ダムの流況推移図

表 5.3-1 九頭竜ダムの流況(ダム流入量)

年	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	濁水流量 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	年揚水量 ×10 ⁶ m ³
昭和44年 (1969)	185.97	33.99	16.83	11.99	5.82	3.33	27.91	880.32	479.18
昭和45年 (1970)	166.41	28.55	17.15	11.56	6.23	2.61	24.99	788.15	985.75
昭和46年 (1971)	164.33	34.55	19.74	12.61	6.35	3.68	27.85	878.25	441.66
昭和47年 (1972)	282.07	30.30	19.82	13.08	7.15	3.96	28.35	896.35	273.19
昭和48年 (1973)	112.62	21.46	13.25	9.61	6.31	4.77	18.69	589.40	631.22
昭和49年 (1974)	316.46	32.08	17.56	10.94	5.01	3.10	29.42	927.82	123.22
昭和50年 (1975)	466.93	29.31	15.85	10.29	6.28	3.30	24.90	785.09	21.29
昭和51年 (1976)	509.72	33.76	20.64	13.55	5.75	3.71	30.65	969.20	17.35
昭和52年 (1977)	155.85	23.80	13.90	8.53	4.82	2.84	21.33	672.62	2.01
昭和53年 (1978)	137.33	28.18	13.81	8.92	4.58	2.56	22.95	723.70	12.33
昭和54年 (1979)	179.16	24.74	15.79	9.50	5.46	3.37	22.04	695.11	5.89
昭和55年 (1980)	172.30	34.68	19.59	11.90	5.54	4.07	28.16	890.57	3.95
昭和56年 (1981)	221.24	35.38	14.00	8.94	4.16	2.31	27.90	879.86	17.41
昭和57年 (1982)	171.03	26.70	15.32	8.63	3.83	1.65	21.67	683.45	10.67
昭和58年 (1983)	226.22	31.11	17.05	10.90	5.36	2.80	26.97	850.40	32.55
昭和59年 (1984)	291.74	22.42	9.79	6.07	3.11	1.59	20.19	638.36	1.82
昭和60年 (1985)	201.75	36.47	18.08	9.74	4.69	2.06	27.51	867.59	24.10
昭和61年 (1986)	131.67	30.60	10.44	6.09	3.00	0.89	20.70	652.93	70.95
昭和62年 (1987)	135.74	21.62	12.70	8.53	4.18	2.41	18.73	590.67	38.15
昭和63年 (1988)	173.88	29.20	16.62	10.88	6.21	2.93	23.18	732.88	55.08
平成元年 (1989)	372.89	30.14	18.24	12.16	5.17	3.01	27.22	858.31	23.56
平成2年 (1990)	224.70	29.86	18.19	11.78	5.47	3.28	24.67	777.95	62.16
平成3年 (1991)	119.51	30.19	17.69	10.97	5.66	3.72	24.85	783.57	94.23
平成4年 (1992)	127.12	25.10	13.94	9.57	5.52	2.72	19.98	631.89	189.05
平成5年 (1993)	139.52	37.37	22.16	14.46	7.82	2.35	29.08	917.22	231.77
平成6年 (1994)	210.98	20.42	11.02	6.79	3.43	1.74	17.66	556.80	212.62
平成7年 (1995)	138.47	29.92	13.79	8.65	3.29	2.33	23.37	737.13	290.16
平成8年 (1996)	173.77	29.67	14.94	9.89	6.03	3.56	24.14	763.21	325.68
平成9年 (1997)	157.16	30.97	18.06	9.62	5.75	4.04	25.50	804.09	302.86
平成10年 (1998)	299.56	32.99	21.75	13.97	8.92	6.15	29.71	936.92	262.68
平成11年 (1999)	352.43	27.06	14.60	10.43	6.57	5.47	24.80	782.19	225.24
平成12年 (2000)	173.45	29.24	16.10	9.86	6.50	4.83	23.51	743.55	287.77
平成13年 (2001)	98.79	25.35	13.71	9.91	6.54	4.94	20.37	642.24	285.07
平成14年 (2002)	557.48	32.13	16.41	10.01	5.12	3.76	25.72	811.11	137.46
平成15年 (2003)	226.17	30.71	16.59	11.03	6.62	5.60	24.64	777.00	134.98
平成16年 (2004)	320.89	34.55	19.80	12.63	7.93	7.03	29.94	946.72	115.73
平成17年 (2005)	214.53	25.10	11.67	8.12	4.23	3.43	19.93	628.56	-
平成18年 (2006)	188.16	30.70	15.48	9.42	5.74	4.51	23.84	749.73	67.73
平成19年 (2007)	210.77	23.11	14.76	10.71	5.99	3.14	19.17	604.56	128.23
平成20年 (2008)	79.77	18.97	11.17	6.91	4.00	1.68	16.07	505.47	99.91
平成21年 (2009)	110.51	22.20	14.75	8.52	4.51	0.01	19.15	603.79	43.71
平成22年 (2010)	123.19	31.92	17.54	11.17	5.77	3.75	25.53	805.22	29.55
平成23年 (2011)	210.59	26.08	14.62	10.33	6.14	4.44	22.84	720.13	40.89
平成24年 (2012)	120.63	23.39	11.58	7.39	4.34	2.70	19.77	625.03	58.83
平成25年 (2013)	216.79	27.03	16.32	11.11	5.38	2.95	22.61	712.88	46.52
平成26年 (2014)	266.48	23.63	15.60	9.88	5.55	3.75	20.98	661.56	54.45
平成27年 (2015)	132.85	24.76	16.17	11.25	5.92	5.01	22.77	718.14	53.47
平成28年 (2016)	139.68	18.67	13.93	9.52	4.95	3.88	16.33	512.01	47.93
平成29年 (2017)	194.29	22.88	16.53	11.30	5.92	4.12	20.79	655.61	76.60
平均値	210.28	28.22	15.82	10.20	5.48	3.38	23.65	746.23	155.52

2) 回転率

九頭竜ダムの回転率の経月変化を図 5.3-4 に示す。回転率の計算は揚水量を考慮し、 $\text{回転率} = (\text{総流入量} + \text{総揚水量}) / \text{平常時最高貯水位容量}$ により計算した。

九頭竜ダムの回転率は3月、4月の融雪出水による流入、及び7月、9月の降雨による流入により大きくなる傾向にある。

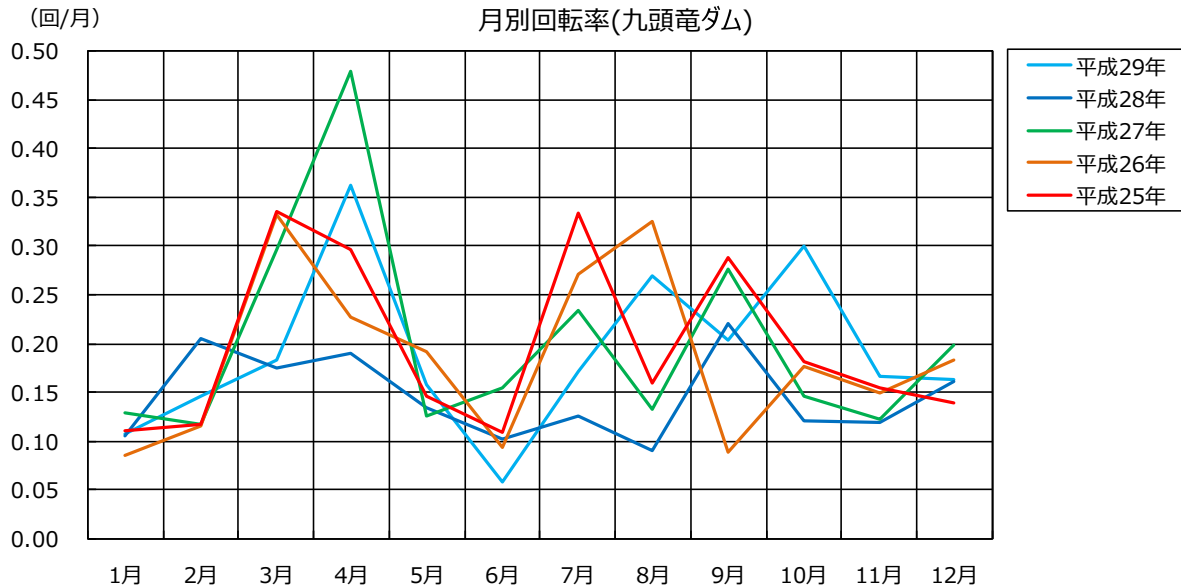


図 5.3-4 月回転率の経月変化

(参考)貯水池成層化の可能性

貯水池容量が流入量に比べて大きく、水の滞留時間が長い貯水池では春から秋にかけて表層が温められ、表層に密度の小さい温かい水、底層には密度の大きい冷たい水が存在し、その密度差によって表層水と深層水が分離する。これを貯水池の成層化(水温躍層)といい、成層化により貯水池の富栄養化現象、底層の嫌気化に伴う溶出現象、ダム運用に伴う下流河川の冷水・温水現象などを引き起こすことがある。

一般的な貯水池の成層化の可能性について、回転率をパラメータとした概略判定方法がある。多数の貯水池における調査結果から、年間回転率と水温成層が最も安定化するとされる7月の回転率と成層化形成の関係により算出するものである。

九頭竜ダム貯水池の水交換の状況、並びにダム貯水池の成層状況を判定するため、ダム流入量に基づき年平均回転率と7月の回転率を算定した。その結果を図 5.3-5 に示す。

九頭竜ダムでは、平成25年～平成29年の平均年回転率 α は、流入量のみ考慮した回転率では、2.0回/年、揚水量を考慮した回転率では2.2回/年、また7月の回転率 α_7 は流入量のみ考慮した回転率では0.20回/月、揚水量を考慮した回転率では0.23回/月であり、回転率と成層の関係から、「成層が形成される可能性が十分ある」に分類される。

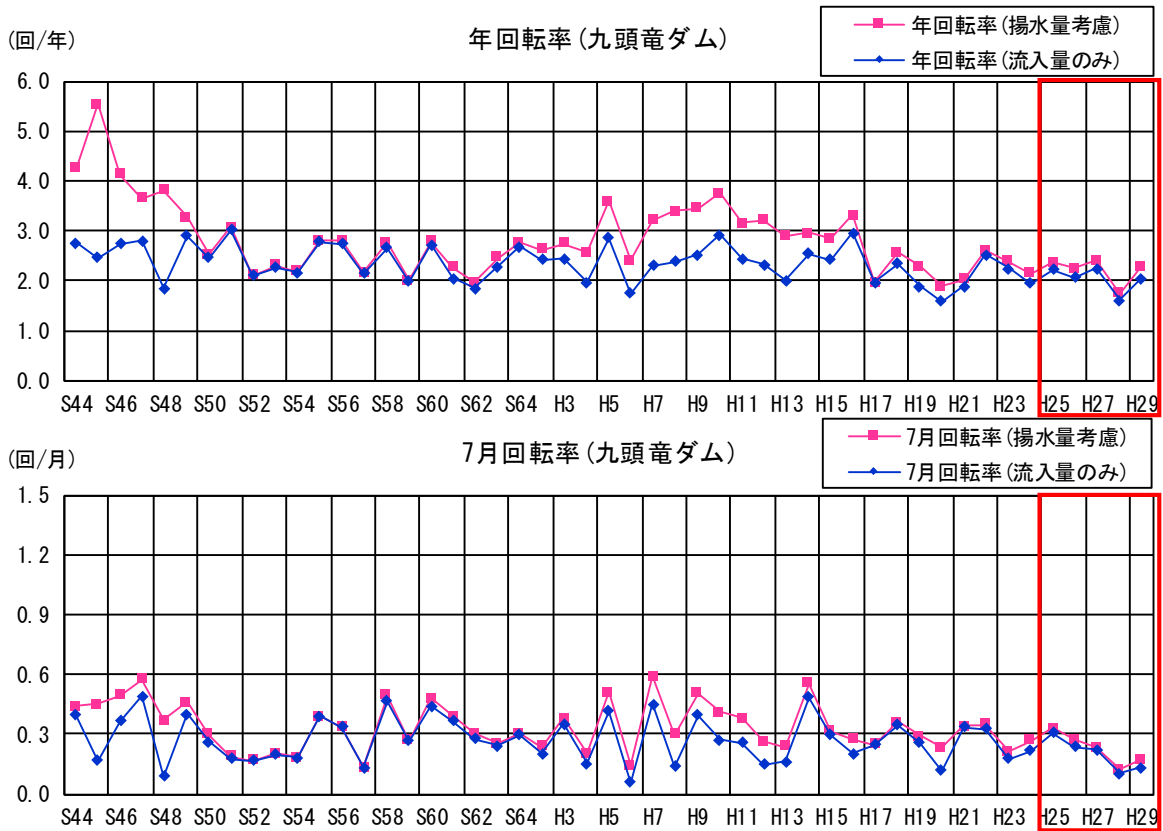


図 5.3-5 平均年回転率と7月の回転率算定結果

【回転率と貯水池水温成層の関係】

評 価	α	α_7
成層が形成される可能性が十分ある	<10	<1
成層が形成される可能性がある程度ある	$10 \sim 30$	$1 \sim 5$
成層が形成される可能性がほとんどない	$30 <$	$5 <$

$\alpha = Q_0 / V_0$ 、 $\alpha_7 = Q_M / V_0$

ここで、 Q_0 ：年間総流入量、 V_0 ：平常時最高貯水位容量、 Q_M ：7月総流入量

α ：平均年回転率、 α_7 ：7月の回転率

(3) 基準点流量との比較

ダム下流の中角地点における九頭竜ダム(年平均放流量一年平均揚水量)の寄与率を確認するため、各年で九頭竜ダム(年平均放流量一年平均揚水量)／中角年平均流量を算定した。その結果を図 5.3-6 に示す。

これによると、中角地点の流量に対し、九頭竜ダムの放流水の量は15～30%程度であることから、中角地点の水質に対する九頭竜ダムの放流水の影響は比較的小さいものと考えられる。

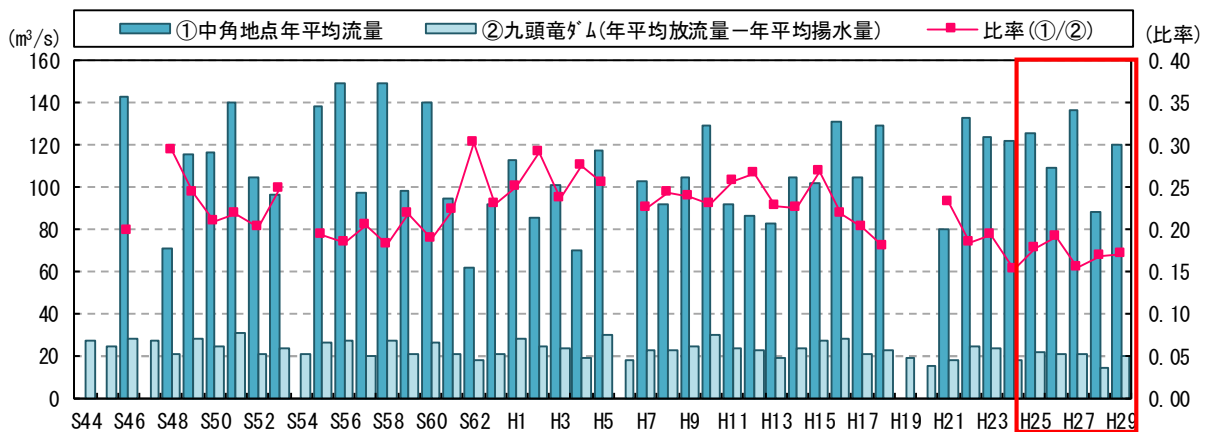


図 5.3-6 中角地点年平均流量と九頭竜ダム(年平均放流量一年平均揚水量)の比較

(4) 気象

九頭竜ダム流域近傍の気象庁観測所として大野地点と福井地点の年平均気温の経年変化を図 5.3-7 に示す。

両地点ともに、観測開始～平成 29(2017)年の間で年平均気温に増加傾向がみられており、気温の上昇に伴う貯水池水温の上昇及び植物プランクトン種組成の変化等の水質への影響が発生する可能性が考えられる。

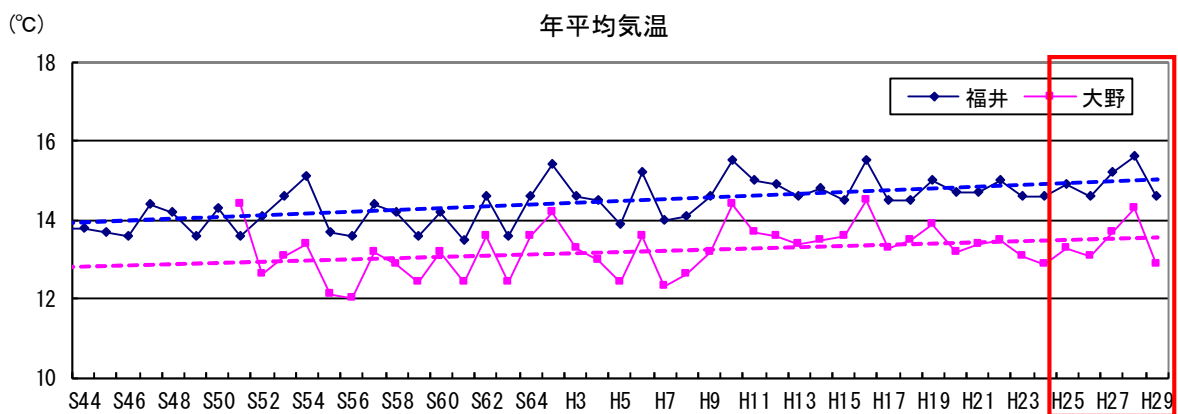


図 5.3-7 近隣気象観測所における気温の経年変化

5.3.2 水質の経年変化

- 5.3.2 節の出典：平成 29 年度九頭竜ダム年次報告書 平成 30 年 3 月
：平成 25 年度九頭竜ダム定期報告書 平成 26 年 3 月
：水質調査業務報告書(九頭竜ダム) 平成 25 年～平成 29 年
：福井県公共用水域水質測定結果 平成 25 年～平成 29 年

九頭竜ダムに関係する水質調査は下記の 8 地点で実施している。

○流入河川：3 地点

No. 1(ダム流入地点)、No. 8(大谷橋付近)、No. 9(支川流入地点)

○下流河川：1 地点

No. 7(鷺ダム湖内)(放流水)

○貯水池内：4 地点

No. 2(箱ヶ瀬橋地点)、No. 3(ダム湖内)、No. 4(ダム湖内)、No. 6(ダムサイト)

ここでは、上記の 8 地点に加え、下流河川の環境基準点である荒鹿橋の水質もあわせて整理した。なお、貯水池内の No. 3 については、測定項目が、水温、濁度の鉛直分布のみのため、以下の経年、経月の整理は行わないものとした。

以下に、流入河川、下流河川、貯水池内の水質の経年変化をとりまとめた。

(1) 流入河川、放流水及び下流河川

流入河川 (No. 1、No. 8、No. 9)、放流水 (No. 7)、下流河川 (荒鹿橋) の計 5 地点を評価対象地点として、10 項目の経年変化について整理した。

経年的な変化としては、水温は、平成 19 年以降、放流水 (No. 7) 及び下流河川 (荒鹿橋) で流入河川よりも高い傾向にあり、近 5 ヶ年は放流水 (No. 7) で特に上昇傾向がみられる。BOD75%値は各地点で調査開始以来改善傾向にあったが、近 5 ヶ年は微増傾向にある。T-N は平成 58 (1983) 年以降増加傾向にあったが、近 5 ヶ年は微減傾向である。クロロフィル a は、放流水 (No. 7) で増加傾向にある。また、大腸菌群数については年によるばらつきはあるものの、平成元 (1989) 年以降、流入河川 (No. 1、No. 8、No. 9) 及び放流水 (No. 7) で微増傾向にある。

その他の地点、項目については、年によるばらつきはあっても、経年的な増減の傾向は認められない。

近 5 ヶ年の各項目の年平均値、75%値は、大腸菌群数を除き、環境基準を満足する良好な水質となっている。

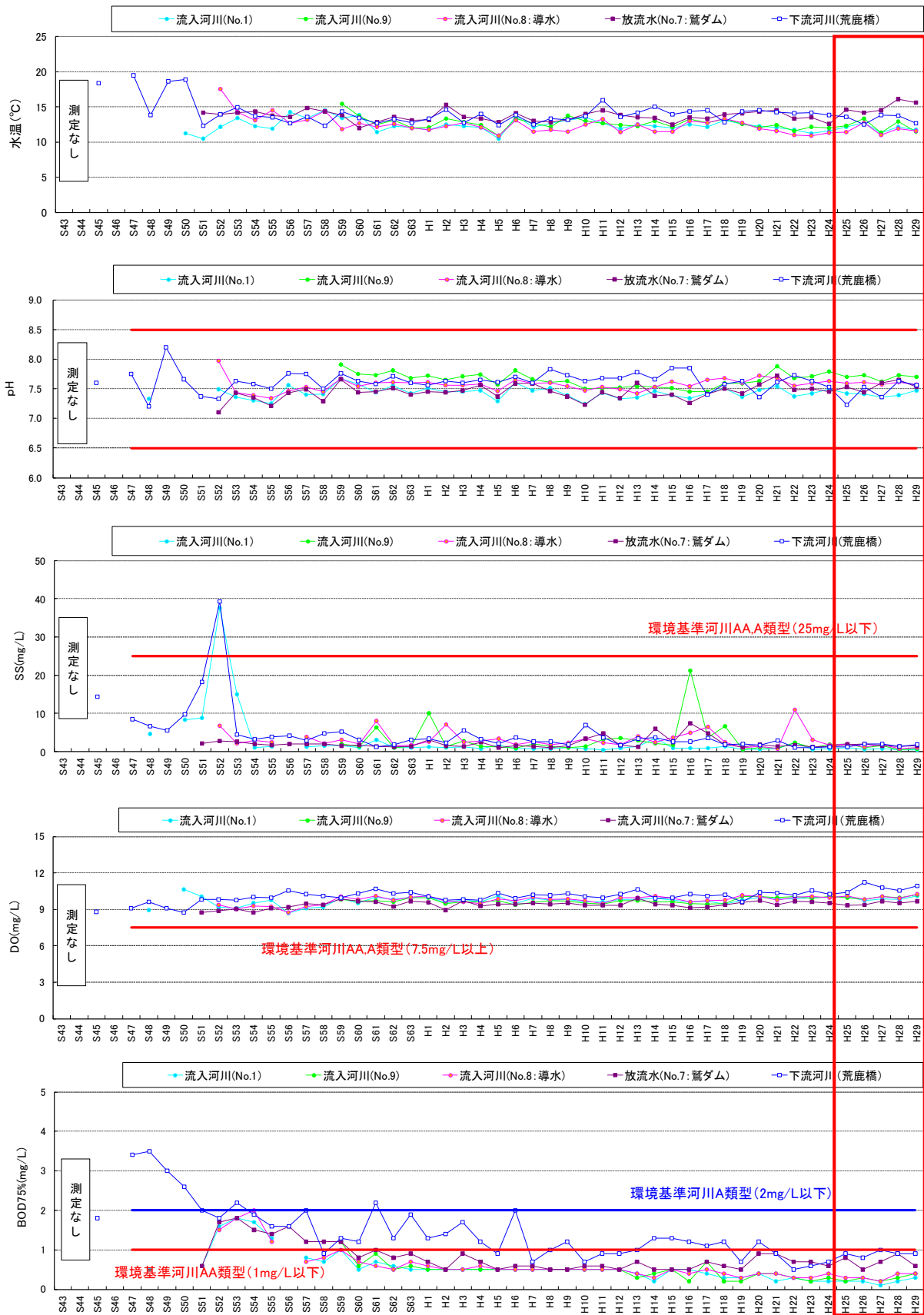
表 5.3-2 流入河川、放流水及び下流河川におけるの平均水質の経年変化のまとめ (H25~H29)

項目 (環境基準値※)	単位	流入河川			放流水	下流河川	内容 (近5ヶ年平均値)	
		河川 AA 類型						河川 A 類型
		No.1 (本川)	No.8 (石徹白 ダム導水)	No.9 (支川)	No.7 (鷲ダム)	荒鹿橋 (環境 基準点)		
水温	℃	12.0 (12.4)	11.7 (12.4)	12.3 (12.6)	15.0 (13.8)	13.3 (14.1)	流入河川に対し、放流水、下流河川(荒鹿橋)で高い。経年的には、近5ヶ年の放流水で上昇傾向、その他の地点は横ばいで推移している。	
pH (6.5以上8.5以下)	—	7.4 (7.4)	7.6 (7.6)	7.7 (7.7)	7.6 (7.5)	7.5 (7.6)	各地点ともに平年値と比べて概ね同程度で、経年的にも大きな変化はみられず、ほぼ横ばいで推移している。	
SS (25mg/L以下)	mg/L	0.6 (2.7)	1.3 (3.0)	1.1 (2.7)	1.6 (2.1)	1.7 (4.6)	各地点ともに平年値と比べて低く、近5ヶ年は低い水準で推移している。	
DO (7.5mg/L以上)	mg/L	9.9 (9.7)	10.0 (9.8)	10.0 (9.8)	9.5 (9.4)	10.8 (10.1)	下流河川(荒鹿橋)で平年値よりやや高く、経年的にも微増傾向にある。その他の地点は平年値と概ね同程度で、経年的にも大きな変化はみられない	
BOD75%値 (1mg/L以下) <2mg/L以下>	mg/L	0.2 (0.6)	0.3 (0.6)	0.3 (0.5)	0.7 (0.8)	0.9 (1.4)	調査開始以来、水質改善の傾向にあったが、近5ヶ年は下流河川(荒鹿橋)で微増傾向、その他の地点で横ばい傾向にある。昭和62年以降環境基準を達成している。	
COD75%値	mg/L	1.2 (1.1)	1.0 (1.2)	1.1 (1.2)	1.6 (1.5)	1.8 (2.0)	経年的には、年によるばらつきはみられるものの、大きな変化はみられない。近5ヶ年では、流入河川 No.1、下流河川(荒鹿橋)、放流水で微増傾向である。	
T-N	mg/L	0.15 (0.17)	0.19 (0.21)	0.22 (0.21)	0.21 (0.26)	— —	経年的にみると、平成17年頃まで増加傾向にあり、その後、微減傾向にある。	
T-P	mg/L	0.004 (0.006)	0.008 (0.008)	0.007 (0.007)	0.007 (0.007)	— —	各地点ともに経年的に大きな変化はみられない。近5ヶ年は低い水準で推移している。	
クロロフィル a	μg/L	0.6 (0.5)	0.7 (0.9)	0.8 (0.8)	3.8 (2.9)	— —	経年的には、放流水 No.7 で平成16年以降増加傾向がみられる。近5ヶ年は、放流水 No.7 で増加傾向、その他の地点は横ばいで推移している。	
大腸菌群数 (50MPN/100mL以下) <1000MPN/100mL以下>	MPN/ 100mL	165 (222)	391 (274)	442 (293)	383 (197)	4,906 (5,260)	長期的には、下流河川(荒鹿橋)は平成6年から平成21年頃にかけて減少傾向であったが、その後増加傾向にある。その他の地点も増加傾向で、近5ヶ年は全地点で環境基準を超過している。	

※表中の数値は平成25年～平成29年の平均値、75%値を示す。

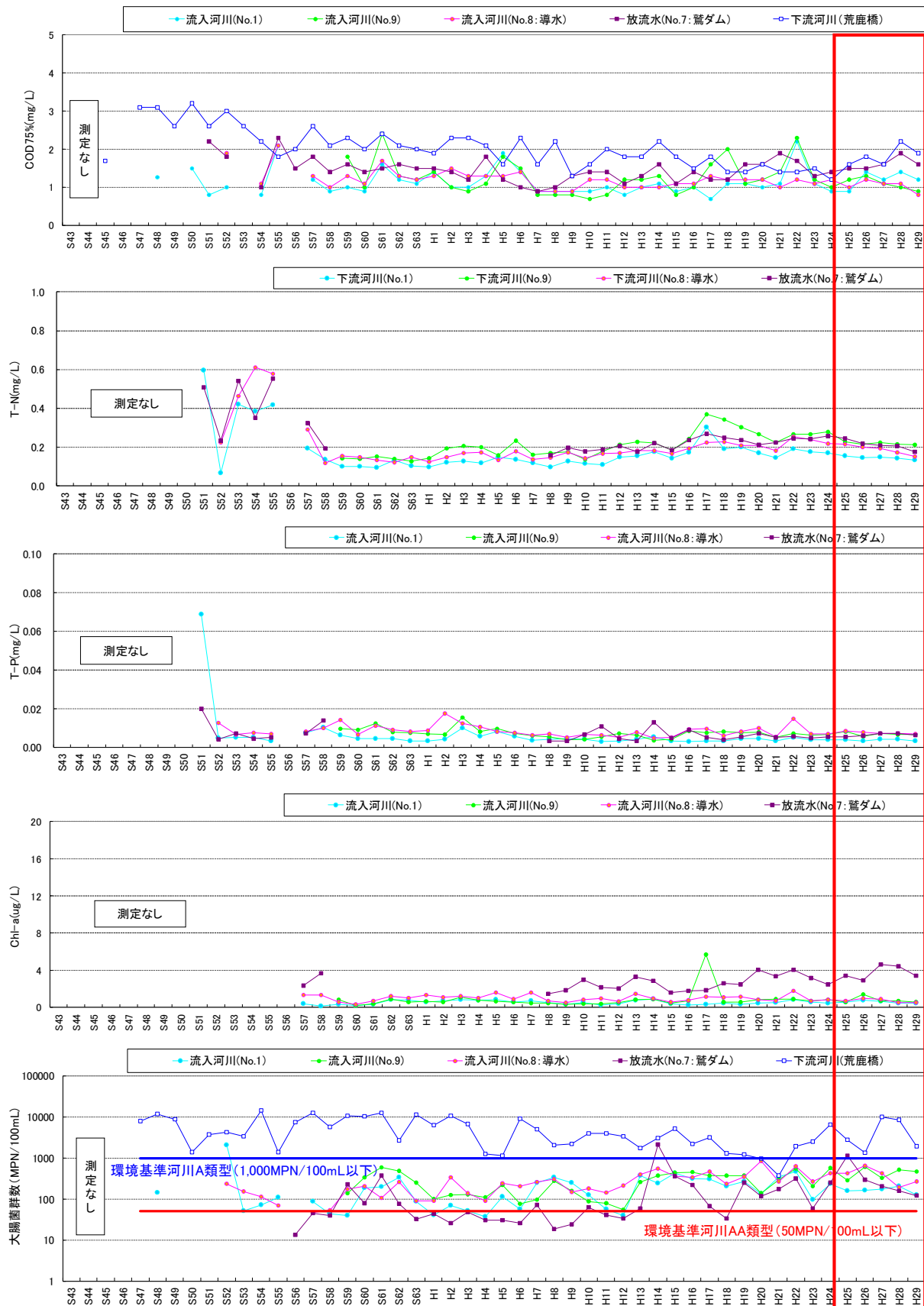
また、()内は調査開始～平成29年の平均値、75%値を示し、表中「平年値」と記す。

※河川の環境基準値(AA・A類型：2段書きの場合は上段がAA、下段がA類型を示す)を記載している。



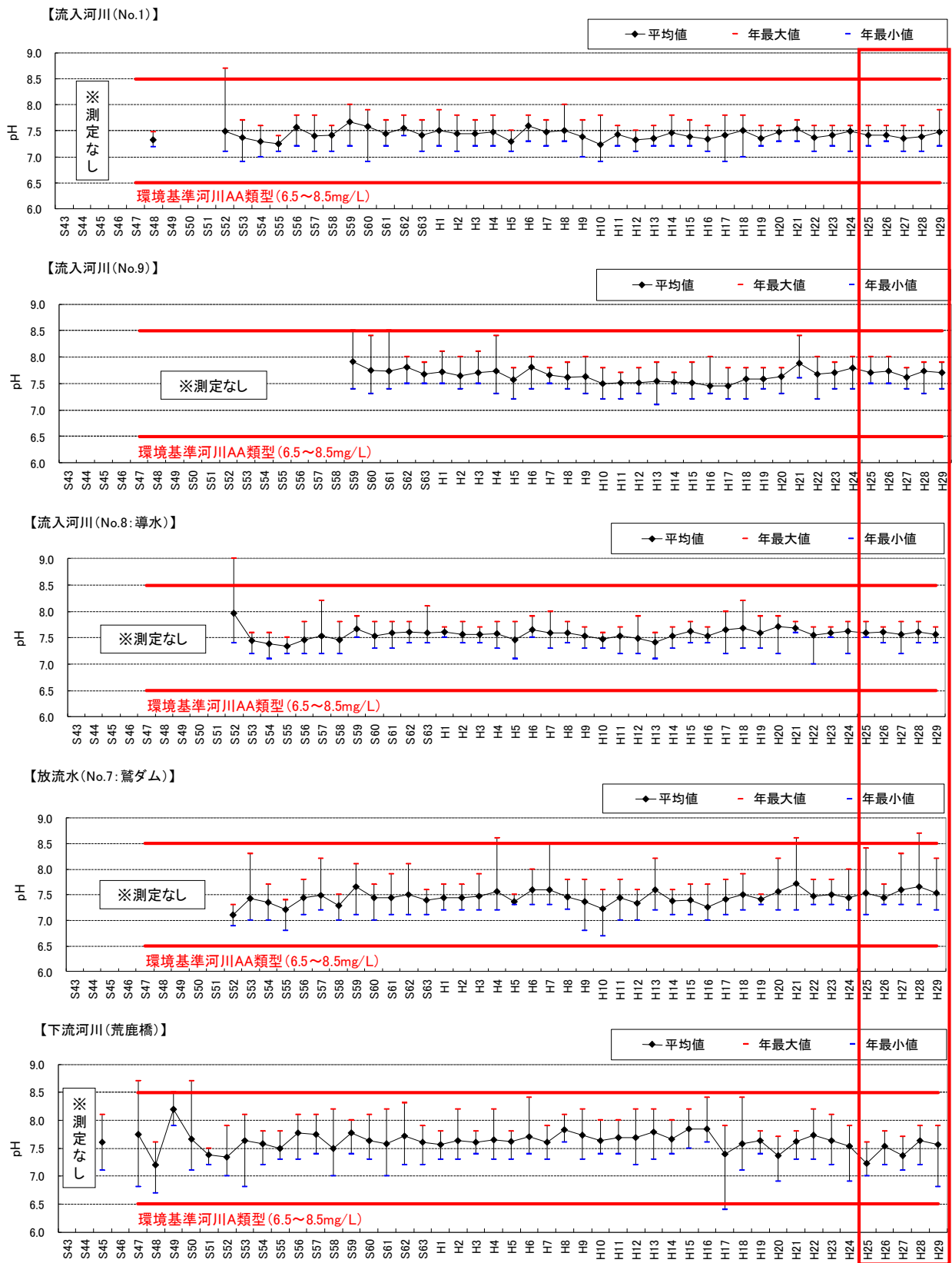
※各年の値は年平均値 (BOD は 75%値) である。

図 5.3-8(1) 流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化



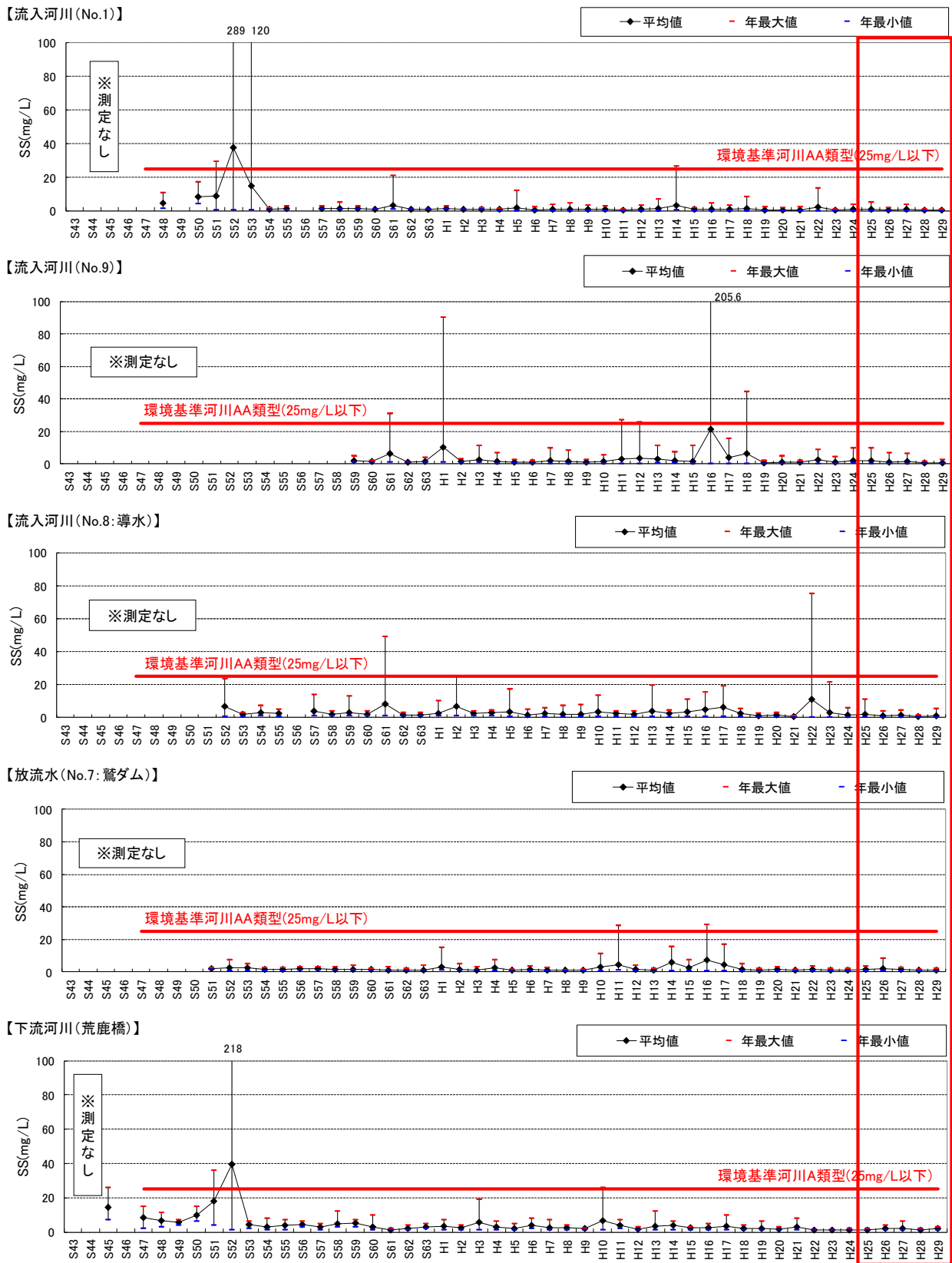
※各年の値は年平均値(CODは75%値)である。

図 5.3-8(2) 流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化



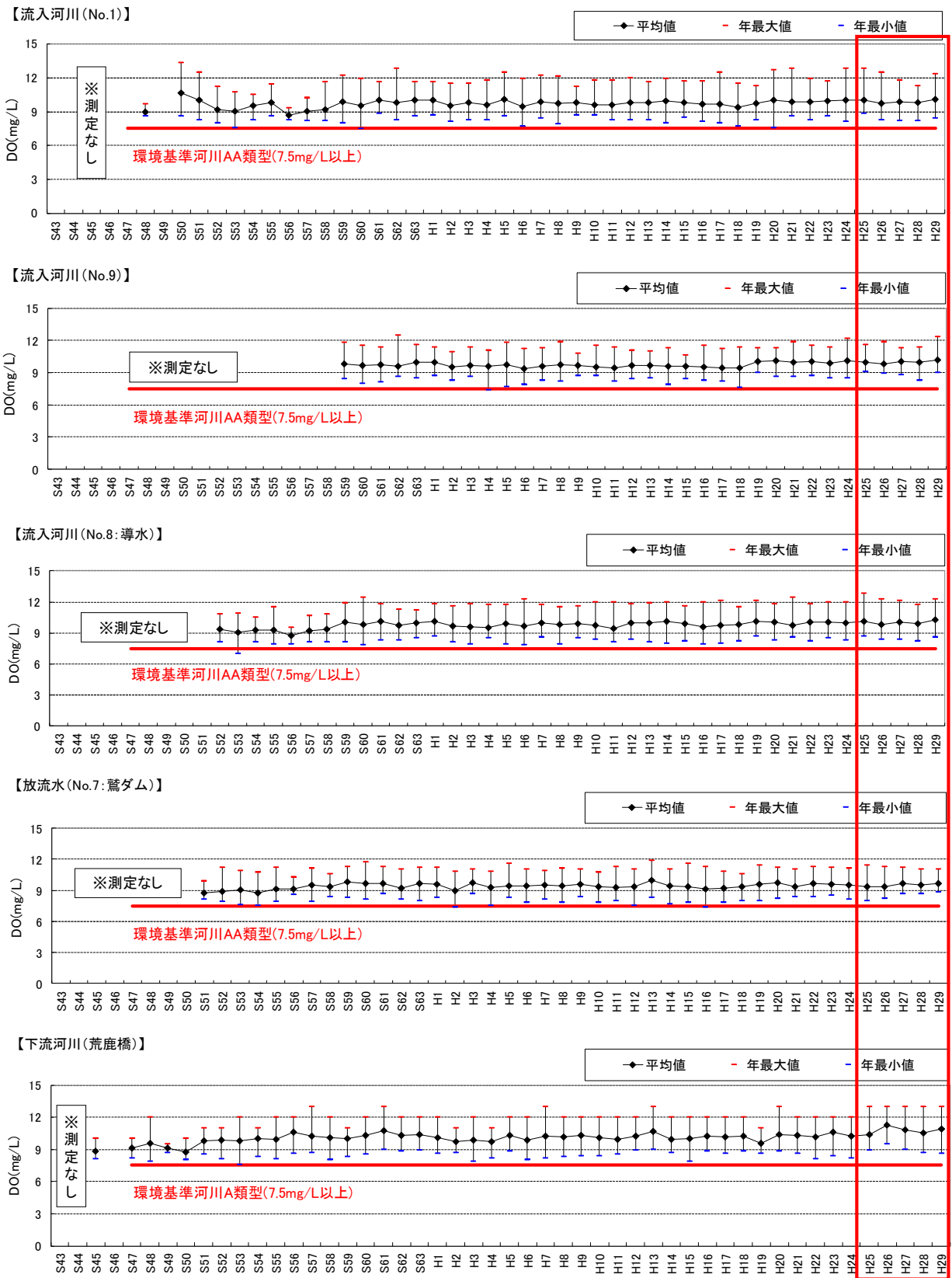
※河川の環境基準値(AA 類型・A 類型:同じ)をグラフ中表示している。
 ※各水質の値は年平均値である。

図 5.3-9(1) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(pH)



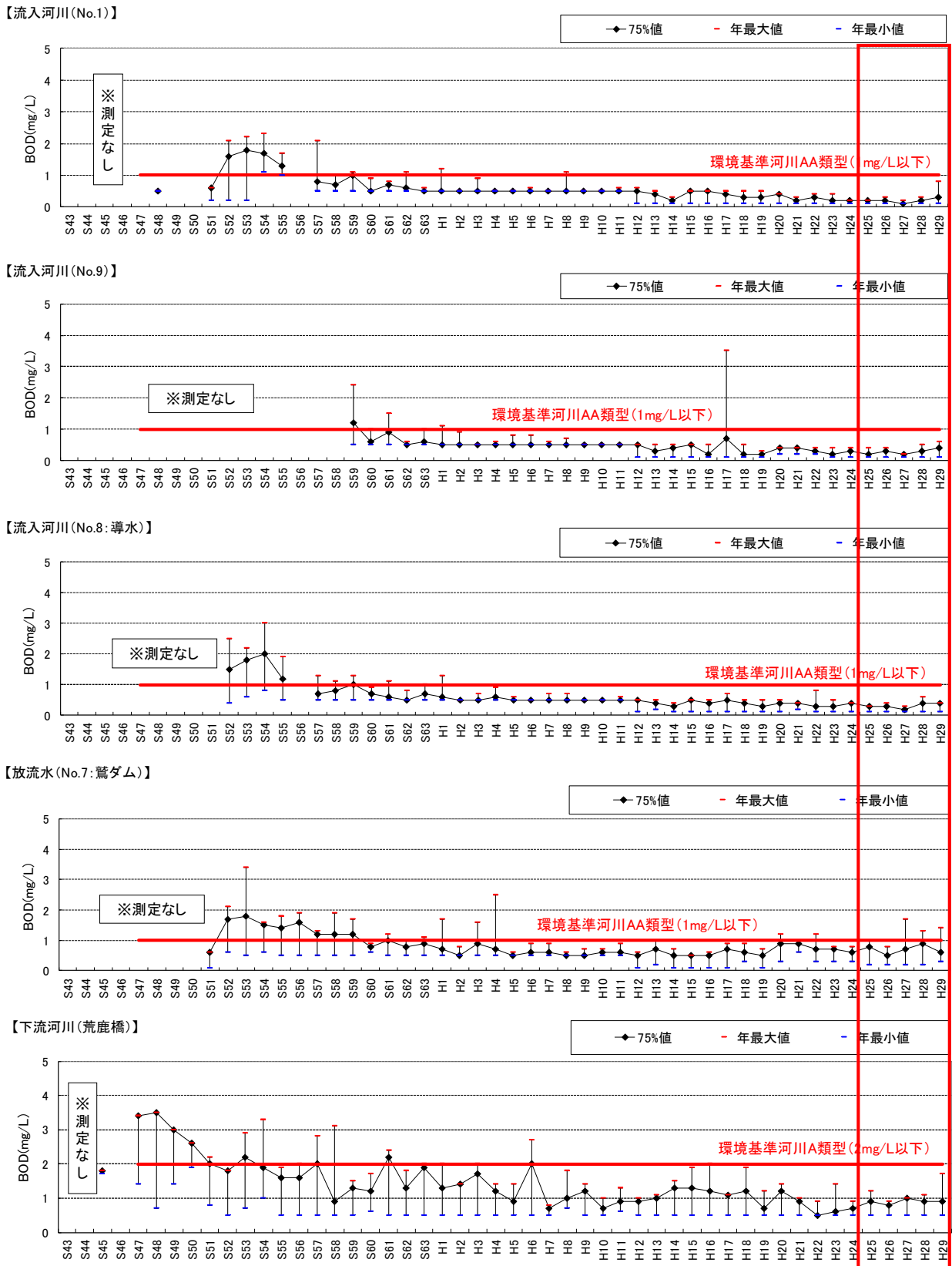
※河川的环境基準値(AA 類型・A 類型: 同じ)をグラフ中に表示している。
 ※各水質の値は年平均値である。

図 5.3-9(2) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(SS)



※河川的环境基準値(AA 類型・A 類型:同じ)をグラフ中表示している。
 ※各水質の値は年平均値である。

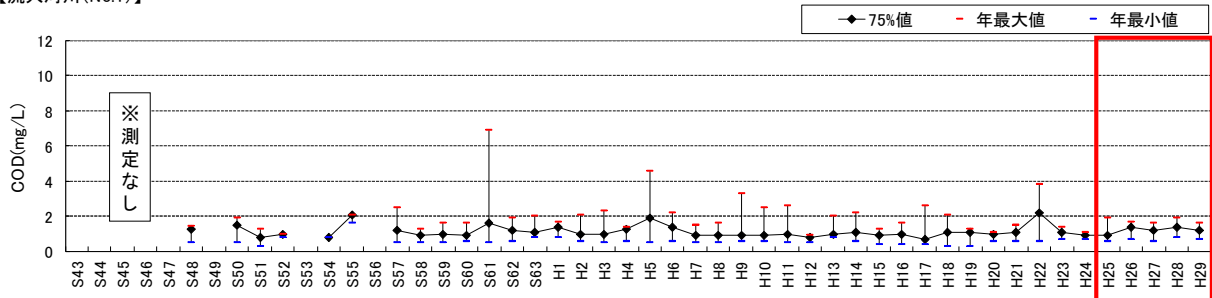
図 5.3-9(3) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(DO)



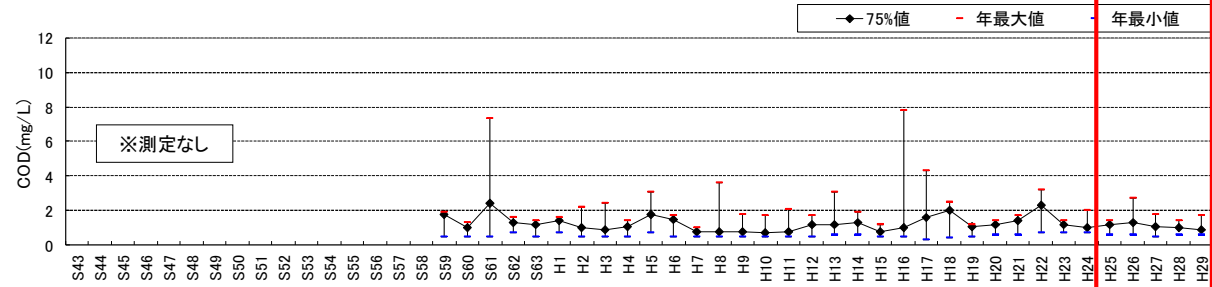
※河川の環境基準値(AA 類型・A 類型:同じ)をグラフ中表示している。
 ※各水質の値は年75%値である。

図 5.3-9(4) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(BOD)

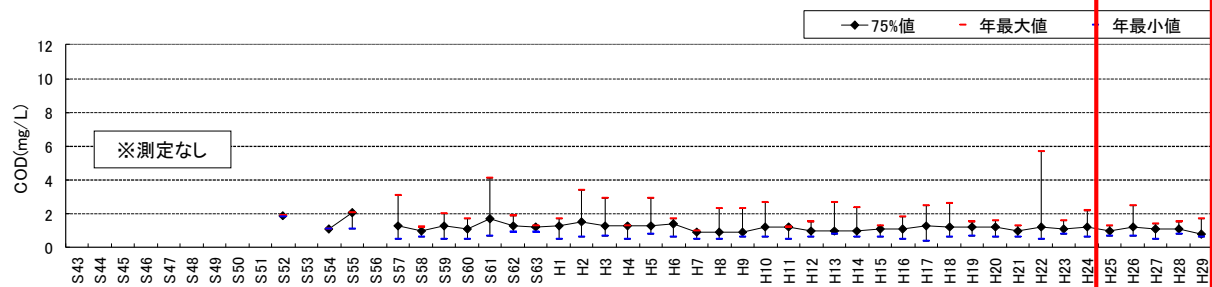
【流入河川(No.1)】



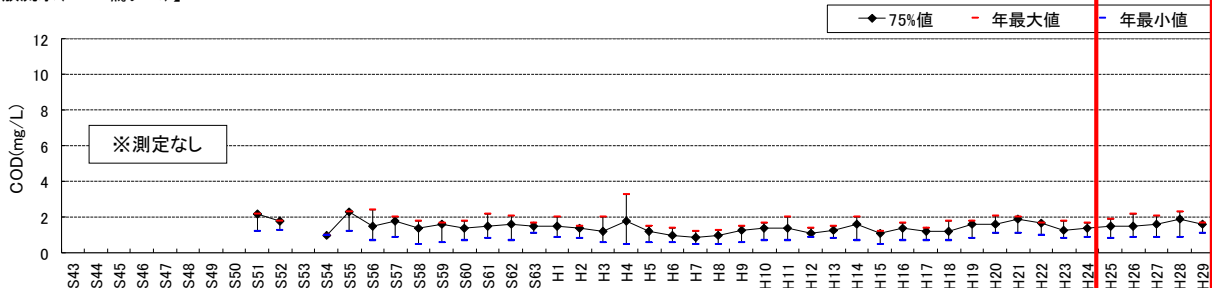
【流入河川(No.9)】



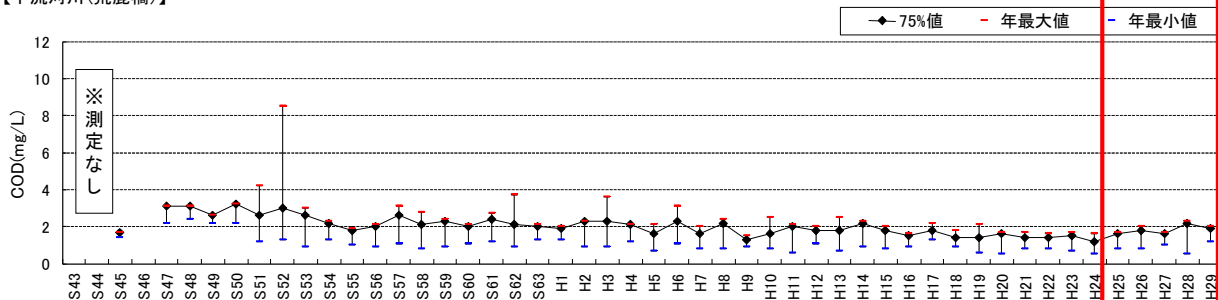
【流入河川(No.8:導水)】



【放流水(No.7:鷺ダム)】

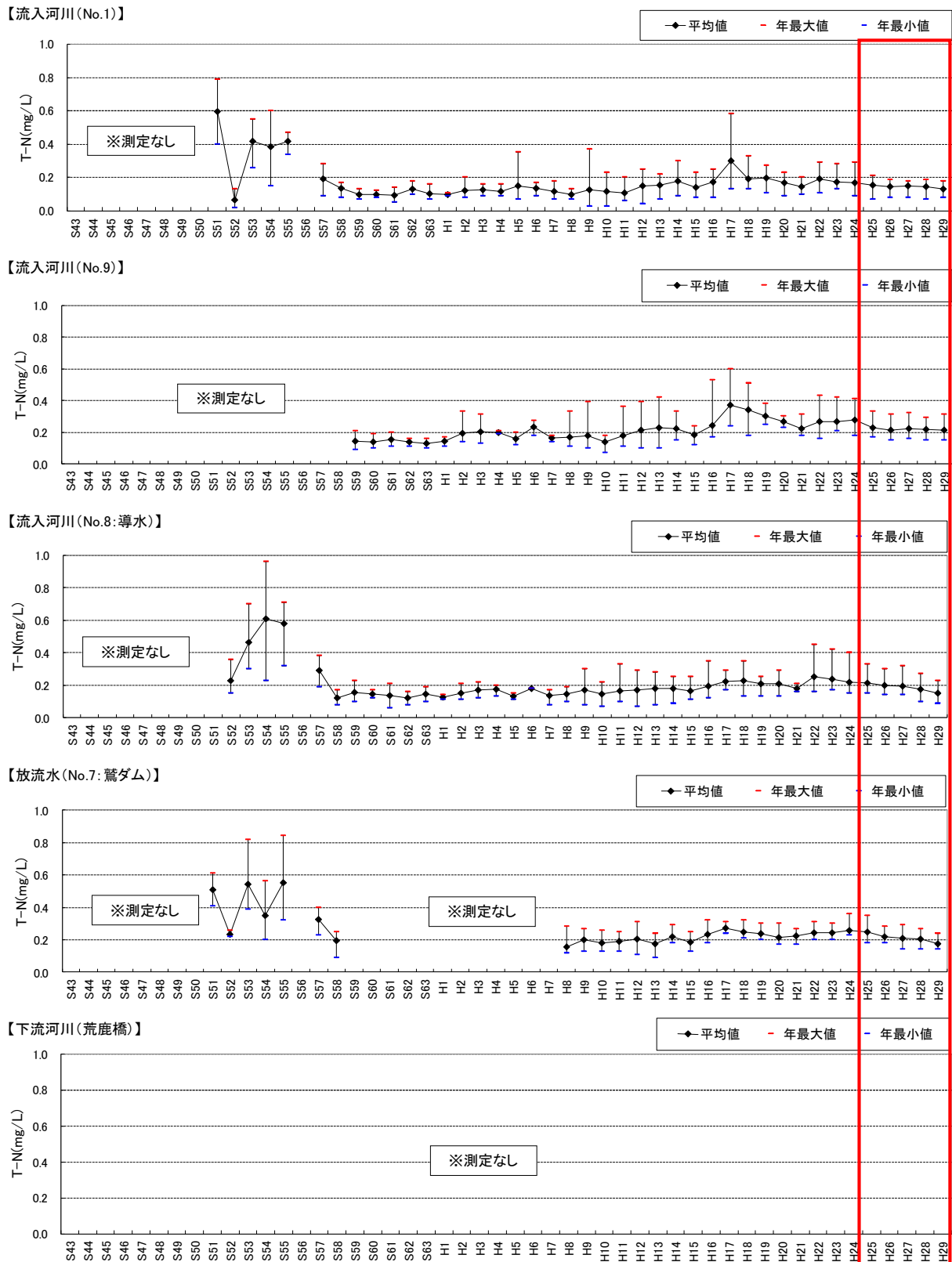


【下流河川(荒鹿橋)】



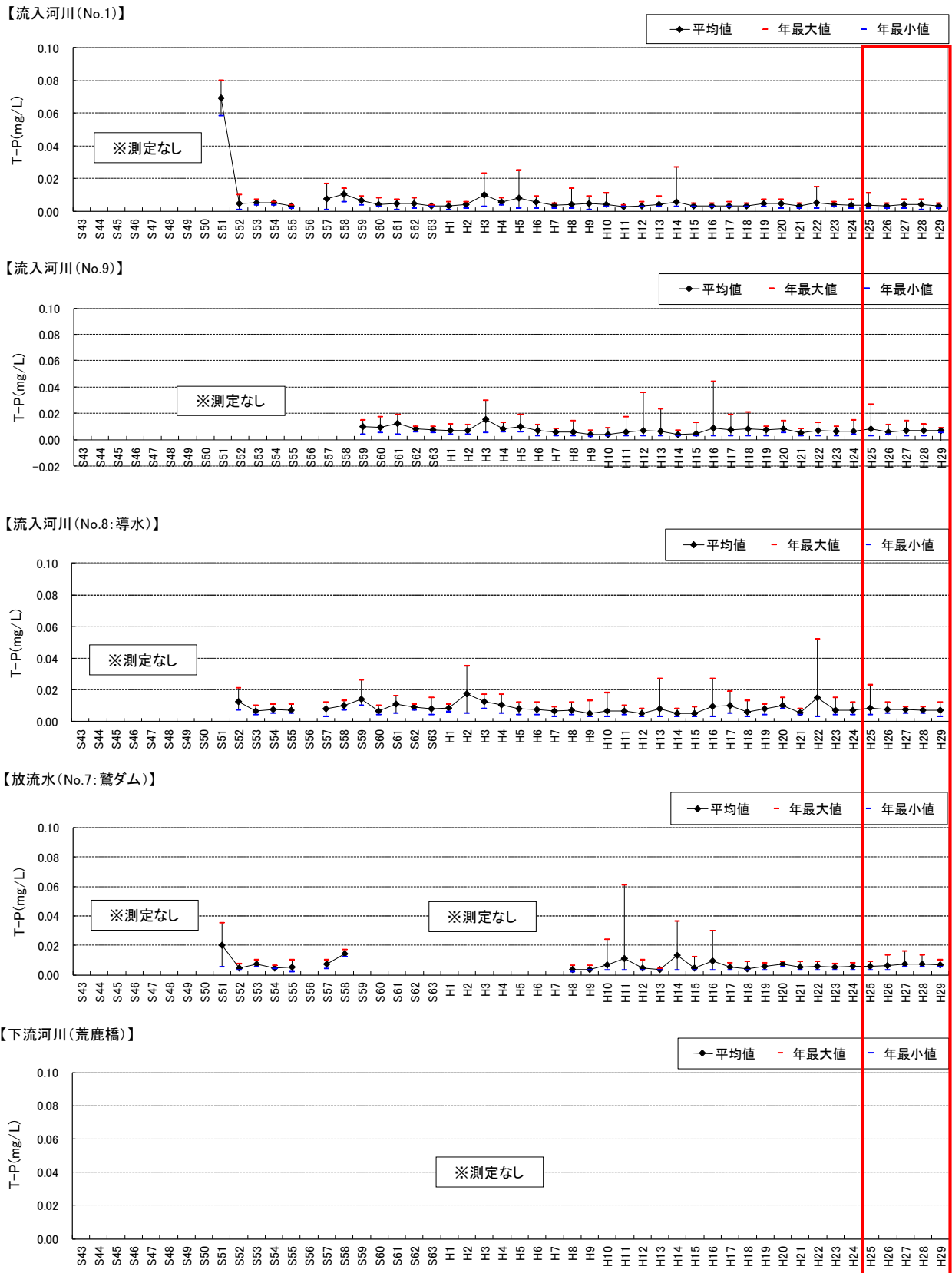
※各水質の値は年75%値である。

図 5.3-9(5) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(COD)



※各水質の値は年平均値である。

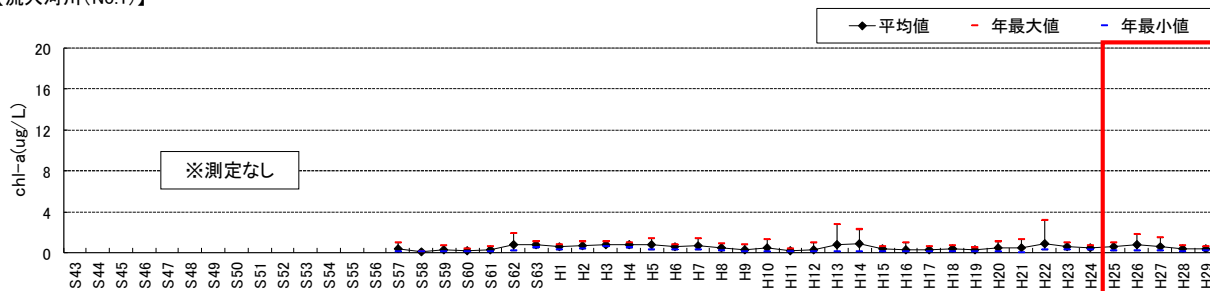
図 5.3-9(6) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(T-N)



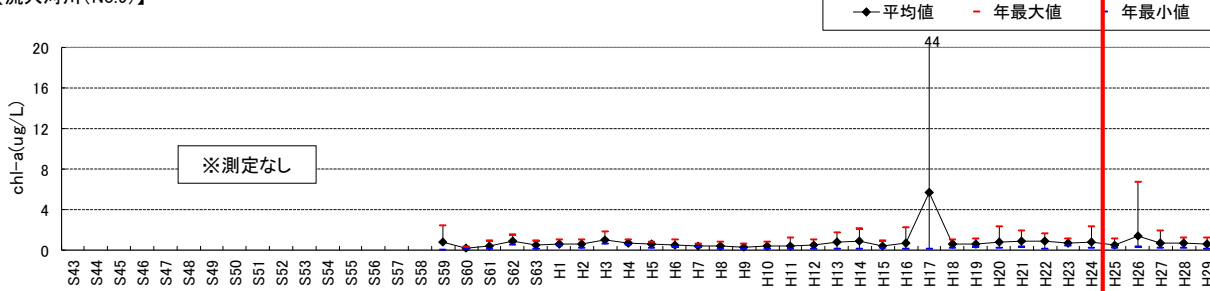
※各水質の値は年平均値である。

図 5.3-9(7) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化(T-P)

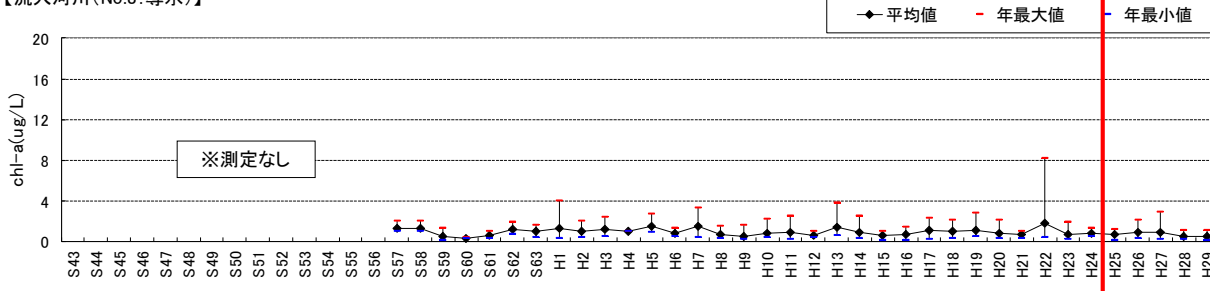
【流入河川(No.1)】



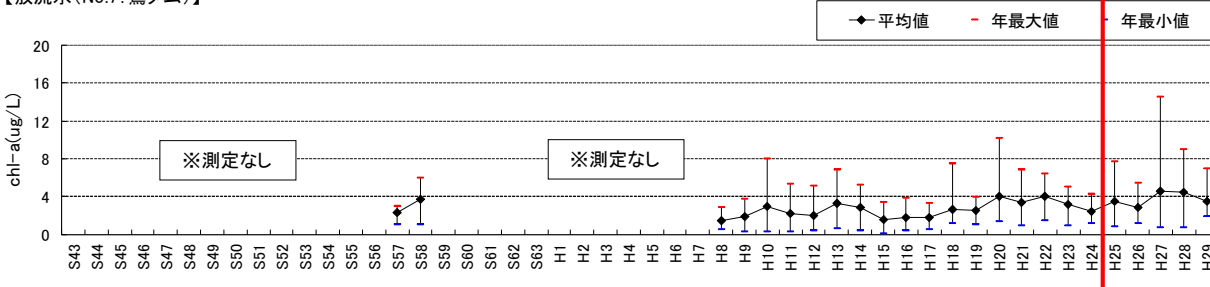
【流入河川(No.9)】



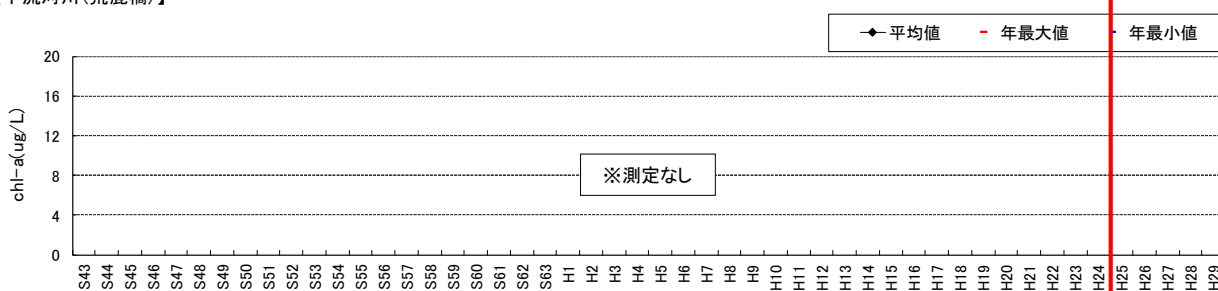
【流入河川(No.8:導水)】



【放流水(No.7:鷲ダム)】

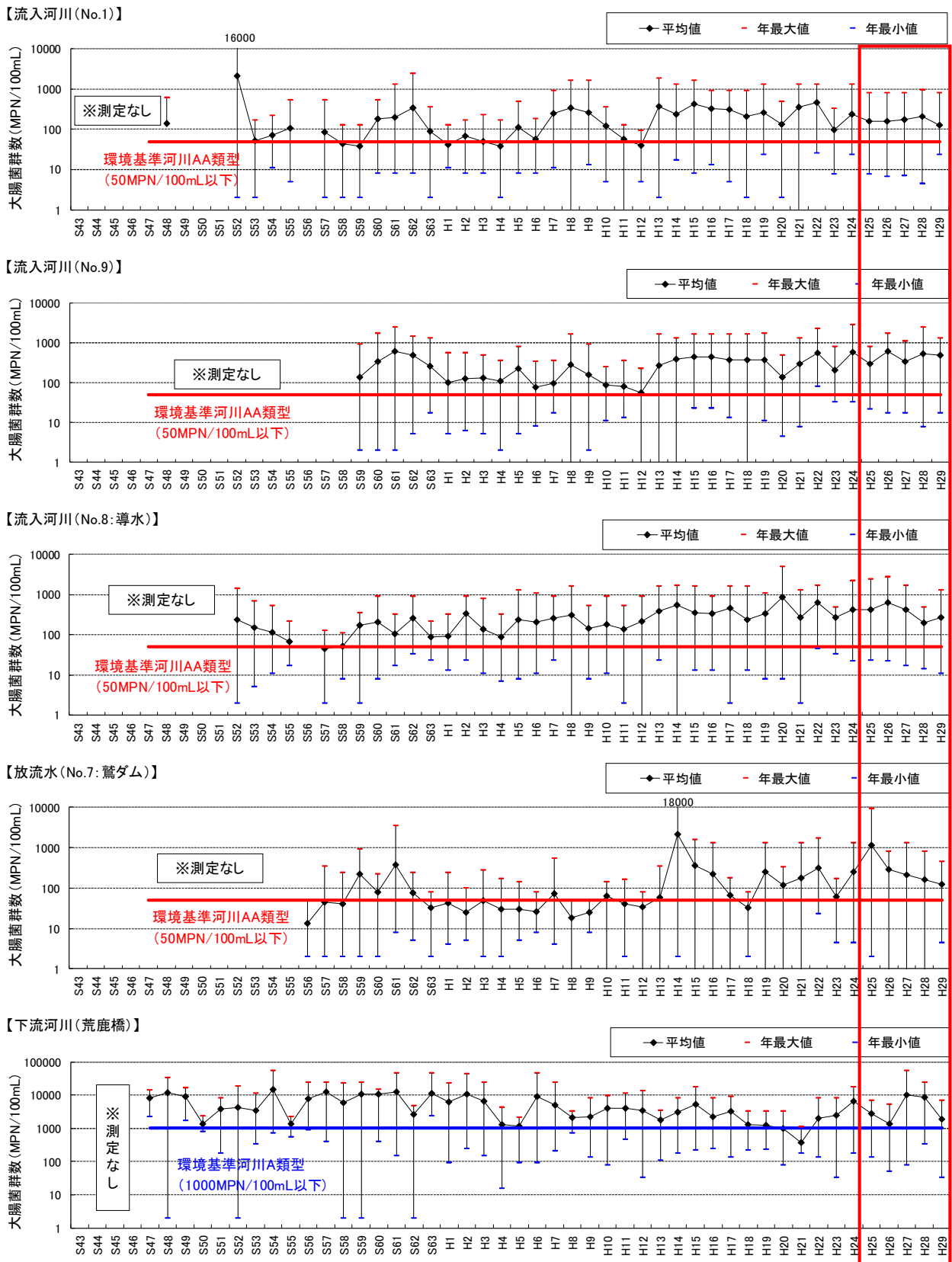


【下流河川(荒鹿橋)】



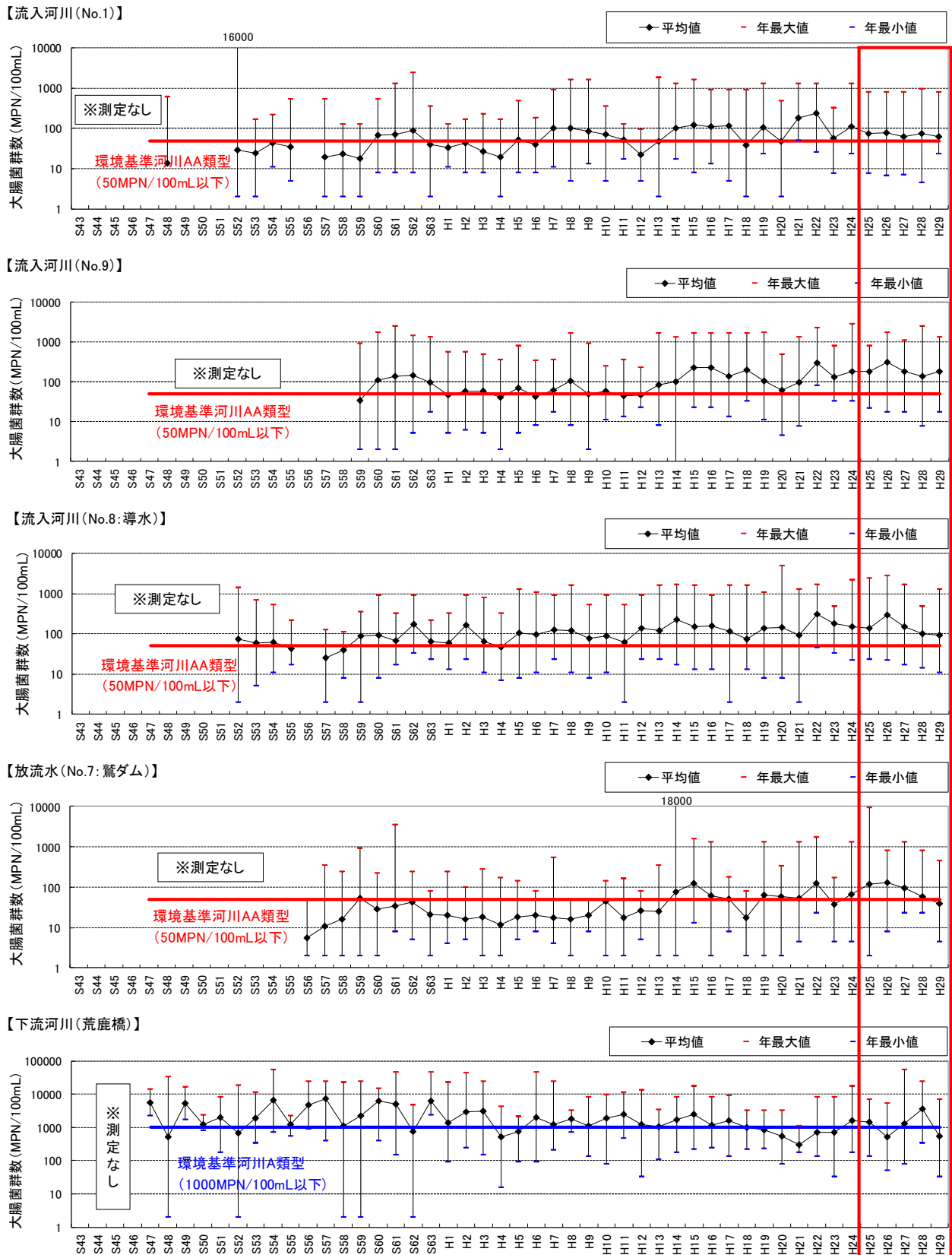
※各水質の値は年平均値である。

図 5.3-9(8) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化 (クロロフィルa)



※河川の環境基準値(AA 類型・A 類型)をグラフ中に表示している。
※平均値は算術平均 $(x_1+x_2+\dots+x_n)/n$ で算定している

図 5.3-9(9) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化
(大腸菌群数：平均値は算術平均)



※河川の環境基準値 (AA 類型・A 類型) をグラフ中に表示している。
 ※幾何平均 $\sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n}$ で算定している。

図 5.3-9(10) 各地点における流入河川、放流水及び下流河川の水質の経年変化
 (大腸菌群数：平均値は幾何平均)

(2) 貯水池内

九頭竜ダム貯水池の水質について、No. 2(箱ヶ瀬橋地点)、No. 4(ダム湖内)、No. 6(ダムサイト)の表層、中層、底層の3層を対象に、10項目の経年変化を表 5.3-3 及び図 5.3-10 に整理した。

経年的な変化としては、3地点の pH の表層、クロロフィル a の表層及び大腸菌群数、No. 2(箱ヶ瀬橋地点)のクロロフィル a の中層、及び大腸菌群数に増加傾向が認められた。その他の項目(水温、SS、DO、BOD、COD、T-N、T-P)については、年によるばらつきはあるものの、経年的に大きな変化は認められなかった。

近5カ年では、水温は No. 2(箱ヶ瀬橋地点)で、平成 28(2016)年、平成 29(2017)年に全層で高かった。

DO は、中層、底層で3地点ともに平成 28(2016)年に低い値を示し、底層においては、No. 2(箱ヶ瀬橋地点)は平成 25(2013)年、平成 28(2016)年に、No. 6(ダムサイト)は平成 28(2016)年、平成 29(2017)年に環境基準を満足していなかった。

COD は平成 28(2016)年に3地点ともに全層で高めであった。

T-N は、3地点ともに全層で減少傾向であった。

クロロフィル a は、No. 2(箱ヶ瀬橋地点)の中層で増加傾向であった。

pH、SS、BOD、T-P、大腸菌群数の近5カ年の推移は平年と比較して大きな変化はみられなかったが、BOD は No. 2 の表層で平成 25(2013)年、平成 28(2016)年に環境基準を満足していなかった。pH、SS については、全層で環境基準を満足していた。

大腸菌群数は、No. 2(箱ヶ瀬橋地点)では、平成 25(2013)年の表層を除き環境基準を満足していなかった。No. 4(ダム湖内)では、平成 25(2013)年及び平成 27(2015)年の表層、中層、平成 28(2016)年の表層、底層で環境基準を満足していなかった。No. 6(ダムサイト)では、平成 26(2014)年の表層、中層、平成 27(2015)年及び平成 28(2016)年の表層、平成 29(2017)年の底層で環境基準を満足していなかった。

表 5.3-3(1) 貯水池内(No.2)における平均水質の経年変化のまとめ(H25~H29)

水質項目 (環境基準値※)	単位	河川 AA 類型				内 容
		No.2 (表層)	No.2 (中層)	No.2 (底層)	三層 平均	
水温	℃	16.3 (16.1)	10.7 (10.2)	5.9 (5.8)	11.0 (10.7)	経年的に横ばいで推移しているが、平成28年、29年と中層、底層で連続して高い値であった。
pH (6.5以上8.5以下)	—	7.8 (7.7)	7.3 (7.2)	7.0 (7.0)	7.4 (7.3)	表層は中層、底層に比べ、高い値で推移している。経年的には、表層は上昇傾向、中層、底層は横ばい傾向である。調査開始以降、環境基準を満足している。
SS (25mg/L以下)	mg/L	1.7 (2.0)	2.1 (3.3)	3.8 (6.3)	2.6 (3.9)	経年的には、表層では5mg/L以下で推移している。中層、底層で高くなる年もあるが、近5ヶ年は低い水準で推移している。平成14年を除き、環境基準を満足している。
DO (7.5mg/L以上)	mg/L	9.6 (9.5)	9.1 (9.0)	7.6 (8.2)	8.8 (8.9)	経年的に大きな変化はみられないが、底層で環境基準を満足しない年もある。近5ヶ年には、平成25年、平成28年に環境基準を満足していなかった。
BOD75%値 (1mg/L以下)	mg/L	1.0 (0.9)	0.6 (0.6)	0.4 (0.6)	0.7 (0.7)	経年的に大きな変化はみられないが、表層で環境基準を満足しない年もある。近5ヶ年には、平成25年、平成28年に環境基準を満足していなかった。
COD75%値	mg/L	2.0 (1.8)	1.7 (1.6)	1.4 (1.5)	1.7 (1.6)	年によるばらつきがあるものの、経年的に大きな変化はみられない。近5ヶ年はほぼ横ばいで推移している。
T-N	mg/L	0.22 (0.20)	0.24 (0.20)	0.31 (0.30)	0.26 (0.24)	経年的には全層で平成25年頃まで微増傾向がみられたが、平成26年以降、減少傾向がみられる。
T-P	mg/L	0.007 (0.007)	0.007 (0.008)	0.008 (0.012)	0.008 (0.009)	全層で近5ヶ年は低い水準で推移している。経年的にも大きな変化はみられない。
クロロフィル a	μg/L	5.9 (4.6)	4.2 (3.0)	1.3 (1.1)	3.8 (2.9)	経年的には平成15年以降増加傾向がみられる。表層は、年によるばらつきが大きい。
大腸菌群数 (50MPN/100mL以下)	MPN/ 100mL	100 (128)	147 (204)	151 (116)	133 (150)	経年的には平成5年頃から増加傾向にあり、平成19年に高い値を示した後はいったん減少し、近5ヶ年は横ばい傾向にある。

※表中の数値は平成25年～平成29年の平均値、75%値を示す。

また、()内は調査開始～平成29年の平均値を示し、表中「平年値」と記す。

※河川の環境基準値(AA類型)を記載している。

表 5.3-3(2) 貯水池内(No.4)における平均水質の経年変化のまとめ(H25~H29)

水質項目 (環境基準値※)	単位	河川 AA 類型				内容
		No.4 (表層)	No.4 (中層)	No.4 (底層)	三層 平均	
水温	℃	16.2 (16.1)	5.4 (5.6)	4.7 (4.9)	8.8 (8.9)	経年的に横ばいで推移している。中層、底層に比べ、表層の水温が高い。
pH (6.5以上8.5以下)	—	7.9 (7.8)	7.2 (7.2)	7.1 (7.1)	7.4 (7.4)	近 5 ヶ年平均は全層とも平年値と概ね同程度であり、経年的に大きな変化はみられない。調査開始以降、環境基準を満足している。
SS (25mg/L 以下)	mg/L	1.5 (1.8)	1.2 (2.3)	1.7 (4.1)	1.5 (2.7)	全層とも近 5 ヶ年は低い水準で推移しており、経年的に大きな変化はみられない。調査開始以降、環境基準を満足している。
DO (7.5mg/L 以上)	mg/L	9.5 (9.4)	9.3 (9.5)	8.9 (9.0)	9.2 (9.3)	経年的には全層とも大きな変化はみられない。近 5 ヶ年では、平成 28 年、29 年の中層、底層で低い値であった。調査開始以降、環境基準を満足している。
BOD75%値 (1mg/L 以下)	mg/L	0.8 (0.8)	0.4 (0.5)	0.4 (0.5)	0.5 (0.6)	近 5 ヶ年平均は全層とも平年値と概ね同程度であり、経年的に大きな変化はみられない。表層で平成 3 年、21 年に環境基準値を超えているが、概ね環境基準を満足している。
COD75%値	mg/L	1.7 (1.7)	1.0 (1.0)	1.0 (1.2)	1.2 (1.3)	近 5 ヶ年平均は全層とも平年値と概ね同程度である。経年的には表層で平成 19 年、21 年に、中層、底層で平成 14 年に高い値を示したが、概ね横ばいで推移している。
T-N	mg/L	0.21 (0.19)	0.29 (0.27)	0.31 (0.31)	0.27 (0.26)	近 5 ヶ年平均は全層とも平年値と概ね同程度であり、経年的に大きな変化はみられない。経年では平成 18 年頃まで増加傾向がみられたが、それ以降は概ね横ばいである。
T-P	mg/L	0.006 (0.006)	0.005 (0.006)	0.005 (0.008)	0.005 (0.007)	近 5 ヶ年平均は全層とも平年値と概ね同程度であり、経年的にみると、平成 15 年以降低い値で推移している。
クロロフィル a	μg/L	4.2 (3.3)	0.8 (0.8)	0.4 (0.4)	1.8 (1.5)	経年的には、表層で増加傾向にあり、平成 21 年に特に高い値を示している。近 5 ヶ年は概ね横ばいで推移している。
大腸菌群数 (50MPN/100mL 以下)	MPN/ 100mL	78 (107)	49 (89)	41 (45)	56 (80)	経年的には平成 19 年に高い値を示し、全体としても平成 5 年頃以降増加傾向がみられたが、近 5 ヶ年は横ばい傾向にある。

※表中の数値は平成 25 年～平成 29 年の平均値、75%値を示す。

また、()内は調査開始～平成 29 年の平均値を示し、表中「平年値」と記す。

※河川の環境基準値(AA 類型)を記載している。

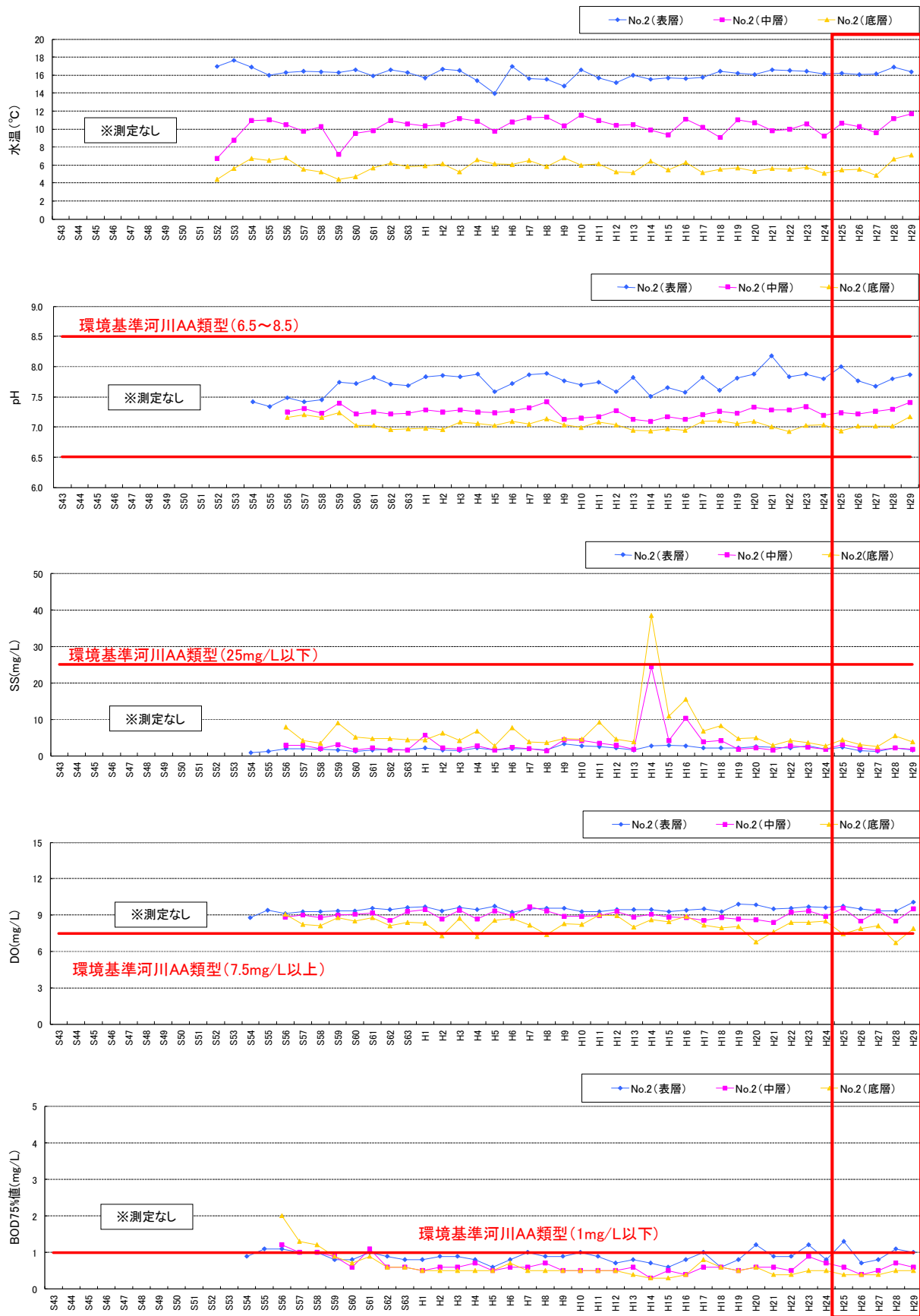
表 5.3-3(3) 貯水池内(No.6)における平均水質の経年変化のまとめ(H25~H29)

水質項目 (環境基準値※)	単位	河川 AA 類型				内容
		No.6 (表層)	No.6 (中層)	No.6 (底層)	三層 平均	
水温	℃	16.0 (15.9)	4.9 (5.2)	4.6 (4.8)	8.5 (8.6)	経年的には、ほぼ横ばいで推移している。近5ヶ年も大きな変化はみられない。
pH (6.5以上8.5以下)	—	7.9 (7.7)	7.2 (7.2)	7.1 (7.1)	7.4 (7.3)	経年的には、表層で増加傾向にある。中層、底層は横ばいで推移している。近5ヶ年は全層で横ばい傾向である。調査開始以降、環境基準値を満足している。
SS (25mg/L以下)	mg/L	1.2 (1.9)	0.9 (1.6)	1.5 (4.1)	1.2 (2.5)	経年的には、平成19年以降、低い値で推移している。調査開始以降、環境基準値を満足している。
DO (7.5mg/L以上)	mg/L	9.5 (9.3)	9.8 (9.9)	7.8 (8.3)	9.0 (9.2)	経年的に大きな変化はみられないが、底層で環境基準を達成しないことがある。近5ヶ年では、平成28年、29年の底層で環境基準を満足していなかった。
BOD75%値 (1mg/L以下)	mg/L	0.8 (0.9)	0.4 (0.6)	0.4 (0.7)	0.5 (0.7)	経年的には、昭和60年以降、年によるばらつきはあるものの、全層とも概ね横ばいで推移している。近5ヶ年では、全層で環境基準を満足している。
COD75%値	mg/L	1.7 (1.6)	0.9 (1.0)	1.2 (1.3)	1.3 (1.3)	経年的には、年によるばらつきはみられるが、概ね横ばいで推移している。
T-N	mg/L	0.21 (0.23)	0.28 (0.28)	0.33 (0.33)	0.27 (0.28)	経年的には、平成5年頃から増加傾向であったが近5ヶ年は減少傾向にある。
T-P	mg/L	0.006 (0.007)	0.004 (0.005)	0.006 (0.009)	0.005 (0.007)	経年的にみると、平成14年に中層、底層で高い値を示したが、それ以降は低い値で推移している。
クロロフィル a	μg/L	3.8 (2.9)	0.7 (0.5)	0.4 (0.4)	1.6 (1.3)	経年的には、表層で微増傾向にある。中層、底層は低い水準で推移している。
大腸菌群数 (50MPN/100mL以下)	MPN/ 100mL	107 (67)	37 (31)	35 (38)	60 (45)	経年的には、年によるばらつきはみられるものの、増加傾向にある。全層で環境基準を満足しない年がみられる。近5ヶ年では、表層で平成26年~28年、中層で平成26年、底層で平成29年に環境基準を満足していなかった。

※表中の数値は平成25年~平成29年の平均値、75%値を示す。

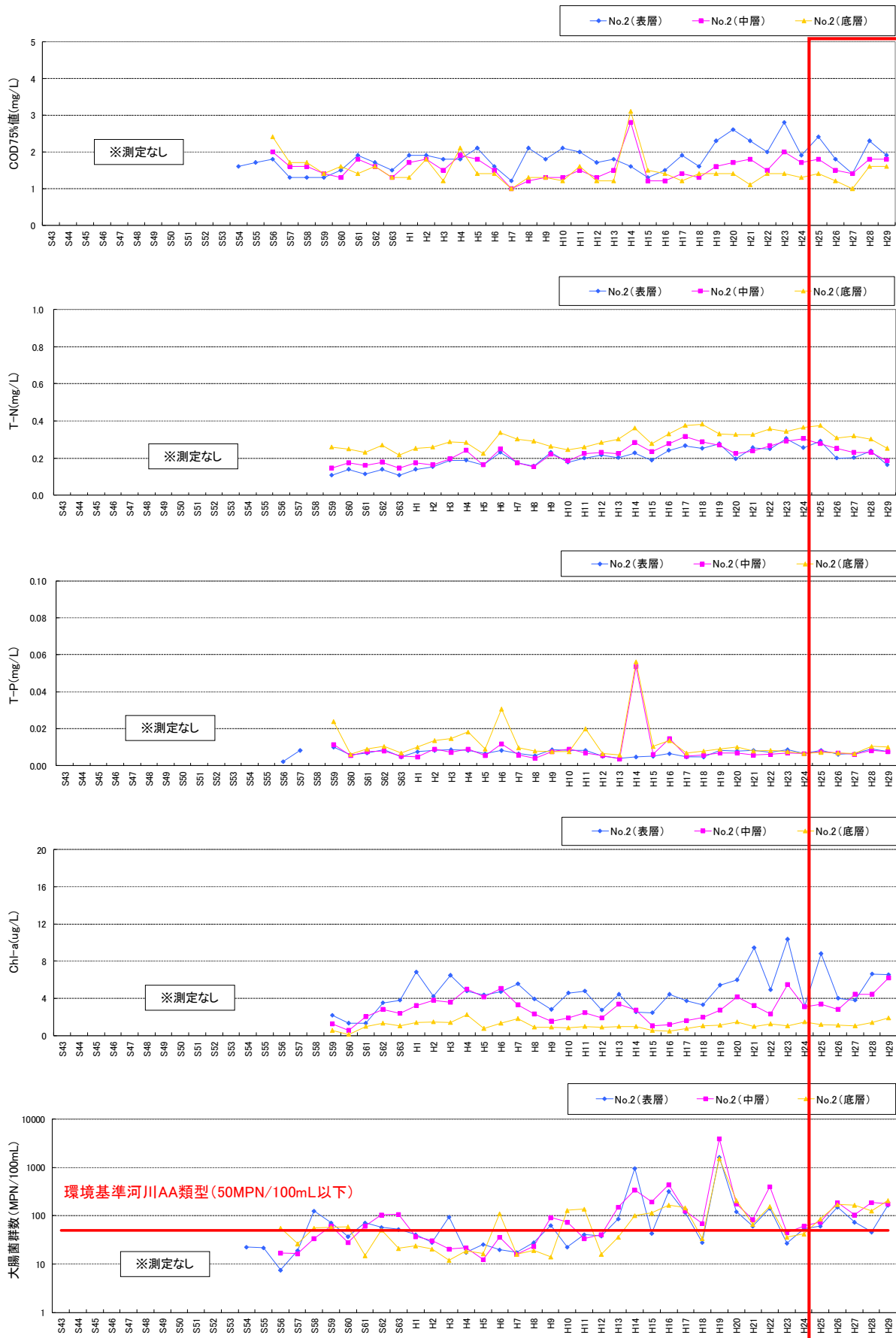
また、()内は調査開始~平成29年の平均値を示し、表中「平年値」と記す。

※河川の環境基準値(AA類型)を記載している。



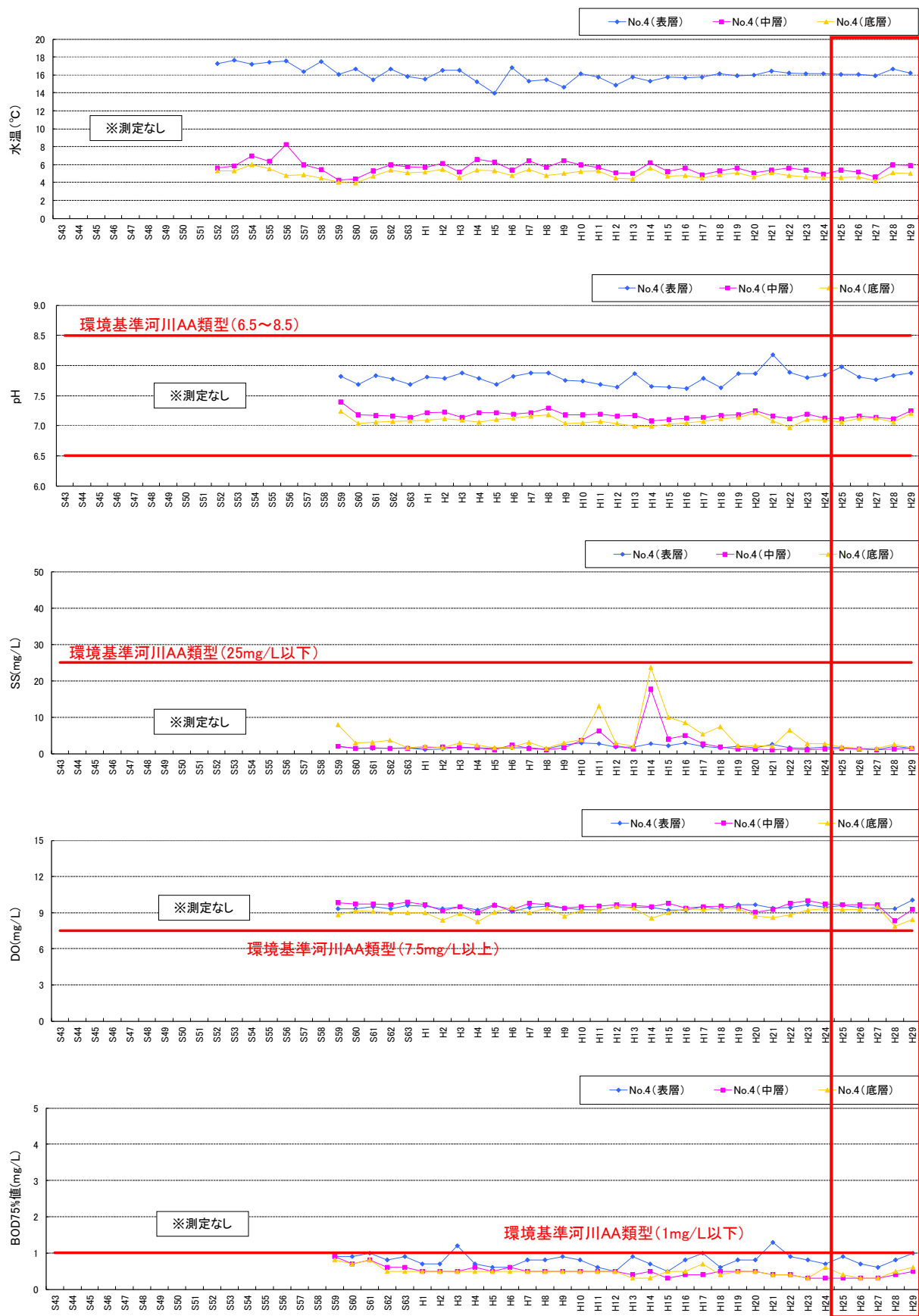
※河川の環境基準値(AA 類型)をグラフ中に表示している。

図 5.3-10(1) 貯水池内の水質の経年変化(No. 2 : 箱ヶ崎橋地点)



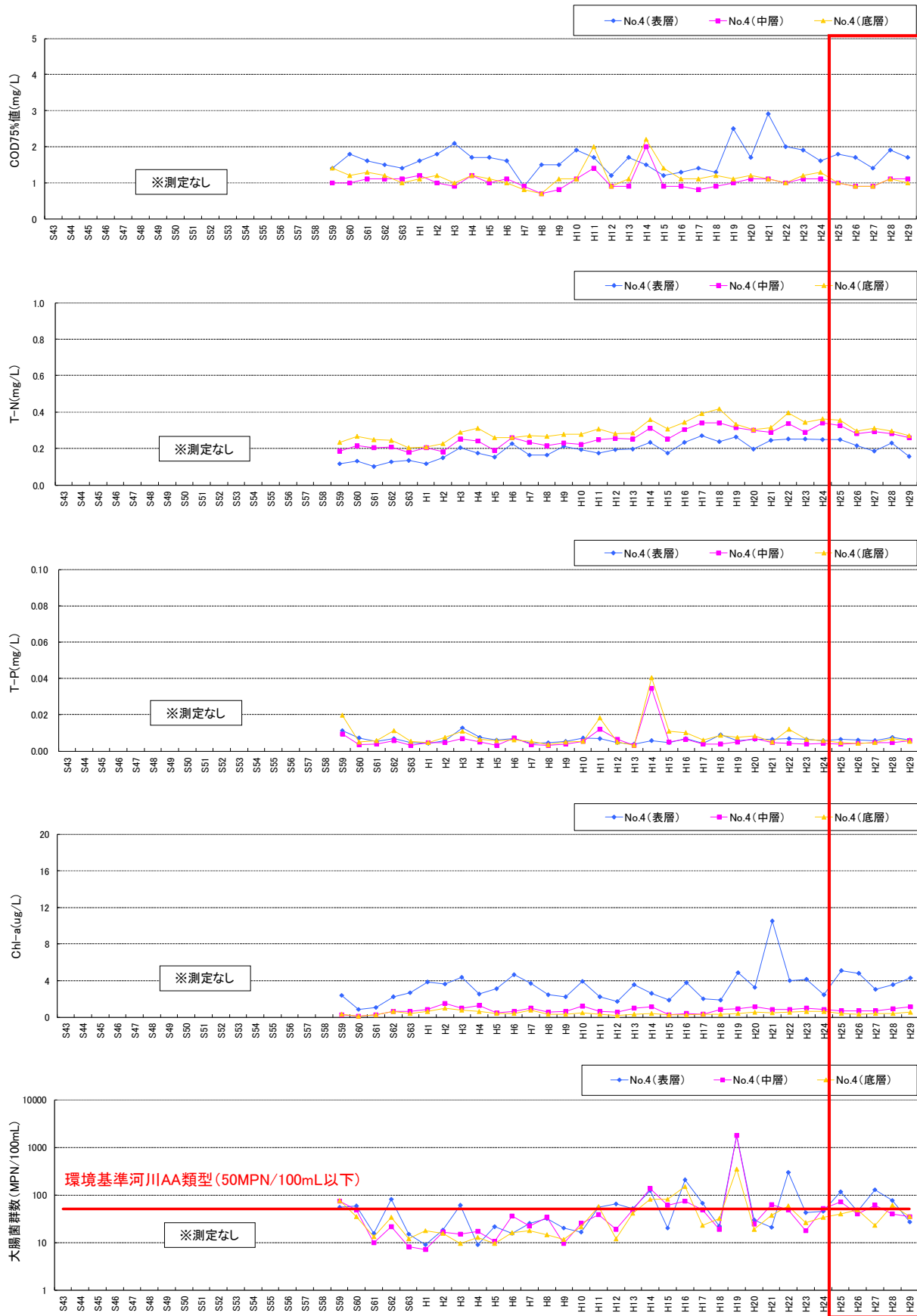
※河川の環境基準値(AA 類型)をグラフ中に表示している。

図 5.3-10(2) 貯水池内の水質の経年変化(No. 2: 箱ヶ崎橋地点)



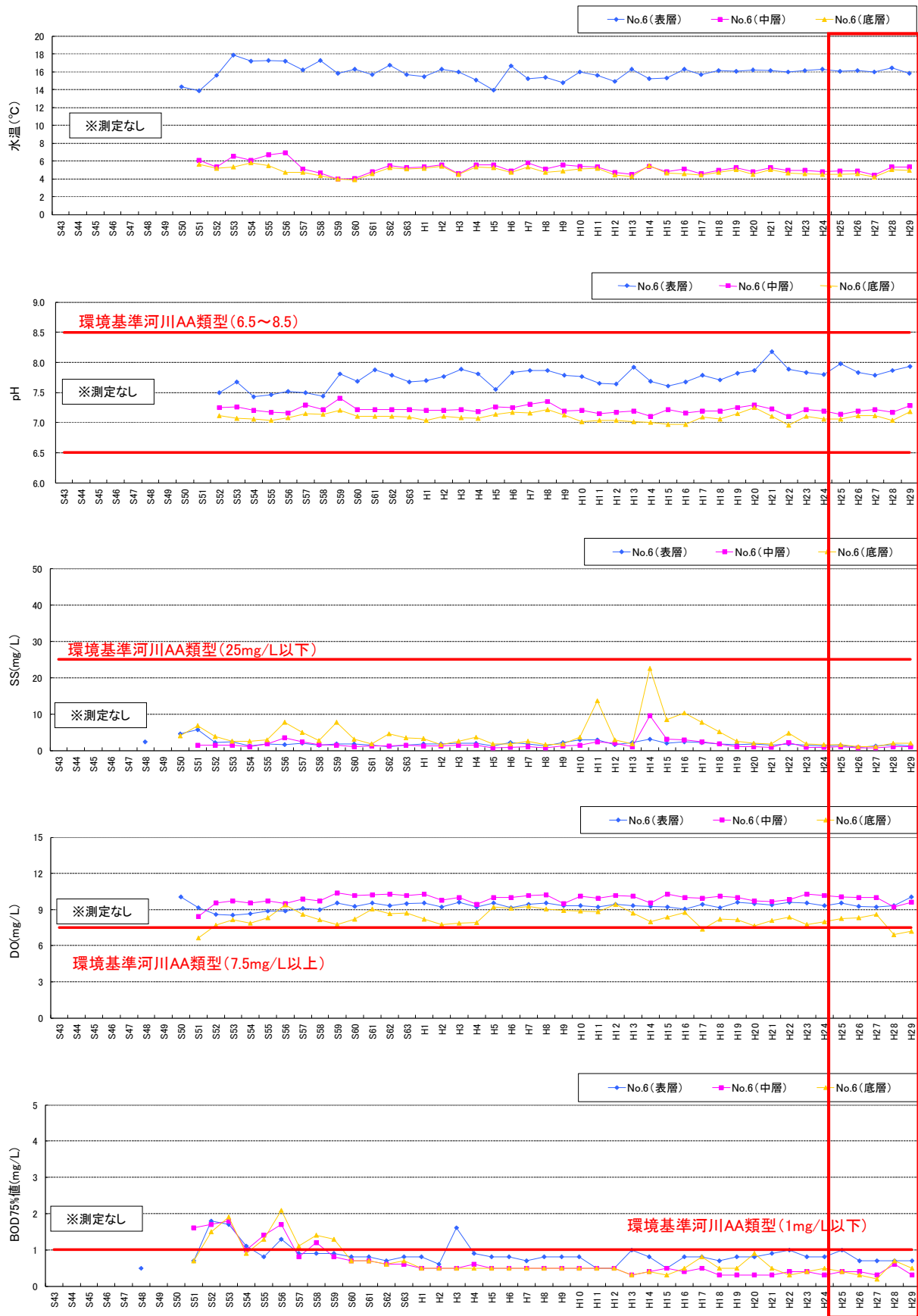
※河川の環境基準値(AA 類型)をグラフ中に表示している。

図 5.3-10(3) 貯水池内の水質の経年変化 (No.4 : ダム湖内)



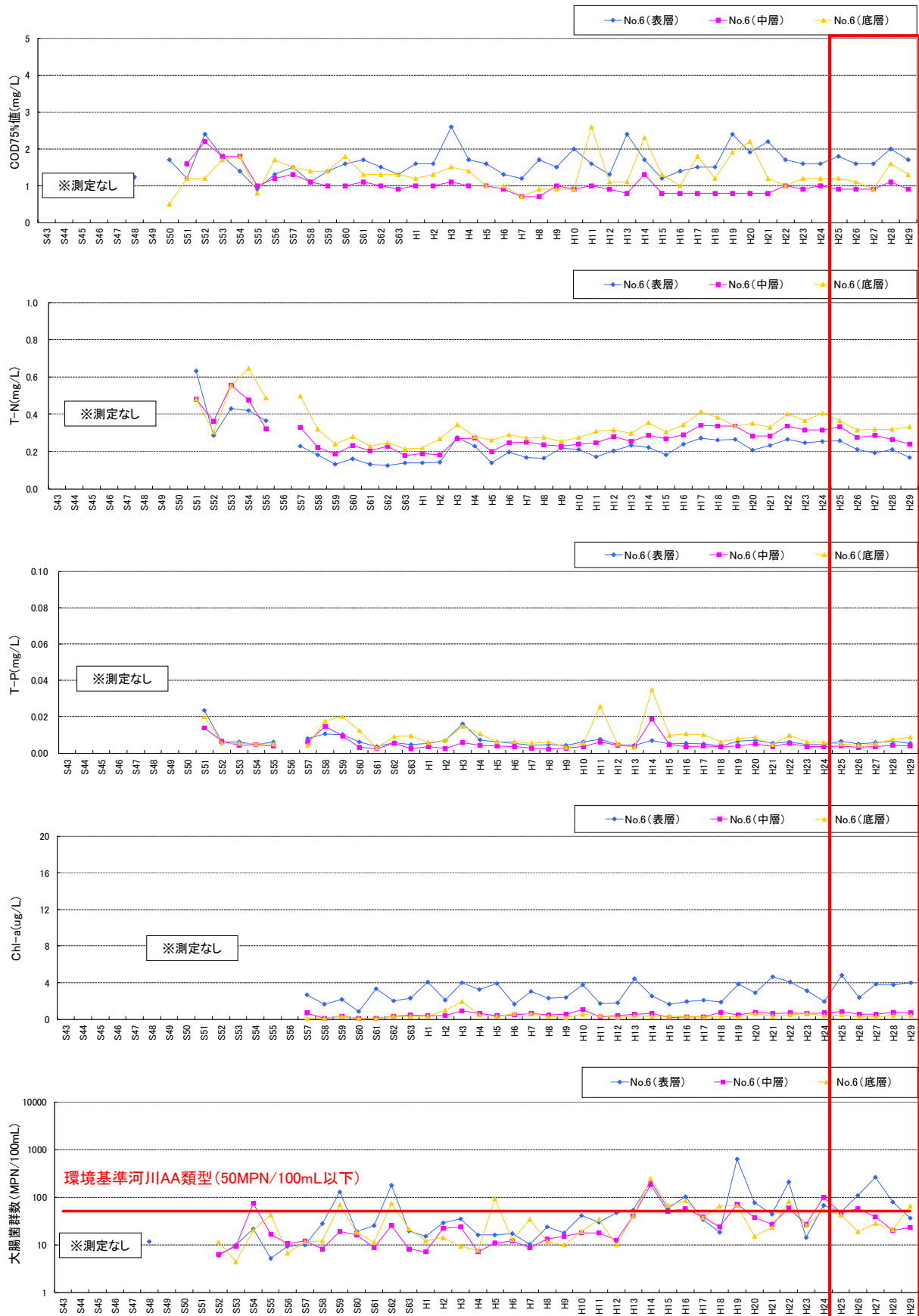
※河川の環境基準値(AA 類型)をグラフ中に表示している。

図 5.3-10(4) 貯水池内の水質の経年変化(No.4:ダム湖内)



※河川の環境基準値(AA 類型)をグラフ中に表示している。

図 5.3-10(5) 貯水池内の水質の経年変化(No.6 : ダムサイト)



※河川的环境基準値(AA 類型)をグラフ中に表示している。

図 5.3-10(6) 貯水池内の水質の経年変化(No.6 : ダムサイト)

5.3.3 水質の経月変化

- 5.3.3 節の出典：平成 29 年度九頭竜ダム年次報告書 平成 30 年 3 月
：平成 25 年度九頭竜ダム定期報告書 平成 26 年 3 月
：ダム諸量データベース 平成 5 年～平成 28 年
：九頭竜ダム管理年報 平成 25 年～平成 29 年
：水質調査業務報告書(九頭竜ダム) 平成 25 年～平成 29 年
：福井県公共用水域水質測定結果 平成 25 年～平成 29 年

流入河川、放流水及び下流河川の水質の経月変化の概要を表 5.3-4 に、貯水池内の水質の経月変化の概要を表 5.3-5 に、流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化を図 5.3-11～図 5.3-20 に示す。

(1) 流入河川、放流水及び下流河川

流入河川、放流水及び下流河川における近 5 ヶ年の水質の経月的な変化をみると、水温では放流水(No. 7)の夏季水温が上昇傾向にある。

pH では放流水(No. 7)が夏季、上昇傾向にあり、8.5 を超過することがある。

BOD は、放流水(No. 7)で環境基準を超過する月もみられたが、概ね 1mg/L 以下で推移している。

大腸菌群数は、夏季に高く、冬季に低くなる季節変動を示している。環境基準を超過する月が多い。

その他の項目(SS、DO、COD、T-N、T-P、クロロフィル a)については、出水などの影響を受けた場合以外では、環境基準を満たす等良好な水質であり、流入河川、放流水及び下流河川は概ね同様の傾向を示している。

表 5.3-4 水質の経月変化の概要(流入河川、放流水及び下流河川)(H25~H29)

水質項目 (環境基準値※)	H25~H29		
	流入河川	放流水	下流河川
	河川 AA 類型	河川 AA 類型	河川 A 類型
	No. 1、No. 8、No. 9	No. 7 鷺ダム	荒鹿橋
水温	概ね 3℃~20℃の範囲で季節的に変動している。	概ね 4℃~25℃の範囲で季節的に変動している。夏季水温が上昇傾向にある。	流入河川の季節変動と同様であるが、夏季水温が流入河川より高い。
pH (6.5以上8.5以下)	概ね 7~8 の範囲で変動している。	概ね 7~8.5 の範囲で変動している。夏季に高くなる傾向がある。	概ね 7~8 の範囲で変動している。放流水と同様に夏季に高くなる傾向がある。
SS (25mg/L以下)	出水により高くなる期間があるが、平常時は概ね 5mg/L 以下で推移している。	平成 26 年 9 月に 8.5mg/L を示したほかは、4mg/L 以下で推移している。	流入河川と異なり、期間を通じて上昇する月は確認されなかった。概ね 5mg/L 以下で推移している。
DO (7.5mg/L以上)	夏季に低く、冬季に高い季節変動を示しており、概ね 8~12mg/L の範囲で変動している。	流入河川とほぼ同様の傾向を示すが、流入河川より全体的にやや低めの値となっている。	流入河川と同様の傾向を示す。春季に流入河川より高くなる傾向を示す。
BOD75%値 (1mg/L以下) <2mg/L以下>	一時的に高くなる期間があるが、顕著な季節変動はみられない。概ね 0.5mg/L 以下で推移している。	夏季にやや高くなる傾向を示す。概ね 1.0mg/L 以下で推移している。	流入河川と比較するとやや高めの値となる。夏季にやや高くなる傾向を示し、概ね 1.0mg/L 前後で推移している。
COD	一時的に高くなる期間があるが、顕著な季節変動はみられない。概ね 1mg/L 前後で推移している。	夏季に高くなる傾向を示す。概ね 1~2mg/L 前後で推移している。	夏季に高くなる傾向を示し、流入河川よりやや高い値で推移している。
T-N	出水時一時的に高くなる傾向にある。また、夏季にやや低くなる傾向を示す。概ね 0.1~0.3 mg/L 程度で推移している。	流入河川と同様の傾向を示す。概ね 0.1~0.3mg/L で推移している。	—
T-P	出水時に一時的に高くなる月があるが、平常時は概ね 0.01mg/L 以下で推移している。	流入河川と同様の傾向を示す。概ね 0.01mg/L 程度で推移している。	—
クロロフィル a	概ね 4μg/L 以下で推移している。	一時的に高くなる期間があるが、概ね 8μg/L 以下で推移している。	—
大腸菌群数 (50MPN/100mL以下) <1000MPN/100mL以下>	夏季に高く、冬季に低くなる季節変動を示しており、1000MPN/100mL を超過する月もある。	流入河川と同様に夏季に高くなる傾向を示しており、概ね 1000MPN/100mL 以下で推移している。	流入河川と同様の傾向を示す。10000MPN/100mL 以上となる月もある。流入河川より高い。

(2) 貯水池内

貯水池内の水質の経月変化をみると、貯水池表層部においてクロロフィル a が初夏～秋季に増加することがあり、これに応じて pH の上昇、COD の上昇が認められる。

表 5.3-5 貯水池内における水質の経月変化の概要 (H25～H29)

水質項目 (環境基準値※)	H25～H29		
	河川 AA 類型		
	湖内表層	湖内中層	湖内底層
水温	気象・水文条件によって差異はあるものの、3～27℃程度で推移している。	No.2 では、3～17℃程度で推移しており、No.4、No.6 では、ほぼ底層に近い変化を呈しており、5℃前後で推移している。	水温成層が形成されていることもあり、経月変化は小さく、5℃前後で推移している。平成 28 年、平成 29 年は秋季から冬季にやや高い値を示している。
pH (6.5 以上 8.5 以下)	夏季に上昇が認められ、9 を超える月もみられる。	底層に近い変動傾向となっており、概ね 7～7.5 程度で推移している。	中層よりもやや低い値であり、6.6～7.5 程度で推移している。
SS (25mg/L 以下)	大きな変動はなく、7mg/L 以下で推移している。	大きな変動はなく、概ね 5mg/L 以下で推移している。	No.2 で一時的に 10mg/L を超過する月もあるが、それ以外は 5mg/L 以下で推移している。
DO (7.5mg/L 以上)	夏季に低い傾向にあり、7.5～12mg/L 程度で推移している。	夏季から秋季に低い傾向にあり、3～12mg/L 程度で推移している。	9～12月頃に No.2 及び No.6 において DO が低下し、3mg/L 以下の貧酸素状態になることがある。翌 3 月には回復している。
BOD (2mg/L 以下)	夏季に高くなる場合があり、1mg/L を上回る場合もあるが、それ以外では概ね 1mg/L 以下で推移している。	表層に比べて変化は小さく、概ね 1mg/L 以下で推移している。	表層、中層に比べて変化は小さく、概ね 1mg/L 以下で推移している。
COD	9 月頃に高くなる傾向にあり、2mg/L を上回る場合もあるが、それ以外では概ね 1～2mg/L 程度で推移している。	表層に比べて変化は小さく、概ね 1～2mg/L 程度で推移している。	一時的に高くなる場合はあるが、中層と同程度で推移している。概ね 1mg/L 前後で推移している。
T-N	大きな変動はなく、0.2mg/L 程度で推移している。経年的に増加傾向であったが、近 5 カ年は減少に転じている。	表層、中層の中間程度の変化を呈しており、0.3mg/L 前後で推移している。	表層、中層に比べてやや高く、0.3～0.4mg/L 程度で推移している。
T-P	大きな変動はなく、0.02mg/L 以下で推移している。	概ね表層と同じ傾向を示しており、大きな変動はなく、0.02mg/L 以下で推移している。	出水に伴い一時的に高くなる傾向を示すが、0.03mg/L 以下で推移している。
クロロフィル a	夏季に高くなる傾向にあり、20μg/L を超える月もみられるが、概ね 12μg/L 以下で推移している。	表層に比べ、変化は小さい。No.2 は概ね 10μg/L 以下、No.4 と No.6 は概ね 2μg/L 以下で推移している。	No.2 は概ね 1μg/L 前後、No.4 と No.6 は概ね 1μg/L 以下で推移している。
大腸菌群数 (50MPN/100mL 以下)	流入河川と同様に夏季に高くなる傾向にある。一時的に 1000MPN/100mL を上回ることもあるが、それ以外では 1～100MPN/100mL の範囲で推移している。	表層と同様の傾向を示し、概ね 1～100MPN/100mL の範囲で推移している。	表層と同様の傾向を示し、概ね 1～100MPN/100mL の範囲で推移している。

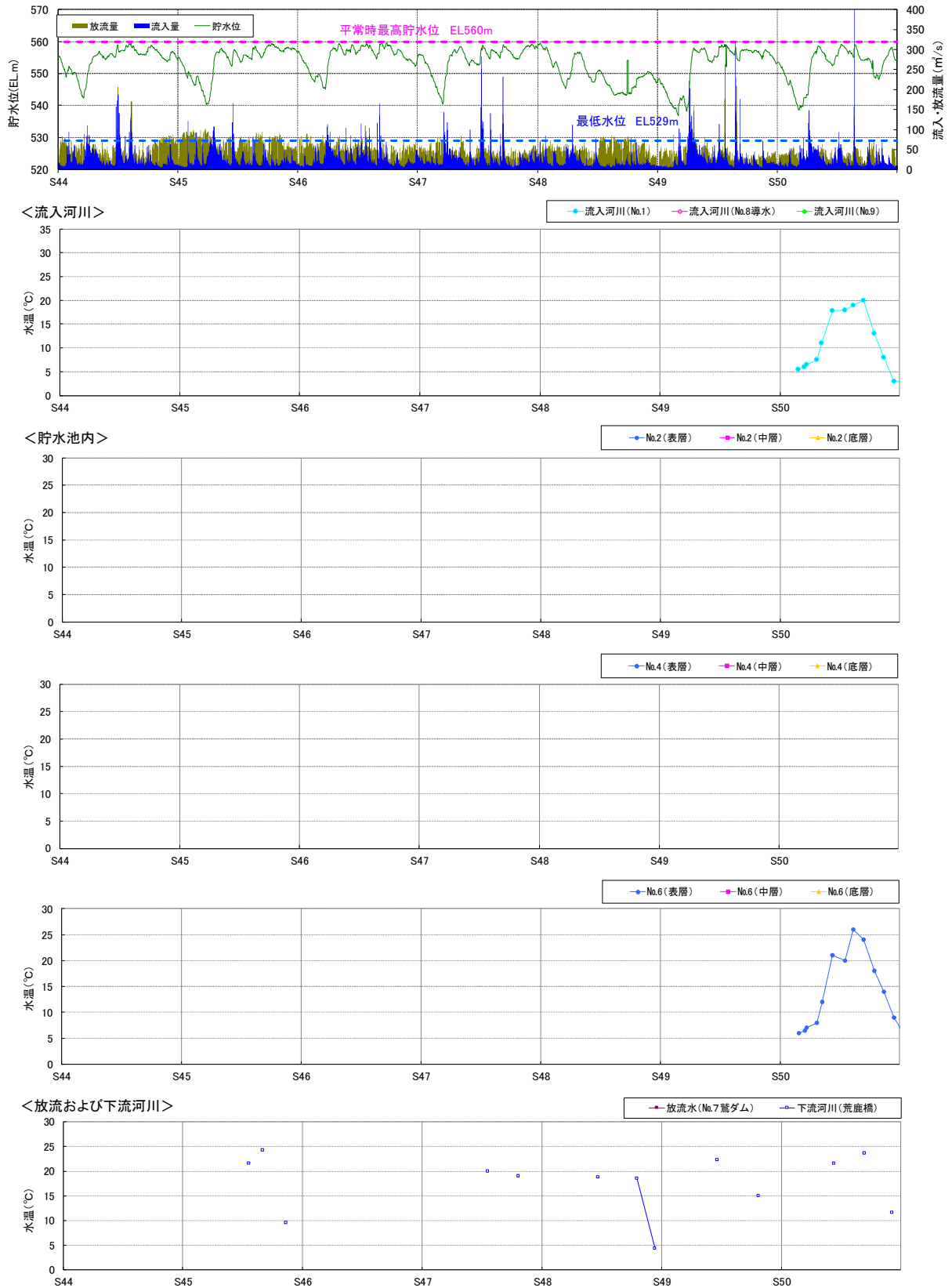


図 5.3-11(1) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化
(水温 : S44~S50)

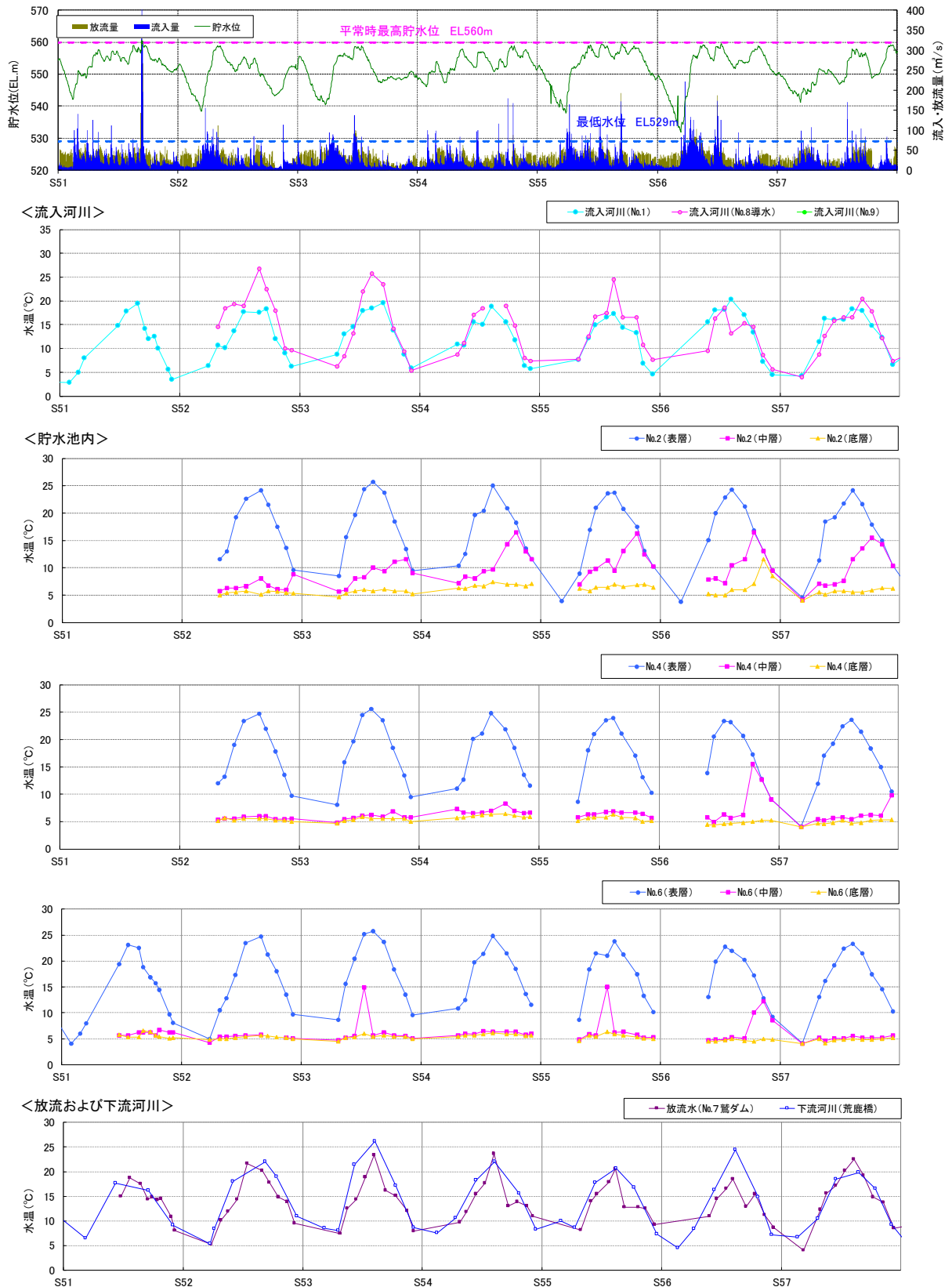


図 5.3-11(2) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化
(水温：S51～S57)

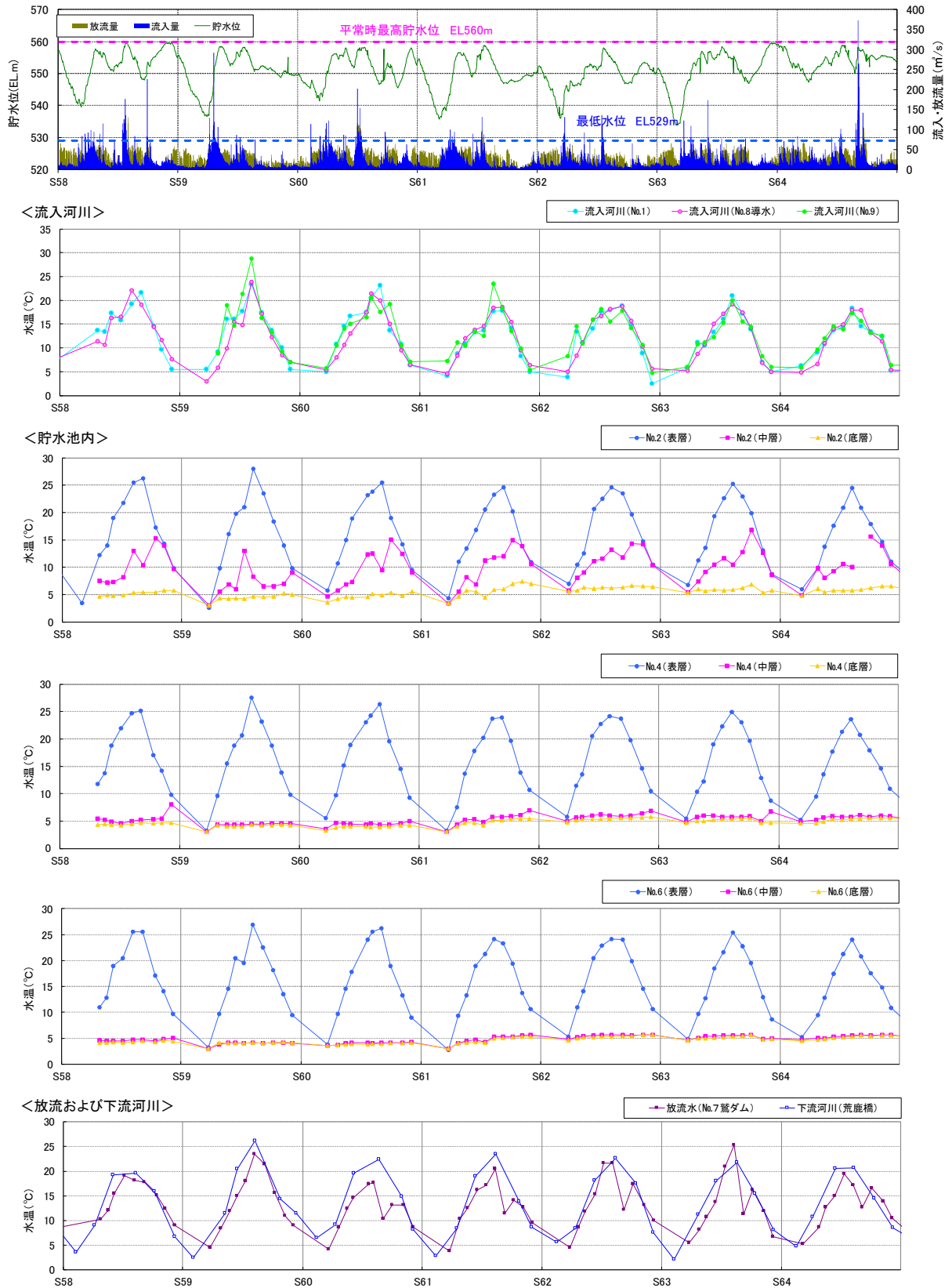


図 5.3-11(3) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (水温 : S58~S64)

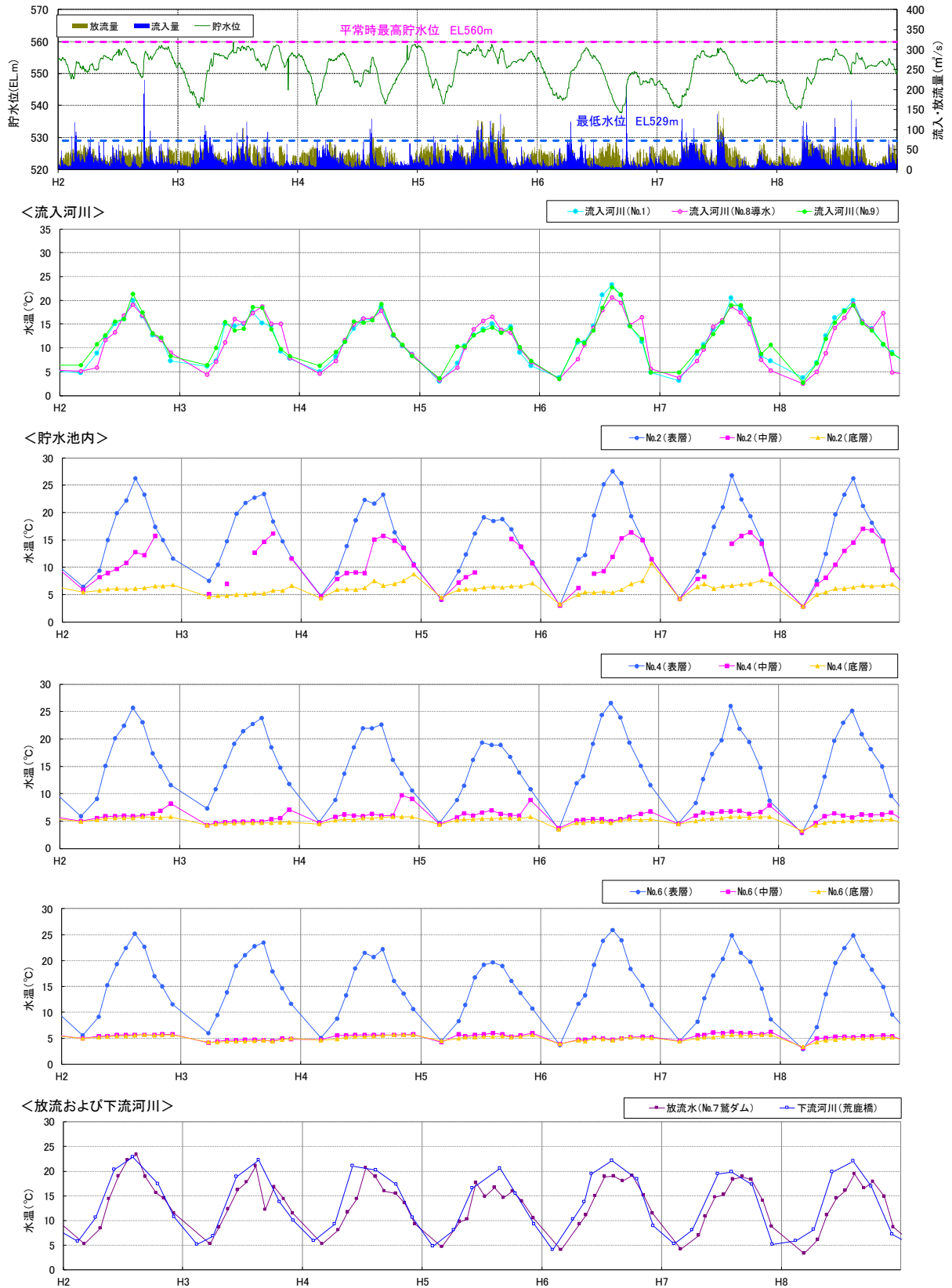


図 5.3-11(4) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化
(水温：H2～H8)

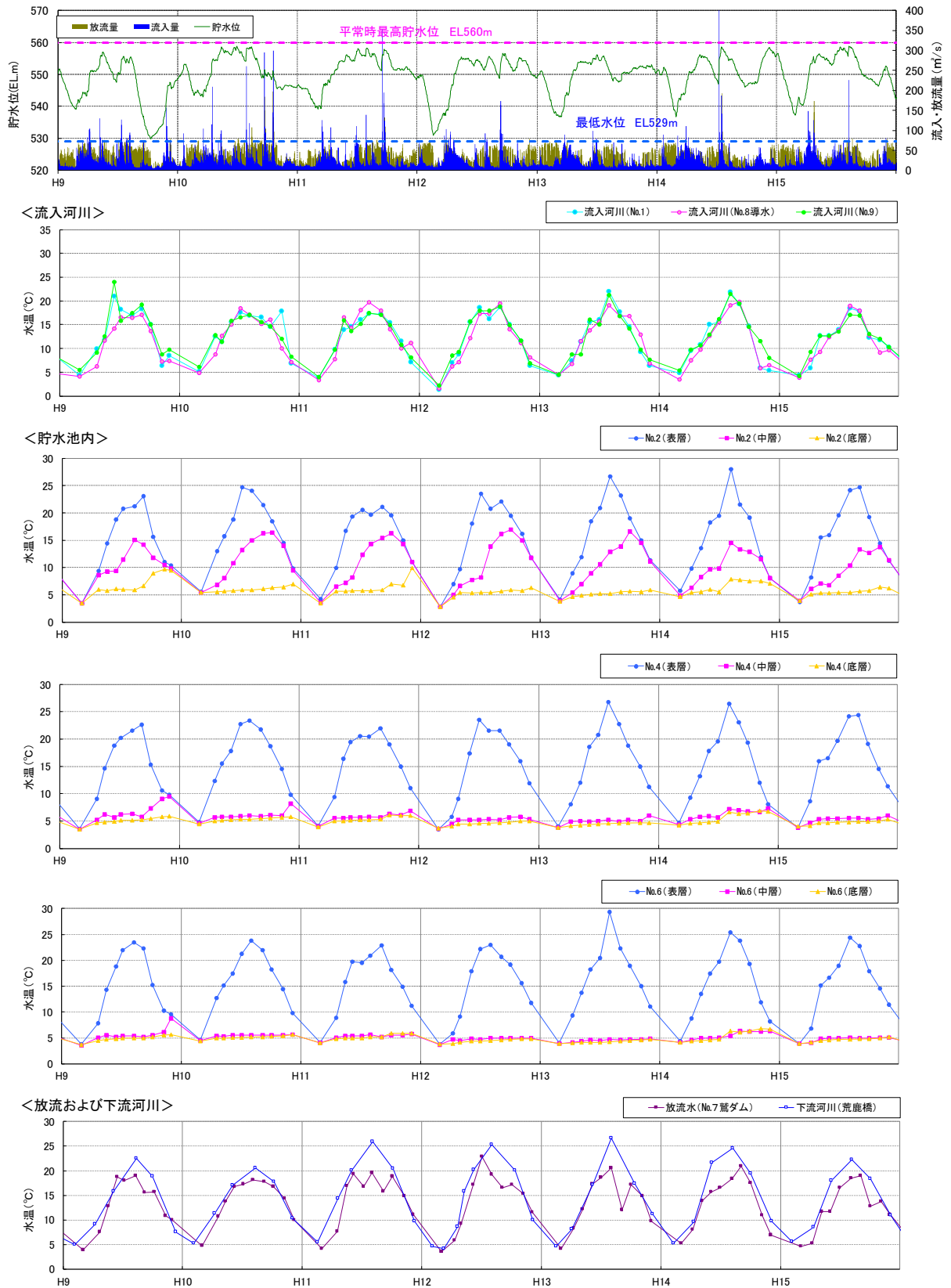


図 5.3-11(5) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化
(水温：H9～H15)

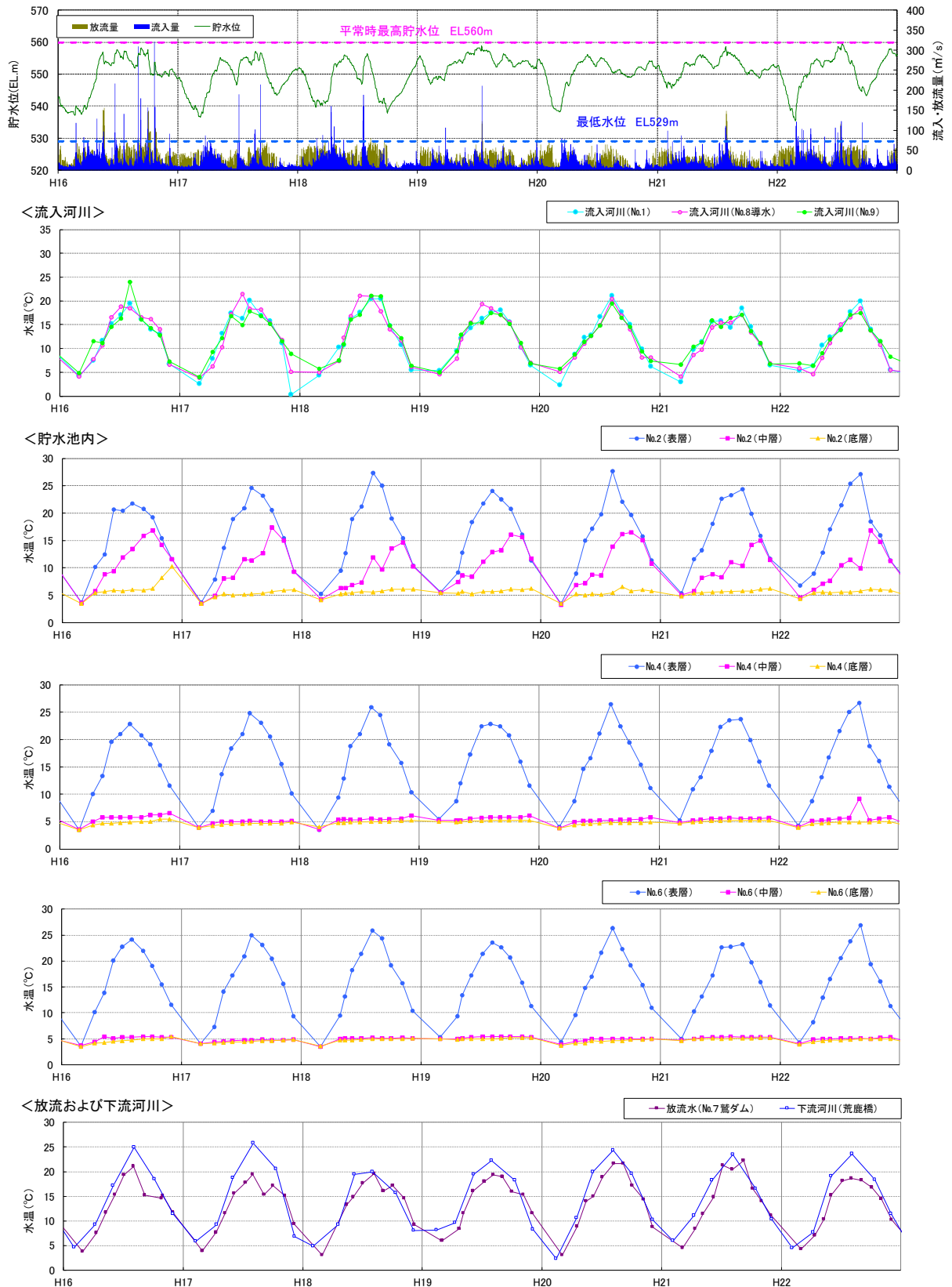


図 5.3-11(6) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化
(水温：H16～H22)

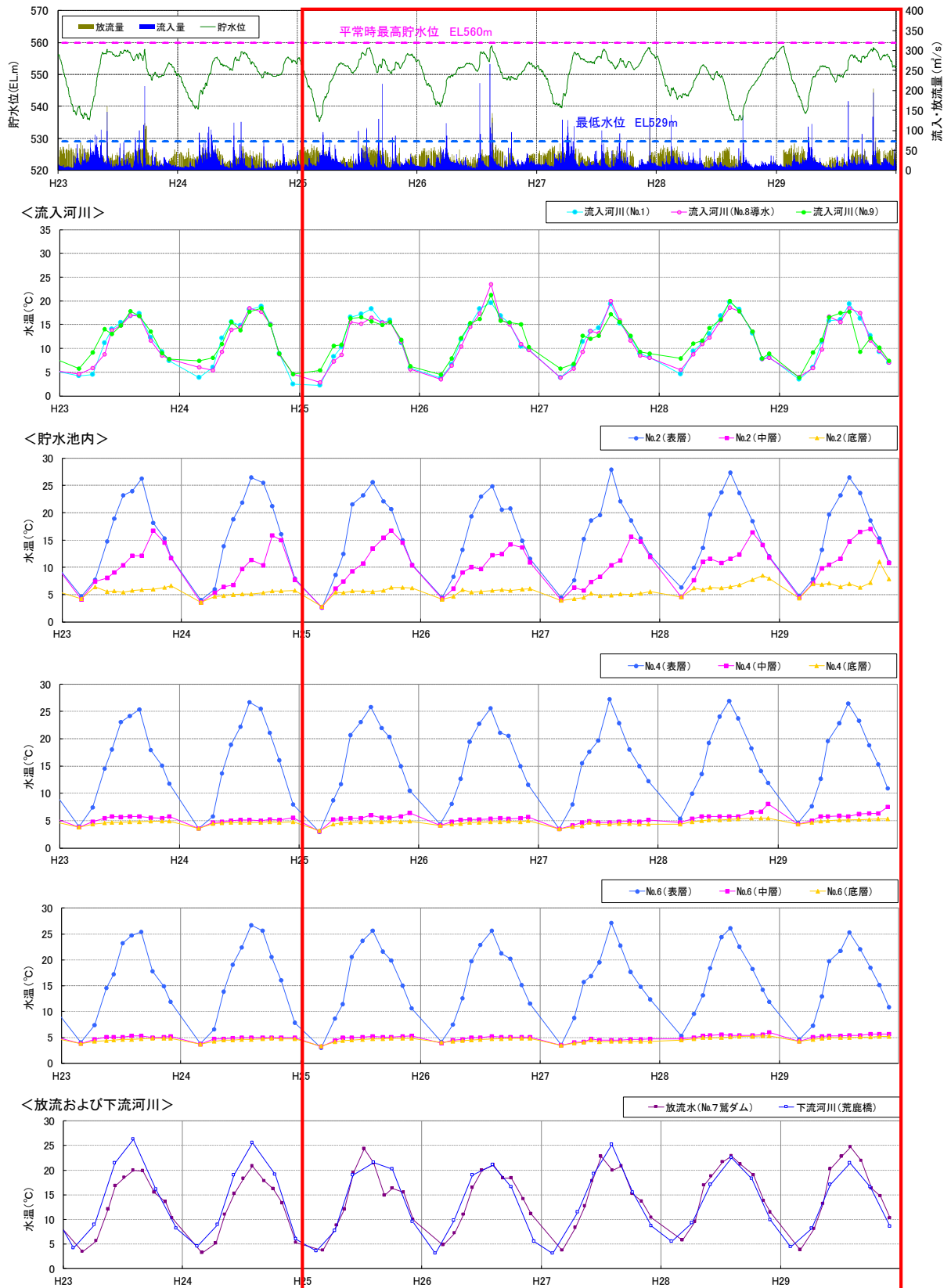
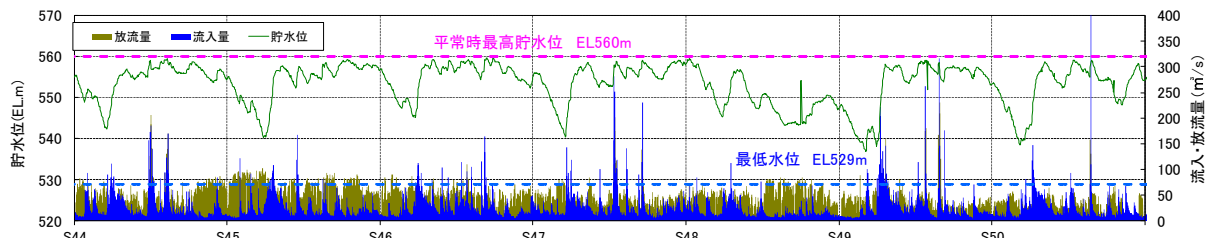
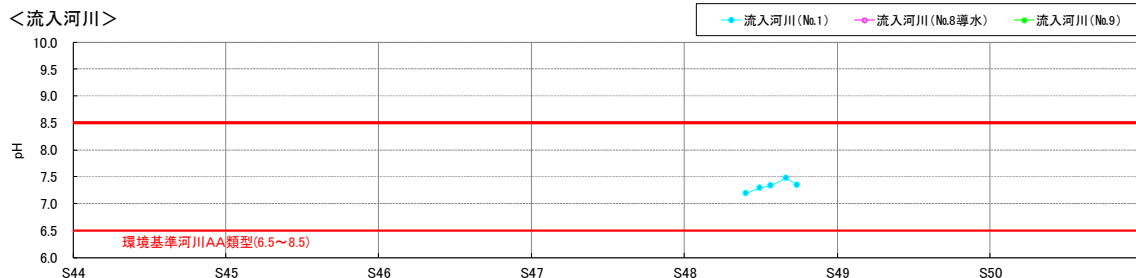


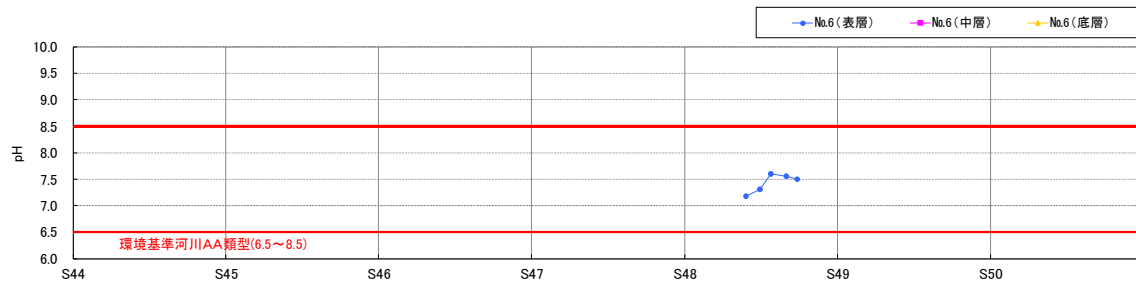
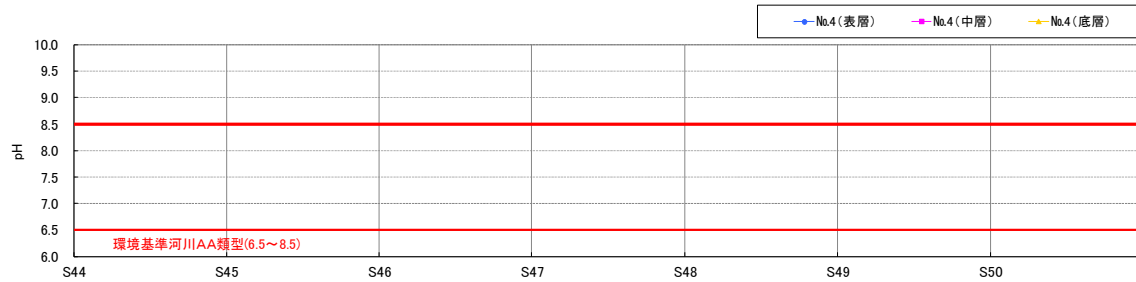
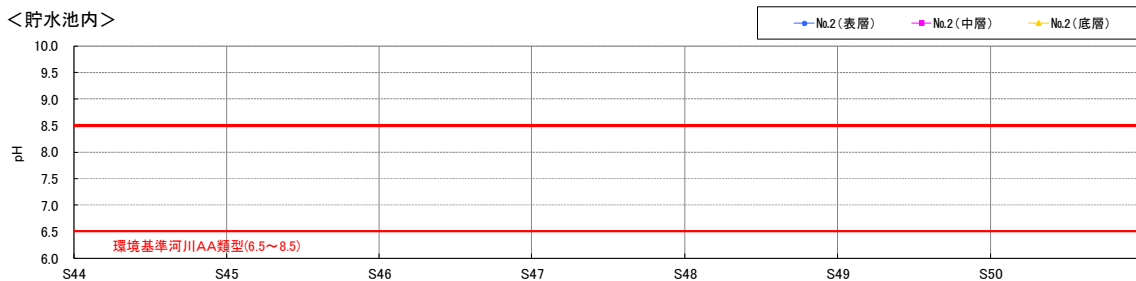
図 5.3-11(7) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (水温: H23~H29)



<流入河川>



<貯水池内>



<放流及び下流河川>

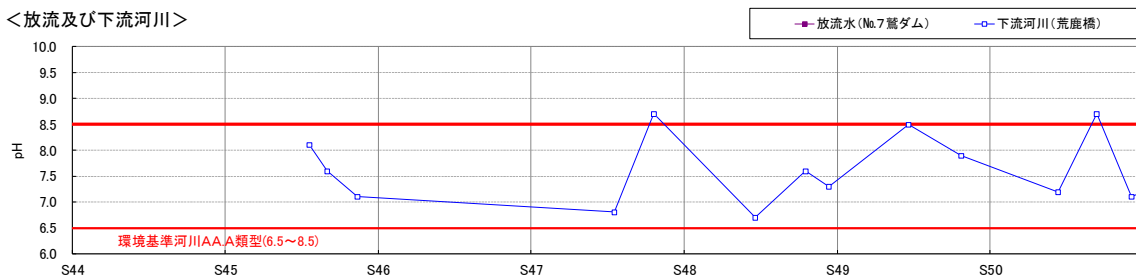


図 5.3-12(1) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : S44~S50)

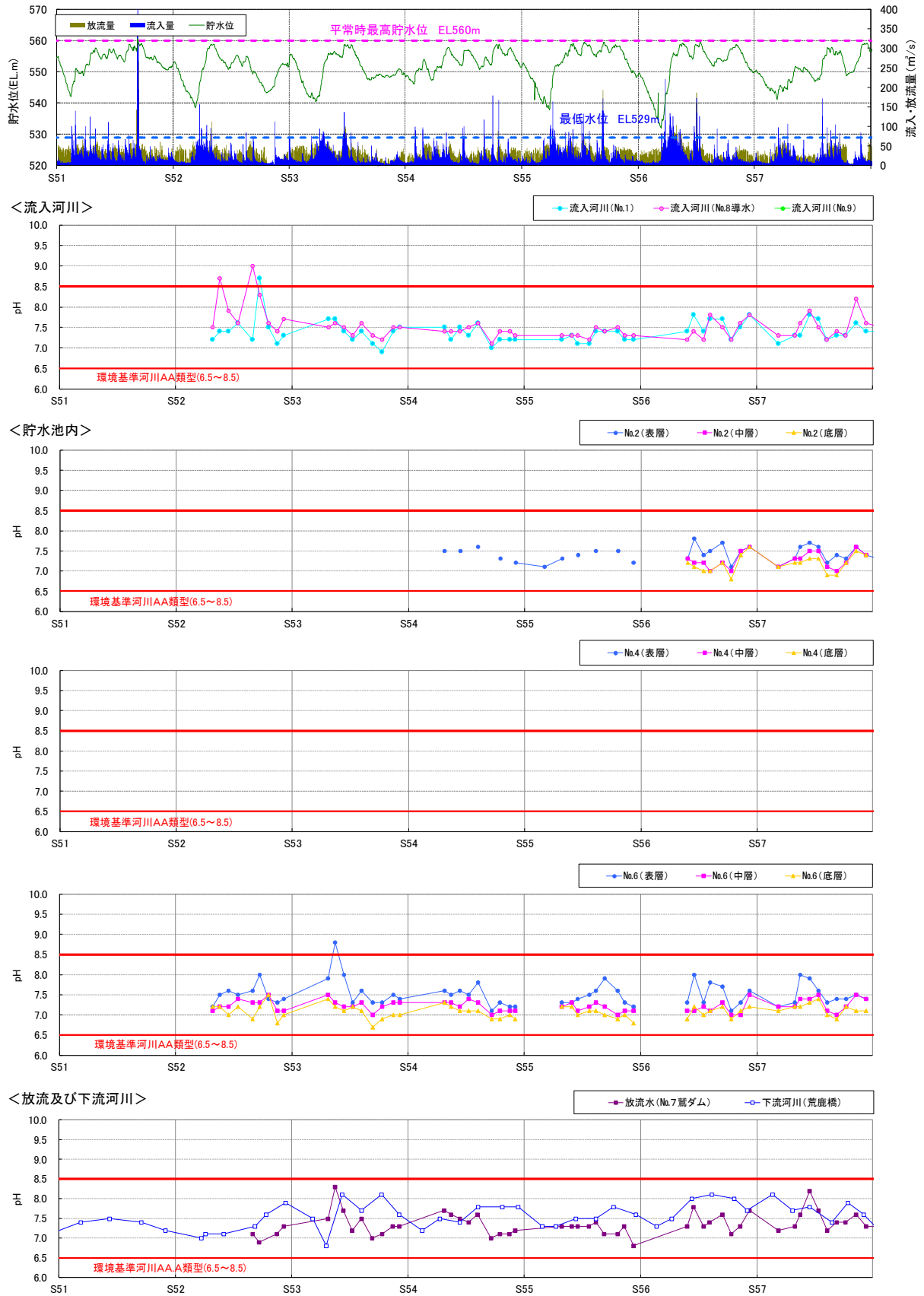


図 5.3-12(2) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : S51~S57)

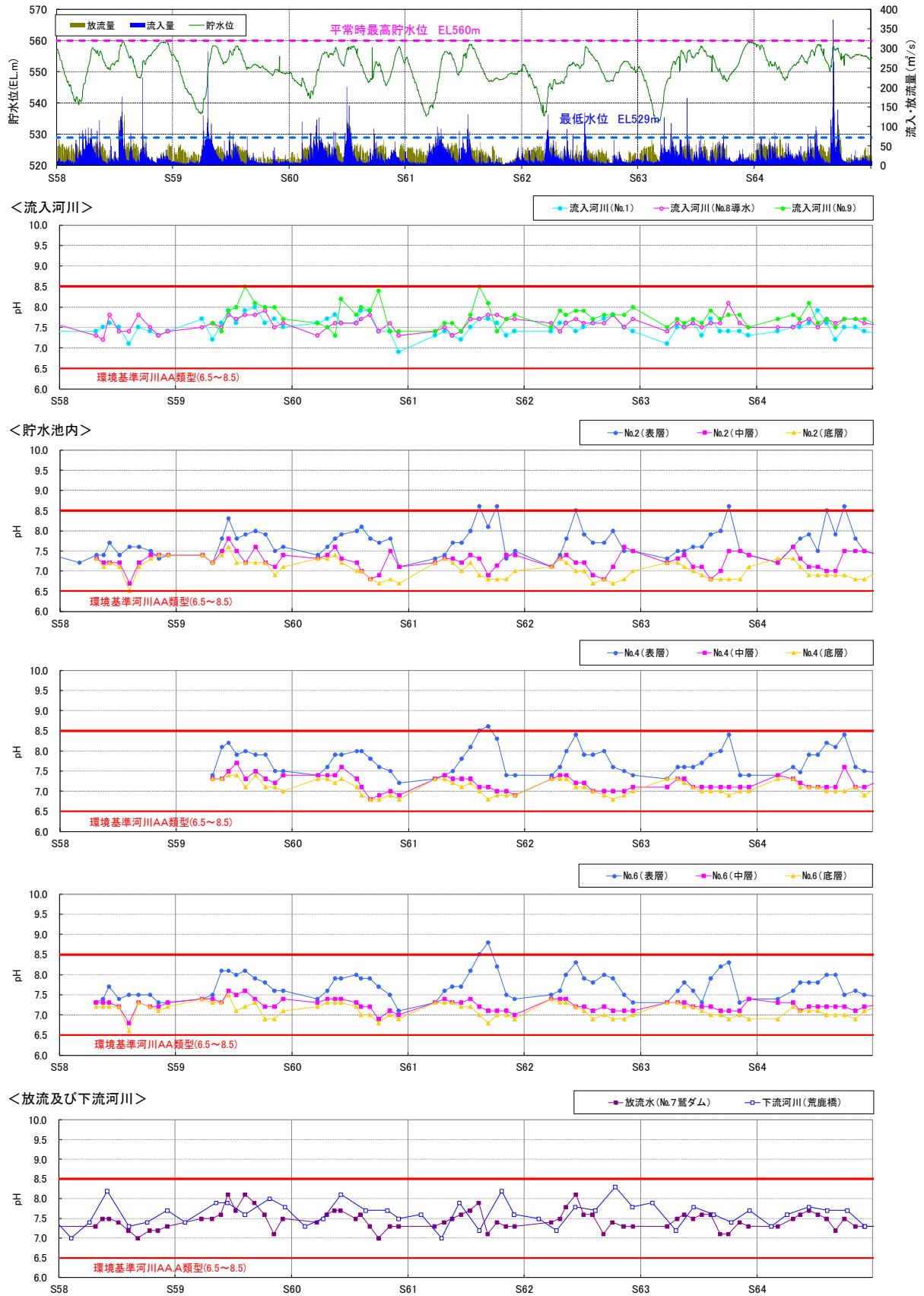


図 5.3-12(3) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : S58~S64)



図 5.3-12(4) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : H2~H8)

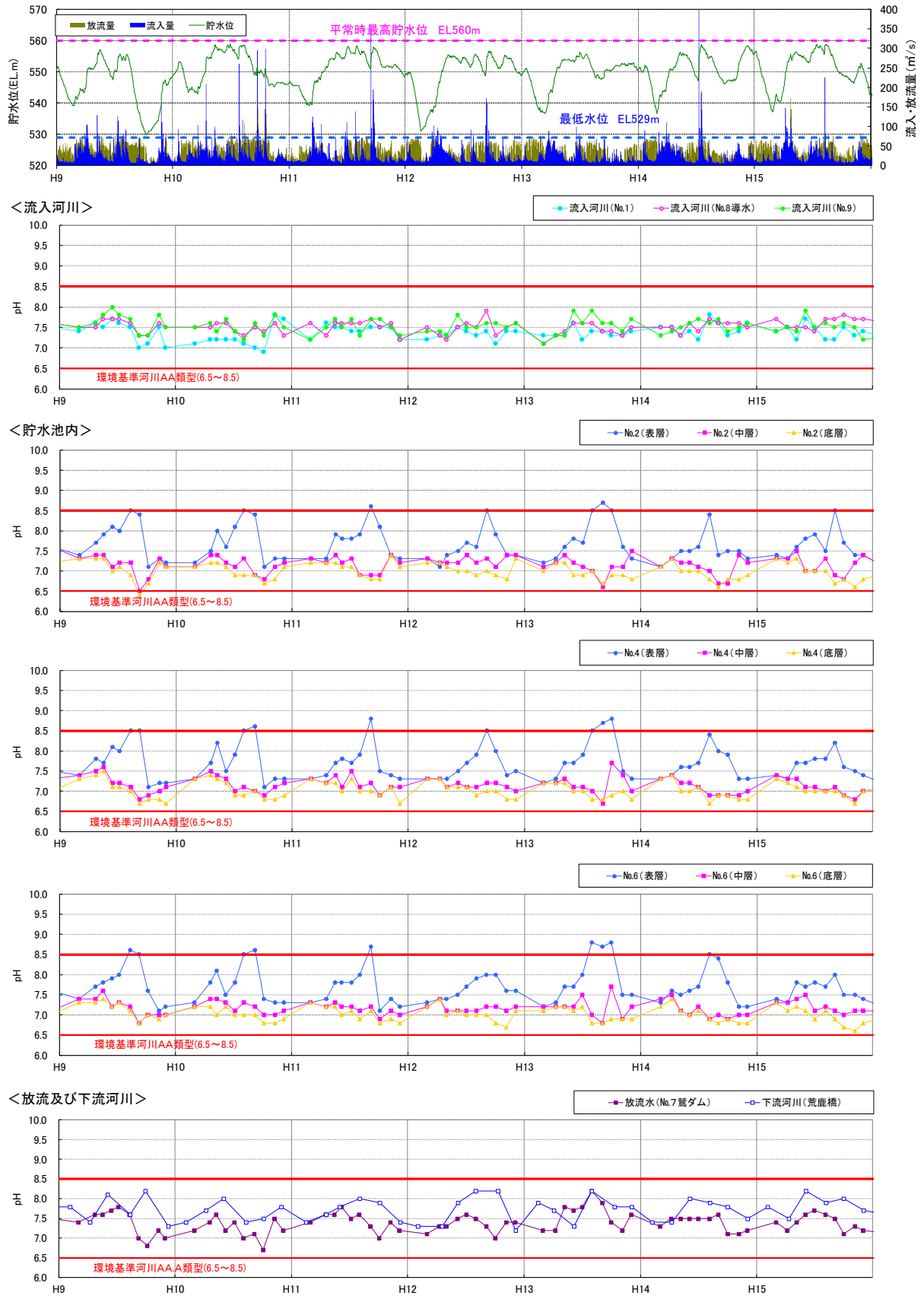


図 5.3-12(5) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : H9~H15)



図 5.3-12(6) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : H16~H22)

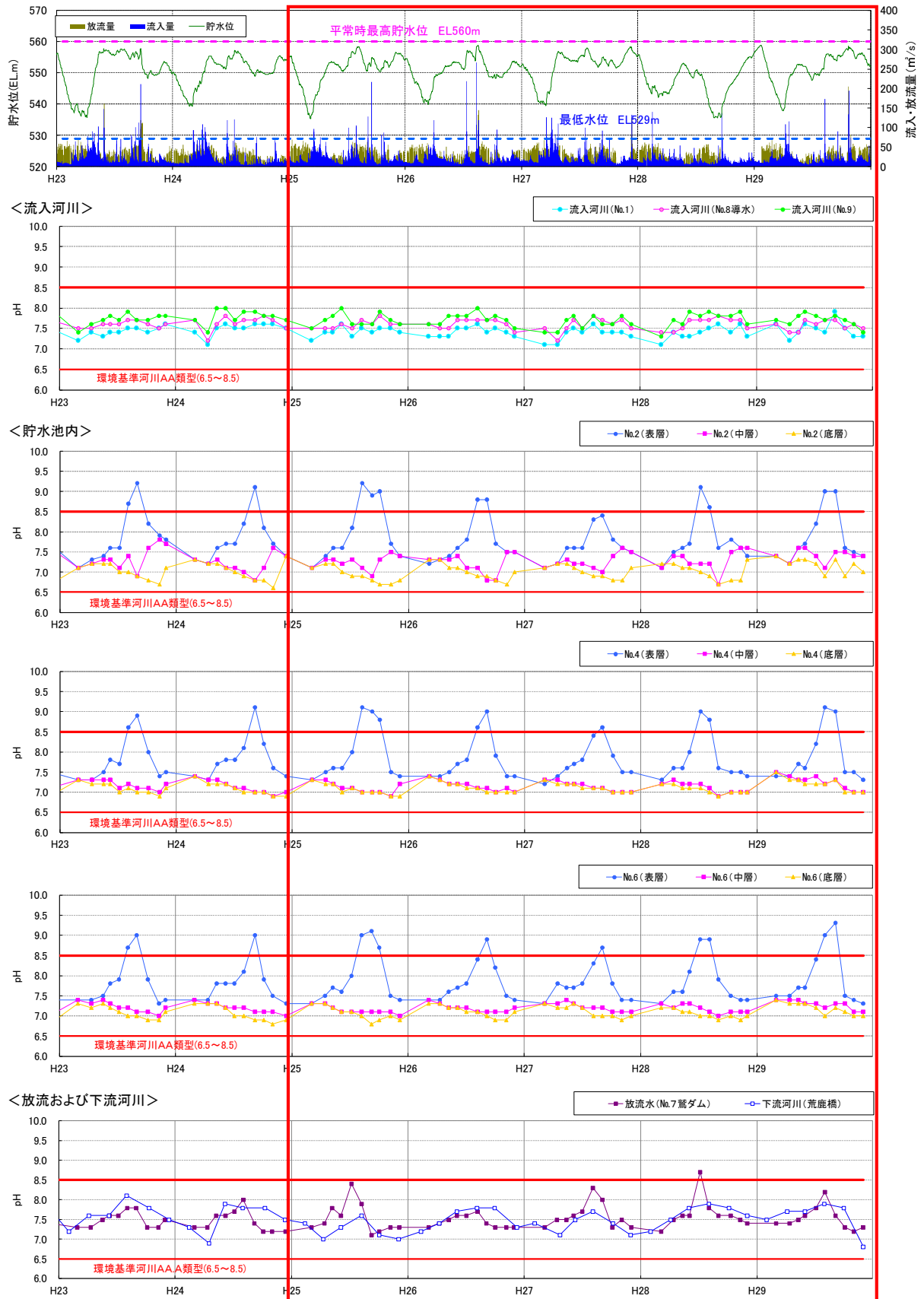


図 5.3-12(7) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (pH : H23~H29)

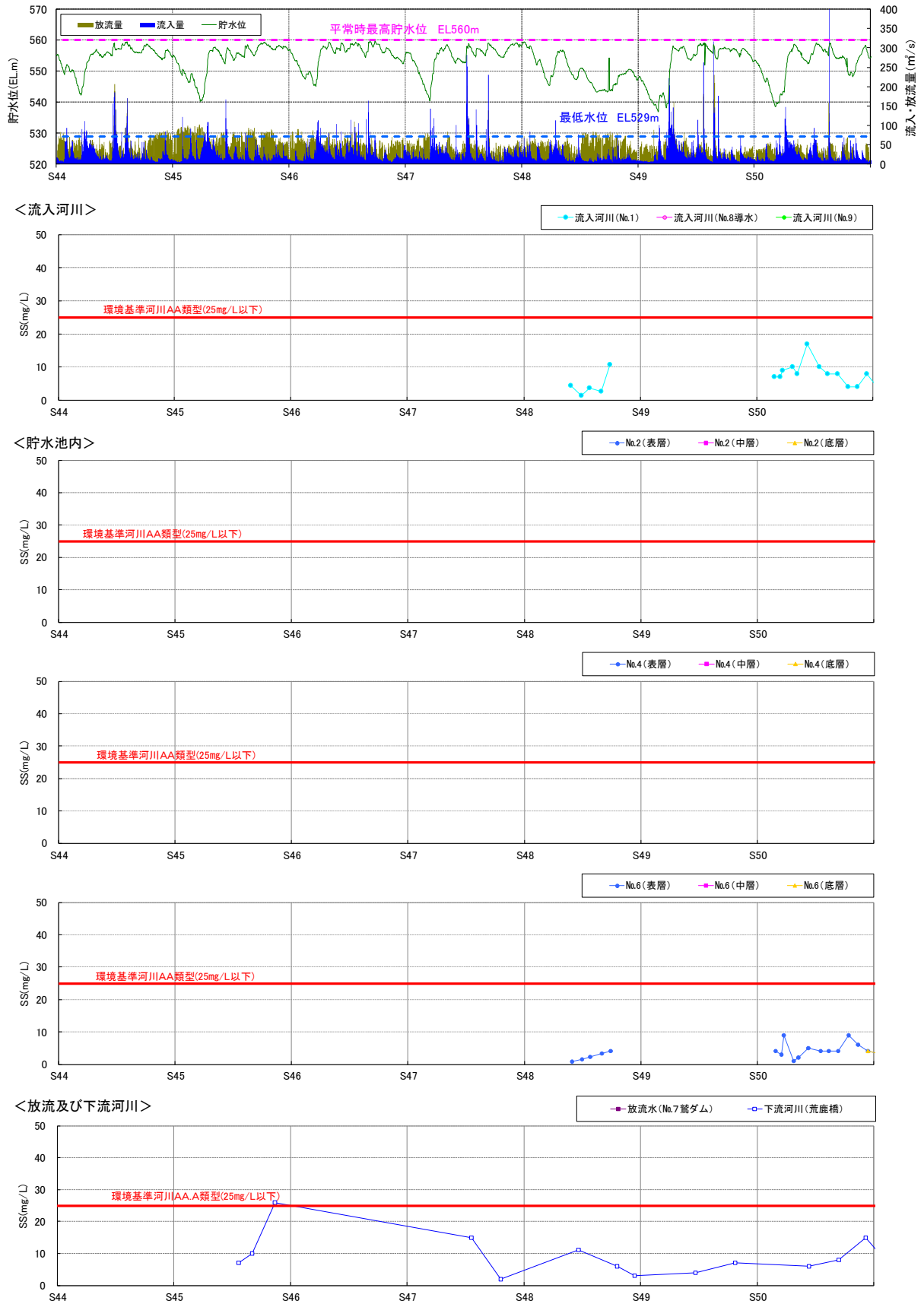


図 5.3-13(1) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : S44~S50)

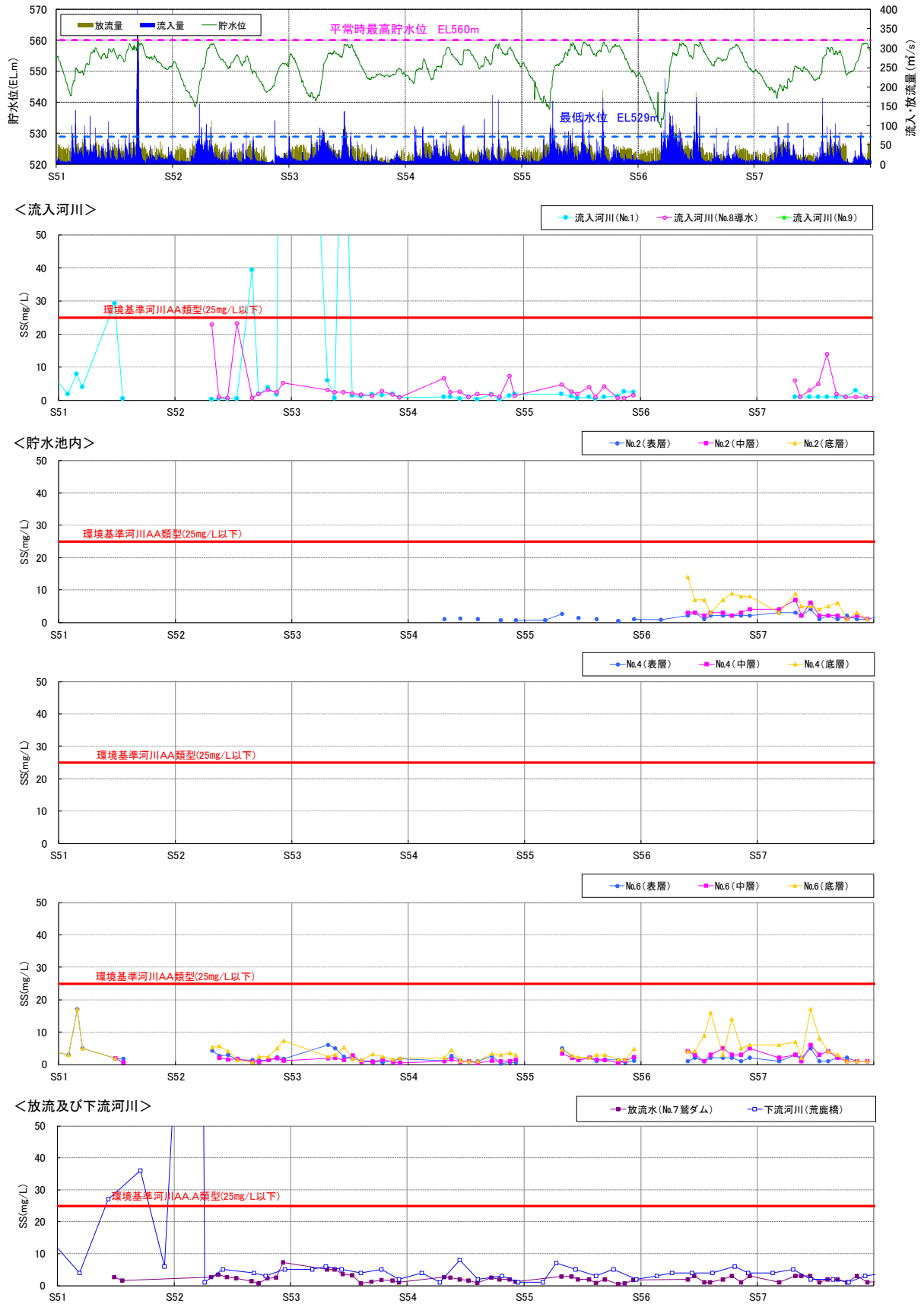


図 5.3-13(2) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : S51～S57)

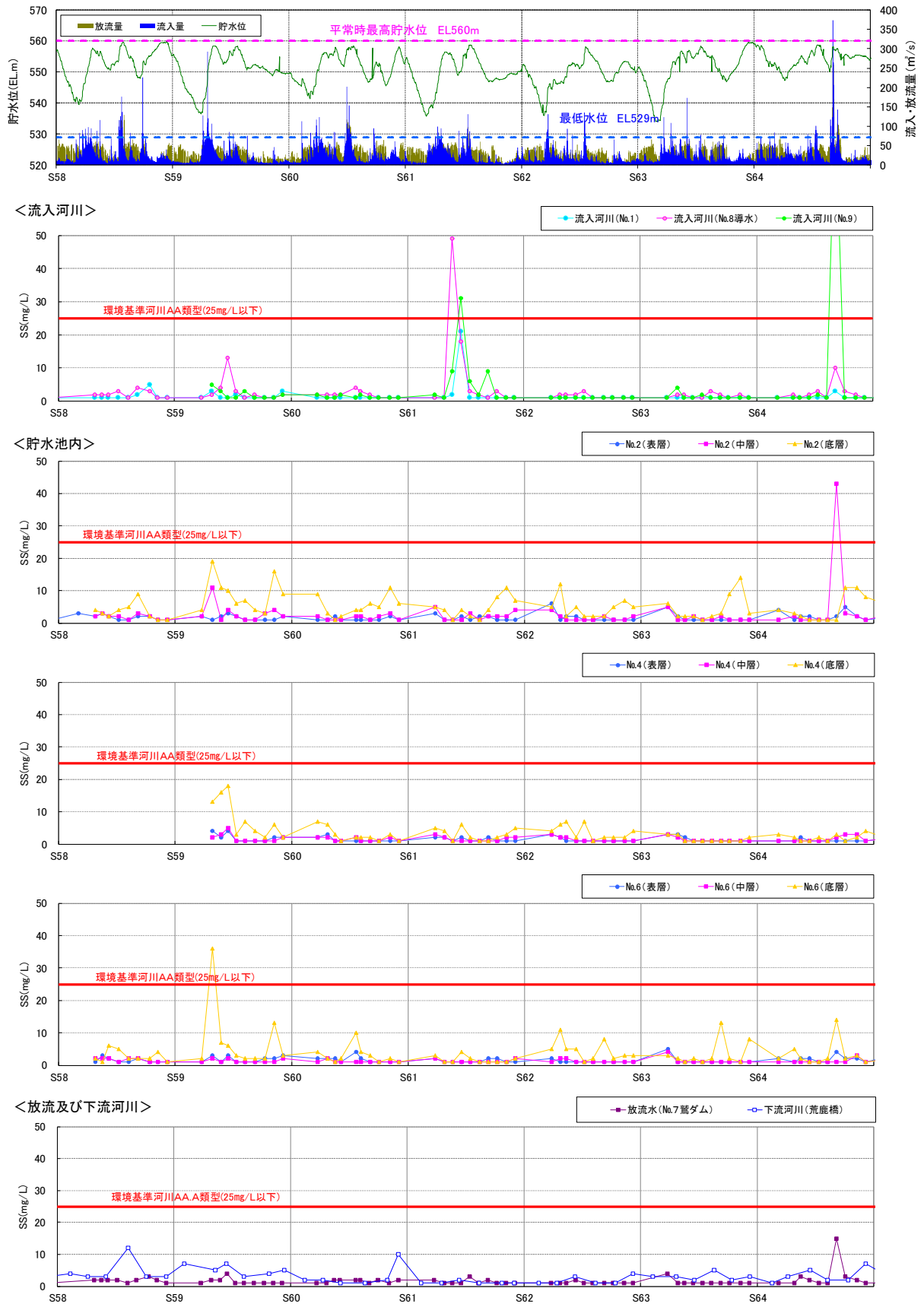


図 5.3-13(3) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : S58~S64)

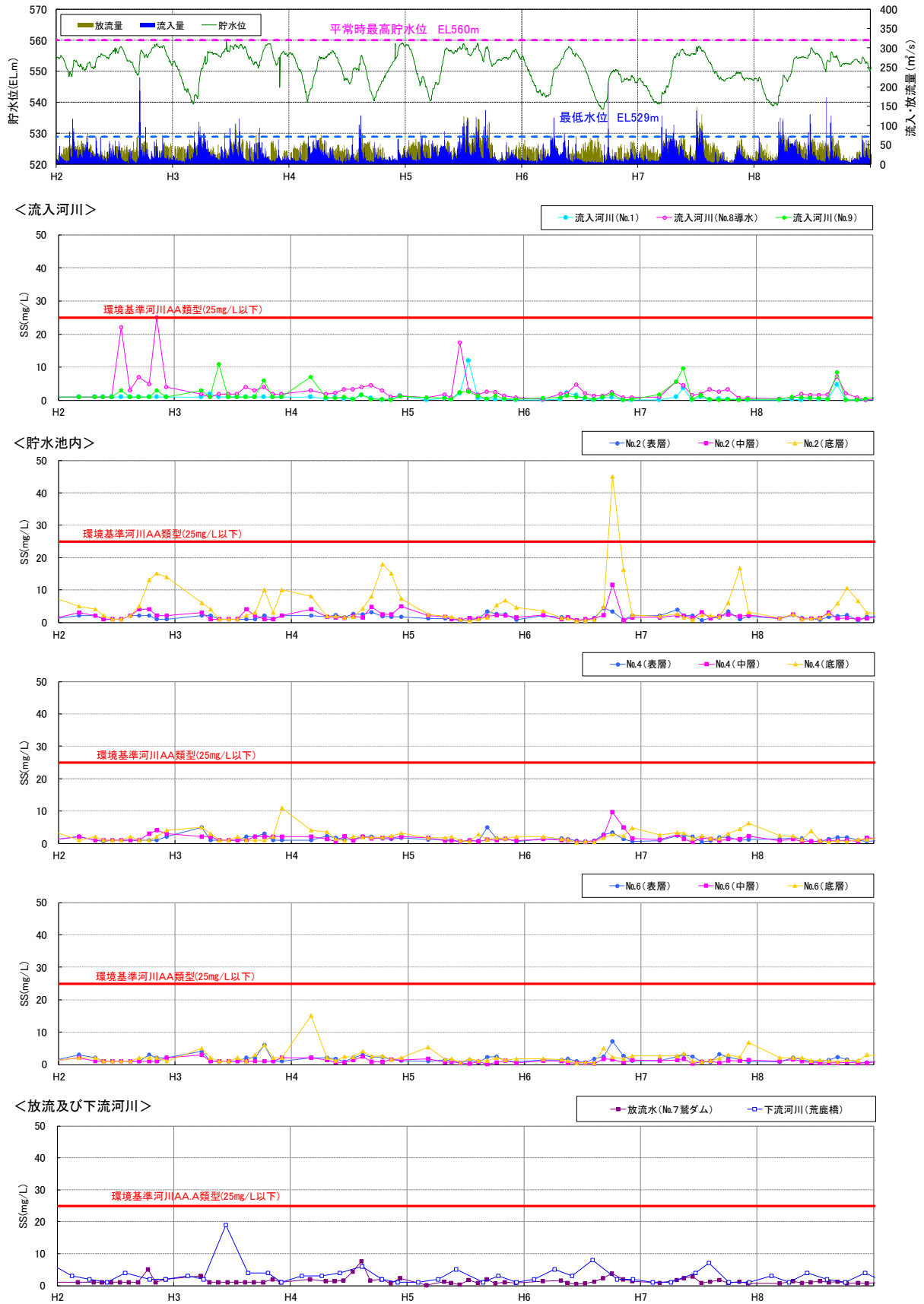


図 5.3-13(4) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : H2~H8)

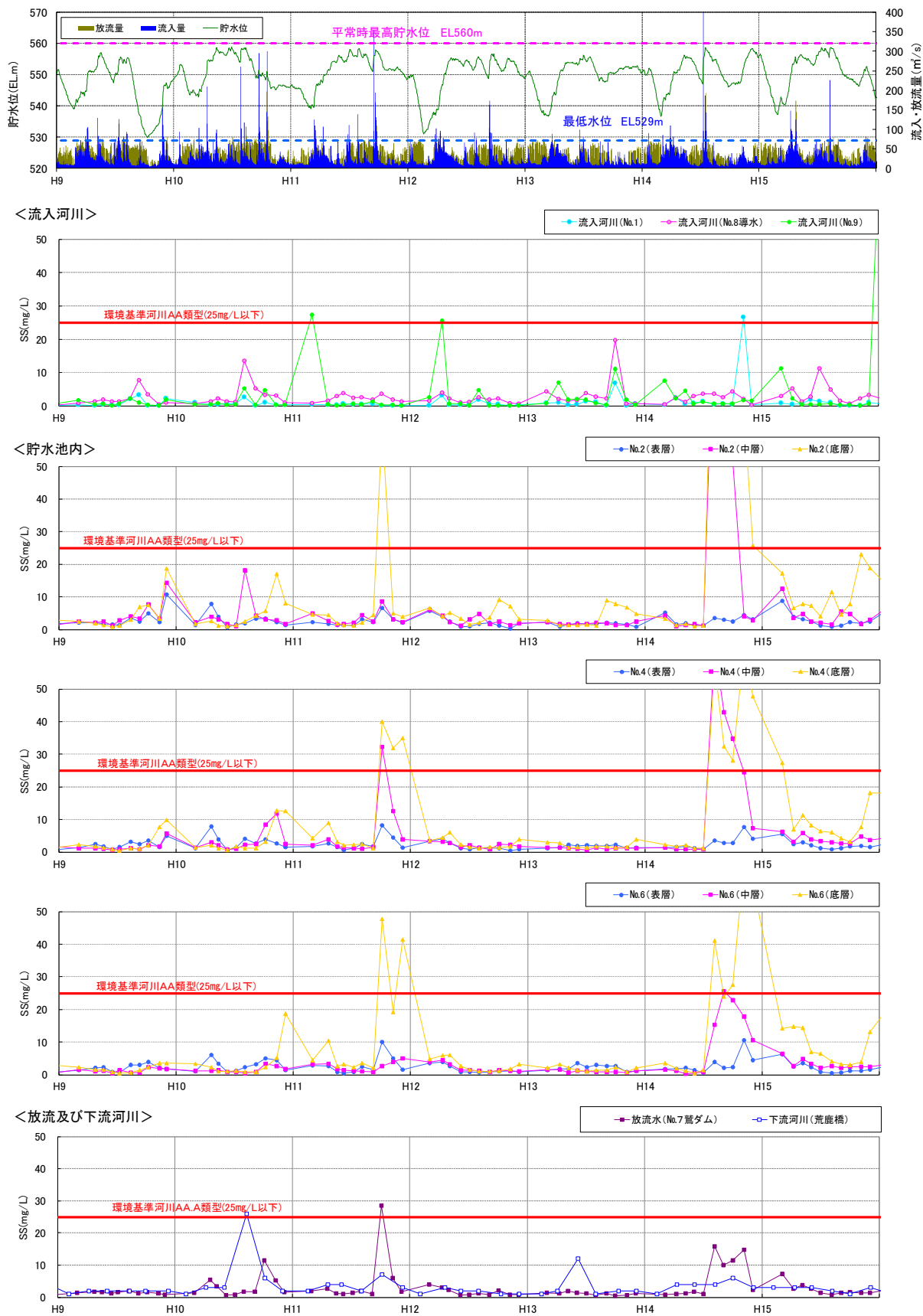


図 5.3-13(5) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : H9~H15)

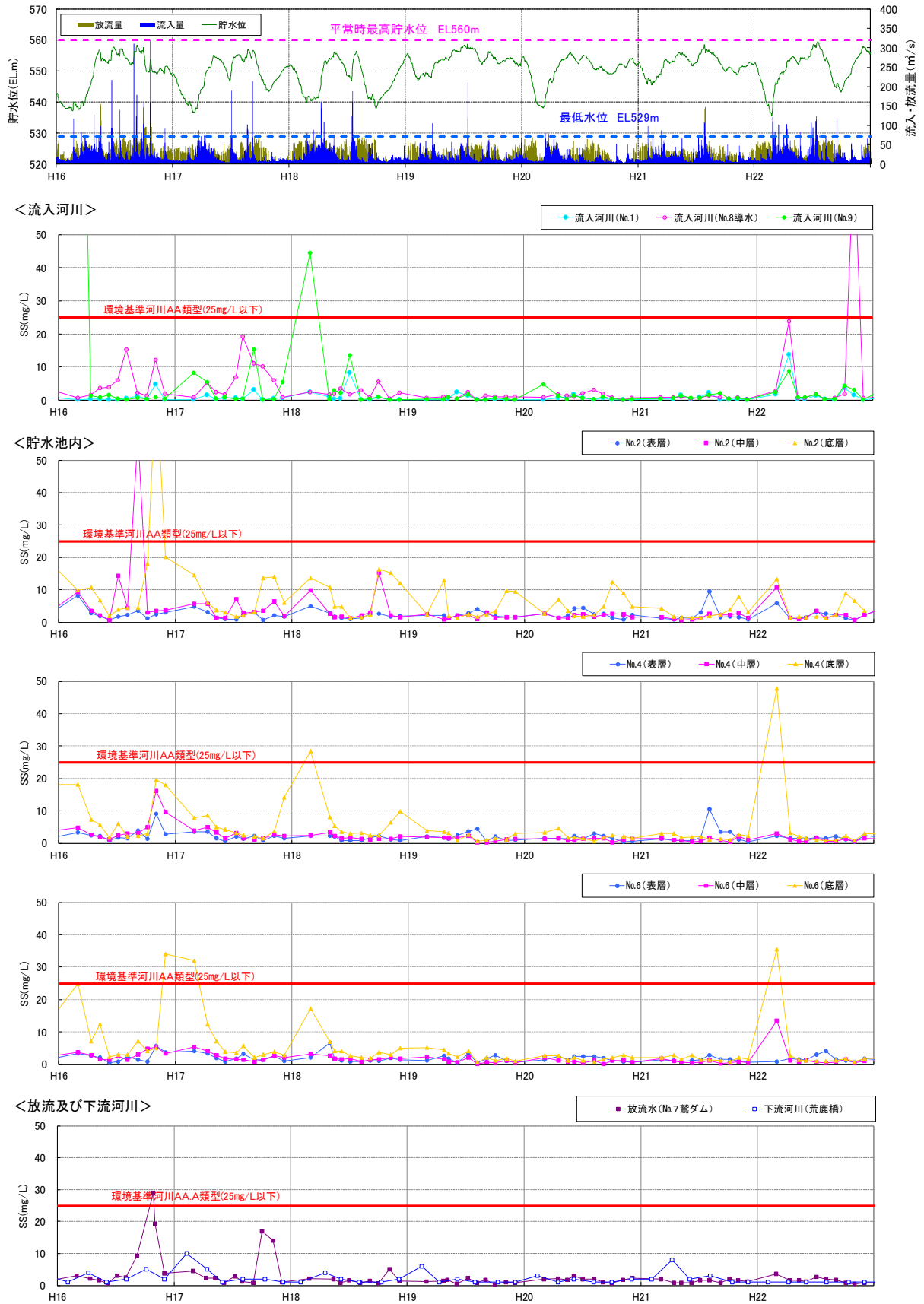


図 5.3-13(6) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : H16~H22)

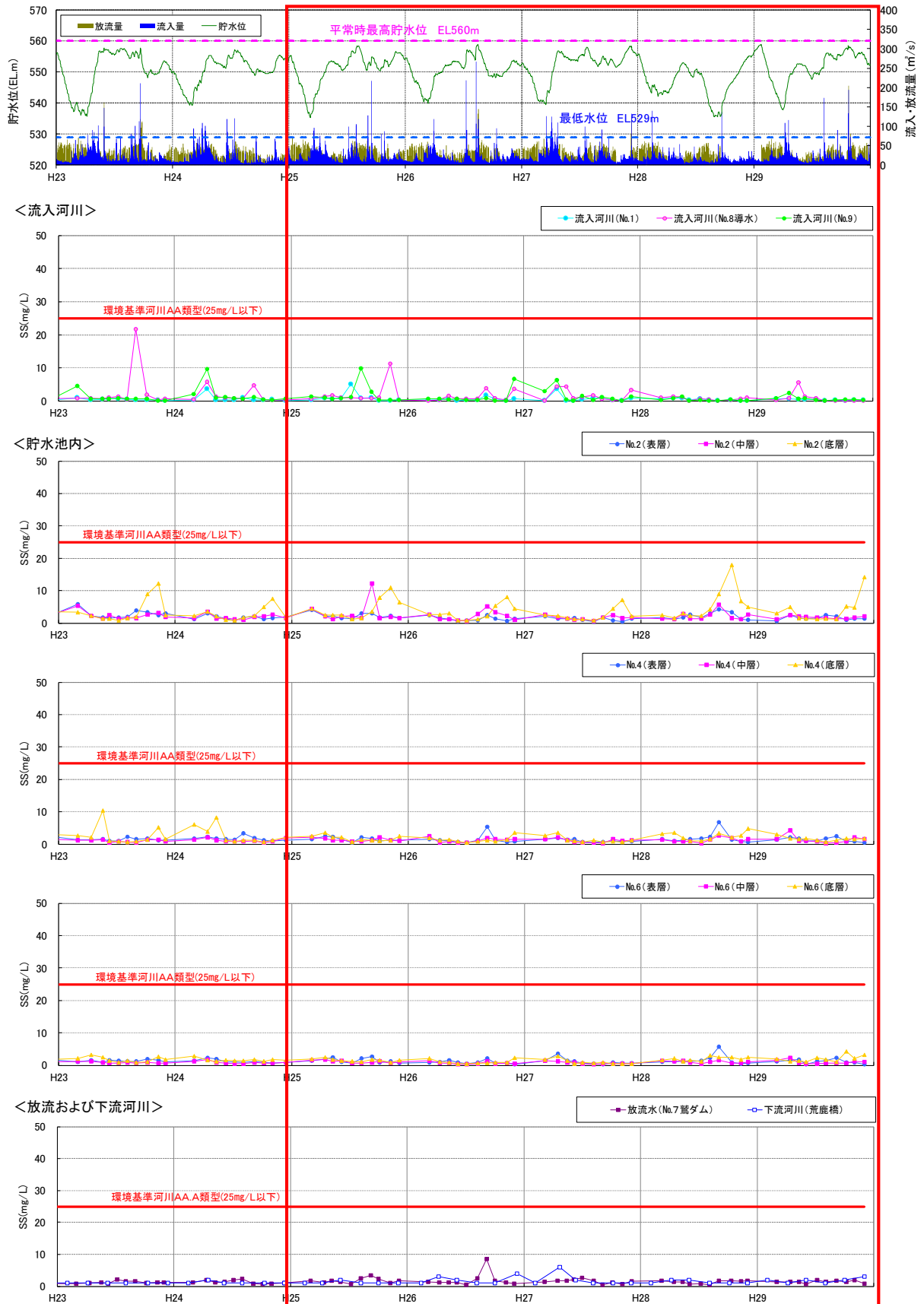


図 5.3-13(7) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (SS : H23~H29)

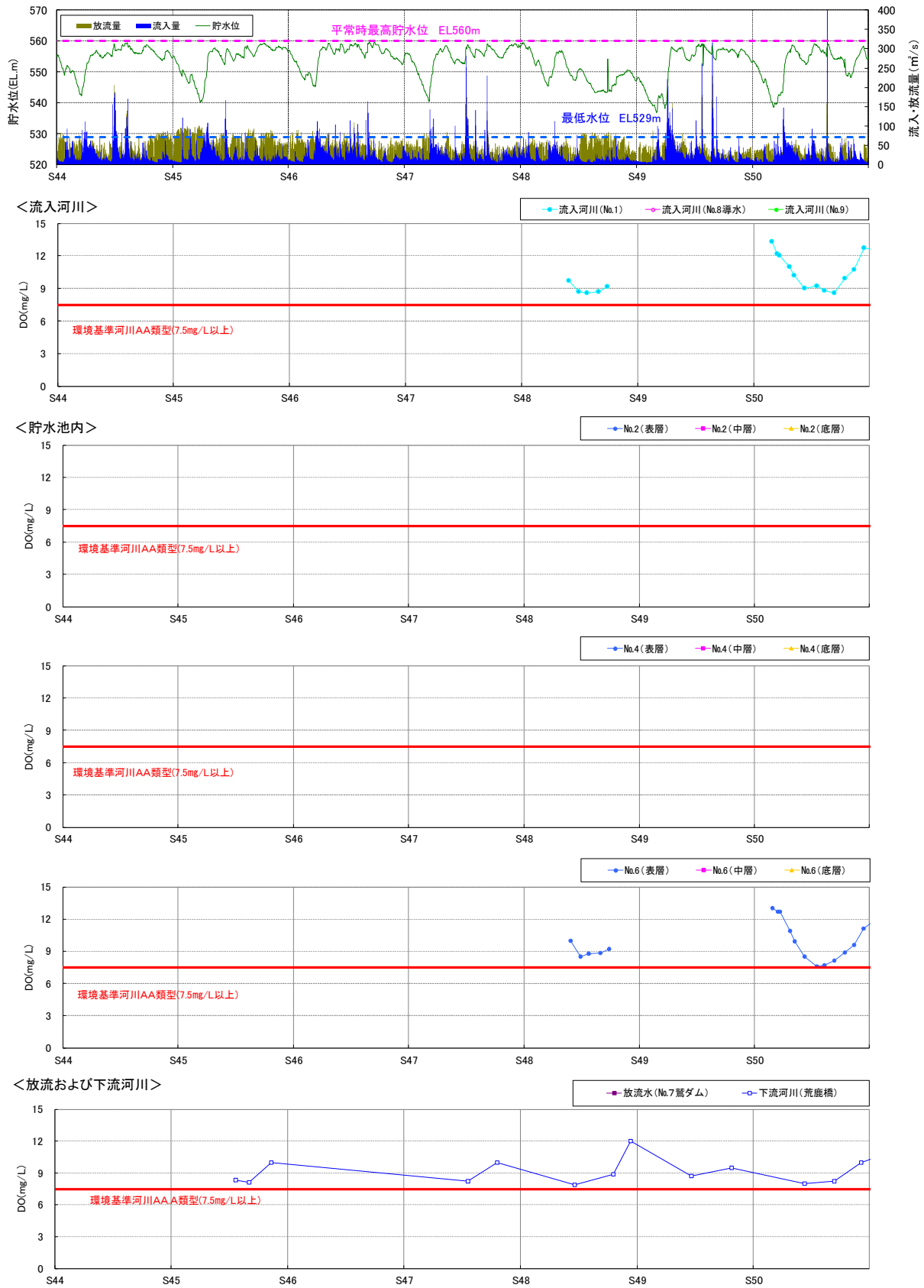


図 5.3-14(1) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : S44~S50)

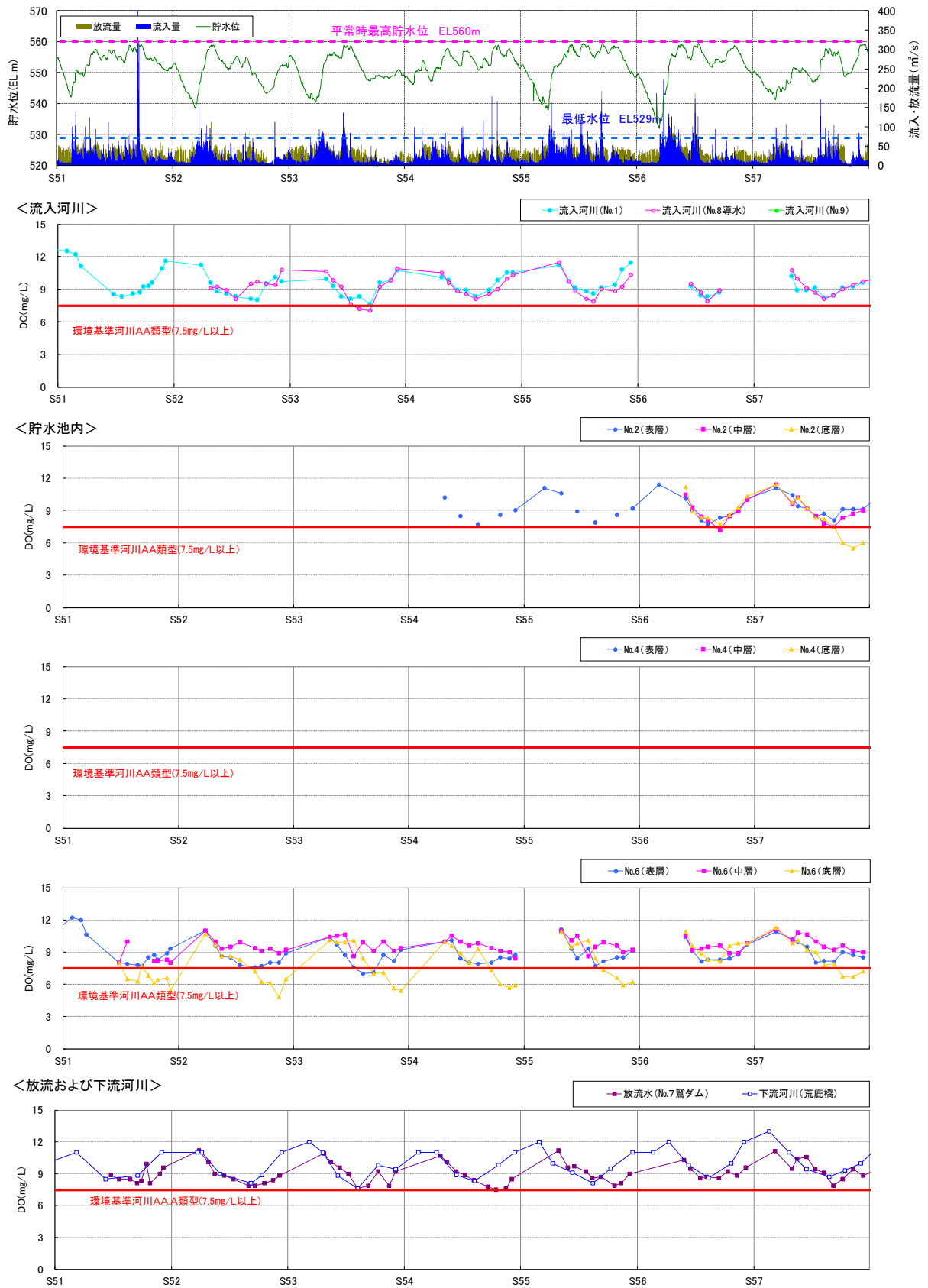


図 5.3-14(2) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : S51~S57)

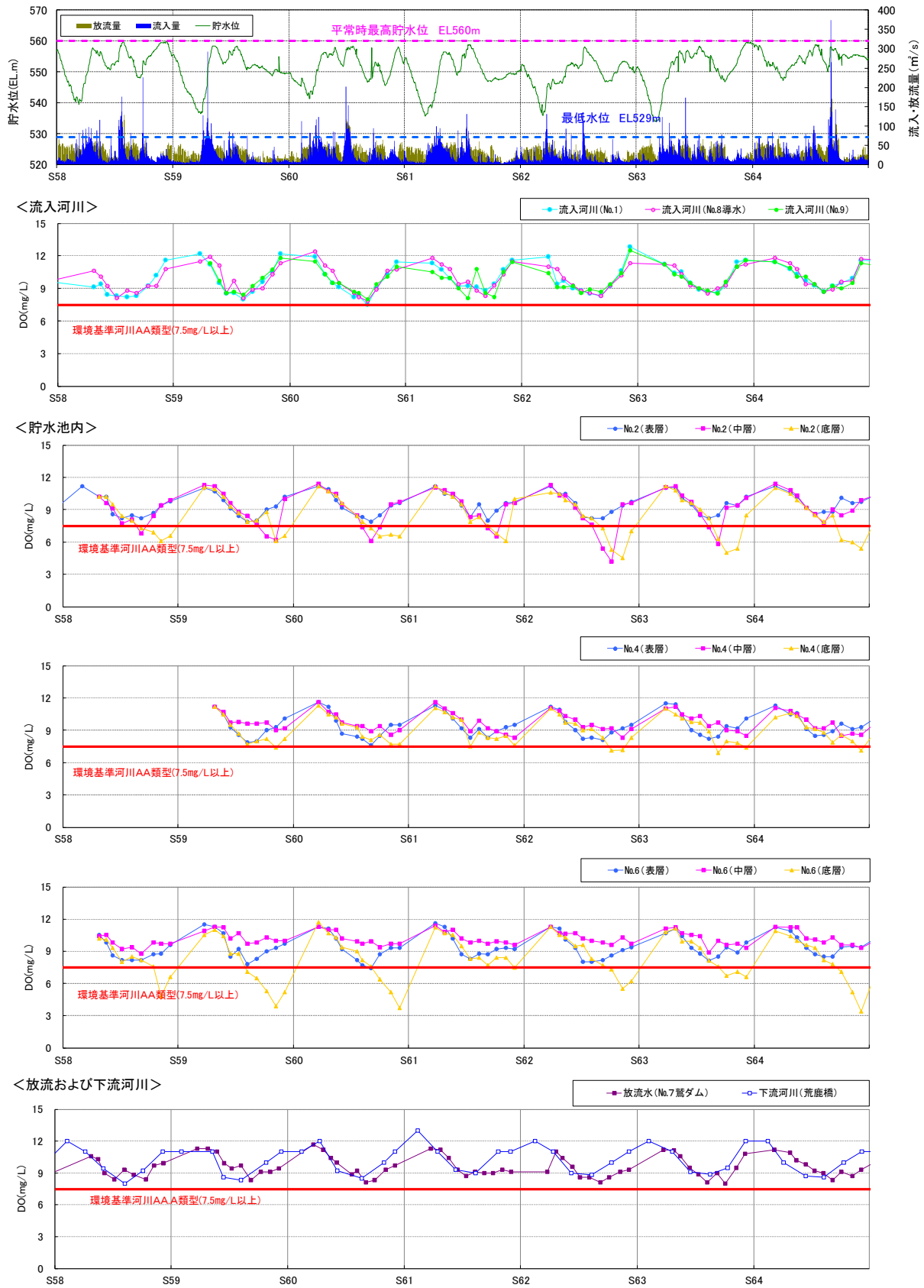


図 5.3-14(3) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : S58~S64)

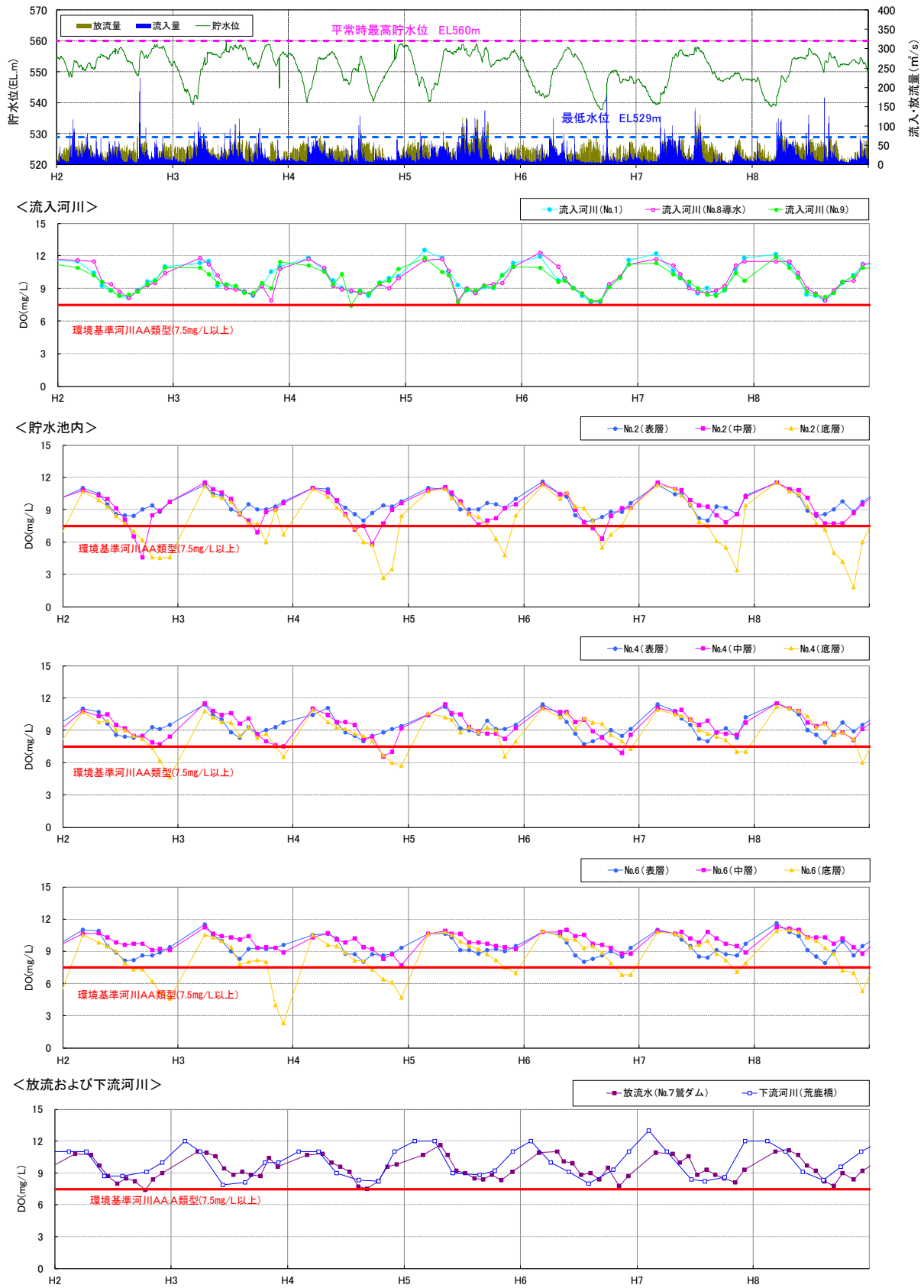


図 5.3-14(4) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : H2~H8)

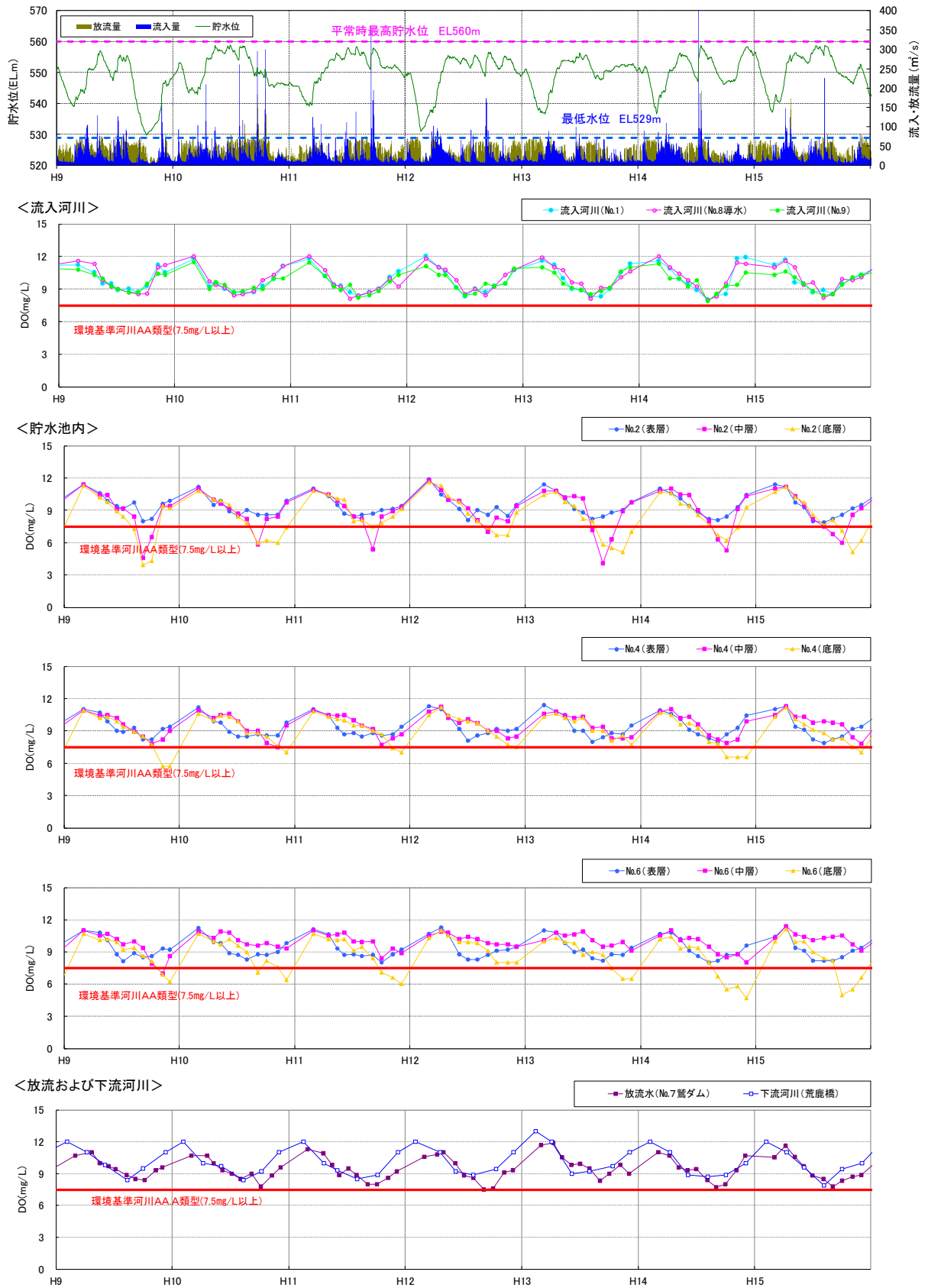


図 5.3-14(5) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : H9~H15)

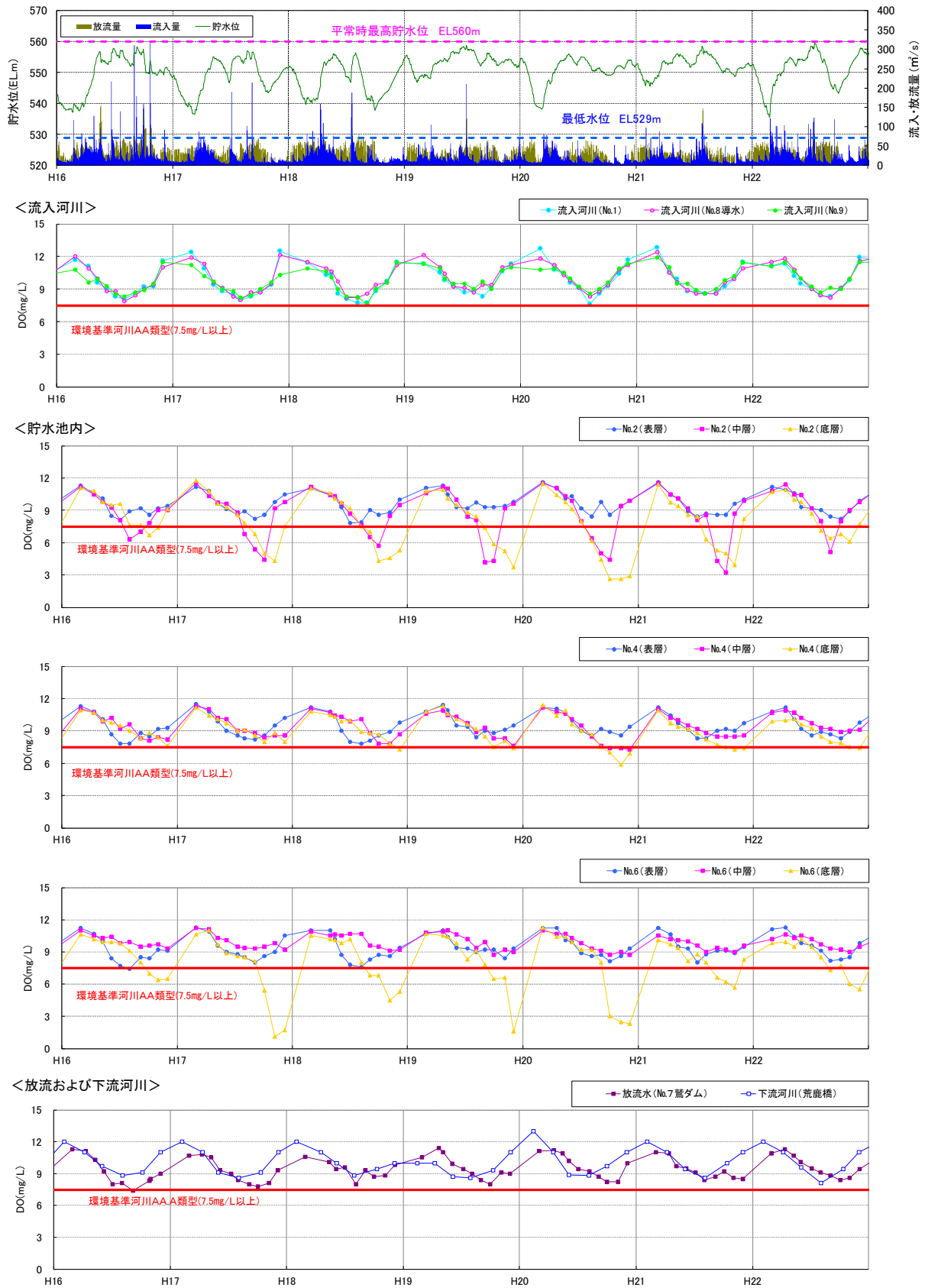


図 5.3-14(6) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : H16~H22)

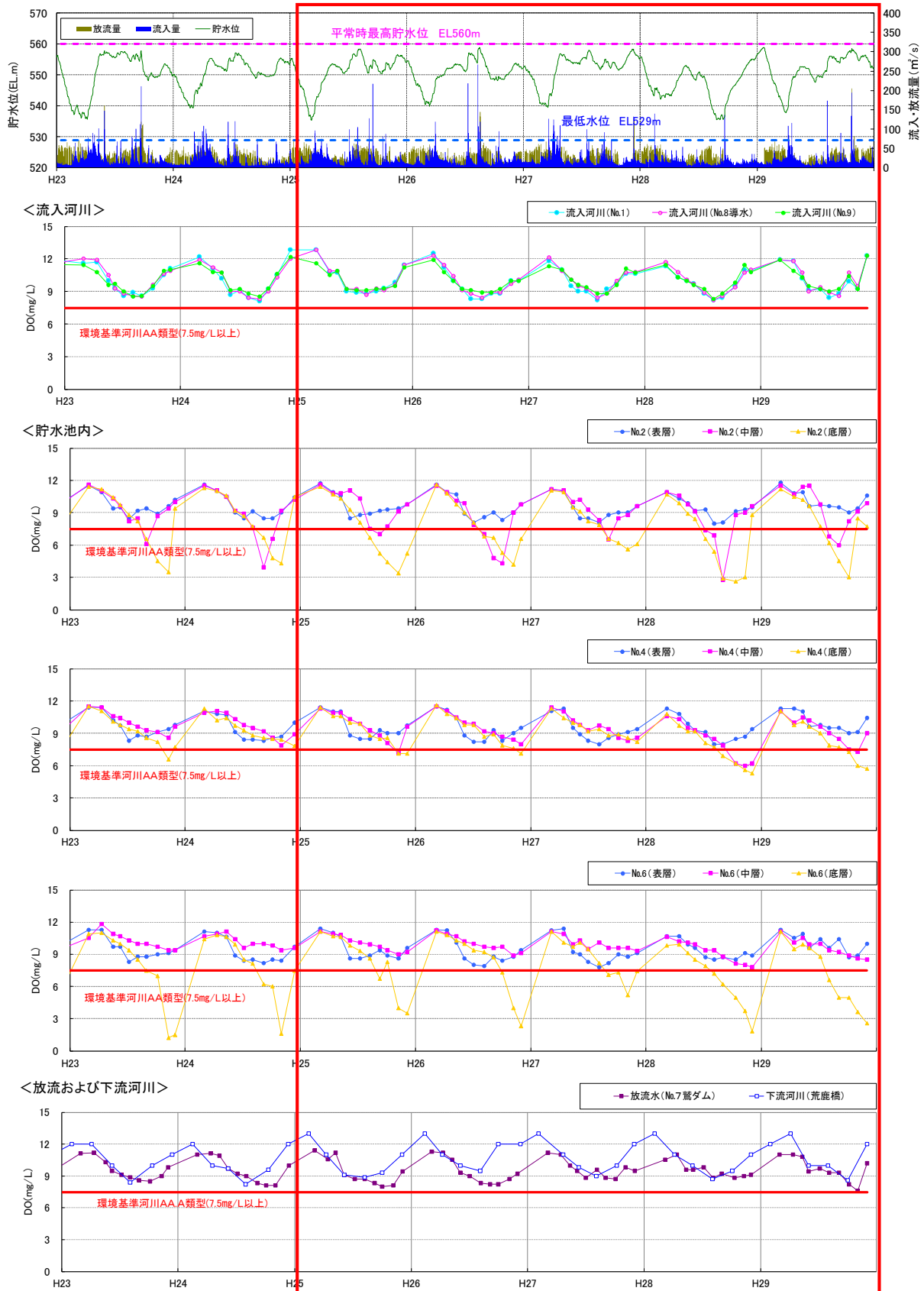


図 5.3-14(7) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (DO : H23~H29)

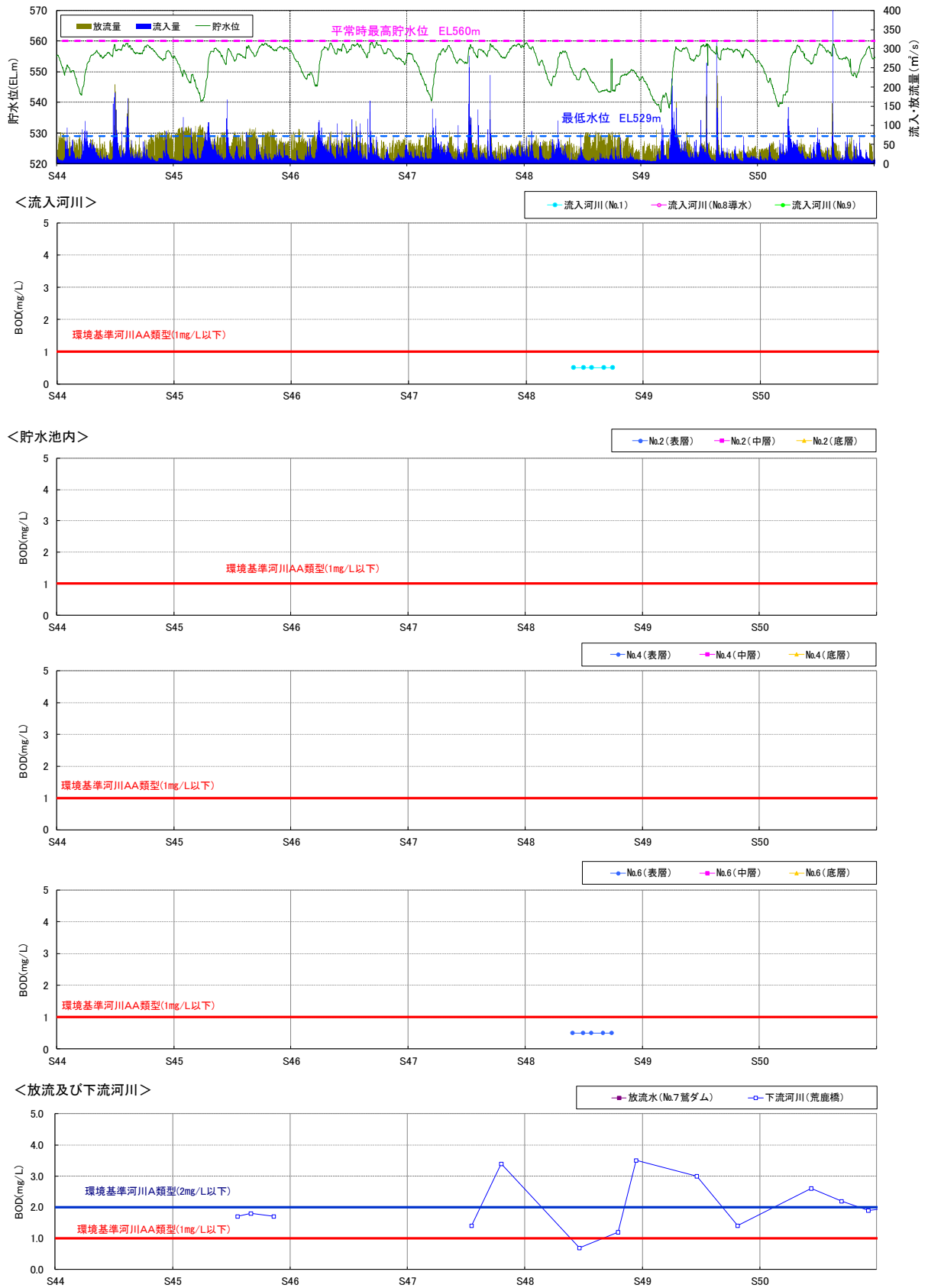


図 5.3-15(1) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : S44~S50)

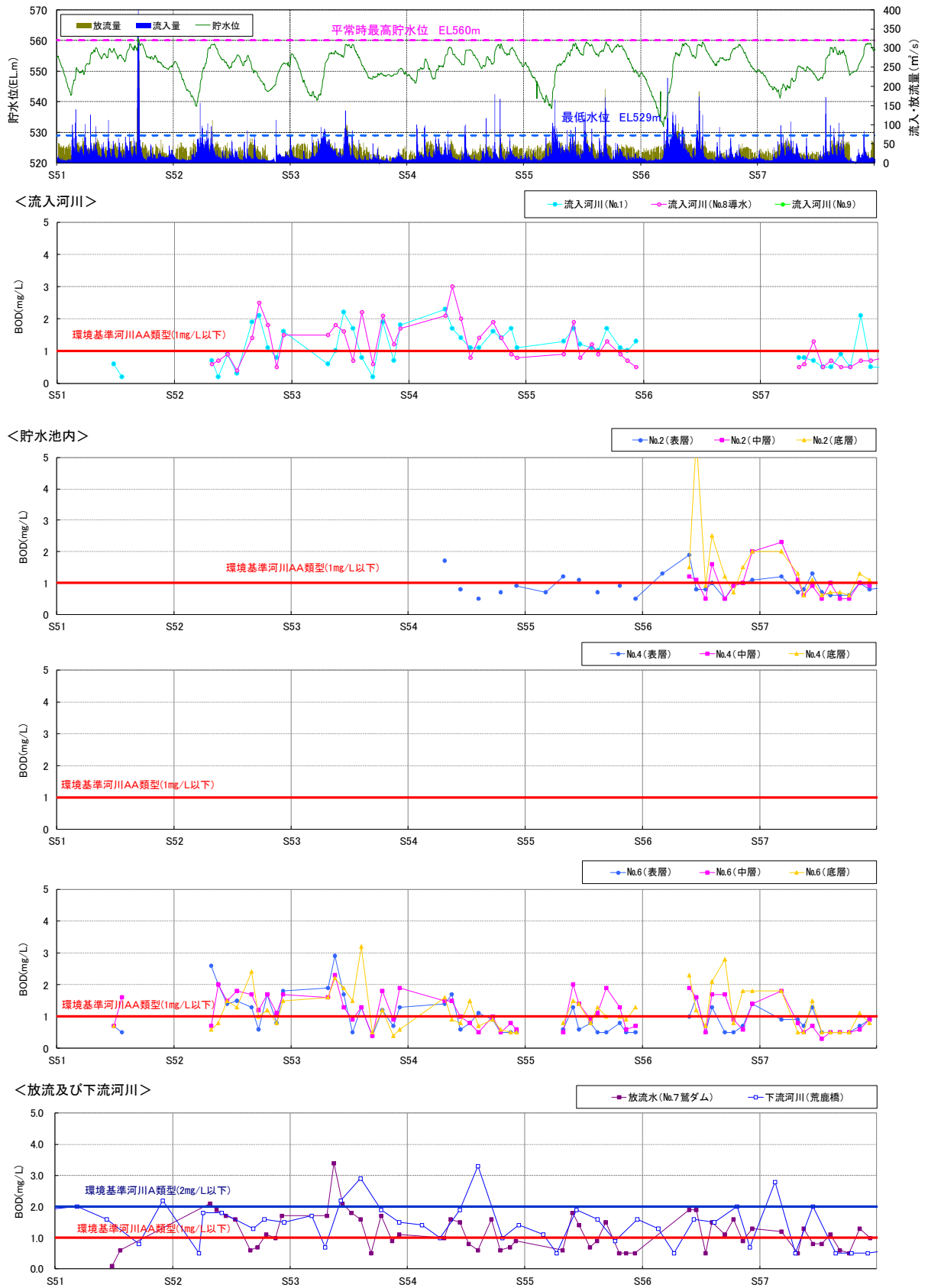


図 5.3-15(2) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : S51~S57)

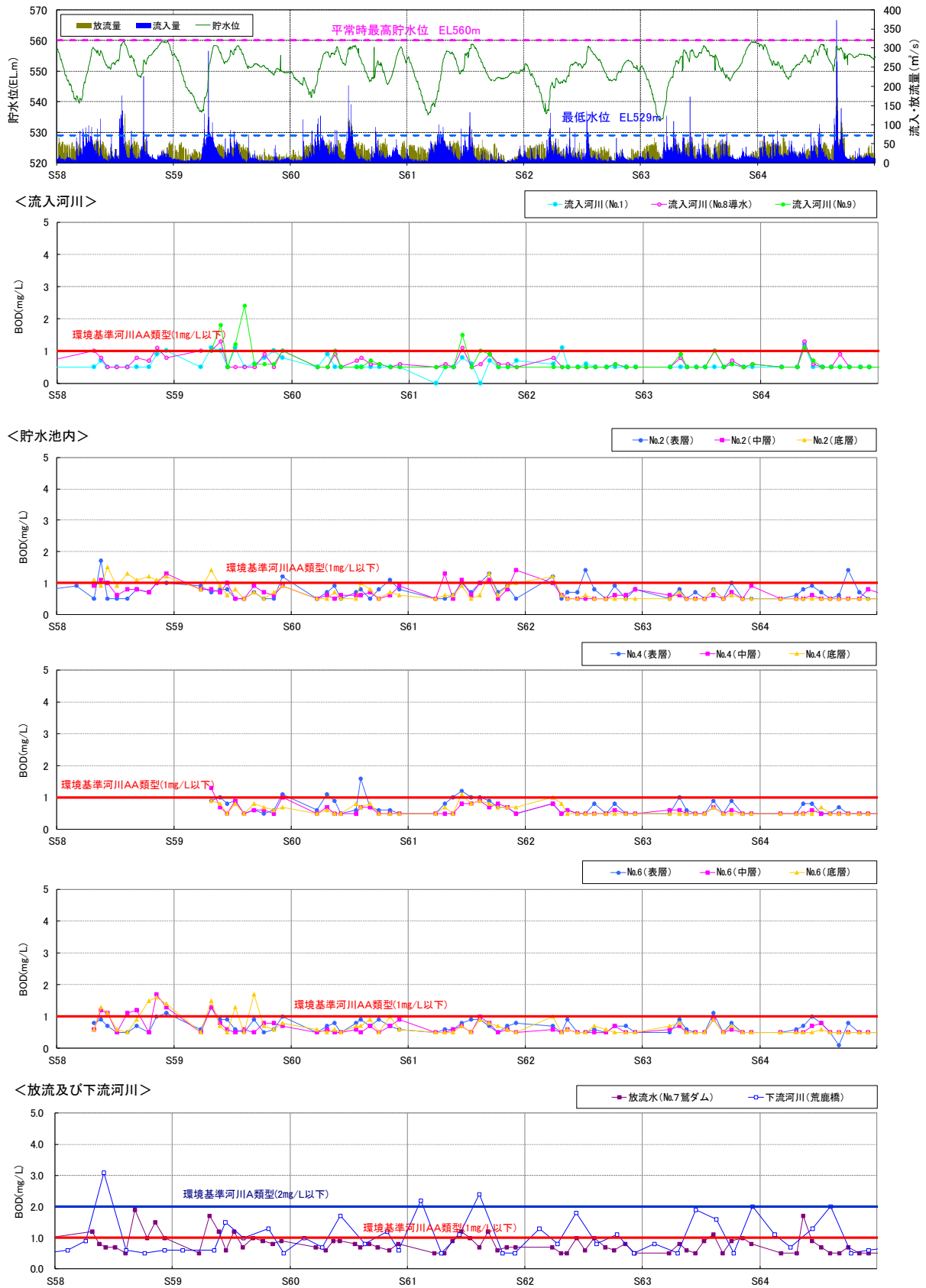


図 5.3-15(3) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : S58~S64)

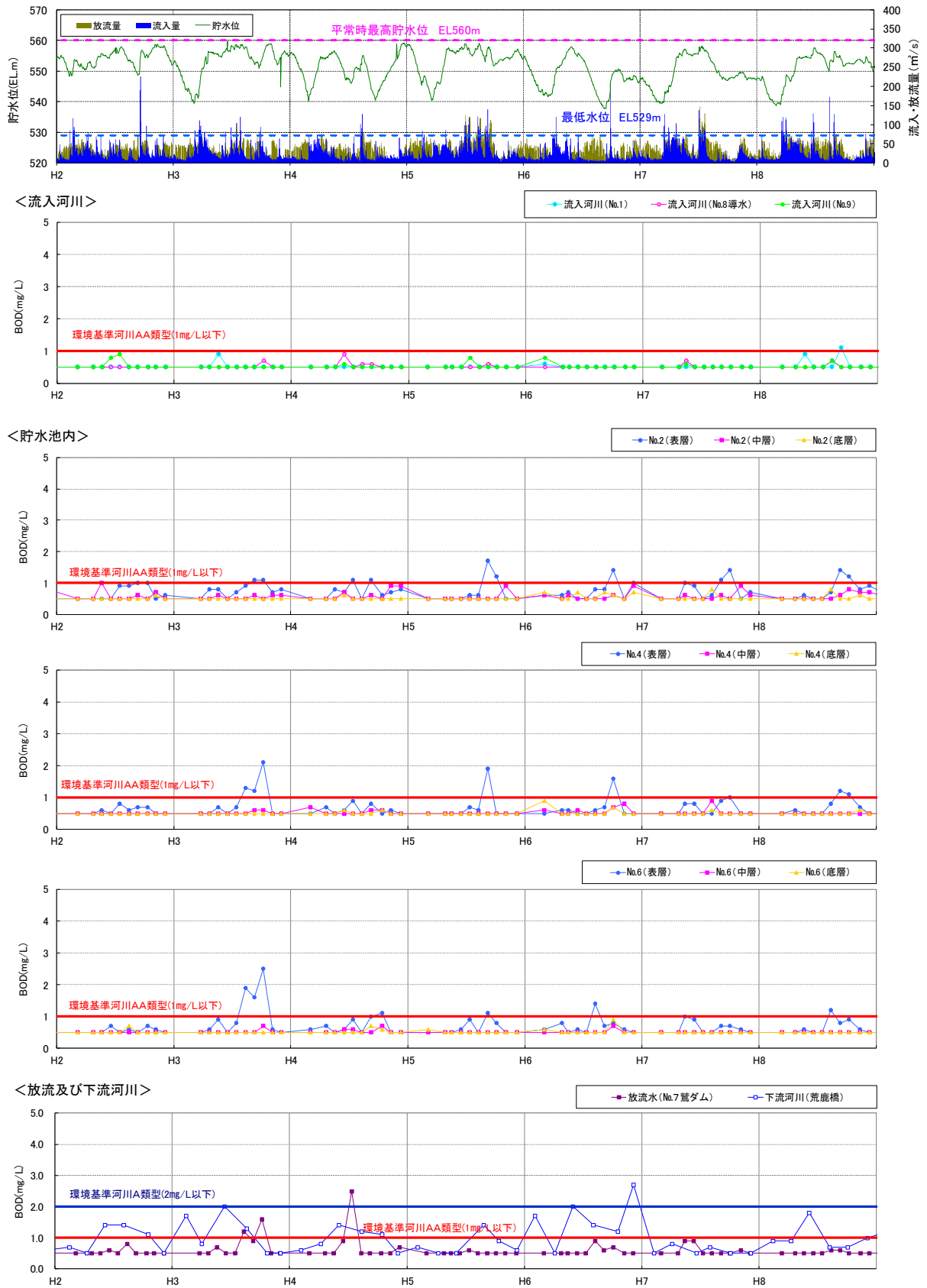


図 5.3-15(4) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : H2~H8)

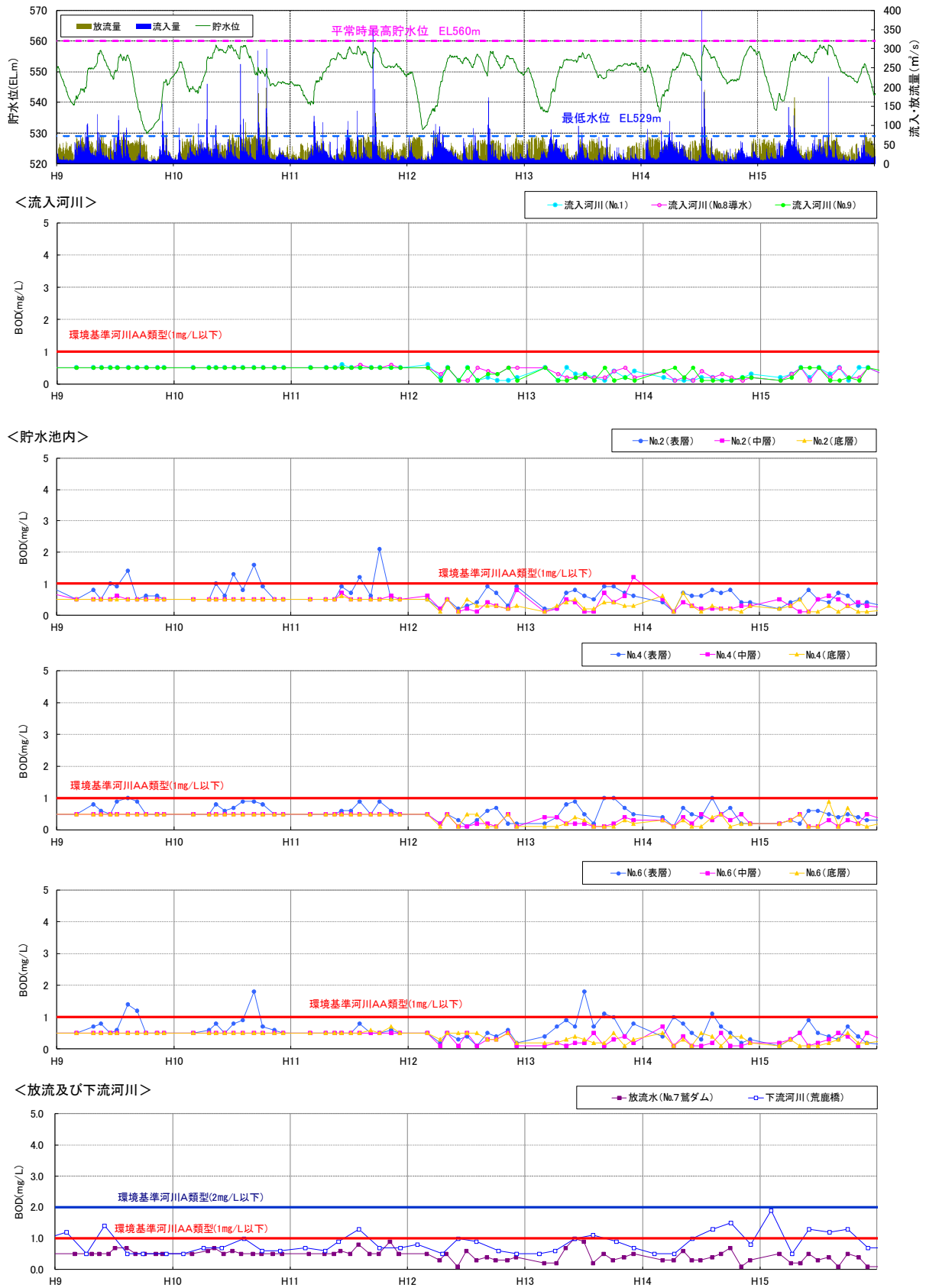


図 5.3-15(5) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : H9~H15)

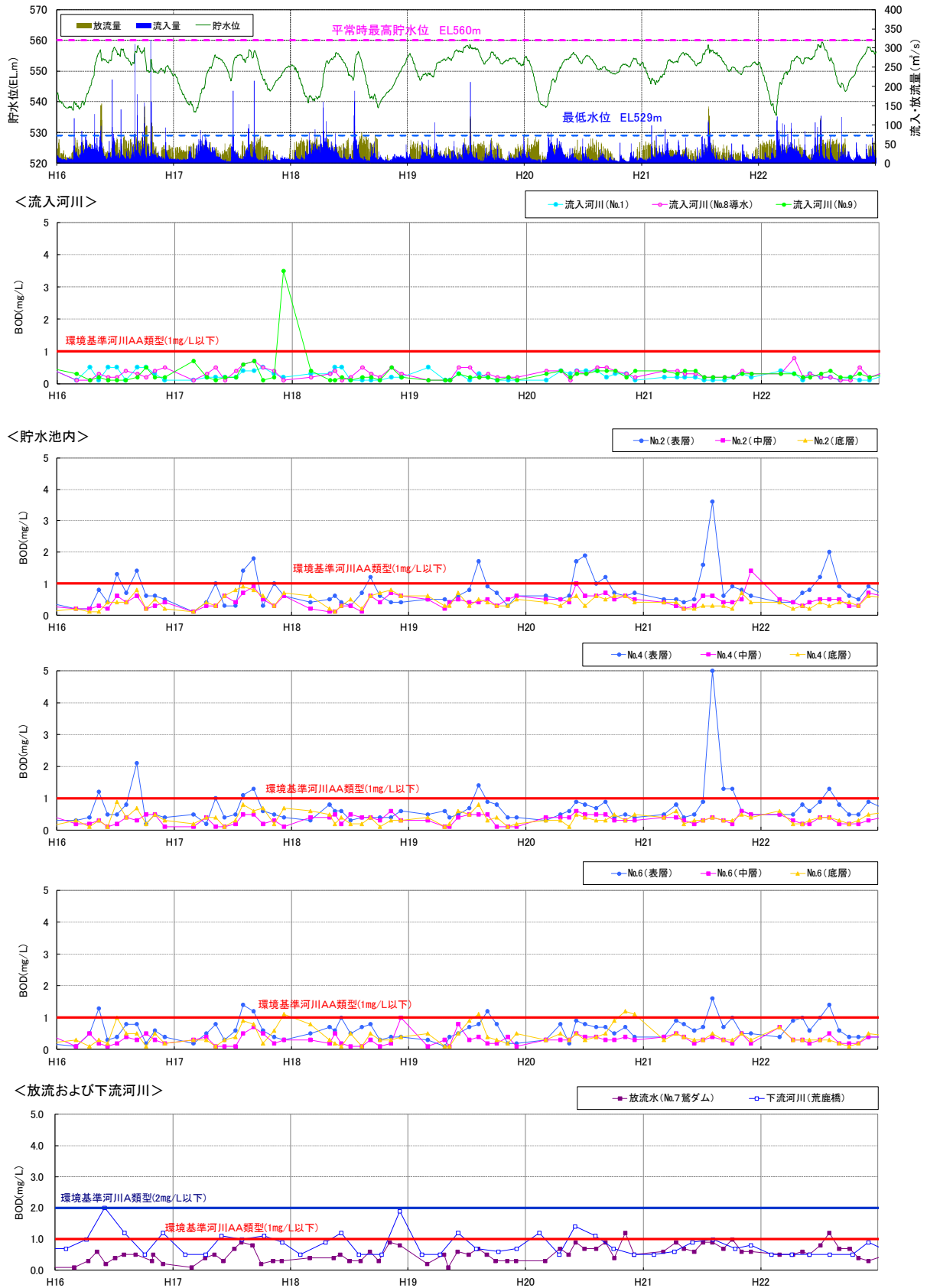


図 5.3-15(6) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : H16~H22)



図 5.3-15(7) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (BOD : H23~H29)

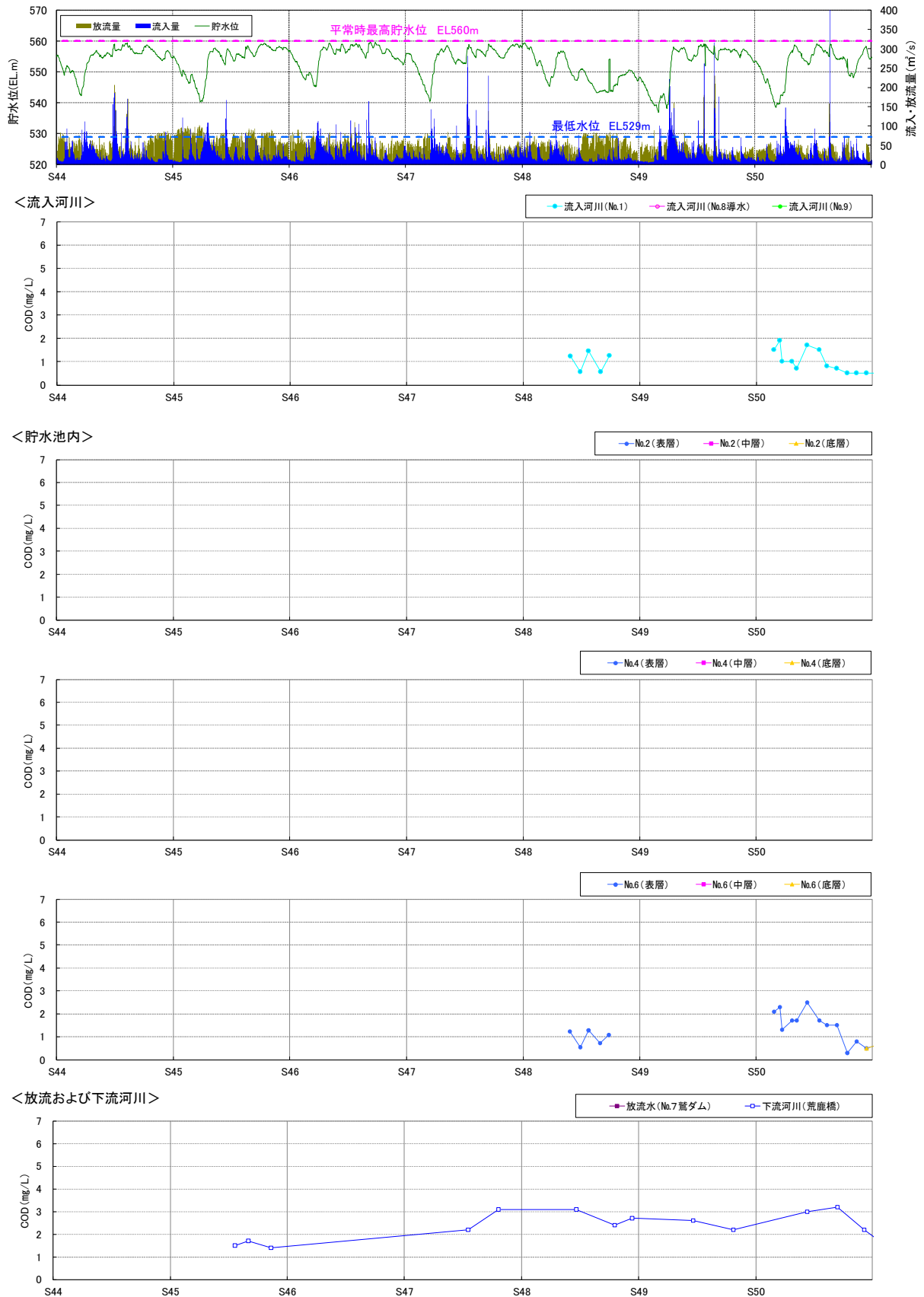


図 5.3-16(1) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (COD : S44~S50)

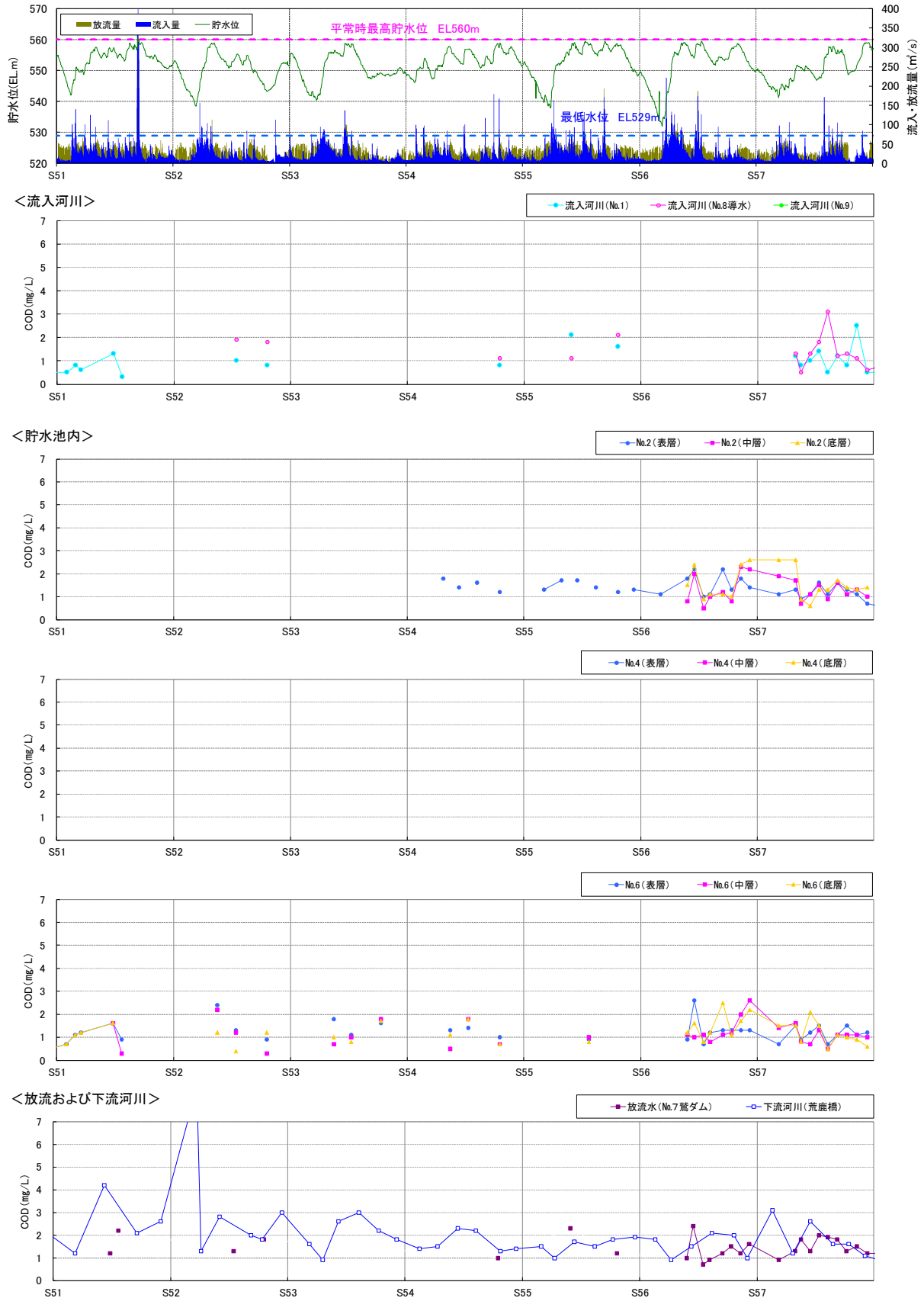
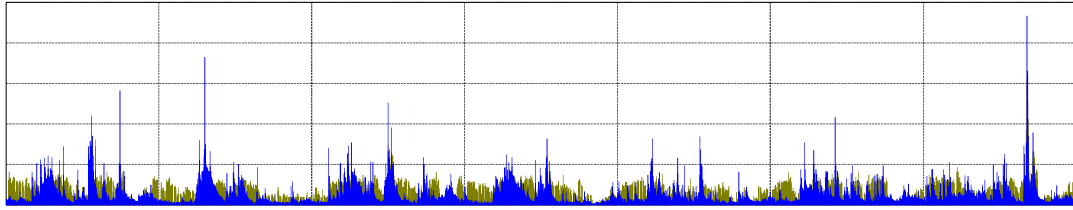
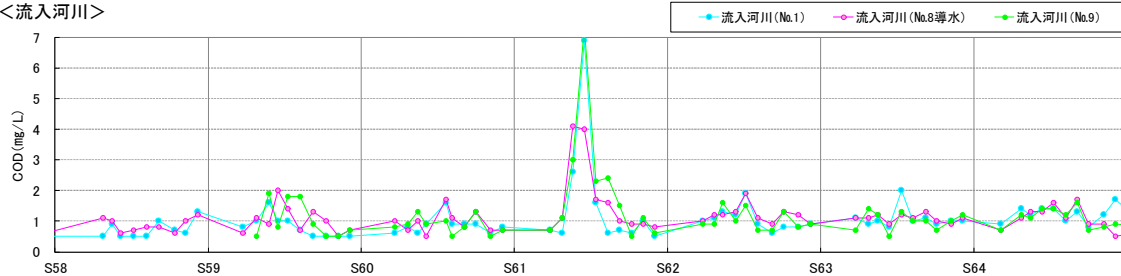


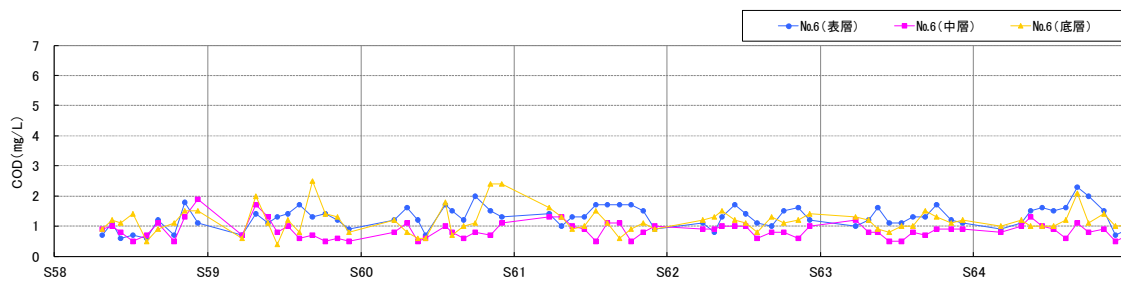
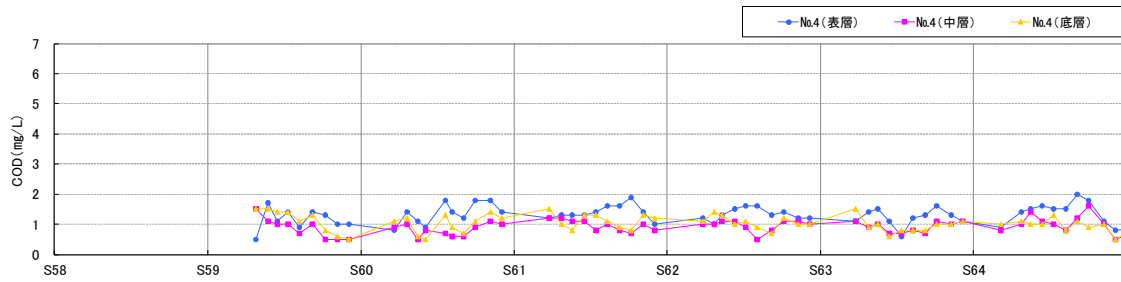
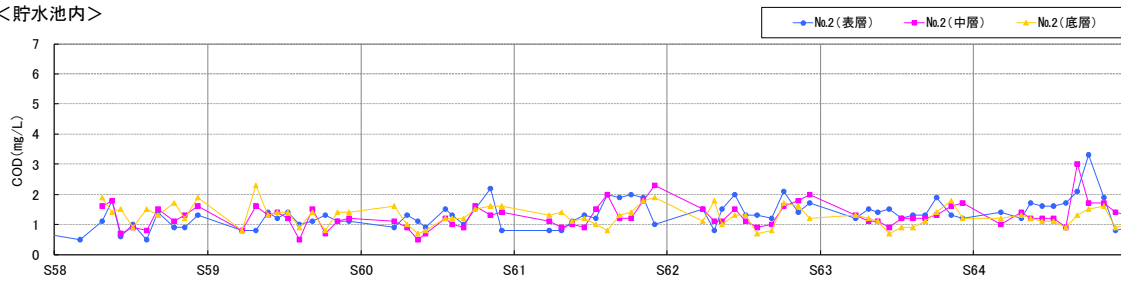
図 5.3-16(2) 流入河川、貯水池内、放流水及び下流河川の水質の経月変化 (COD : S51~S57)



<流入河川>



<貯水池内>



<放流および下流河川>

