

4. 水 質

4. 水質

4.1 とりまとめの方針

定期調査を基本として、琵琶湖、内湖およびそれらの関連項目の水文・水質の調査結果を整理し、経年的な変化状況を把握する。なお、内湖については水位保持操作や水質について評価する。

4.1.1 とりまとめの手順

琵琶湖（内湖を含む）における水質に関するとりまとめの手順を図 4.1-1 に示す。

(1) 必要資料の収集・整理

とりまとめに必要となる基礎資料として、琵琶湖の諸元、自然・社会環境に関する資料、琵琶湖開発事業の概要、琵琶湖管理の状況、気象・水文観測結果、水質調査結果を収集整理した。琵琶湖の水質は、気象・水文の他に流域の土地利用の変化などの影響も受けるため、社会環境に関する情報としては、水質に影響を与える要因（汚濁源）に着目して資料を収集・整理する。

これらの基本情報は1章の「事業の概要」に示した。

(2) 基本事項の整理

水文・水質に関わるとりまとめ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、水文・水質調査結果の整理対象期間およびとりまとめに用いた水文・水質調査地点等を整理する。

(3) 水文・水質状況の整理

定期調査を基本として、琵琶湖、内湖およびそれらの関連項目の水文・水質の調査結果を整理し、経年的な変化状況を把握した。内湖については、管理開始前後の変化を把握するほか、水位保持操作の有無や琵琶湖水質と比較する。

(4) まとめ

水質の調査結果について整理し、今後の方針について整理する。なお、水質調査は水質汚濁防止法等 16 条の規定に基づき、滋賀県が策定した公共同水域水質測定計画により、国土交通省、滋賀県、水資源機構が連携して実施しており、結果のとりまとめを滋賀県が行っていることから本章では滋賀県の評価を主に引用する。

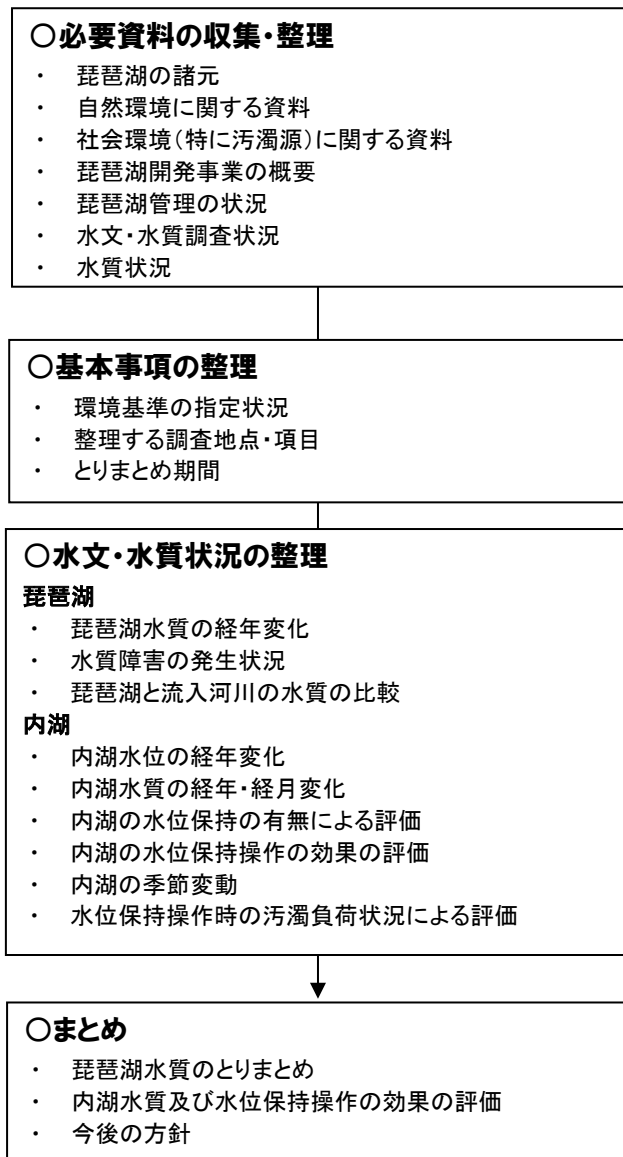


図 4.1-1 とりまとめフロー

4.1.2 とりまとめ期間

とりまとめ期間は、琵琶湖開発事業が終了し、管理開始後の 1992 年(平成 4 年)以降とする。

ただし、水文・水質のとりまとめに必要な管理開始前のデータについても整理した。

4.1.3 対象範囲

水質の評価に関しては、琵琶湖および管理の対象となっている人工内湖である津田江・木浜内湖とする。

4.1.4 必要資料(参考資料)の収集・整理

水質の評価に関する資料を収集し、「4.5 文献リスト」にてとりまとめるものとする。

4.2 琵琶湖の水文・水質

4.2.1 基本事項の整理

(1) 環境基準類型指定状況

琵琶湖における環境基準類型指定状況は、表 4.2-1、表 4.2-2、表 4.2-3 に示すとおりである。

表 4.2-1 生活環境の保全に関する環境基準類型指定状況（琵琶湖）

該当水域	項目 類型	利用目的の適応性	基準値					
			pH	COD	SS	DO	大腸菌群数※1	大腸菌数※2
琵琶湖 (南・北湖)	AA	水道1級・水産1級・自然環境保全およびA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1 mg/L 以下	1 mg/L 以下	7.5 mg/L 以上	50 MPN/ 100mL 以下	100 CFU/ 100mL 以下

※1：大腸菌群数は令和4年3月31日まで環境基準項目として適用

※2：大腸菌数は令和4年4月1日より環境基準項目として適用。なお「水道1級を利用目的としている地点（自然環境保全を利用目的としている地点を除く。）については、大腸菌数 100CFU/100mL 以下とする。」とされており、琵琶湖では 100CFU/100mL 以下を採用している。

表 4.2-2 全窒素・全リンの環境基準類型指定状況（琵琶湖）

	T-N（全窒素）		T-P（全リン）	
	北湖	南湖	北湖	南湖
Ⅱ類型	0.2mg/L 以下	0.2mg/L 以下	0.01mg/L 以下	0.01mg/L 以下

表 4.2-3 水生生物の保全に係る環境基準類型指定状況

該当水域	類型	全亜鉛	ノニルフェノール	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩
琵琶湖（北湖） (1)から(3)の区域を除く	生物A	0.03mg/L 以下	0.001mg/L 以下	0.03mg/L 以下
琵琶湖（南湖） (1)の区域を除く	生物B	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.05mg/L 以下
琵琶湖（北湖） (1)から(3)の区域	生物特B	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.04mg/L 以下
琵琶湖（南湖） (1)の区域	生物特B	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.04mg/L 以下

注) 該当水域：琵琶湖（北湖）(1)から(3)および琵琶湖（南湖）(1)は昭和49年12月28日環境庁告示第59号別表5の別記に定める区域

(2) 調査内容

滋賀県、国土交通省、水資源機構が分担して行っている琵琶湖における水質定期調査、及び水質自動観測による水質調査の実施状況ならびに関連項目（流入河川）を表 4.2-4、表 4.2-5 に、調査位置を図 4.2-1 に示す。

表 4.2-4(1) とりまとめに用いた水質調査実施状況

分類	対象地点		頻度	所管	調査名	
	地点数	地点名				
琵琶湖	北湖 31 地点	大溝沖中央、石寺沖、北小松沖中央、南比良沖、長命寺沖、蓬萊沖、蓬萊沖中央、丹出川沖、丹出川沖中央、吉川港沖	毎月	国土交通省 (10 地点)	水質定期調査	
		知内川沖、知内川沖中央、早崎港沖、姉川沖、外ヶ浜沖、天野川沖、安曇川沖、彦根港沖、大溝沖、日野川沖	毎月	水資源機構 (10 地点)		
		今津沖、今津沖中央、長浜沖、安曇川沖中央、北小松沖、愛知川沖、外ヶ浜沖中央、南比良沖中央、岩熊地先、延勝寺地先、針江地先	毎月	滋賀県 (11 地点)		
	南湖 20 地点	堅田沖、木ノ浜沖、雄琴沖、雄琴沖中央、大宮川沖、大宮川沖中央、唐崎沖、柳ヶ崎沖、柳ヶ崎沖中央、三保ヶ崎沖、粟津沖中央、浜大津沖中央	毎月	国土交通省 (12 地点)		
		志那沖、伊佐々川沖、山田港沖	毎月	水資源機構 (3 地点)		
		堅田沖中央、新杉江港沖、唐崎沖中央、浜大津沖、新浜地先	毎月	滋賀県 (5 地点)		
	4 地点	琵琶湖大橋、三保ヶ崎	毎時	国土交通省 (2 地点)		水質自動観測
		北湖中央(安曇川沖)、雄琴沖	表層(北湖中央、雄琴沖)は、毎時測定。ただし、雄琴沖の T-N・T-P はセンサー洗浄のため 20 回/日測定。 5m 以深(北湖中央)は 4 回/日測定。	水資源機構 (2 地点)		
	10 地点	北湖-1～12：安曇川沖中央 12 深度 南湖-1～4：大宮川沖中央 4 深度	毎月	国土交通省 水資源機構 (2 地点)		水深別定期 水質調査
		今津沖中央、南比良沖中央、唐崎沖中央	毎月	滋賀県 (3 地点)		
I、II、III、IV、V		毎月	滋賀県水産 試験場 (5 地点)			
瀬田川	2 地点	洗堰下	毎月	国土交通省 (1 地点)	水質定期調査	
		唐橋流心	毎月	滋賀県 (1 地点)		
	2 地点	瀬田	毎時	国土交通省 (1 地点)	水質自動観測	
		唐橋流心	毎時	水資源機構 (1 地点)		

表 4.2-4(2) とりまとめに用いた水質調査実施状況

分類	対象地点		頻度	所管	調査名
	地点数	地点名			
流入河川	北湖西部流入 5河川5地点	大浦川、知内川、石田川、 安曇川	毎月	滋賀県 (4河川、4地点)	定期水質調査
		和邇川	毎月	大津市 (1河川、1地点)	
	北湖東部流入 9河川10地点	野洲川(服部大橋)	毎月	国土交通省 (1河川、1地点)	
		姉川(美浜橋)、田川、 天野川、犬上川、宇曾川、 愛知川、日野川(野村橋)、 家棟川、野洲川(横田橋)	毎月	滋賀県 (9河川、9地点)	
	南湖流入10河 川12地点	十禅寺川、葉山川、守山川	毎月	滋賀県 (3河川、3地点)	
		天神川、大宮川、柳川、 吾妻川、相模川、大戸川(大鳥 居発電所放流口より下流20m 地点、稲津橋)、 信楽川(加河川との合流地点、 瀬田川合流地点より上流50m 地点)	毎月	大津市 (7河川、9地点)	

表 4.2-5 水質調査項目

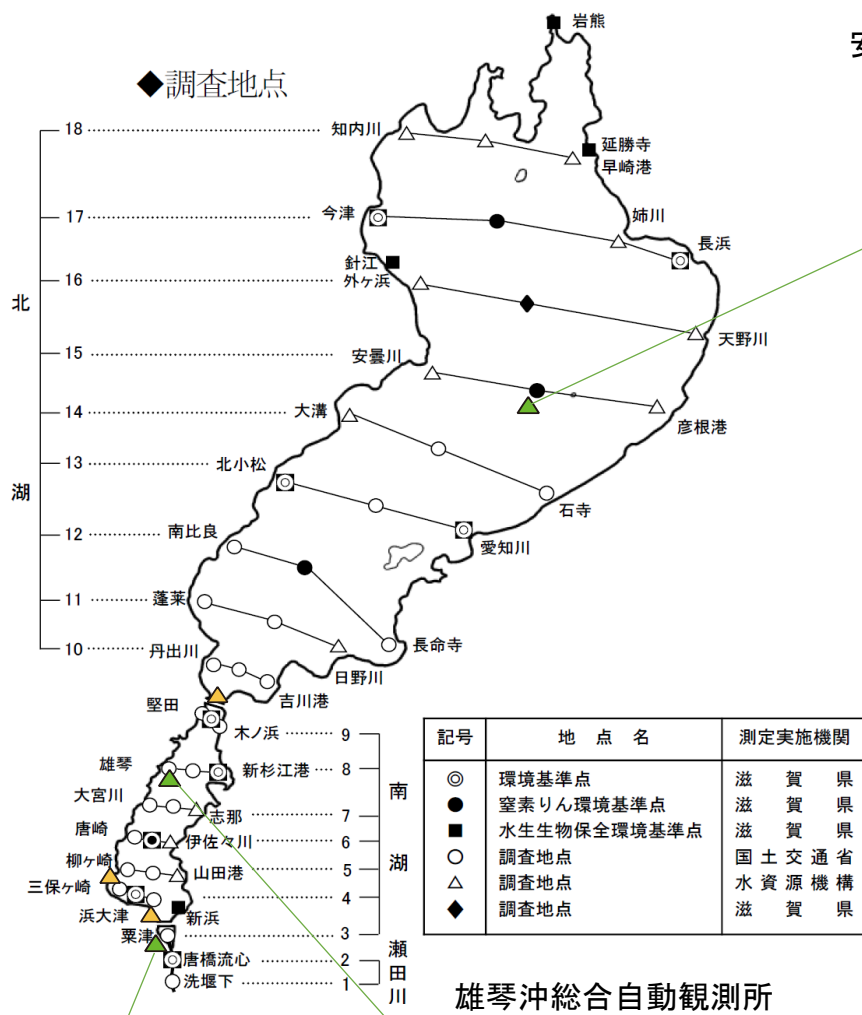
調査項目	一般項目	気温、水温、透明度、水色
	生活環境項目	水素イオン濃度(pH)、溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)、大腸菌数、全窒素(T-N)、全りん(T-P)、全亜鉛、ノニルフェノール、LAS
	健康項目	カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、アルキル水銀、PCB、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、四塩化炭素、ジクロロメタン、1,2-ジクロロエタン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン(D-D)、チウラム、シマジン(CAT)、チオベンカルブ(ベンチオカルブ)、ベンゼン、セレン、ほう素、ふっ素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、1,4-ジオキサン
	要監視項目	ニッケル、モリブデン、アンチモン、トランス-1,2-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロプロパン、p-ジクロロベンゼン、イソキサチオン、ダイアジノン、フェニトロチオン、イソプロチオラン、オキシ銅、クロロタロニル、プロピザミド、EPN、ジクロロボス、フェノブカルブ、イプロベンホス、クロルニトロフェン、トルエン、キシレン、フタル酸ジエチルヘキシル、塩化ビニルモノマー、エピクロロヒドリン、全マンガン、ウラン、ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオクタタン酸(PFOA)、クロロホルム、フェノール、ホルムアルデヒド、4-tert-オクチルフェノール、アニリン、2,4-ジクロロフェノール
	その他項目	アンモニア性窒素、有機性窒素、りん酸イオン、珪酸、クロロフィル(a, b, c)、フェオ色素、塩化物イオン、溶解性COD、溶解性全有機炭素、粒子性全有機炭素、全有機炭素、底層DO、鉄、溶存態鉄、溶存態マンガン、植物プランクトン
	ダイオキシン	

定期水質調査地点	実施機関
◎ 環境基準点 (9 地点)	滋 賀 県
● 室素りん環境基準点 (4 地点)	滋 賀 県
■ 水生生物保全環境基準点 (13 地点)	滋 賀 県
○ 調 査 地 点 (23 地点)	国 土 交 通 省
△ 調 査 地 点 (13 地点)	水 資 源 機 構
◆ 調 査 地 点 (1 地点)	滋 賀 県

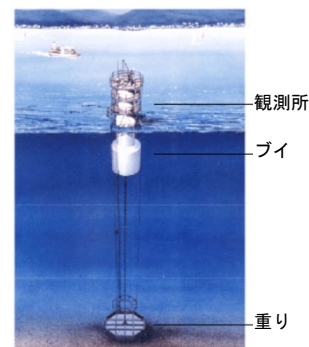
水 質 自 動 観 測 地 点
▲ 国 土 交 通 省 3 ヶ 所
▲ 水 資 源 機 構 3 ヶ 所

注) ・流入河川(野洲川、姉川)での調査地点数は含めていない。
 ・瀬田川での調査地点数は含めている。

注) 1. 唐崎沖中央は環境基準点と室素りん環境基準点及び水生生物保全環境基準点を兼ねる。
 2. 瀬田川での2調査点を含む。



安曇川沖総合自動観測所



唐橋流心観測所



雄琴沖総合自動観測所

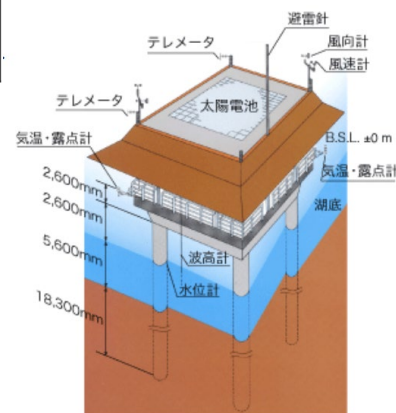


図 4.2-1 水質調査位置

4.2.2 水質調査結果

(1) 琵琶湖の水質

1) 水質の水平分布 (2022 年度(令和 4 年度)の年度平均値)

琵琶湖の水深 0.5mにおける水質の 2022 年度 (令和 4 年度) の年度平均の水平分布を図 4.2-2 に示す。

北湖中央部から北西部は他の水域に比べ、透明度が高く、COD、全窒素、全りんphosphorusの値が低くなっている。一方、南湖(特に東部)では地形や人間活動などの影響により、透明度が低く、COD、全窒素、全りんphosphorusの値が高くなっている。

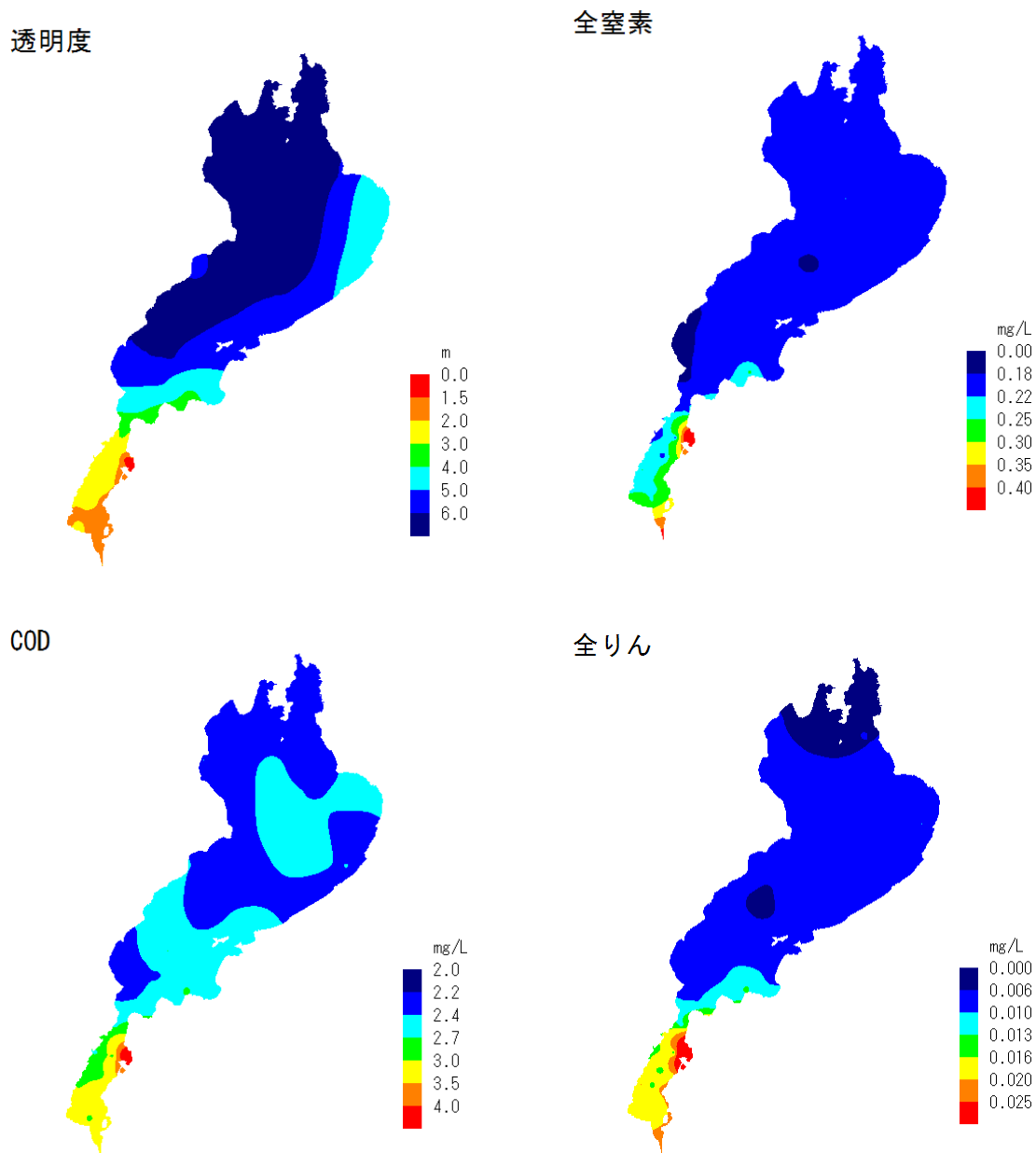


図 4.2-2 湖内水質の平面分布 (2022 年度(令和 4 年度)の年度平均値)

出典：文献リスト No. 4-1

2) 水質の経年変化

表層水温、透明度、pH、COD、BOD、SS、DO、T-N、T-P、クロロフィル a の北湖・南湖の年度平均値の変化を図 4.2-3 に示す。

表層水温は北湖、南湖ともに年による変動がみられるが、長期的には上昇傾向がみられる。至近 5 ヶ年（2018 年度(平成 30 年度)～2022 年度(令和 4 年度)）は、北湖はやや上昇し、南湖は横ばいである。

透明度は、北湖、南湖とも、管理開始以降、上昇傾向がみられる。至近 5 ヶ年は北湖、南湖とも横ばい傾向であり、管理開始時と比べて高い状態にある。

pH は、北湖、南湖とも、管理開始以降ほぼ横ばいである。至近 5 ヶ年も、北湖、南湖ともに横ばい傾向である。

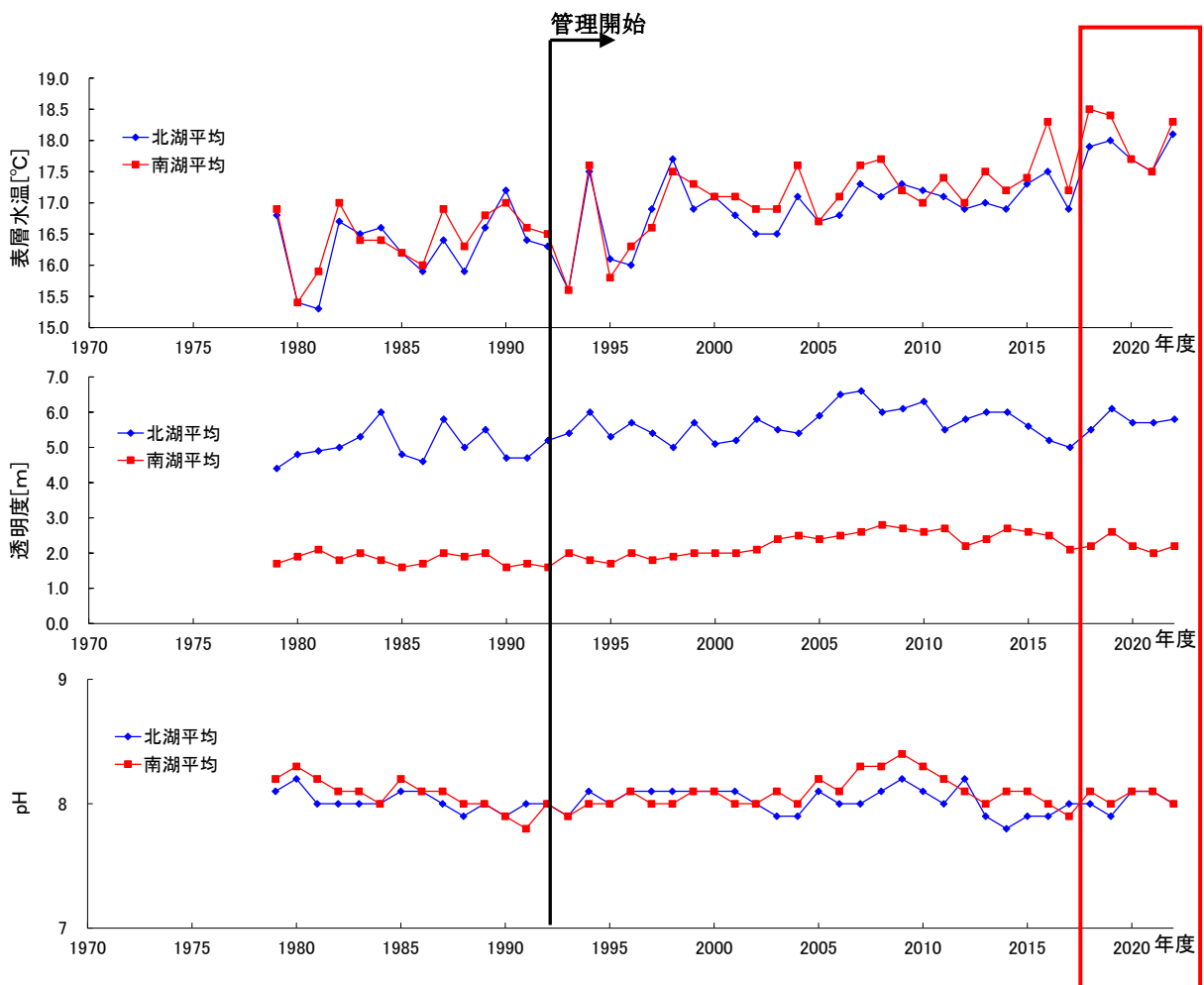


図 4.2-3(1) 湖内水質の経年変化（1979 年度(昭和 54 年度)～2022 年度(令和 4 年度)）

注) 北湖平均：表 4.2-4 に示す北湖 28 地点平均の年度平均
南湖平均：表 4.2-4 に示す南湖 19 地点平均の年度平均

出典：文献リスト No. 4-2

有機汚濁の指標である COD は、北湖、南湖とも、管理開始以降、上昇あるいは高止まり傾向がみられる。至近5ヶ年は、やや低い値で横ばい傾向であるが、環境基準値（1mg/L）と比べて高い状態である。

BOD は、管理開始以降、ほぼ横ばい傾向がみられる。至近5ヶ年は年による変動がみられるがほぼ横ばい傾向であり、管理開始時より低い状態である。

SS は、北湖は、管理開始以降横ばいであり、南湖は管理開始以降減少傾向がみられる。至近5ヶ年は、北湖、南湖ともに横ばい傾向である。

DO は、北湖、南湖ともに、管理開始以降横ばい傾向である。至近5ヶ年も、北湖、南湖ともに横ばい傾向がみられる。

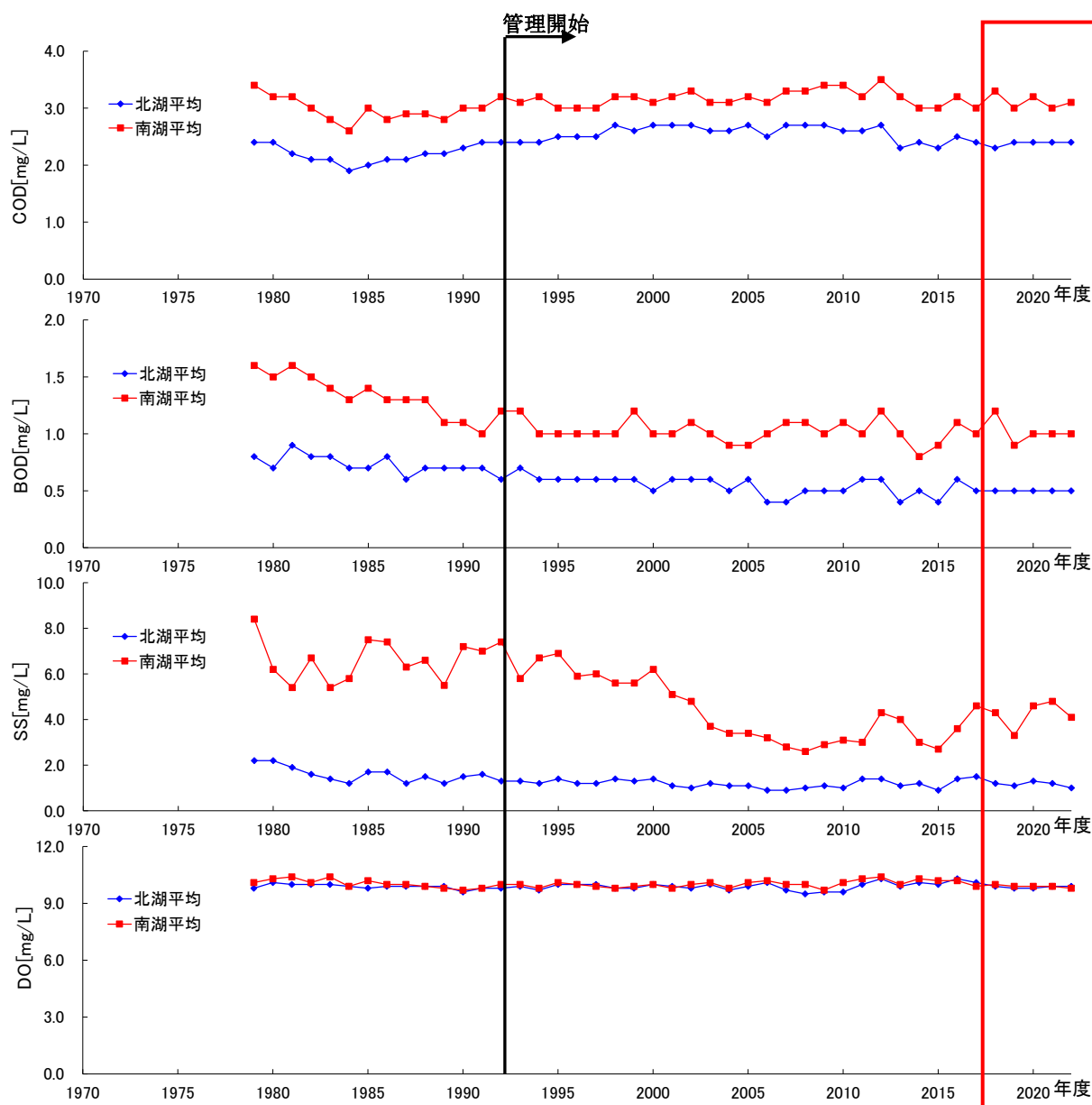


図 4.2-3 (2) 湖内水質の経年変化（1979 年度(昭和 54 年度)～2022 年度(令和 4 年度)）

注) 北湖平均：表 4.2-4 に示す北湖 28 地点平均の年度平均
南湖平均：表 4.2-4 に示す南湖 19 地点平均の年度平均

出典：文献リスト No. 4-2

T-Nは北湖、南湖とも管理開始以降、低下傾向がみられ、至近5ヶ年では、北湖はほぼ横ばいであるが、南湖は減少傾向がみられる。

T-Pは北湖では管理開始以降、ほぼ横ばいであり、至近5ヶ年においても同様にほぼ横ばいで管理開始時と同程度である。南湖では管理開始以降、低下傾向がみられるが、至近5ヶ年においてはほぼ横ばい傾向で管理開始時より低い状態である。

クロロフィルaは北湖では管理開始以降、ほぼ横ばいであり、至近5ヶ年においても同様に、ほぼ横ばいである。南湖では2006年度(平成18年度)までは低下傾向がみられるが、2006年度(平成18年度)以降は年による変動はあるものの上昇傾向がみられ、至近5ヶ年では2018年度(平成30年度)に管理開始時と同程度まで上昇した年がみられた。

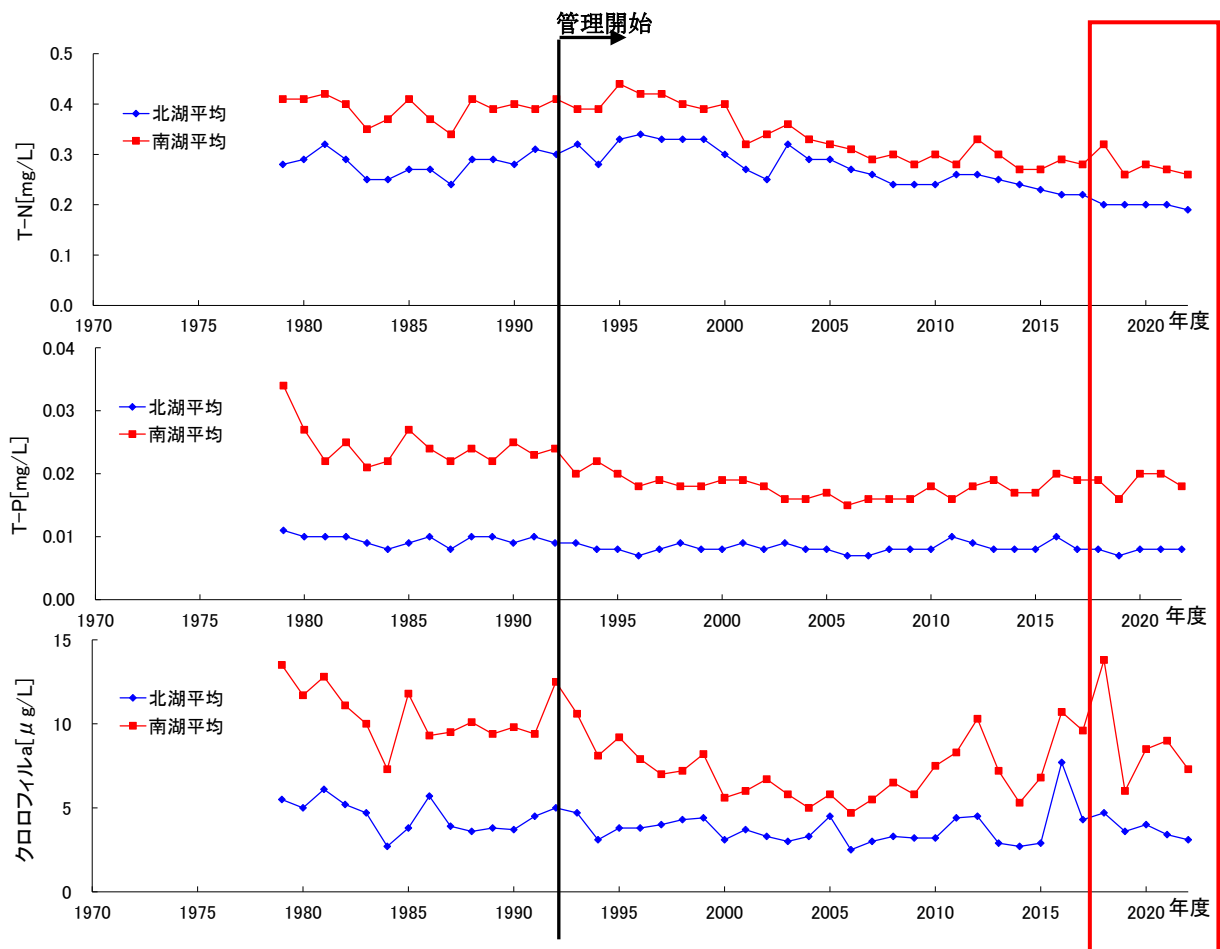


図 4.2-3(3) 湖内水質の経年変化(1979年度(昭和54年度)~2022年度(令和4年度))

注) 北湖平均: 表 4.2-4 に示す北湖 28 地点平均の年度平均

南湖平均: 表 4.2-4 に示す南湖 19 地点平均の年度平均

出典: 文献リスト No. 4-1

3) 負荷量の経年変化

発生源別にみた琵琶湖に流入する負荷量を図 4.2-4 に示す。

COD、全窒素 (T-N) および全りん (T-P) のいずれも負荷量は低減しており、これまでの生活排水対策や工場・事業場排水規制などの点源対策に加え、環境こだわり農業の推進や水源かん養保安林等の配備、歩道の透水性舗装、河口部に整備した一時貯留施設の活用などの面源対策の実施によるものと考えられる。

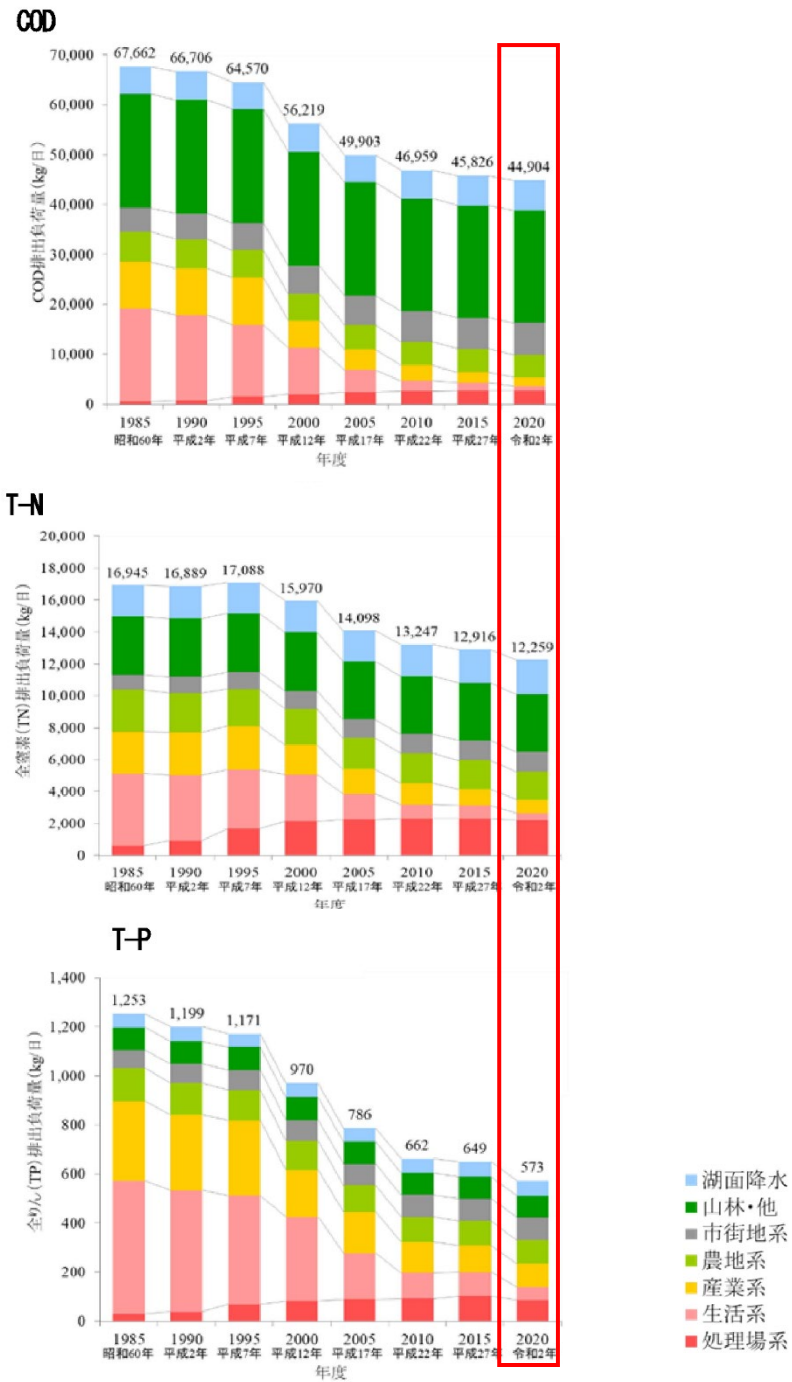


図 4.2-4 琵琶湖に流入する負荷量の経年変化

出典：文献リスト No. 4-1

4) 過去5年間の環境基準達成状況

2018年度(平成30年度)～2022年度(令和4年度)における生活環境項目に係る環境基準の達成状況は次のとおりである。

北湖のDO(溶存酸素)及び大腸菌数(令和4年度より環境基準項目)、T-Pは環境基準を達成しているが、北湖・南湖のpH、COD、SS、大腸菌群数(令和3年度までの環境基準項目)、T-N、南湖のDO(溶存酸素)、T-Pは、環境基準を1年でも達成できなかったものも含めて環境基準を達成できていない。

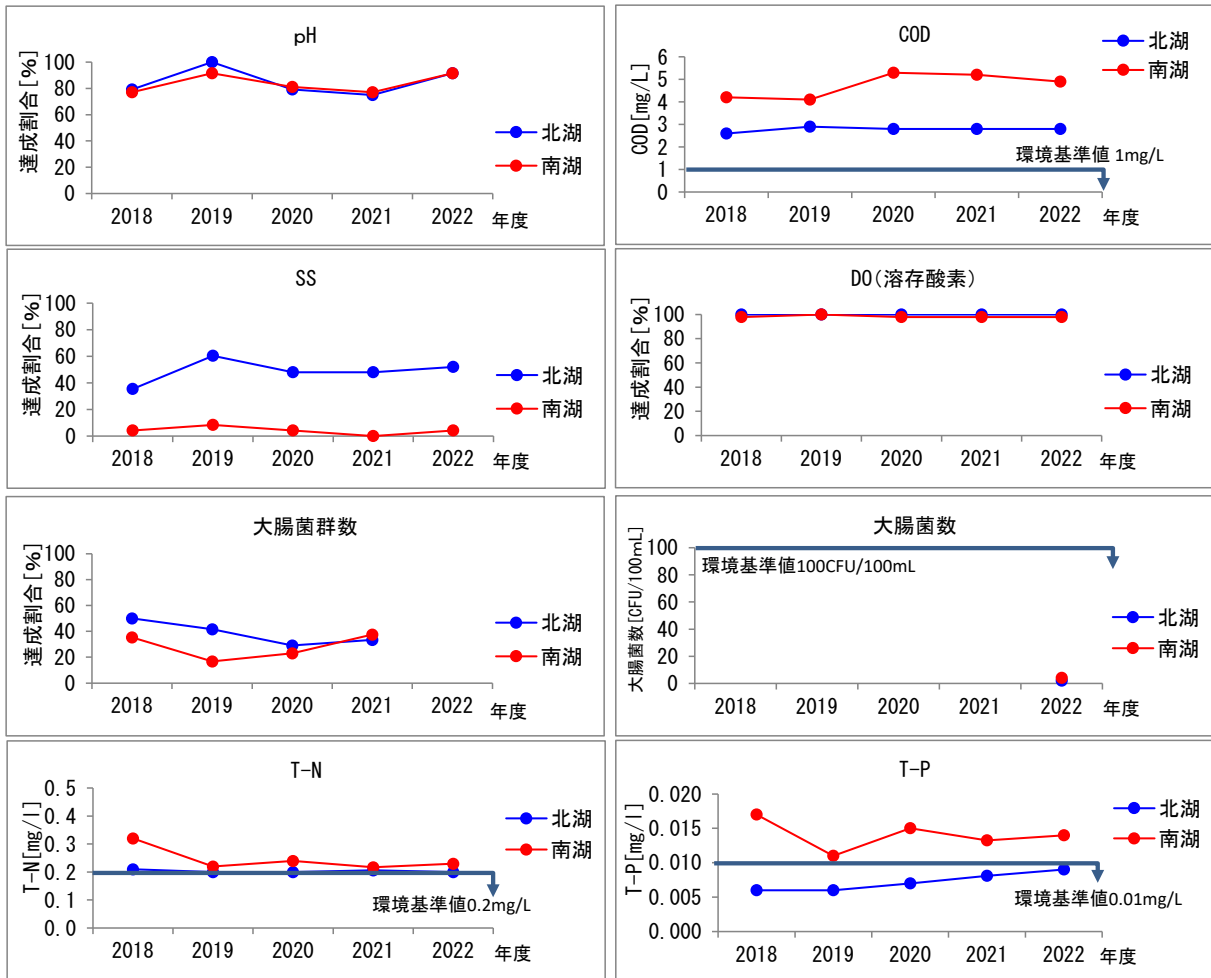


図 4.2-5 生活環境項目に係る環境基準の達成状況

【2018年度(平成30年度)～2022年度(令和4年度)】

注) 1. pH、SS、DO、大腸菌群数：環境基準点(北湖4定点、南湖4定点)の日間平均値が基準値(表4.2-1)を達成した割合を示す。

COD：環境基準点(北湖4定点、南湖4定点)の75%値(全データをその値が小さいものから順に並べ、 $0.75 \times n$ 番目(n は全データ数)のデータ値)の経年変化を示す。

※北湖4定点：今津沖、長浜沖、北小松沖、愛知川沖

南湖4定点：堅田沖中央、浜大津沖、唐崎沖中央、新杉江伊沖

大腸菌数：環境基準点(北湖4定点、南湖4定点)の90%値のうち、最も高い地点の値(全データをその値が小さいものから順に並べ、 $0.90 \times n$ 番目(n は全データ数)のデータ値)

2. T-N、T-P：環境基準点(北湖3定点、南湖1定点)の平均値のうち、最も高い地点の経年変化を示す。

※北湖3定点：今津沖中央、安曇川沖中央、南比良沖中央 南湖1定点：唐崎沖中央

出典：文献リストNo. 4-1、4-2

5) 水質の自動観測結果

(a) 水質自動観測の合理化について

北湖については、湖心部付近では比較的広範囲で同様の水質傾向にあるため、2011年(平成23年)4月から観測所を、安曇川沖及び沖島沖の2箇所から、沖島沖を廃止して安曇川沖の1箇所とした。また、安曇川沖においては、淡水赤潮の発生が減少し、かつ、水質の変動が緩慢であることから定期調査で代用可能であるとして、COD、T-N、T-Pの観測を2011年(平成23年)4月から休止した。

南湖の水質は、透明度の上昇、窒素・リンの減少と水質の改善傾向がみられるものの、依然として、アオコは毎年発生している状況であることから、南湖の雄琴沖については、必要であるとして観測を継続している。

(b) 琵琶湖最深層（北湖中央：安曇川沖）

琵琶湖の最深層を代表する安曇川沖における1992年(平成4年)から2021年(令和3年)までの水質の経日変化を図4.2-6に示す。

水温は水深40m以浅において夏季に高くなる季節変化がみられ、水深50m以深において年間通して10℃以下を保つ傾向がみられる(図4.2-6(1))。至近5ヶ年においても同様の傾向であった。

溶存酸素(DO)は秋季に低下する季節変化がみられ、特に水深20m付近と水深50m以深で低くなる傾向がみられる。1998年(平成10年)、2003年(平成15年)及び2006年(平成18年)～2009年(平成21年)及び2020年(令和2年)は特にDOの低下がみられた(図4.2-6(1)、(2))。

濁度は夏季にやや高くなる季節変化がみられ、特に、2008年(平成20年)及び2011年(平成23年)、2018年(平成30年)及び2019年(令和元年)の夏季に高い値が観測された(図4.2-6(1)、(2))。

クロロフィルaは浅い水深において高い傾向がみられ、春～夏季に高くなる季節変化がみられる。水深2mにおいて2003年(平成15年)、2005年(平成17年)、2008年(平成20年)、2012年(平成24年)は水深2mにおいて高い値が観測された。2017年(平成29年)には、秋季に高い値が観測された(図4.2-6(2))。

pHは水深2mにおいて夏季に高くなる季節変化がみられ、特に2008年(平成20年)及び2018年(平成30年)の夏季に高い値が観測された。また、2019年(令和元年)の秋季及び2021年(令和3年)の夏季には例年より低い値が観測された。(図4.2-6(3))。

(c) 南湖（雄琴沖）

南湖を代表する雄琴沖における 1992 年(平成 4 年)から 2022 年(令和 4 年)までの水質の経日変化を図 4.2-7 に示す。

水温は夏季に高くなる季節変化がみられ、近年も同様の傾向であった。

溶存酸素 (DO) は夏季に低くなる季節変化がみられ、近年も同様の傾向であった。

濁度は短期的な変動が大きく、夏季～秋季に高くなることが多く、2006 年(平成 18 年)、2016 年(平成 28 年)及び 2021 年(令和 3 年)は特に DO の低下がみられた。

濁度は、短期的な変動が大きく、夏季～秋季に高くなることが多く、近年も同様の傾向であった。1995 年(平成 7 年)、2004 年(平成 16 年)、2010 年(平成 22 年)、2013 年(平成 25 年)、2015 年(平成 27 年)及び 2017 年(平成 29 年)、2018 年(平成 30 年)及び 2021 年(令和 3 年)は特に高い濁度が観測された。

クロロフィル a は春季～夏季に高くなる季節変化がみられ、近年も同様の傾向であった。1992 年(平成 4 年)、2003 年(平成 15 年)及び 2008 年(平成 20 年)は特に高いクロロフィル a が観測された。

pH は夏季に高くなる季節変化がみられ、近年も同様の傾向であった。

COD は特に変化の傾向はみられないが、1999 年(平成 11 年)、2000 年(平成 12 年)、2004 年(平成 16 年)、2013 年(平成 25 年)及び 2017 年(平成 29 年)及び 2018 年(平成 30 年)に高い COD が観測された。

T-P は夏季に高くなる季節変化がみられ、近年も同様の傾向であった。長期的には、やや減少傾向がみられる。1993 年(平成 5 年)、1994 年(平成 6 年)及び 2004 年(平成 16 年)は特に高い T-P が観測された。

T-N は春季に高くなる季節変化がみられ、近年も同様の傾向であった。1995 年(平成 7 年)は特に高い T-N が観測された。

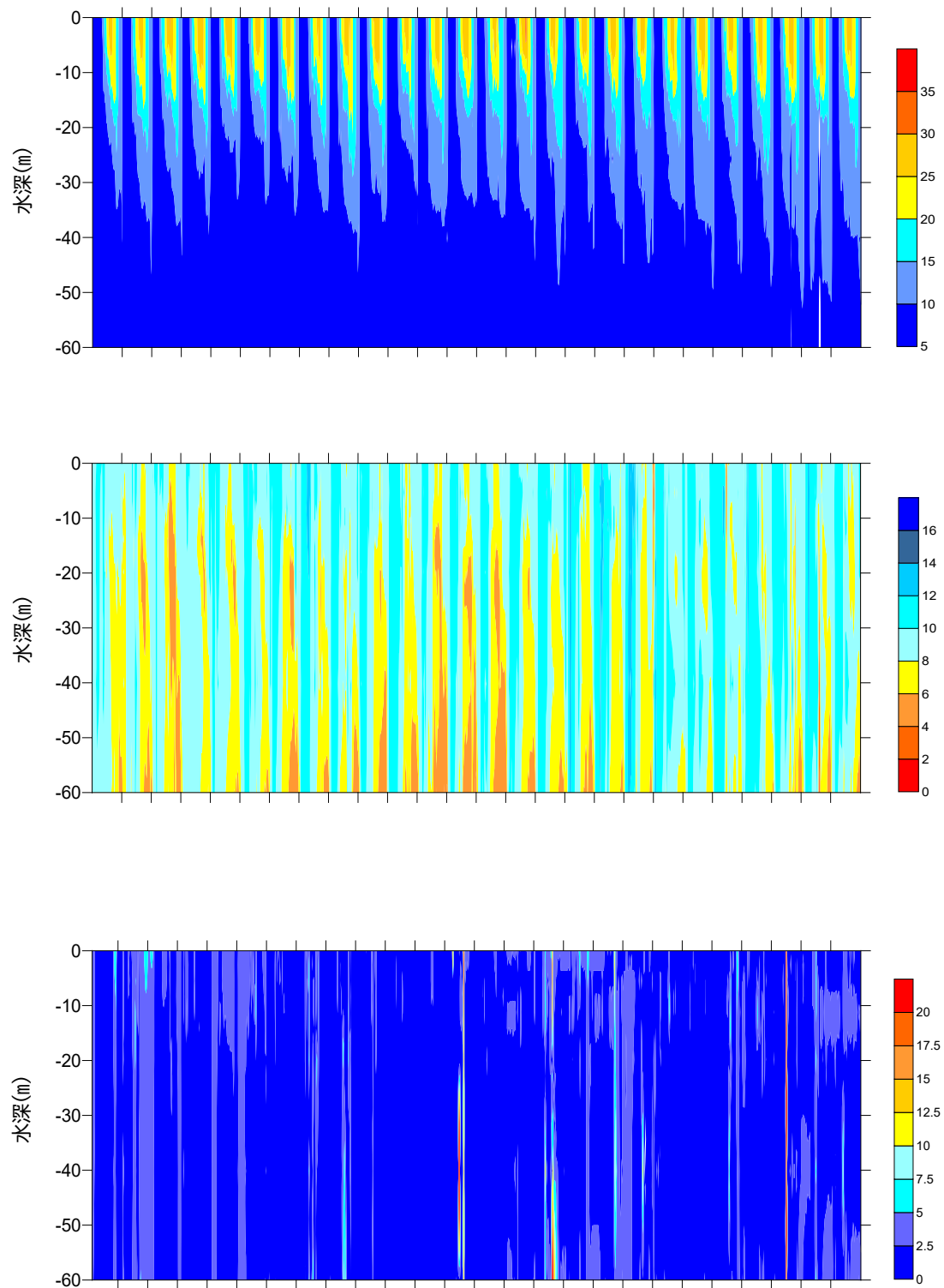


図 4.2-6(1) 安曇川沖の水質の経日変化

(全層：1996年(平成8年)～2021年(令和3年)：日平均值(4回/日測定))

※白地部分は欠測

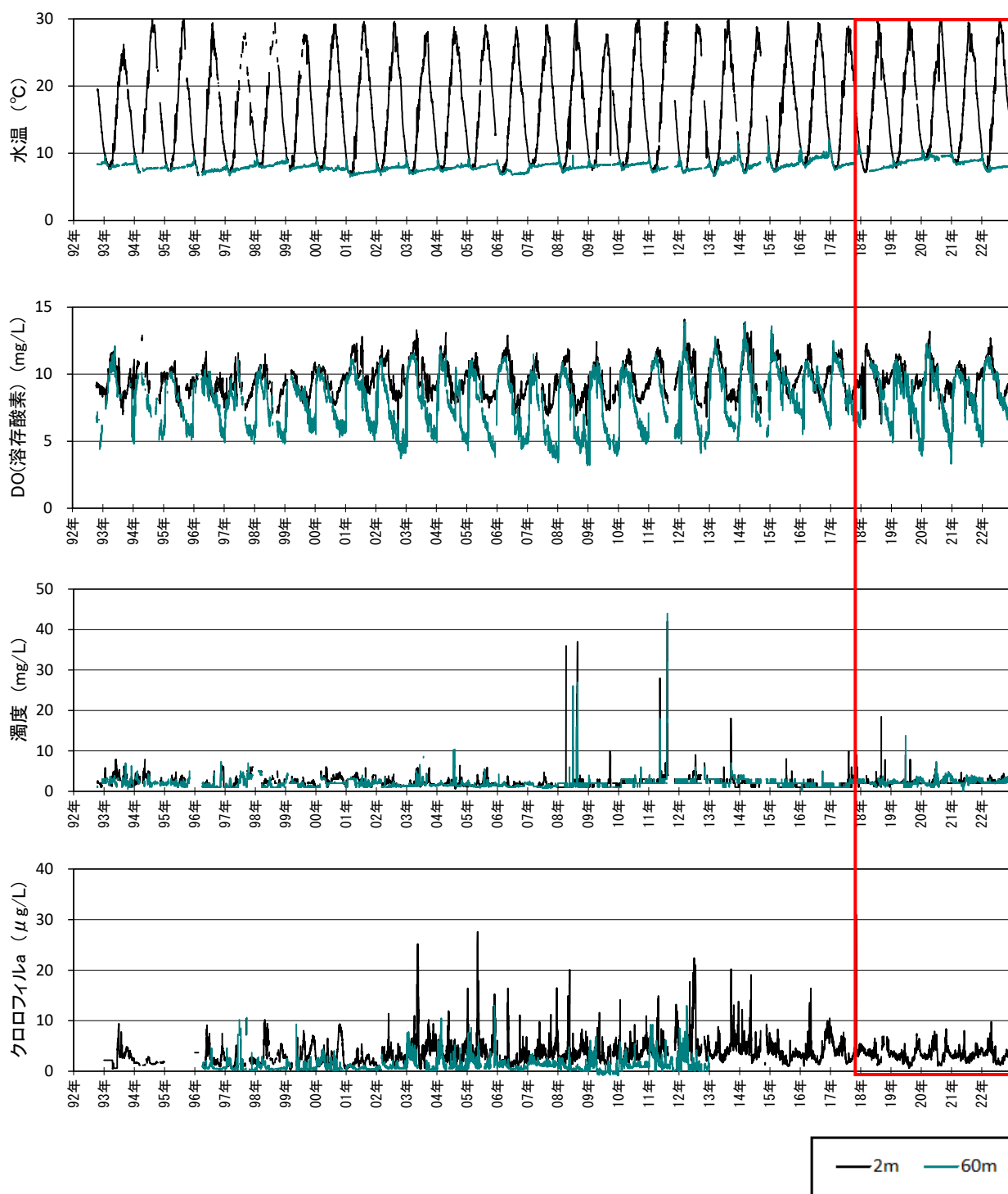


図 4.2-6 (2) 安曇川沖の水質の経日変化

(水深 2m、60m : 1992 年 (平成 4 年) ~ 2022 年 (令和 4 年) : 日平均値)

注) 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

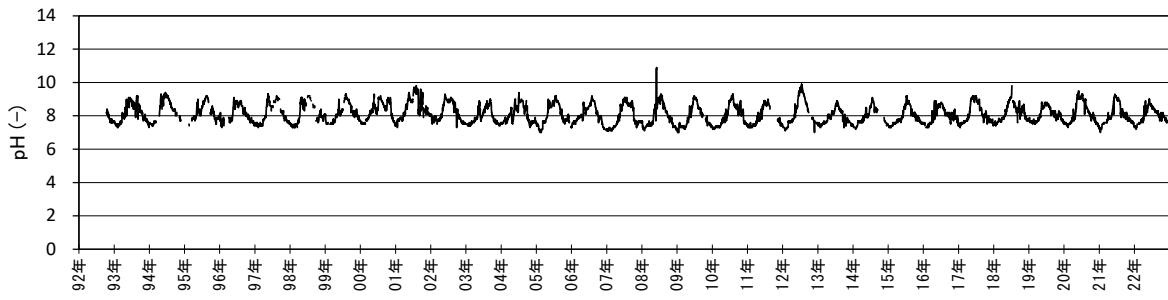


図 4.2-6(3) 安曇川沖の水質の経日変化

(水深 2m : 1992 年(平成 4 年)～2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

注) 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

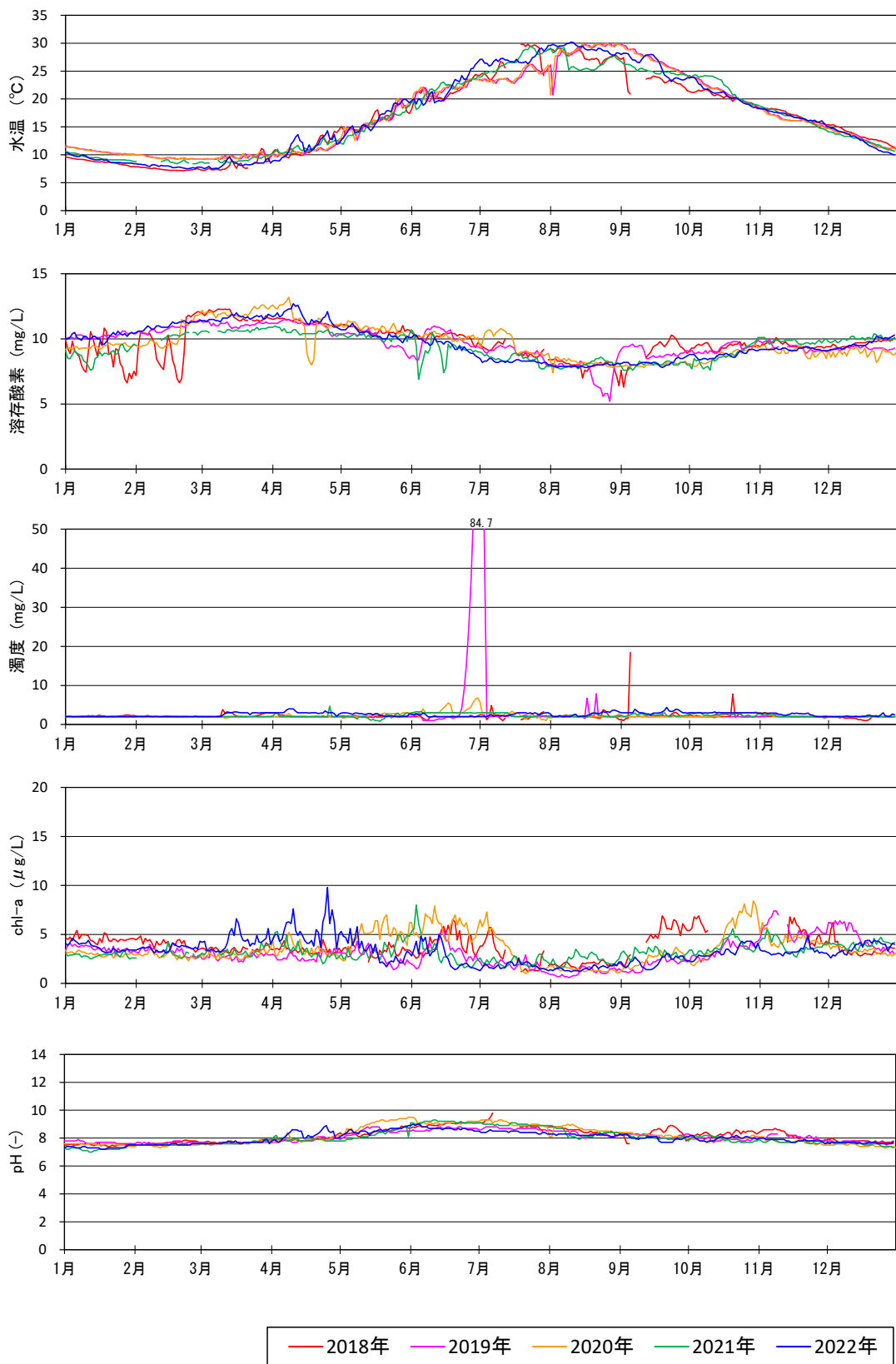


図 4.2-6(4) 安曇川沖の水質の経日変化

(水深 2m : 2018 年(平成 30 年)~2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

- 注) 1. 2011 年(平成 23 年) 4 月から COD, T-N, T-P の観測休止
 2. 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

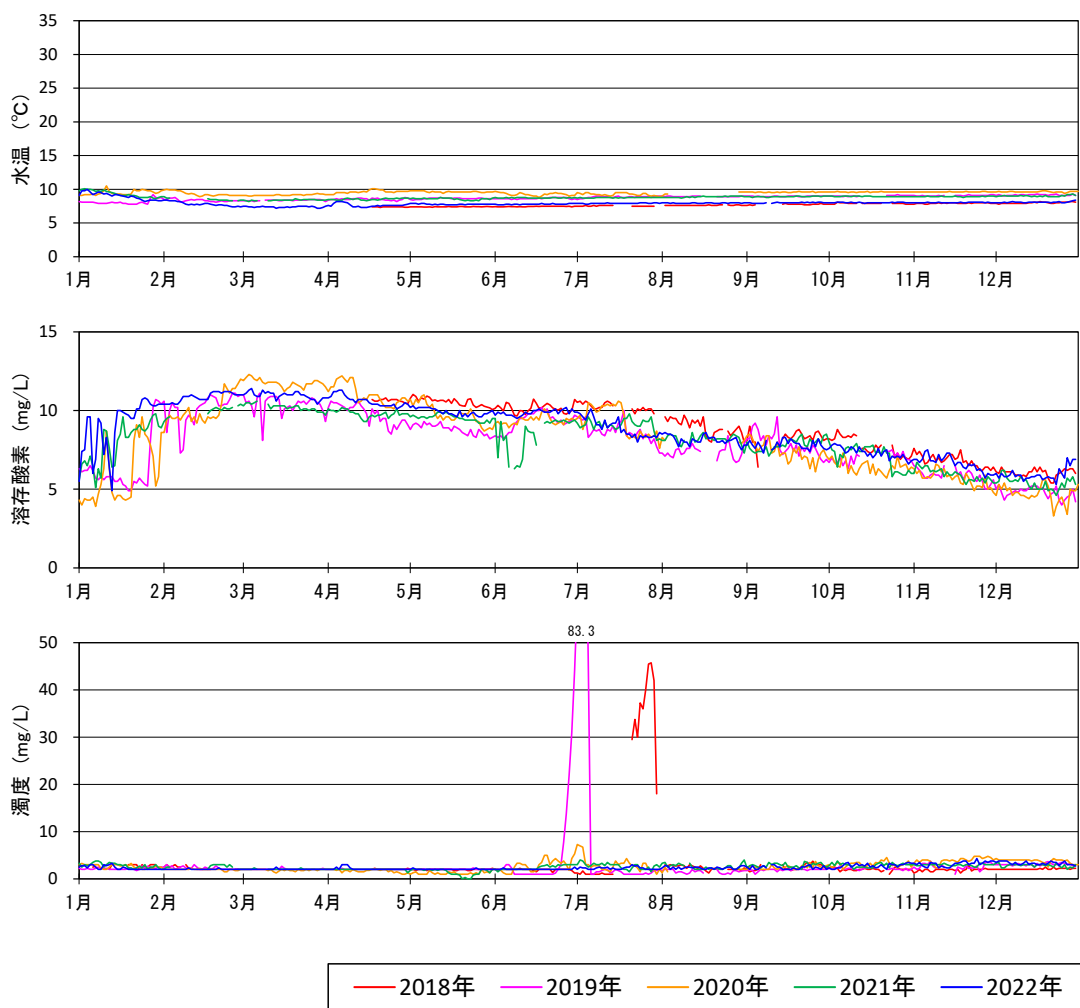


図 4.2-6(5) 安曇川沖の水質の経日変化

(水深 60m : 2018 年(平成 30 年)~2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

注) 水深 60m は日 4 回測定、自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

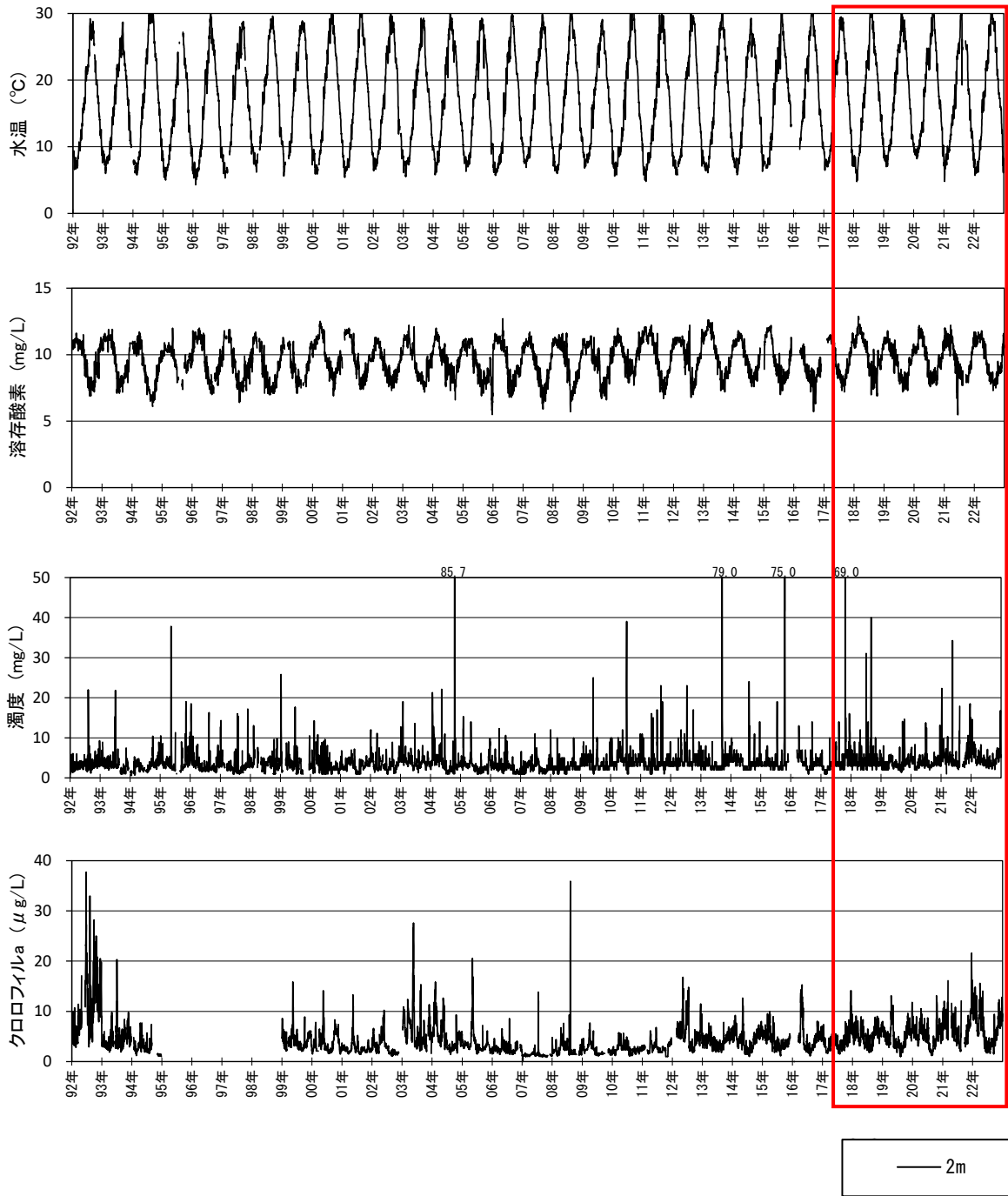


図 4.2-7 (1) 雄琴沖の水質の経日変化

(水深 2m : 1992 年(平成 4 年) ~ 2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

注) 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

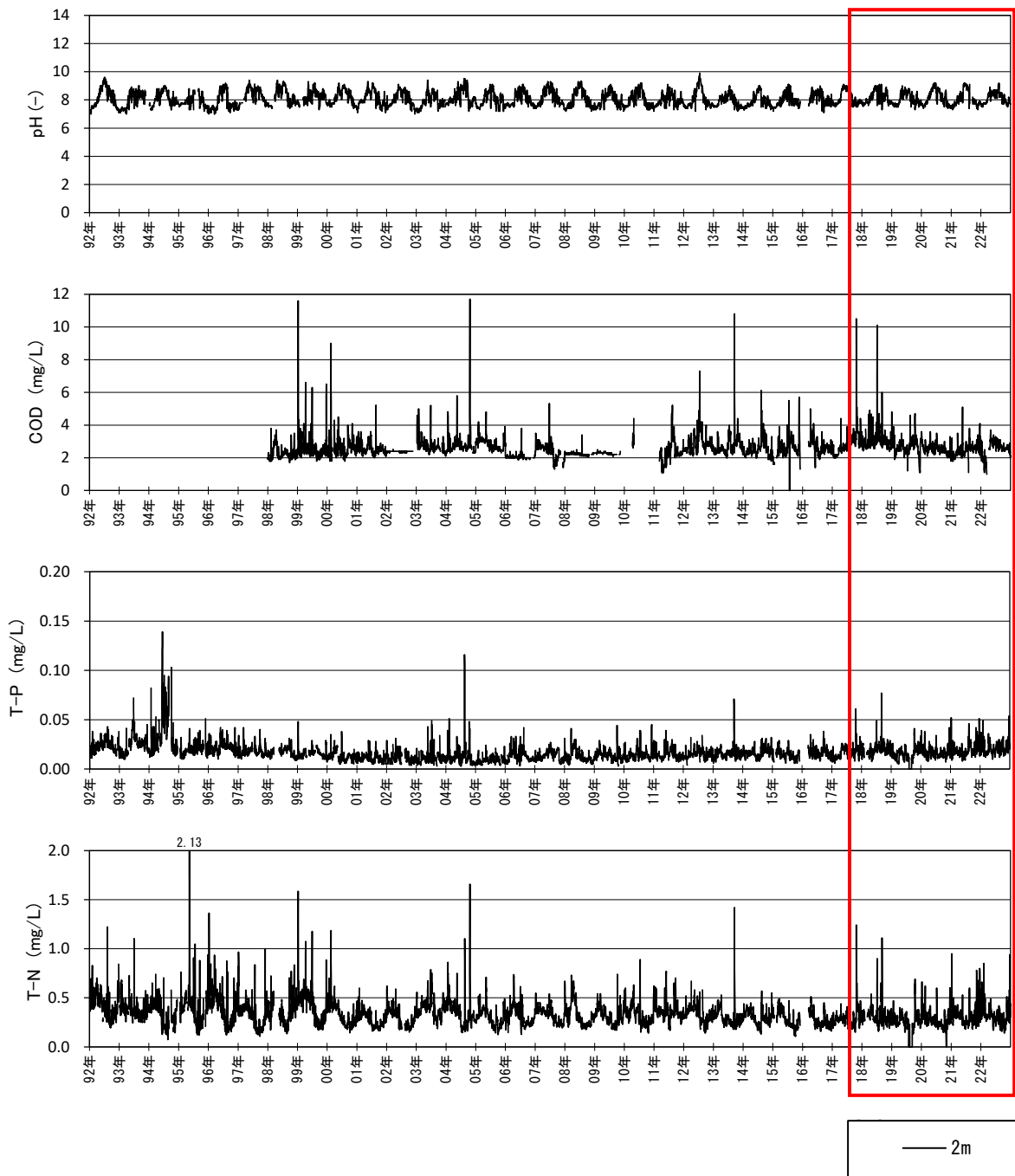


図 4.2-7 (2) 雄琴沖の水質の経日変化

(水深 2m : 1992 年(平成 4 年)~2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

注) 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

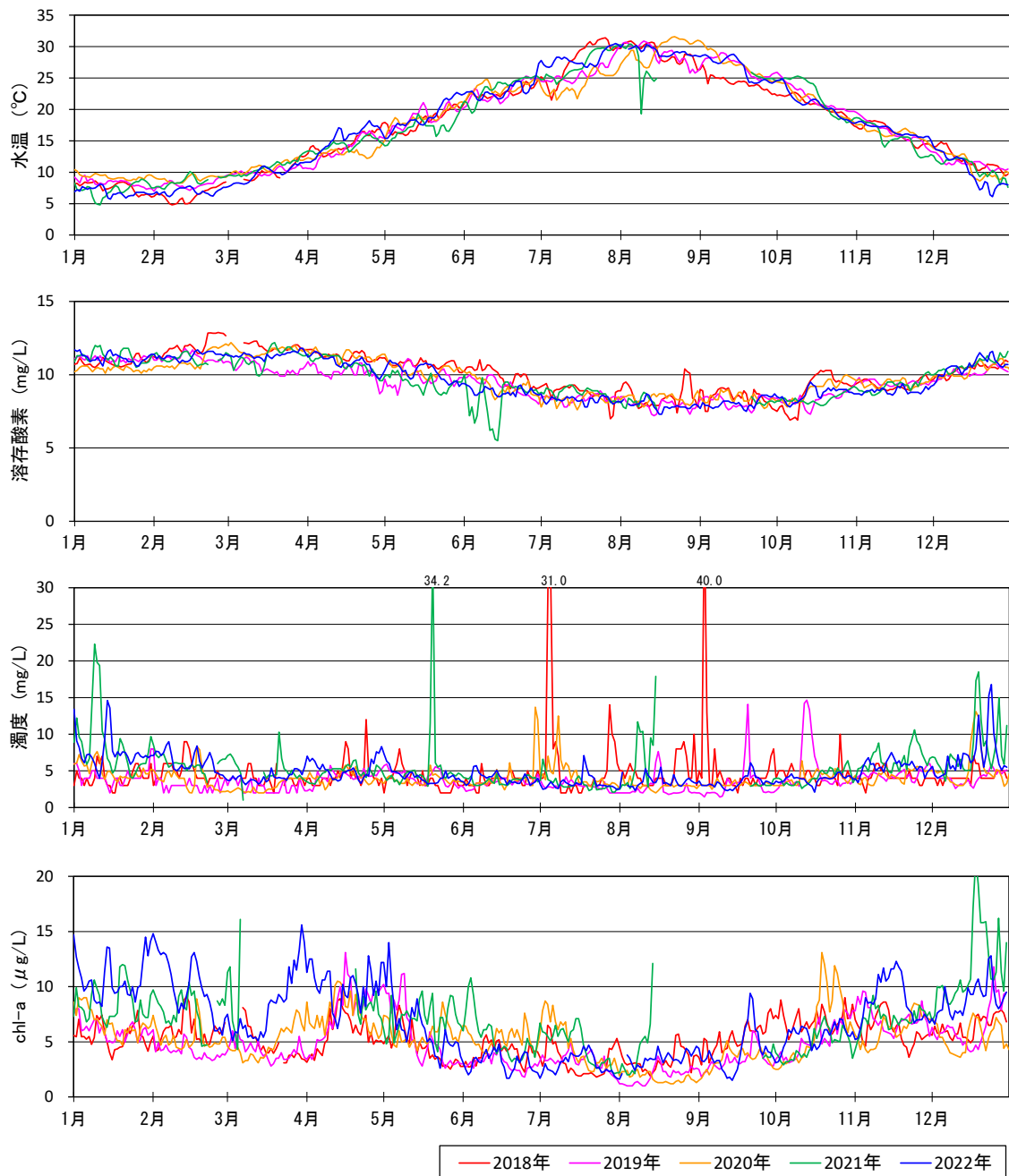


図 4.2-7(3) 雄琴沖の水質の経日変化

(水深 2m : 2018 年(平成 30 年) ~ 2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

注) 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

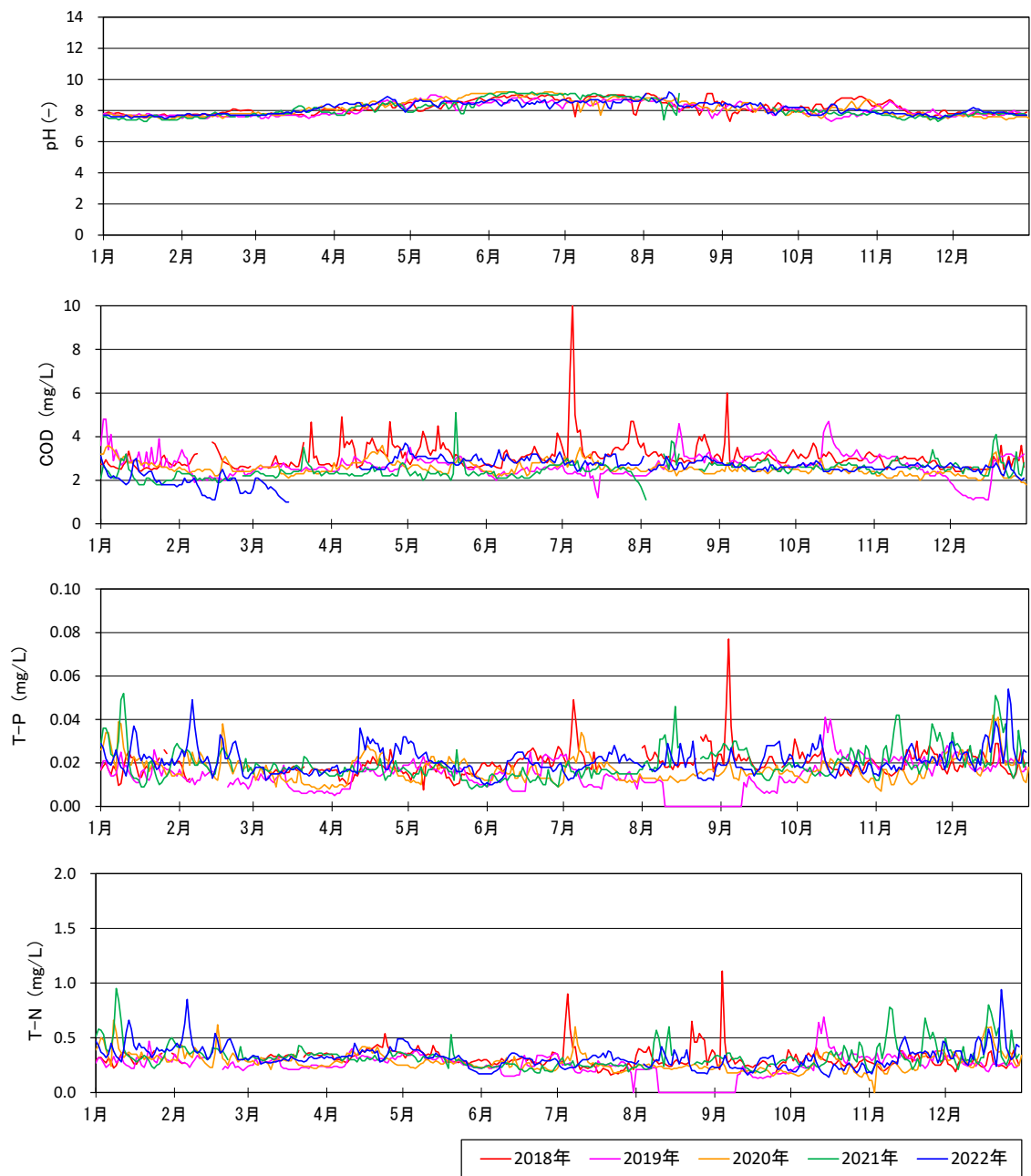


図 4.2-7(4) 雄琴沖の水質の経日変化

(水深 2m : 2018 年(平成 30 年)~2022 年(令和 4 年) : 日平均値)

注) 自動観測装置による水質観測値であるため異常値が含まれることがある

6) 底層水質

(a) 琵琶湖の底層水質の変化

滋賀県水産試験場、滋賀県琵琶湖環境科学研究センターにより測定された琵琶湖北湖深層における年間最低溶存酸素濃度の推移を図 4.2-8 に示す。

水産試験場により測定された水深 77m では、至近 5 ヶ年において、2019 年（令和元年）及び 2020 年（令和 2 年）に 2mg/L 程度まで低下した。

滋賀県琵琶湖環境科学研究センターにより測定された水深 90m（今津沖中央）でも同様に、至近 5 ヶ年において、2019 年（令和元年）、2020 年（令和 2 年）及び 2022 年（令和 4 年）に 2mg/L を下回った。2020 年（令和 2 年）は 0.5 mg/L を下回った。

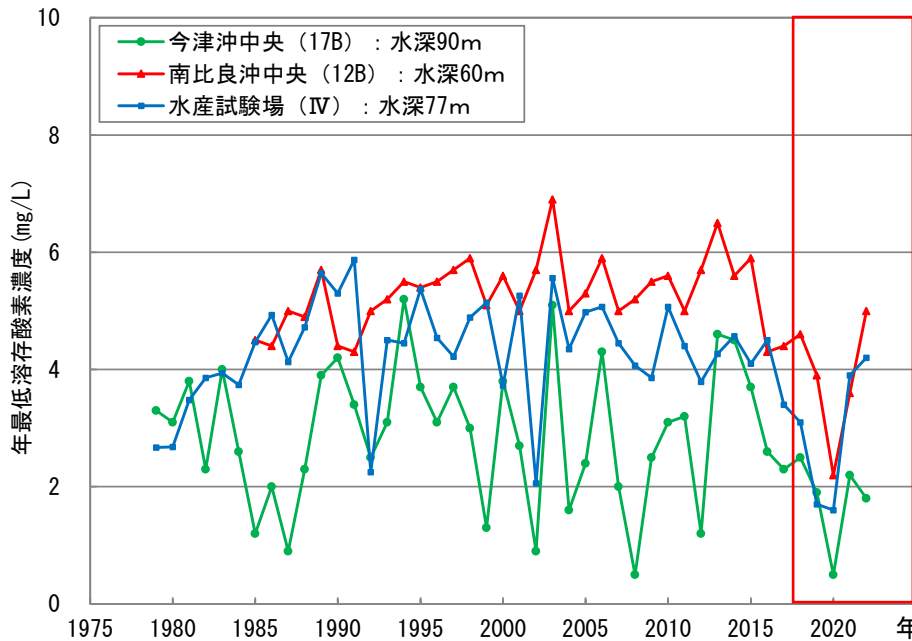
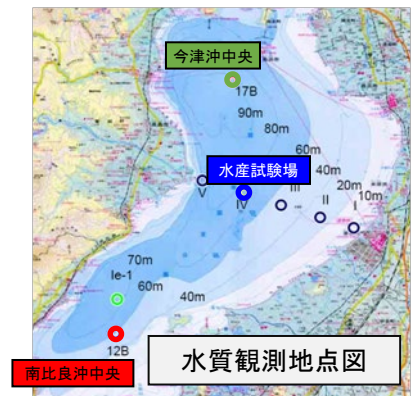


図 4.2-8 長期継続観測によって得られた年最低溶存酸素濃度の変化
(1979 年(昭和 54 年)～2022 年(令和 4 年))

出典：水産試験場 (IV)：文献リスト No. 4-3

今津沖中央(17B)、南比良沖中央(12B)：文献リスト No. 4-4

(b) 北湖深水層底層の貧酸素化の状況

例年冬に琵琶湖北湖で見られる全層循環について、平成 30 年度および令和元年度の冬季は 2 年連続で完了しなかった。その影響により、令和 2 年度は、概ね 10 月から 12 月までの間、水深 90m 地点の水域のほぼ全域で無酸素状態となり、水深 70m 地点まで貧酸素の範囲が広がるとともに、底生生物への影響が懸念される酸素濃度 2mg/L を下回った地点では、底生生物（イサザ、ヨコエビ等）の死亡個体が確認された。

令和 3 年度、令和 4 年度は、令和 2 年度のように貧酸素の範囲が広がることなく、琵琶湖北湖での全層循環および底層 DO の回復を確認した。

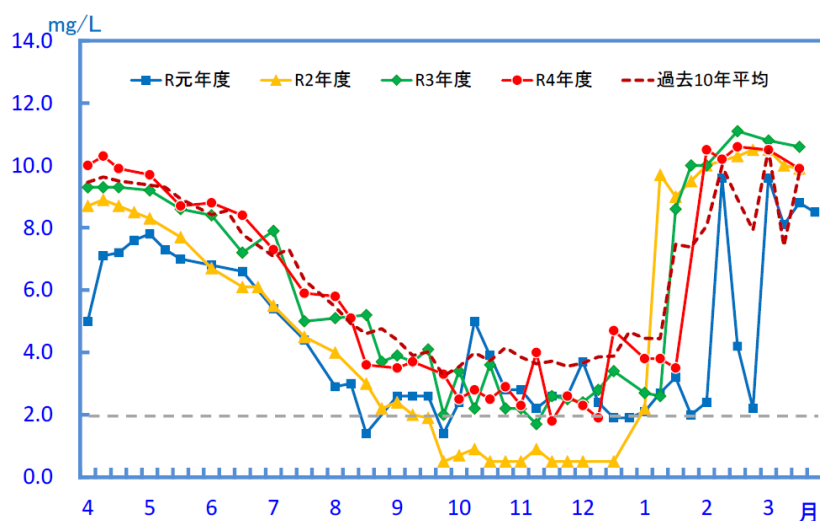


図 4.2-9 今津沖中央における底層（湖底上 1m）の溶存酸素濃度（底層 DO）の経月変動（2019 年度（令和元年度）～2022 年度（令和 4 年度））

文献リスト No.4-2

(c) 安曇川沖（水深 60m）、帰帆島沖（底上 1m）の溶存酸素濃度

水資源機構の安曇川沖における自動観測による水深 60mでの溶存酸素濃度の経年変化を図 4.2-10 に示す。

安曇川沖水深 60m では、2002 年(平成 14 年)、2005 年(平成 17 年)、2007 年(平成 19 年)～2009 年(平成 21 年)、2019 (令和元年)、2020 年 (令和 2 年) において、DO が 4mg/L 未満となる状態がみられる。

帰帆島沖での定期調査結果から、底上 1m の溶存酸素濃度の変化(月 1 回調査)を図 4.2-11 に示す。夏季～秋季に 0mg/L 程度まで低下する季節変化がみられ、至近 5 ヶ年も同様な傾向がみられる。

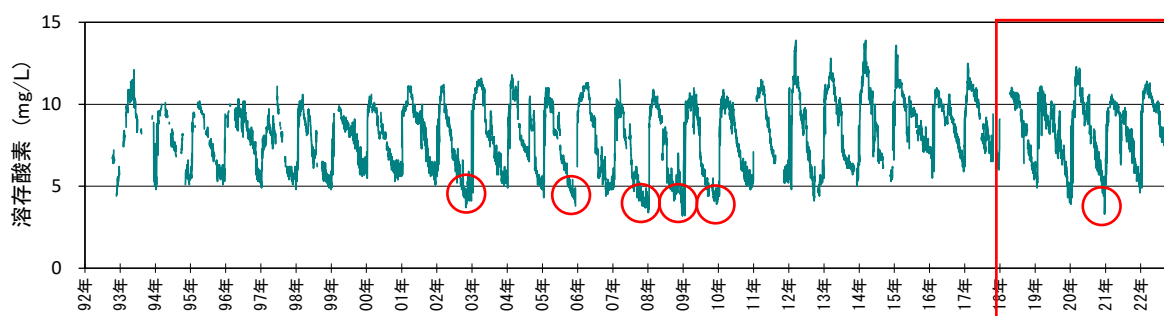


図 4.2-10 安曇川沖水深 60m の溶存酸素濃度の経年変化
(1992 年(平成 4 年)～2022 年(令和 4 年))

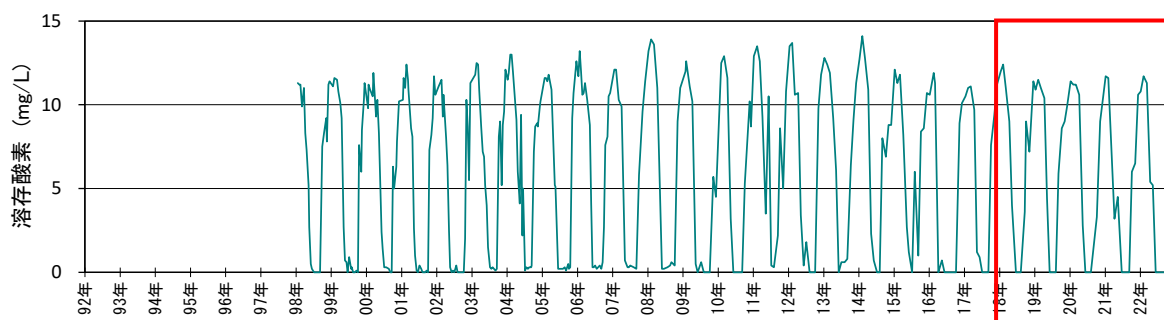


図 4.2-11 帰帆島沖（底上 1m）の溶存酸素濃度の経年変化

出典：滋賀県琵琶湖環境科学研究センターHP

(2) 水質障害の発生状況

1) 発生件数・水域数の経年変化

淡水赤潮は、春季に認められる。1977年(昭和52年)5月に大規模に発生して以来、毎年のように発生が認められていたが、1982年度(昭和57年度)以降は次第に減少し、近年はほとんど発生しておらず、平成22年以降発生していない(図4.2-12)。

アオコは、1983年(昭和58年)9月に初めて発生後、1984年(昭和59年)を除き毎年発生しているが、発生場所は限定的である。

平成28年度のアオコは13水域において44日間確認され、発生水域数・発生日数ともに過去最多となった。これについて、県では、5月以降植物プランクトンが多く透明度が低かったために水草の生育が遅れたこと、7月下旬から9月上旬にかけて平年と比べて降水量が少なく湖水が滞留したこと等から植物プランクトンが増加しやすい条件であったためと分析している。

なお、至近5ヶ年のアオコの発生状況は、平成30年度に2水域、5日間、令和元年度に4水域、16日間、令和2年度に5水域13日間、令和3年度に4水域12日間、令和4年度に7水域15日間確認された。

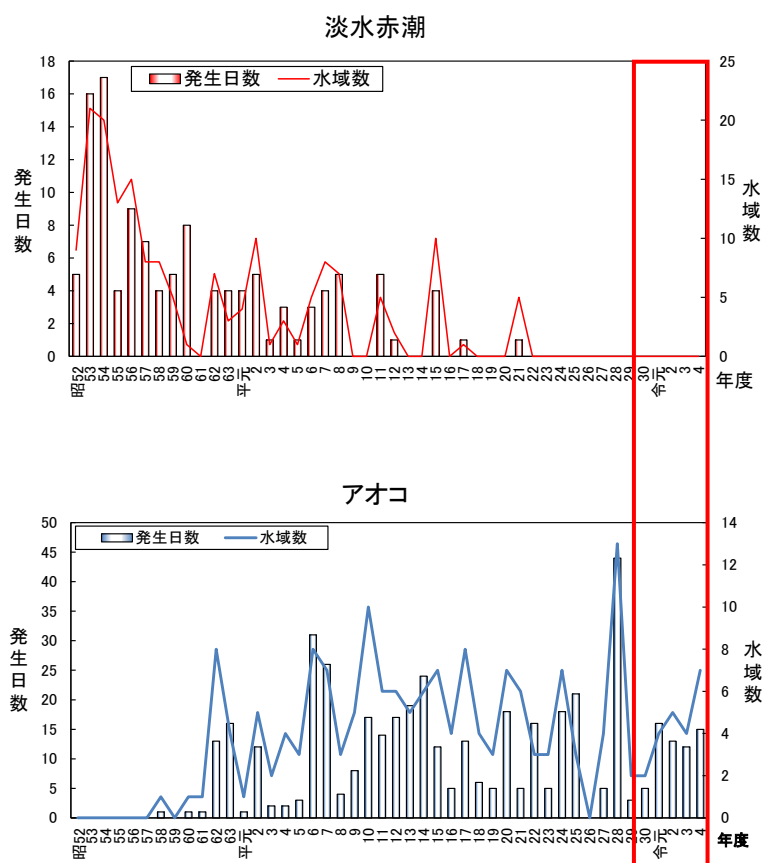


図 4.2-12 淡水赤潮・アオコ発生日数等

(1977年度(昭和52年度)~2022年度(令和4年度))

出典：文献リスト No. 4-1

2) 淡水赤潮の水平分布

淡水赤潮の発生水域をみると、北湖北部から南湖にかけての西岸域に多く、東岸域で少ない傾向がみられるが、2010年度（平成22年度）以降は発生していない（図4.2-13）。

3) アオコの水平分布

アオコ発生水域をみると、南湖湖岸域が主であり、1993年（平成5年）までの発生は南湖に限られていたが、1994年（平成6年）以降は北湖でもアオコが確認される年がみられる（図4.2-14）。

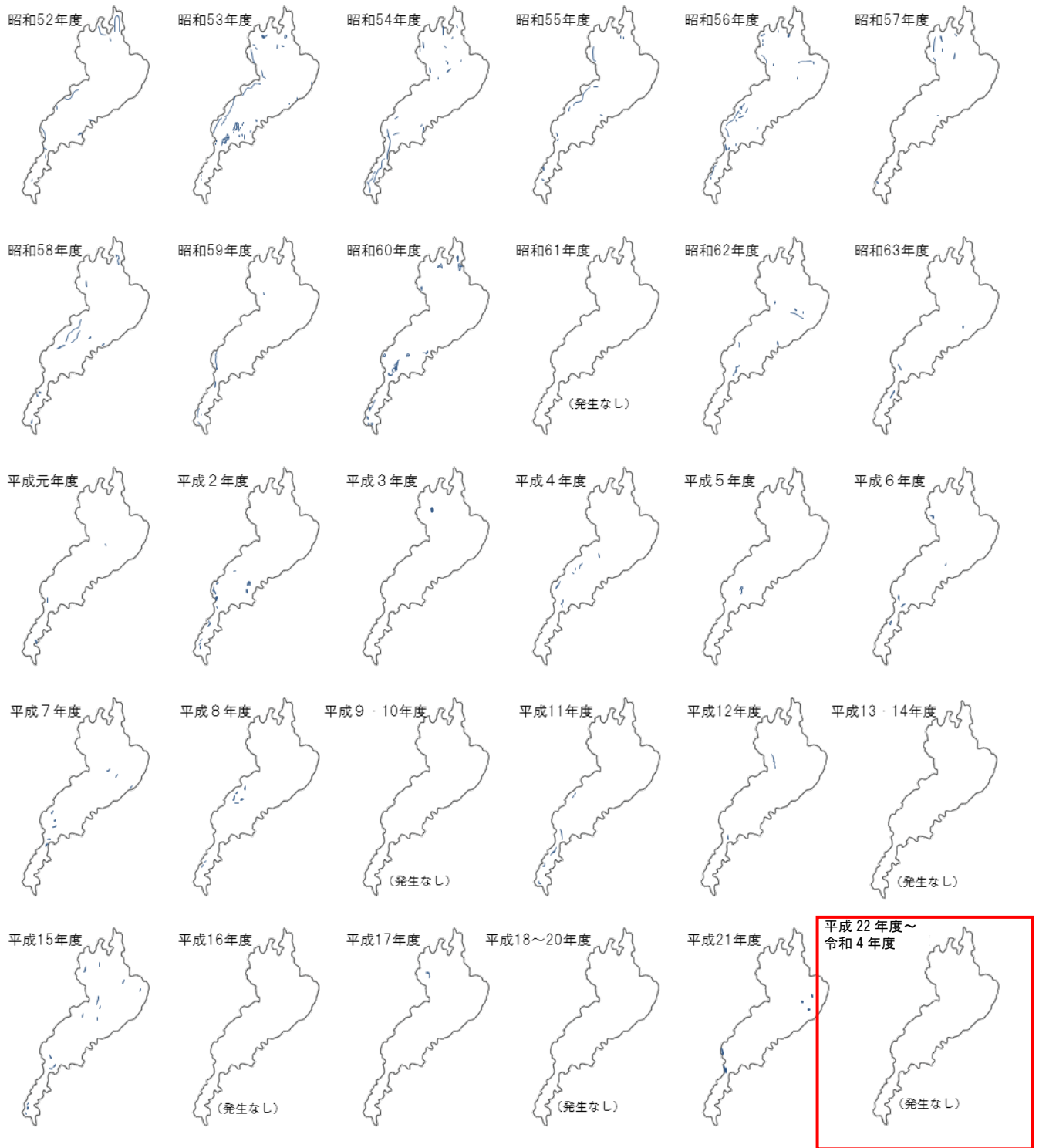
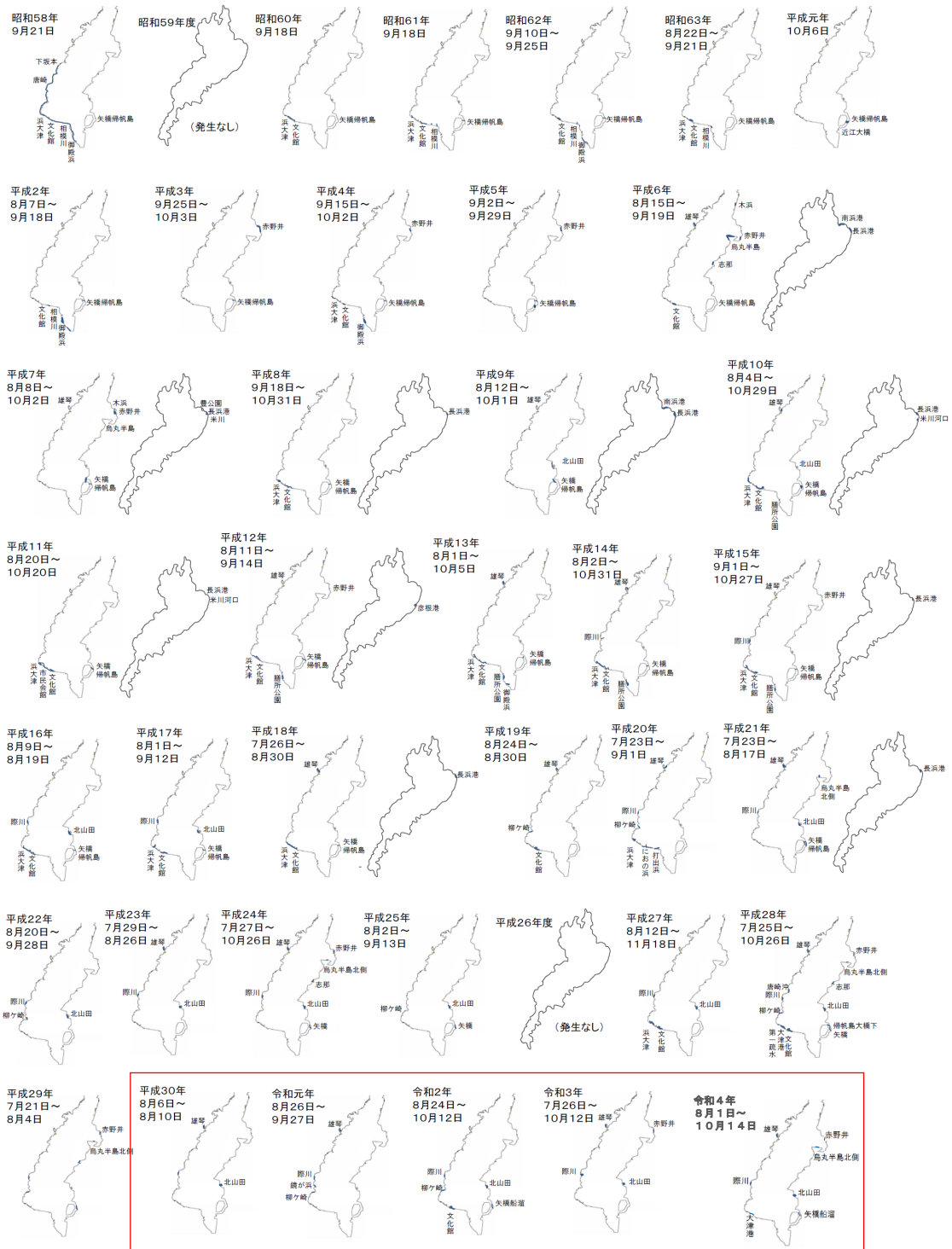


図 4.2-13 琵琶湖における淡水赤潮発生水域の経年変化
(1977年度(昭和52年度)~2022年度(令和4年度))

出典：文献リスト No. 4-1



注) 1. アオコは地名の記載のある湖岸等で発生している
 2. 南湖と琵琶湖全体図は縮尺が異なる

図 4.2-14 琵琶湖におけるアオコ発生水域の経年変化
 (1983年(昭和58年)～2022年(令和4年))

出典：文献リスト No. 4-1

(3) 健康項目の調査結果

至近 5 ヶ年において琵琶湖環境基準点で測定された健康項目の環境基準値及び調査結果を表 4.2-6 に示す。

全ての年、全ての項目において、環境基準を満足している。

表 4.2-6 健康項目の調査結果（最大値：平成 30 年度～令和 4 年度）

測定項目	環境基準値	単位：mg/L			
		今津沖 (最大値)	長浜沖 (最大値)	北小松沖 (最大値)	愛知川沖 (最大値)
カドミウム	0.003mg/L 以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
全シアン	検出されないこと	ND	ND	ND	ND
鉛	0.01mg/L 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
六価クロム	0.05mg/L 以下	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
	0.02mg/L 以下 [*]	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
砒素	0.01mg/L 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
総水銀	0.0005mg/L 以下	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀	検出されないこと	ND	ND	ND	ND
P C B	検出されないこと	ND	ND	ND	ND
ジクロロメタン	0.02mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
四塩化炭素	0.002mg/L 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L 以下	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
1,1,1-トリクロロエタン	1 mg/L 以下	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/L 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
トリクロロエチレン	0.01mg/L 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/L 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
チウラム	0.006mg/L 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
シマジン	0.003mg/L 以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
チオベンカルブ	0.02mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
ベンゼン	0.01mg/L 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
セレン	0.01mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下	0.12~0.15	0.12~0.15	0.09~0.15	0.1~0.19
ふっ素	0.8mg/L 以下	0.08~0.09	0.08~0.09	0.08~0.09	0.08~0.09
ほう素	1mg/L 以下	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,4-ジオキサン	0.05mg/L 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

測定項目	環境基準値	単位：mg/L			
		堅田沖中央 (最大値)	浜大津沖 (最大値)	唐崎沖中央 (最大値)	新杉江港沖 (最大値)
カドミウム	0.003mg/L 以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
全シアン	検出されないこと	ND	ND	ND	ND
鉛	0.01mg/L 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
六価クロム	0.05mg/L 以下	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
	0.02mg/L 以下 [*]	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
砒素	0.01mg/L 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
総水銀	0.0005mg/L 以下	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀	検出されないこと	ND	ND	ND	ND
P C B	検出されないこと	ND	ND	ND	ND
ジクロロメタン	0.02mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
四塩化炭素	0.002mg/L 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L 以下	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
1,1,1-トリクロロエタン	1 mg/L 以下	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/L 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
トリクロロエチレン	0.01mg/L 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/L 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
チウラム	0.006mg/L 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
シマジン	0.003mg/L 以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
チオベンカルブ	0.02mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
ベンゼン	0.01mg/L 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
セレン	0.01mg/L 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下	0.07~0.12	0.1~0.15	0.08~0.11	0.13~0.57
ふっ素	0.8mg/L 以下	0.08~0.09	0.08~0.09	0.08~0.10	0.11~0.14
ほう素	1mg/L 以下	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,4-ジオキサン	0.05mg/L 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

^{*}六価クロムの環境基準は令和4年4月1日より0.02mg/L 以下に見直しがされた。

出典：文献リスト No. 4-1、4-5

(4) ダイオキシン類の調査結果

ダイオキシン類に関する水質及び底質についての調査結果を表 4.2-7 に示す。調査は年 1 回実施している。これまでの調査で水質、底質ともに全て環境基準を満足しており、要監視濃度（環境基準値の 1/2 濃度）も下回っている。

表 4.2-7 ダイオキシン類調査結果

媒体	調査年度	調査地点	毒性等量 (水質：pg-TEQ/L) (底質：pg-TEQ/g)	環境基準値 (水質：pg-TEQ/L) (底質：pg-TEQ/g)
水質	H30	新杉江港沖	0.28	1
		唐崎沖中央	0.070	
	H31/R1	南比良沖中央	0.053	
	R2	今津沖	0.060	
		長浜沖	0.050	
	R3	北小松沖	0.067	
		愛知川沖	0.099	
	R4	堅田沖	0.083	
浜大津沖		0.082		
底質	H30	新杉江港沖	7.5	150
		唐崎沖中央	18	
	H31/R1	南比良沖中央	24	
	R2	今津沖	7.5	
		長浜沖	0.47	
	R3	北小松沖	16	
		愛知川沖	3.2	
	R4	堅田沖	6	
浜大津沖		31		

- 注) 1. ダイオキシン類は、PCDD (ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン)、PCDF (ポリ塩化ジベンゾフラン) およびコプラナーポリ塩化ビフェニルをいう。
 2. 毒性等価係数は、ダイオキシン類対策特別措置法施行規制(総理府令第 67 号)第 3 条に定める係数 (WHO-TEF (1998)) を用いた。
 3. 底質の結果は乾燥試料 1g 当たりに換算した濃度を示した。

出典：文献リスト No. 4-1、4-5

(5) 琵琶湖と流入河川の水質の比較

琵琶湖水質と流入河川水質を比較すると、北湖、南湖ともに、BOD、T-N、T-P は流入河川水質の改善に伴って湖の水質も改善傾向にあったが、至近5ヶ年では流入河川、湖ともに横ばい傾向である。CODについては流入河川では低下しているにもかかわらず、湖では上昇傾向にあったが、至近5ヶ年では横ばいである（図 4.2-15、図 4.2-16）。

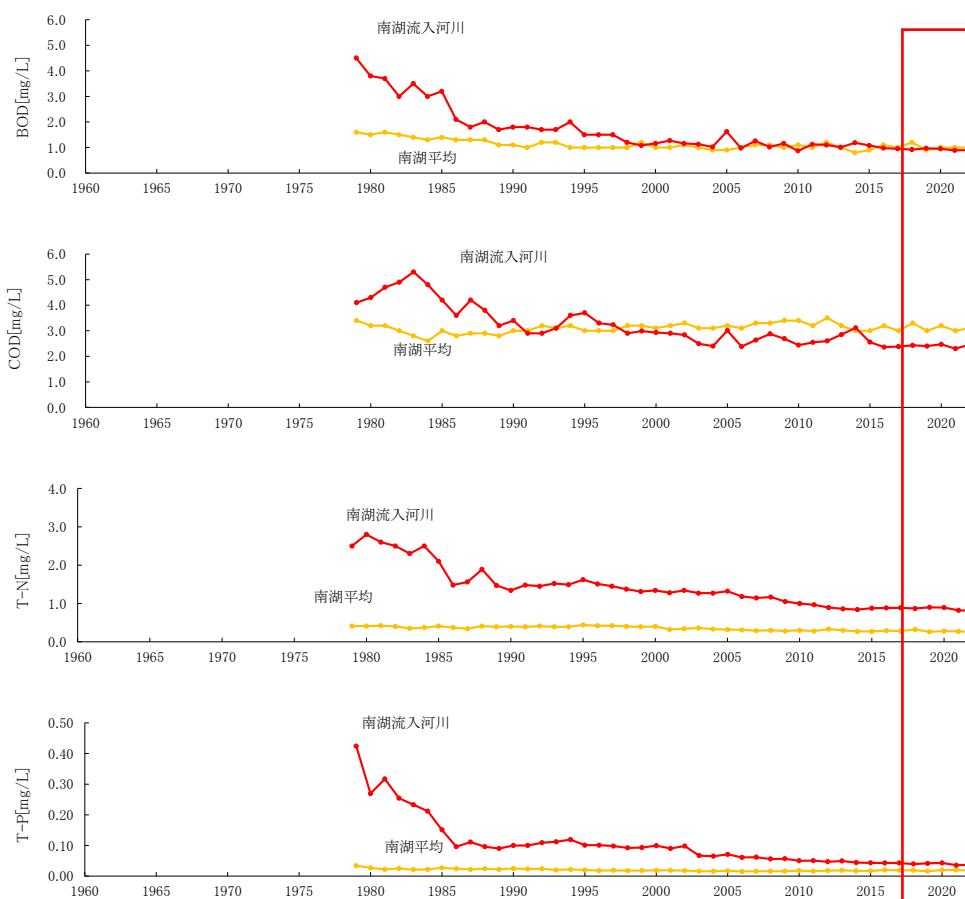


図 4.2-15 南湖および南湖流入河川の水質の比較
(1979 年度(昭和 54 年度)～2022 年度(令和 4 年度))

注) 南湖流入河川：南湖流入河川 10 河川(12 地点)平均 (表 4.2-4 参照)

出典：文献リスト No. 4-1

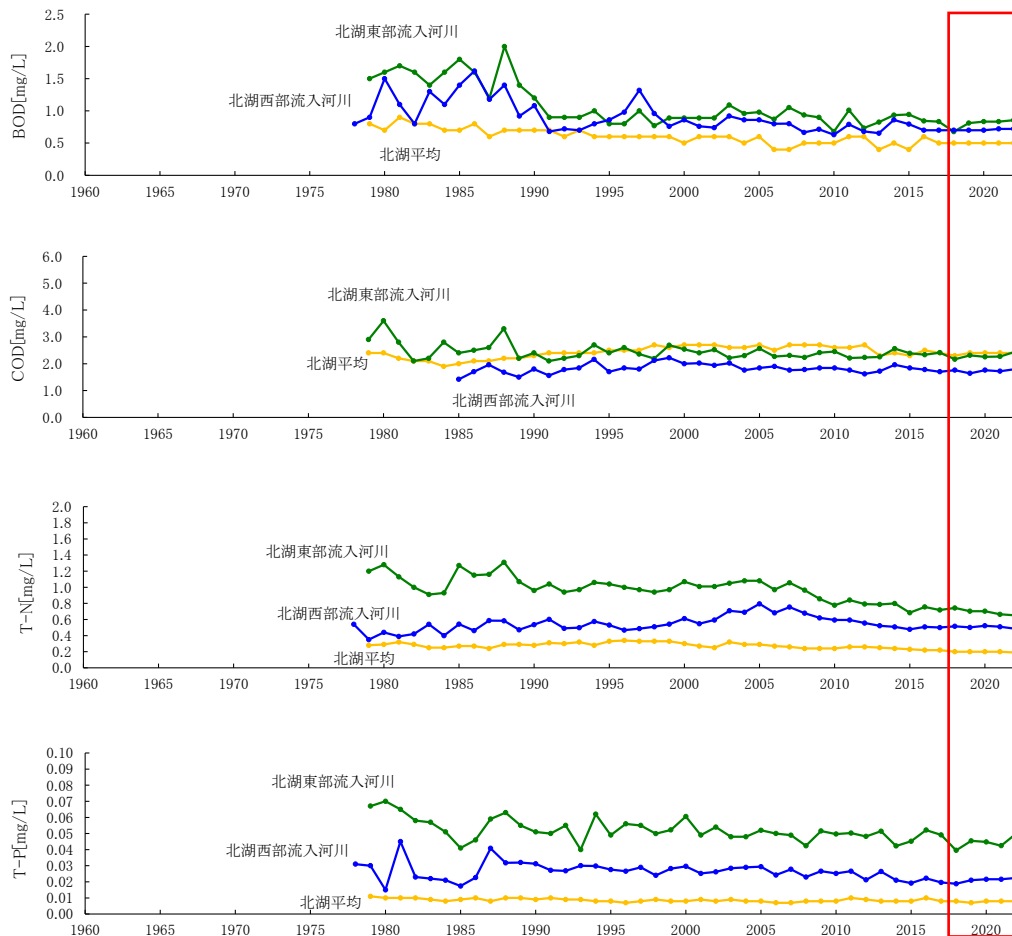


図 4.2-16 北湖および北湖流入河川の水質の比較
(1978年度(昭和53年度)～2022年度(令和4年度))

注) 北湖西部流入河川：北湖西部流入河川5河川(5地点)平均、
北湖東部流入河川：北湖東部流入河川9河川(10地点)平均(表4.2-4参照)

出典：文献リスト No. 4-1

4.2.3 水質調査結果の活用

琵琶湖全域の水質を把握するため、国土交通省、滋賀県、水資源機構は分担して全 53 地点（瀬田川の 2 地点を含む）での定期水質調査を行っている（表 4.2-4 参照）。測定結果は互いに共有して、各機関で有効に活用している。

琵琶湖は広域であり、流入河川の有無や陸域での土地利用の違いにより、各測定地点で水質状況が異なることから、測定されたデータは北湖・南湖の平均値を算出し、琵琶湖を代表する水質指標として、活用している。また、滋賀県では、各地点のデータを局所的な水質変動を把握するために活用し、環境審議会への報告や環境白書等に利用している。

4.3 内湖の水文・水質

4.3.1 基本事項の整理（調査内容）

津田江内湖、木浜内湖は、琵琶湖開発事業に伴う湖岸堤の建設により、内湖化した人工内湖である。また、大同川は、同事業により河口部に水門が設置されている。

これらの内湖については、琵琶湖が一定水位以下に達した時点で内水面の水位保持が行われており、内湖化に伴う水質への影響や水位保持操作時の水質への影響を把握するため、継続的に水質調査が行われている。

とりまとめに用いた水質調査実施状況を表 4.3-2 に、調査位置を図 4.3-1～図 4.3-3 に示す。

なお、大同川においては平成 24 年より水質調査を実施している。

表 4.3-1 とりまとめの対象とした項目

項目	津田江内湖	木浜内湖	大同川
水位保持操作	○	○	○
水質	○	○	○

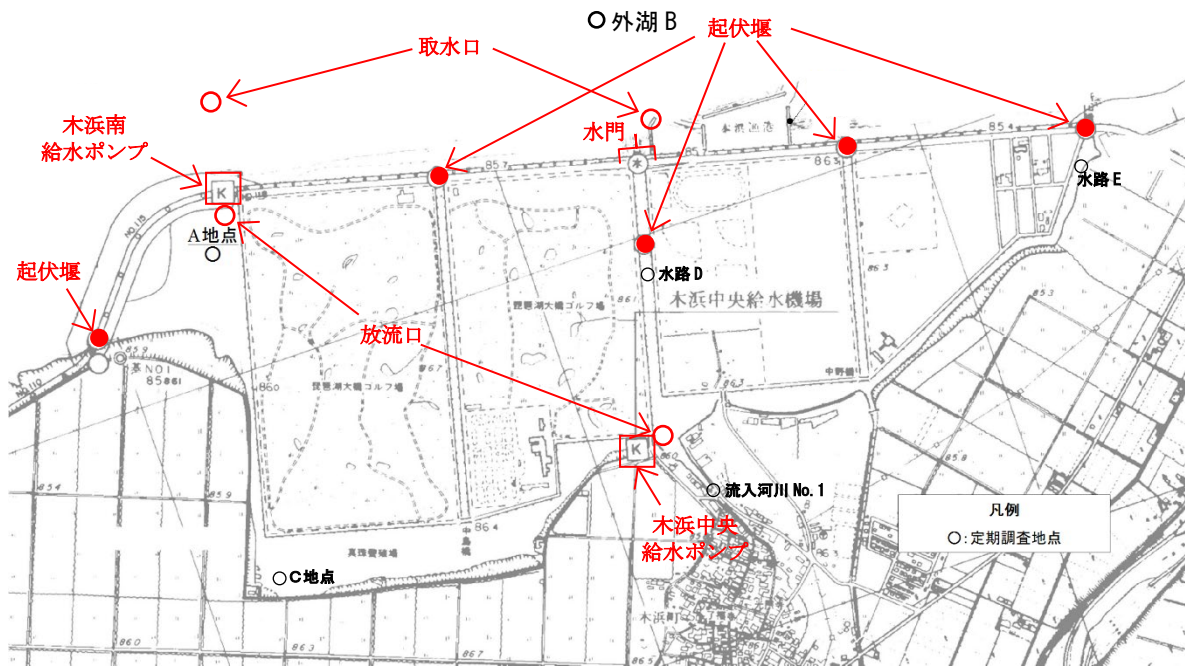
表 4.3-2 とりまとめに用いた津田江内湖・木浜内湖・大同川水質調査実施状況

対象地点		頻度	所管	項目
分類	地点名			
津田江	A (表層 0.2m)	毎月	水資源機構	定期調査 (pH、SS、DO、COD、TOC、全窒素、 NO ₃ -N、全リン、D・PO ₄ -P、クロロフィル a)
木浜	A (表層 0.2m)			
	C (表層 0.2m)			
大同川	A (表層 0.2m)			



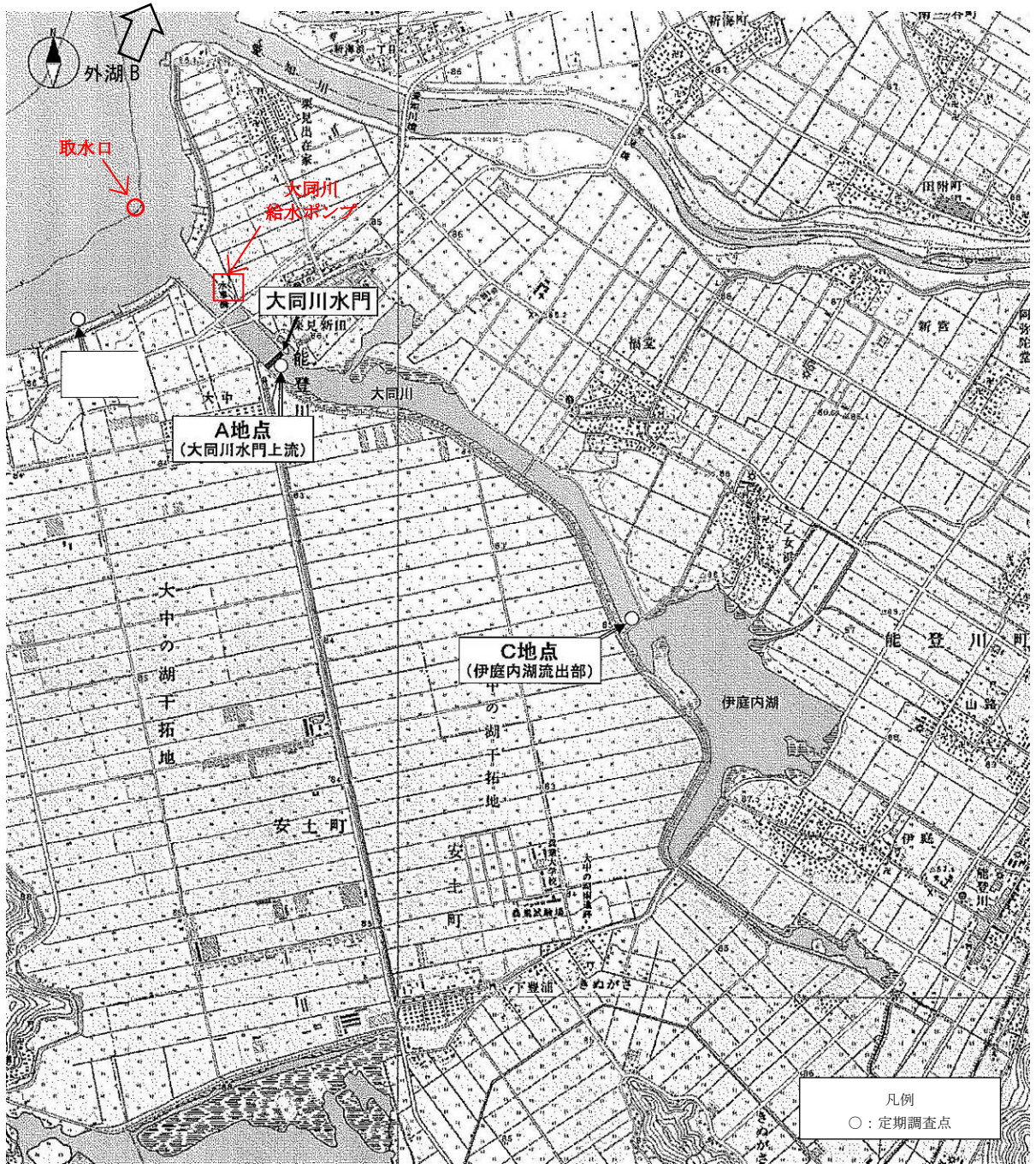
注) 外湖 B は定期調査の志那沖調査地点データを用いた。

図 4.3-1 津田江内湖水質調査位置



注) 外湖 B は国交省調査地点の木ノ浜沖調査地点データを用いた。

図 4.3-2 木浜内湖水質調査位置



注) 外湖 B (琵琶湖) は滋賀県愛知川地点調査データを用いた。

図 4.3-3 大同川水質調査位置

4.3.2 水文調査結果

琵琶湖の水質回復、環境保全、治水、利水を目的とする琵琶湖総合開発事業の一環として湖岸堤・管理用道路事業が実施された。このうち南湖東岸に建設された湖岸堤は一部が湖中に設置され、その築造に伴って新たに人工内湖（津田江内湖、木浜内湖）が形成された。これらの内湖は南湖に対しては、流入汚濁負荷の緩衝地となり、外湖の水質保全に寄与すると考えられている。一方、内湖については、波浪の減少や外湖との水の交流の減少などによって、水質等の環境が変化すると考えられた。

津田江内湖、木浜内湖では、内湖の環境および水位を保持するため水位保持施設が建設され、琵琶湖の水位低下時には水門を閉鎖し、起伏堰を起立させ、給水機場により水位の保持、水質保全を図っている。水位保持操作の方針は次のとおりである。

津田江内湖では、外水位が低下し、内水位が B. S. L. -30cm（保持すべき水位）を下回るときに、その水位を保てるように起伏堰を起立させるものとする。水位保持操作を行った場合において、内水位が保持すべき水位より低下したときは、給水機場を運転し、必要な給水を行うものとする。外水位が保持すべき水位以上に上昇した時は、給水機場を停止し、起伏堰のゲートを倒伏させる。

また、木浜内湖では、管理移行後から 2005 年度（平成 17 年度）までは水位保持操作を B. S. L. -30cm で開始していたが、近年は滋賀県からの要請で水質改善を目的に試験的に開始水位を下げており、2006 年度（平成 18 年度）は B. S. L. -40cm、2007 年度（平成 19 年度）以降は B. S. L. -50cm を保持水位としている。

また、大同川においては琵琶湖水位低下時の上流の大中之湖及び小中之湖干拓地の既得農業水利を確保するため、水位保持操作を行っている。

1992 年度（平成 4 年度）の管理移行後の状況を把握するため、津田江内湖・木浜内湖と大同川の水文について整理を行った。

表 4.3-3 内湖等の水位保持

場所	保持水位 (B. S. L.)	目的
津田江内湖	-30cm	内湖の環境保全
木浜内湖	2005 年度まで：-30cm 2006 年度：-40cm 2007 年度以降：-50cm	
大同川	1993 年 5 月 31 日まで 3/22～9/15：-7cm 9/16～3/21：-27cm 1993 年 6 月 1 日～2005 年 3 月 31 日 3/22～9/15：-13～15cm 9/16～3/21：-27cm 2005 年 4 月 1 日～ 3/22～9/15：-20cm 9/16～3/21：-30cm	大中之湖及び小中之湖干拓地の既得農業水利を確保



図 4.3-4 津田江内湖、木浜内湖及び大同川の位置

水位保持の実施状況を表 4.3-4 に、年間の水位保持日数を図 4.3-5 に、水位保持実績を図 4.3-6 に示す。

1985 年(昭和 60 年)以降の津田江内湖・木浜内湖と琵琶湖の水位、1992 年(平成 4 年)以降の大同川水位と琵琶湖の水位の経日変化を図 4.3-7～図 4.3-9 に示す。

1992 年(平成 4 年)以降、ほぼ毎年のように水位保持操作が行われており、1994 年(平成 6 年)、2000 年(平成 12 年)及び 2002 年(平成 14 年)の渇水時に琵琶湖水位が低下しても、津田江内湖・木浜内湖及び大同川の水位は保たれている。なお、至近 5 ヶ年である 2018 年(平成 30 年)～2022 年(令和 4 年)では、津田江内湖、大同川では毎年、木浜内湖では 2018 年(平成 30 年)、2021 年(令和 3 年)及び 2022 年(令和 4 年)に水位保持操作を実施している。

表 4.3-4 水位保持操作の実施状況

地区	津田江内湖		木浜内湖		大同川	
	水位保持期間	給水期間	水位保持期間	給水期間	水位保持期間	給水期間
2018 年	8/9～8/27 10/15～12/23	8/9～8/23 10/15～12/31	12/3～12/21	木浜南 12/3～12/18 木浜中央 12/3～12/18	7/25～9/25、 10/12～12/31	運転なし
2019 年	1/1～2/5 9/2～10/12	1/1～2/4 9/2～10/12	水門操作なし	木浜南 運転なし 木浜中央 運転なし	1/1～3/4 6/14～7/29 8/2～10/12	運転なし
2020 年	8/24～10/12 10/21～10/23 12/1～12/31	8/24～10/9 10/21～10/23 12/1～12/31	水門操作なし	木浜南 運転なし 木浜中央 運転なし	6/10～6/15 6/26～7/6 7/24～7/27 7/31～10/12 10/21～10/23 12/2～12/31	運転なし
2021 年	1/1～1/4 8/2～8/14 10/5～12/27	8/2～8/13 10/5～12/27	11/1～12/20	木浜南 11/1～12/18 木浜中央 11/1～12/20	1/1～1/4 6/8～8/14 8/26～12/31	運転なし
2022 年	10/31～12/31	10/31～12/24、 12/26、12/28	12/15～12/31	木浜南 12/15～12/20 木浜中央 12/15～12/22	1/1～1/5 6/13～7/4 7/6～7/19 7/22～9/22 9/24～12/31	7/1～7/3

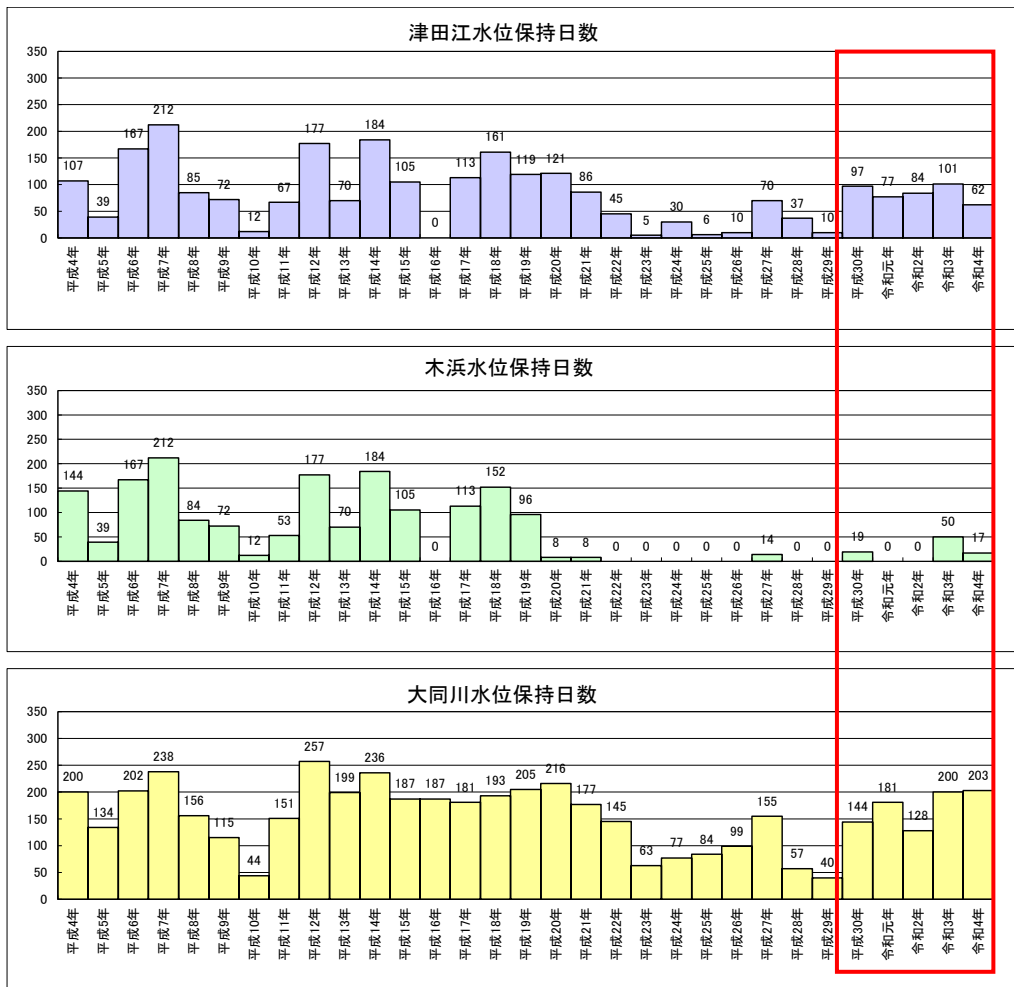


図 4.3-5 水位保持日数

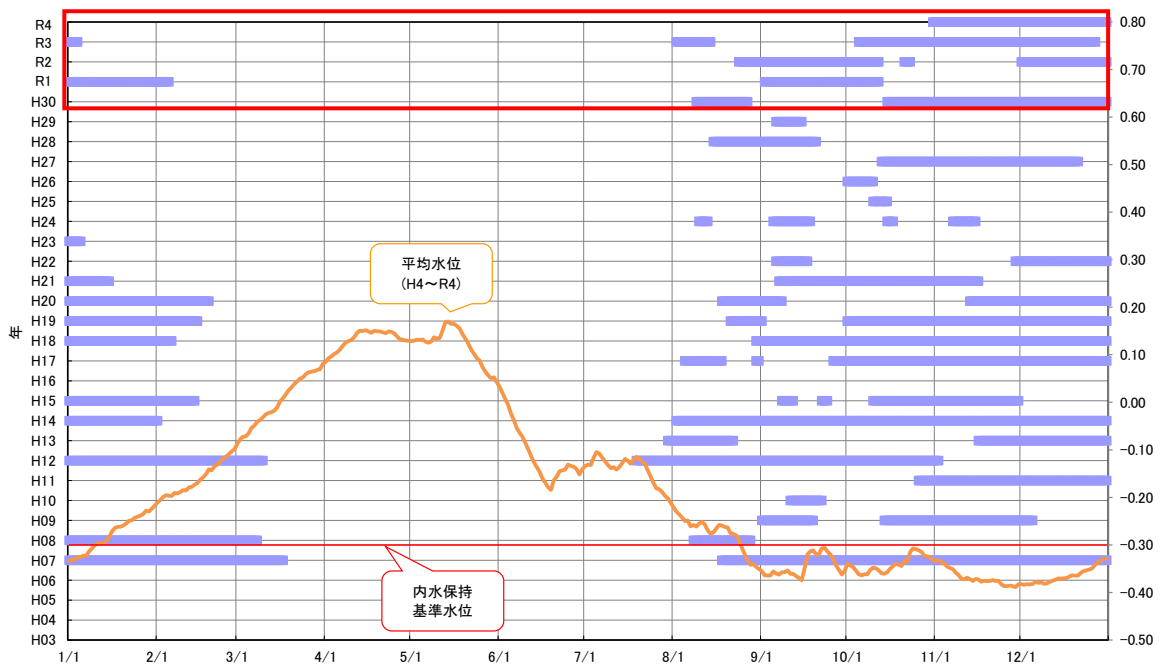


図 4.3-6(1) 水位保持の実績 (津田江内湖)

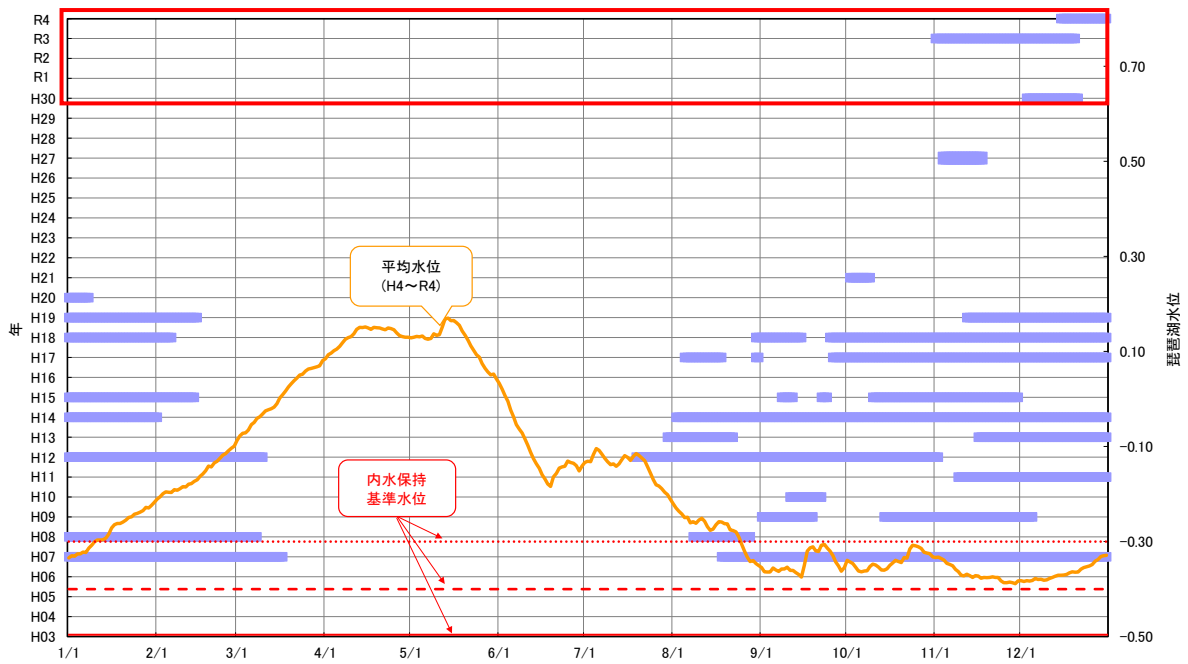


図 4.3-6(2) 水位保持の実績 (木浜内湖)

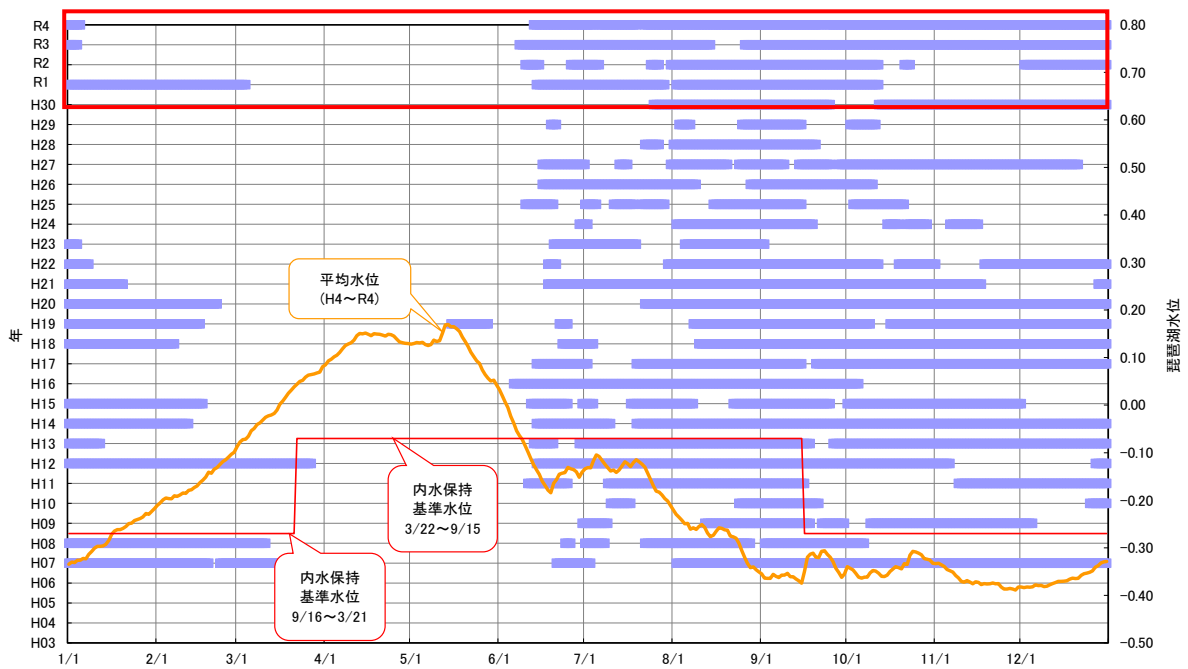


図 4.3-6(3) 水位保持の実績 (大同川)

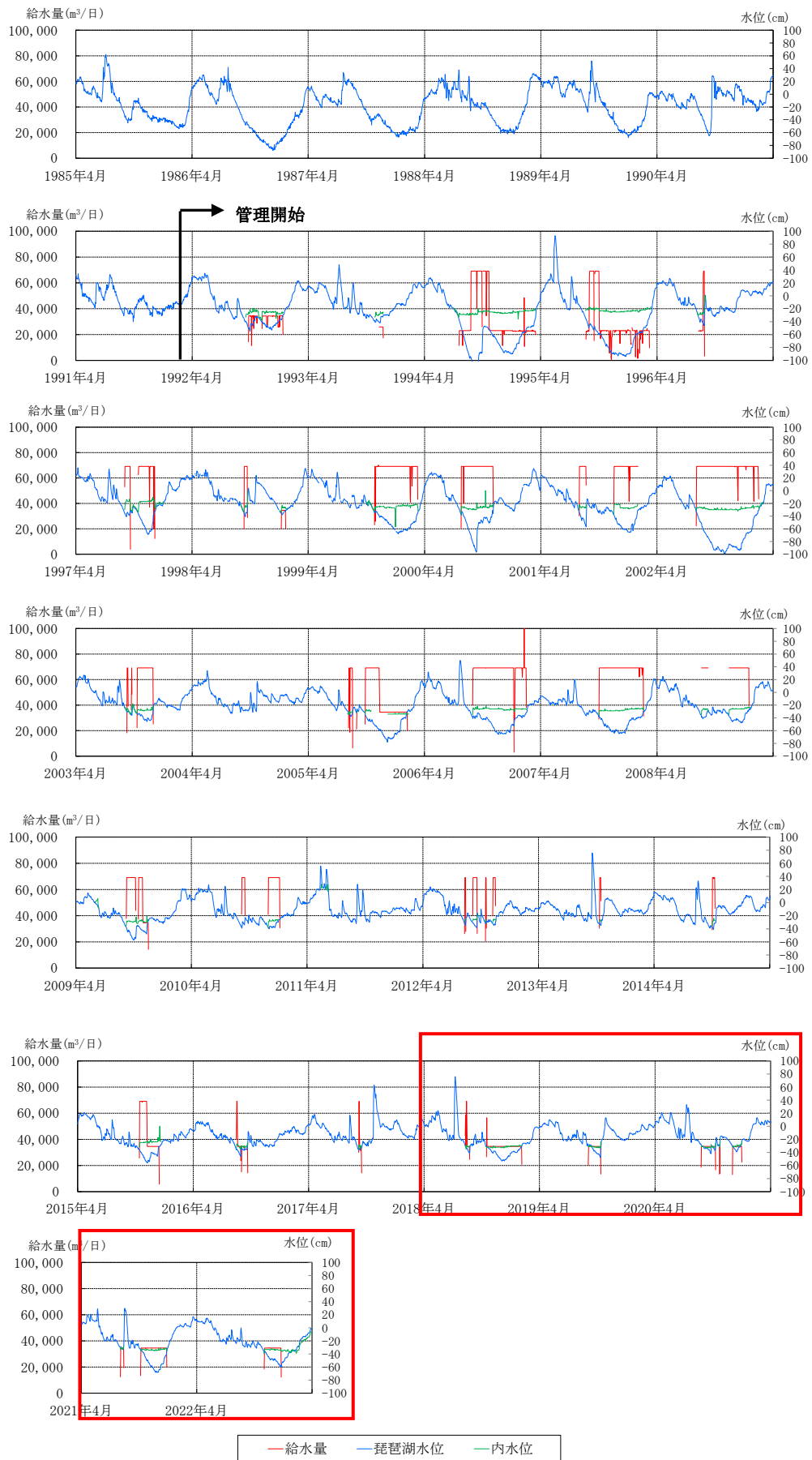


図 4.3-7 津田江内湖と琵琶湖水位の経日変化
(1985年度(昭和60年度)~2022年度(令和4年度))

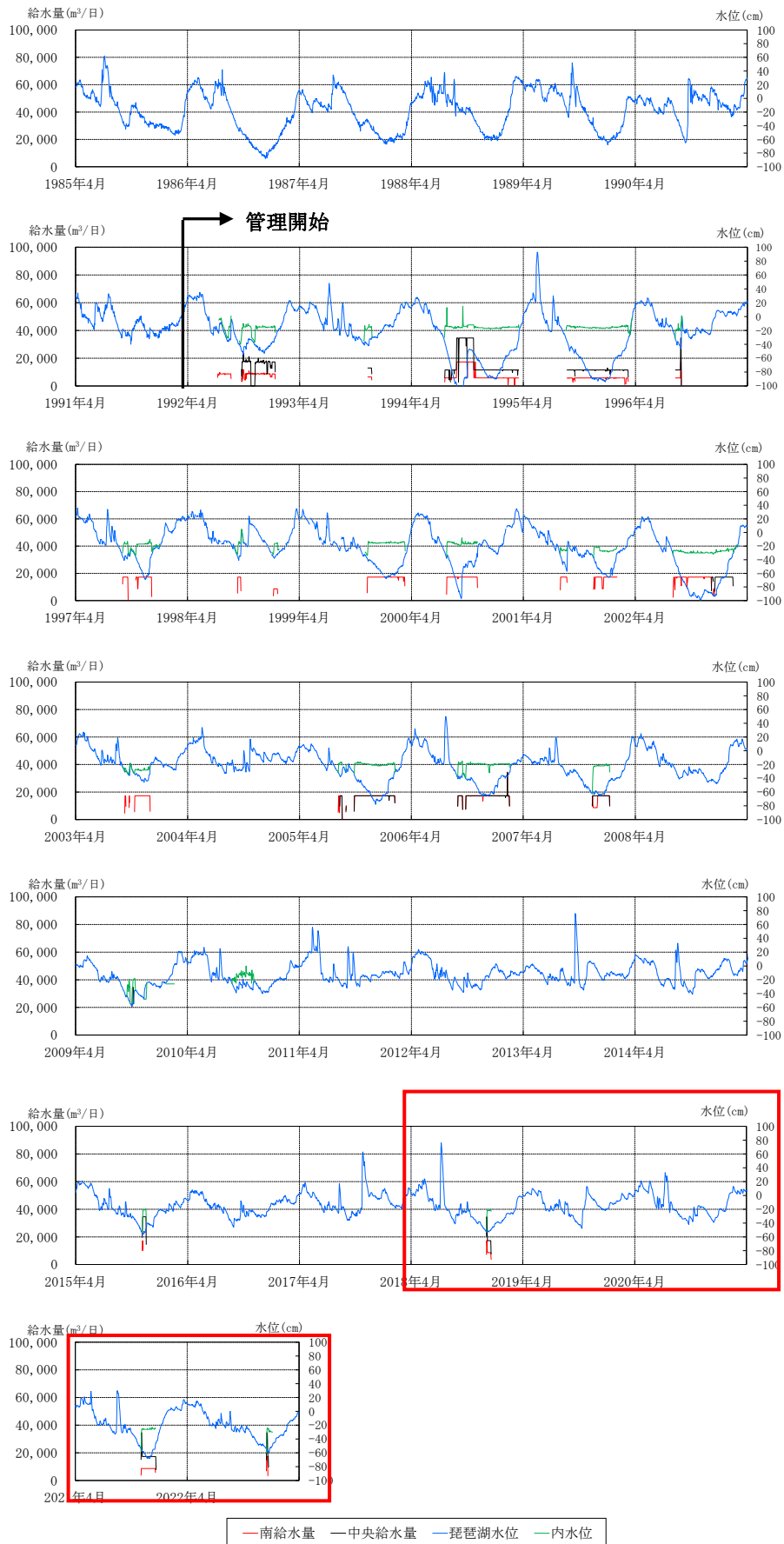


図 4.3-8 木浜内湖と琵琶湖水位の経日変化
(1985年度(昭和60年度)~2022年度(令和4年度))

4.3.3 水質調査結果

琵琶湖開発事業で新たに生じた津田江内湖、木浜内湖、大同川の A 地点の水質の経年変化を図 4.3-10～図 4.3-12 に示す。

津田江内湖、木浜内湖では、水質保全目標について、湖岸堤建設後も湾内中央および湾奥部の水質が湖岸堤建設以前の水質に近いものとする事としている。なお、湖岸堤建設以前の COD 平均値は津田江内湖の中央部でおおむね 6mg/L 程度、木浜内湖の残存水面 (A 地点) ではおおむね 5mg/L 程度、C 地点では 6 mg/L 程度であった。

とりまとめは 1985 年度(昭和 60 年度)～2022 年度(令和 4 年度)のデータを使用し、1992 年度(平成 4 年度)の管理移行後の状況を把握するため、管理移行前の 1985 年度(昭和 60 年度)～1991 年度(平成 3 年度)との比較を行った。

(1) 津田江内湖

津田江内湖の湖岸堤建設工事は 1986 年(昭和 61 年)に開始し 1989 年(平成元年)に終了している。津田江内湖の水質は、1985 年度(昭和 60 年度)以降、一時的に大きな値となることはあるものの、大きな変化はなかった。

COD 平均値は、管理移行前の水質 (6mg/L) と比較すると、内湖中央部である津田江(A)地点の値は 2022 年度(令和 4 年度)までおおむね 6mg/L 前後で推移し、湖岸堤建設以前の水質と同程度の状態を維持し、至近 5 ヶ年はやや低下傾向にあった。

SS、pH、T-N、T-P、NO₃-N、D・PO₄-P、DO についても一時的に大きな値となることはあるものの、おおむね管理移行前の水質と同程度の状態を維持しており、至近 5 ヶ年でも同様である。クロロフィル a については、2015 年度(平成 27 年度)までは管理移行前と同様の傾向であったが、2016 年度(平成 28 年度)以降は減少傾向がみられる。

なお、津田江内湖周辺では、以下の時期に農村集落排水施設が整備されている。

- ・ 草津市下物地区・・・1989 年(平成元年)12 月
- ・ 草津市片岡地区・・・1991 年(平成 3 年)11 月

農村集落排水施設の整備による水質保全効果は図 4.3-10 からはみられないが、人口の増加に伴う都市化の影響を抑制している可能性が考えられる。

(2) 木浜内湖

木浜内湖の湖岸堤建設工事は 1988 年(昭和 63 年)に開始し、1989 年(平成元年)に終了している。

木浜内湖 A 地点の COD 平均値は、1988 年(昭和 63 年)以降上昇しているが、湖岸堤建設により水域の閉鎖性が高まった影響の可能性が考えられる。管理開始後は、2006 年度(平成 18 年度)までの間、管理開始前の水質 (COD は 5mg/L) と同程度で推移している。2007 年度(平成 19 年度)から 2012 年度(平成 24 年度)は、管理開始前の水質よりやや高い値で推移しているが 2013 年度(平成 25 年度)から 2016 年度(平成 28 年度)は管理開始前と同程度となっている。至近 5 ヶ年では再び管理開始前の水質をやや上回る値で推移しているが、明らかな水質低下傾向にはない。

pH、T-N、T-P についても管理開始以降はやや高い値で横ばい傾向がみられるが、SS、D・PO₄-P、DO については、管理開始前と同程度で横ばい傾向である。一方、クロロフィル a、については 2017 年度(平成 29 年度)以降減少傾向がみられる。NO₃-N については 1998 年度(平成

10 年度)以降やや低い傾向がみられ、下水道整備等の水質保全効果の可能性が考えられる。

木浜内湖 C 地点の COD 平均値についても A 地点同様、1988 年(昭和 63 年)以降上昇しているが、湖岸堤建設により水域の閉鎖性が高まった影響の可能性が考えられる。管理開始後は、2022 年度(令和 4 年度)まで、管理開始前の水質(COD は 6mg/L)と同程度で推移しており、明らかな水質悪化はみられない。木浜内湖 C 地点は、管理開始以降 COD は 6 mg/L 程度で推移しており、A 地点とは異なる傾向を示していた。

pH、T-P、D・PO₄-P についても管理開始以降はやや高い値で横ばい傾向がみられるが、SS、DO については、管理開始前と同程度で横ばい傾向である。一方、クロロフィル a、については 2017 年度(平成 29 年度)以降減少傾向がみられる。T-N、NO₃-N については 1992 年度(平成 4 年度)以降やや低い傾向がみられ、流域内の農地利用の変化や下水道整備等の水質保全効果の可能性が考えられる。

なお、木浜内湖周辺では以下の時期に公共下水道及び農業用水浄化施設が整備されている。

- ・ 公共下水道整備・・・1998 年(平成 10 年)
- ・ 農業用水浄化施設整備・・・2005 年(平成 17 年)

また、木浜内湖では、滋賀県南部土木事務所河川砂防課が水質浄化を目的に、2001 年(平成 13 年)より底泥の浚渫工事を行っている。

公共下水道整備、農業用水浄化施設の整備及び浚渫工事による水質保全効果は、図 4.3-11 から、NO₃-N について効果が発現している可能性がある。その他の項目について効果はみられないが、人口の増加に伴う都市化の影響を抑制している可能性が考えられる。

(3) 大同川

大同川では、2012 年(平成 24 年)以降、水質調査が行われている。

COD、SS、クロロフィル a、pH、T-N、T-P、D・PO₄-P、DO については、経年的な変化の傾向はみられないが、pH については上昇傾向、NO₃-N については減少傾向がみられる。

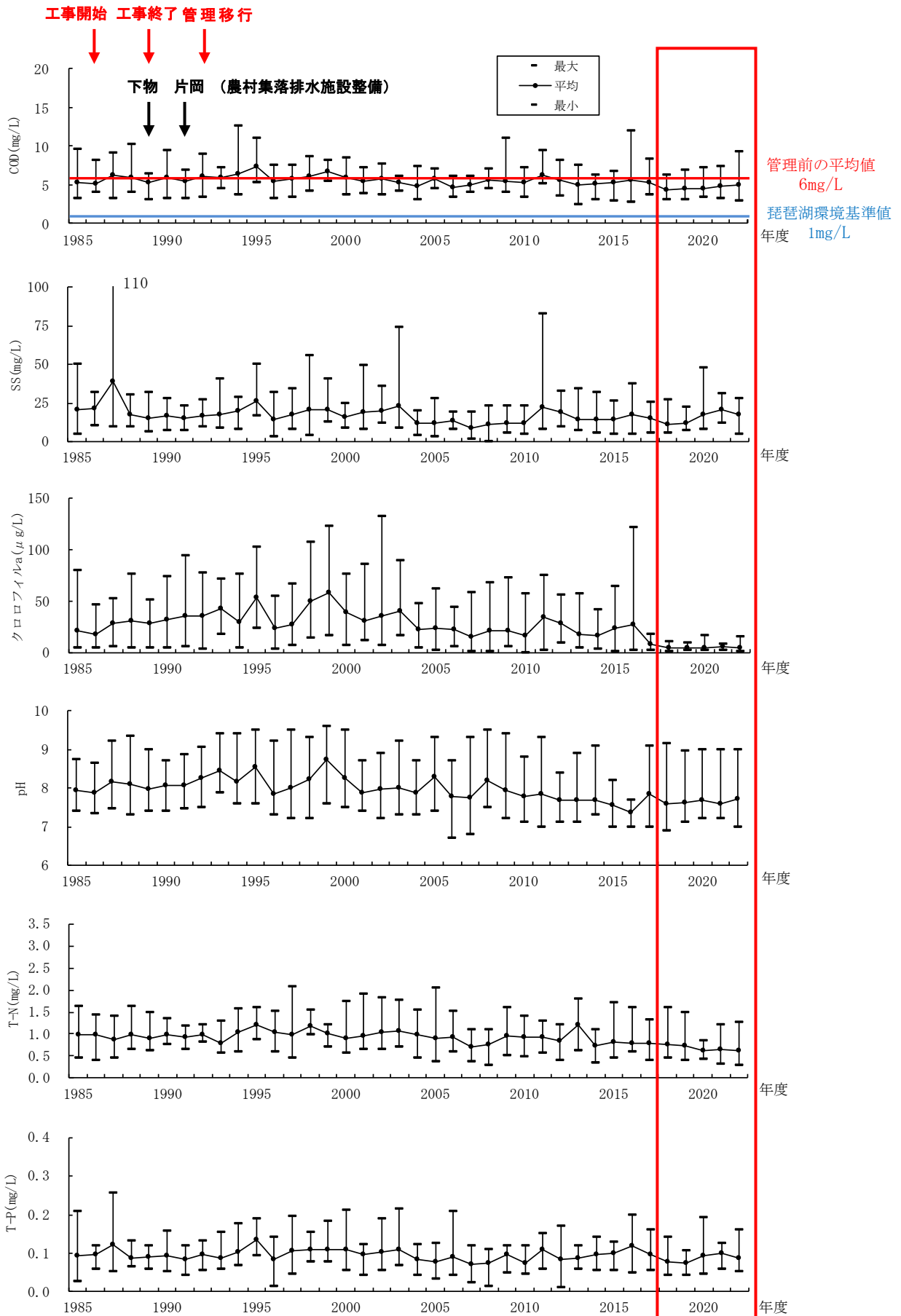


図 4.3-10(1) 津田江内湖の水質 (1985 年度(昭和 60 年度)~2022 年度(令和 4 年度))

注) 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

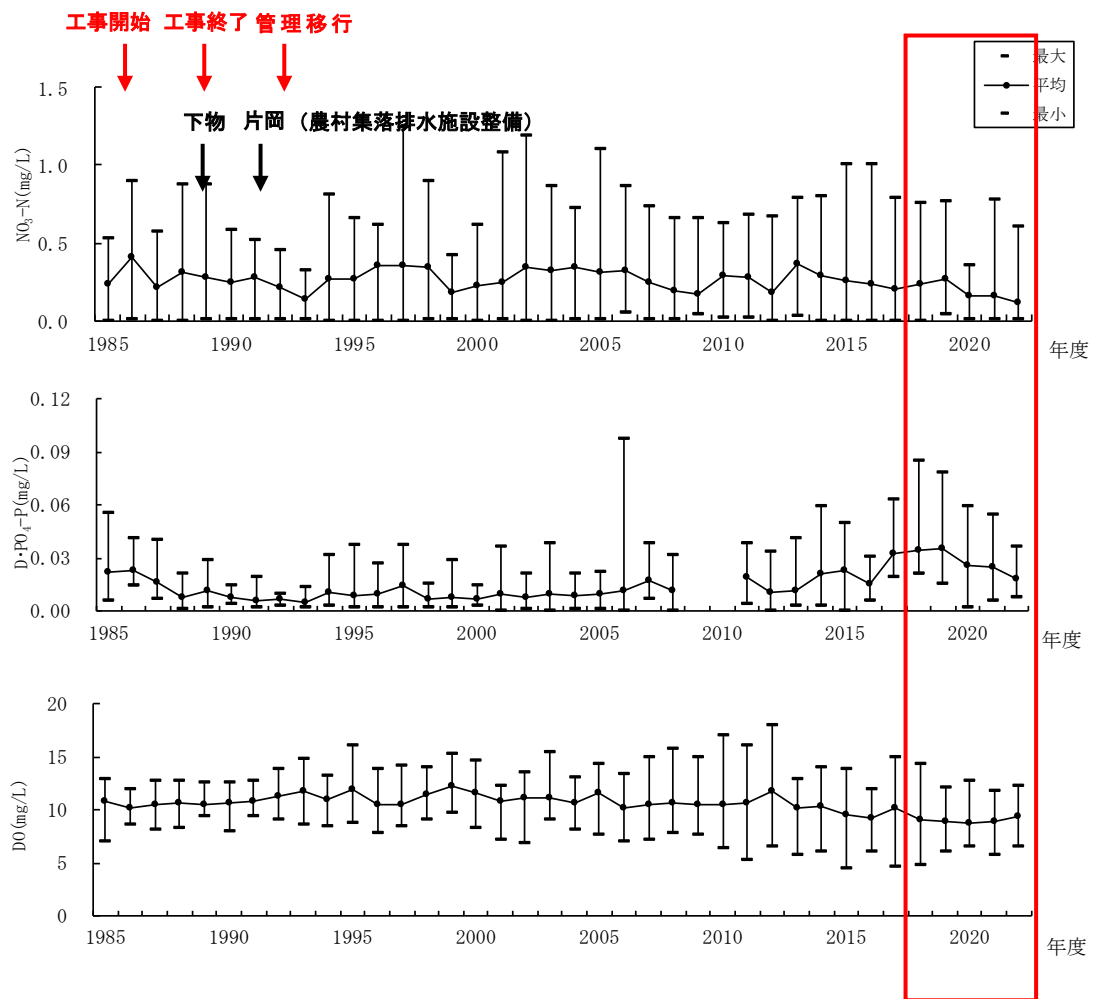


図 4.3-10(2) 津田江内湖の水質 (1985 年度(昭和 60 年度)~2022 年度(令和 4 年度))

注) 1. 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

2. 平成 21 年度および平成 22 年度のオルトリン酸態リン (PO₄-P) は粒子性オルトリン酸態リンであるため欠測扱いとしている。その他の年は、溶解性オルトリン酸態リンである。

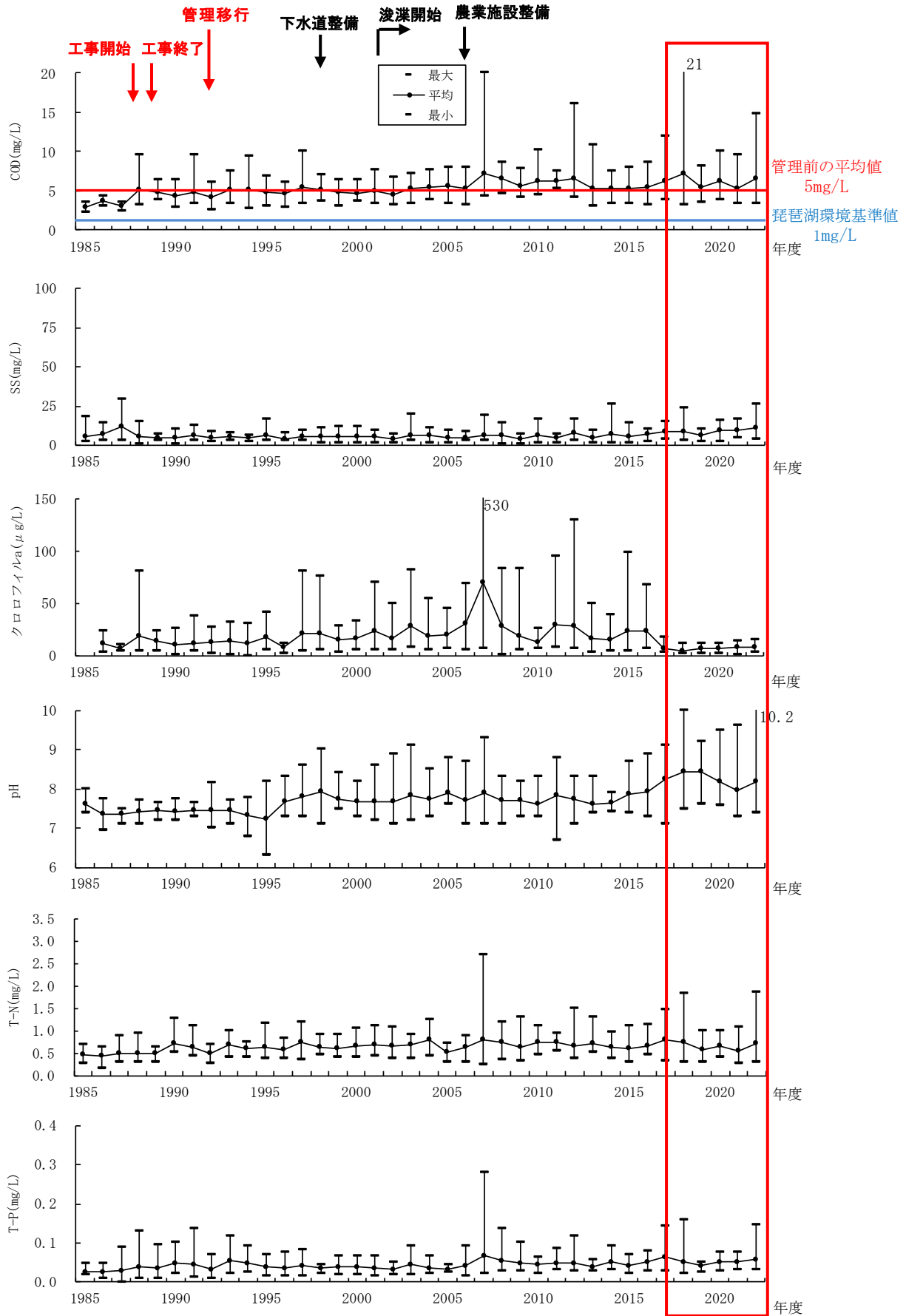


図 4.3-11(1) 木浜内湖 A の水質 (1985 年度(昭和 60 年度)~2022 年度(令和 4 年度))

注) 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

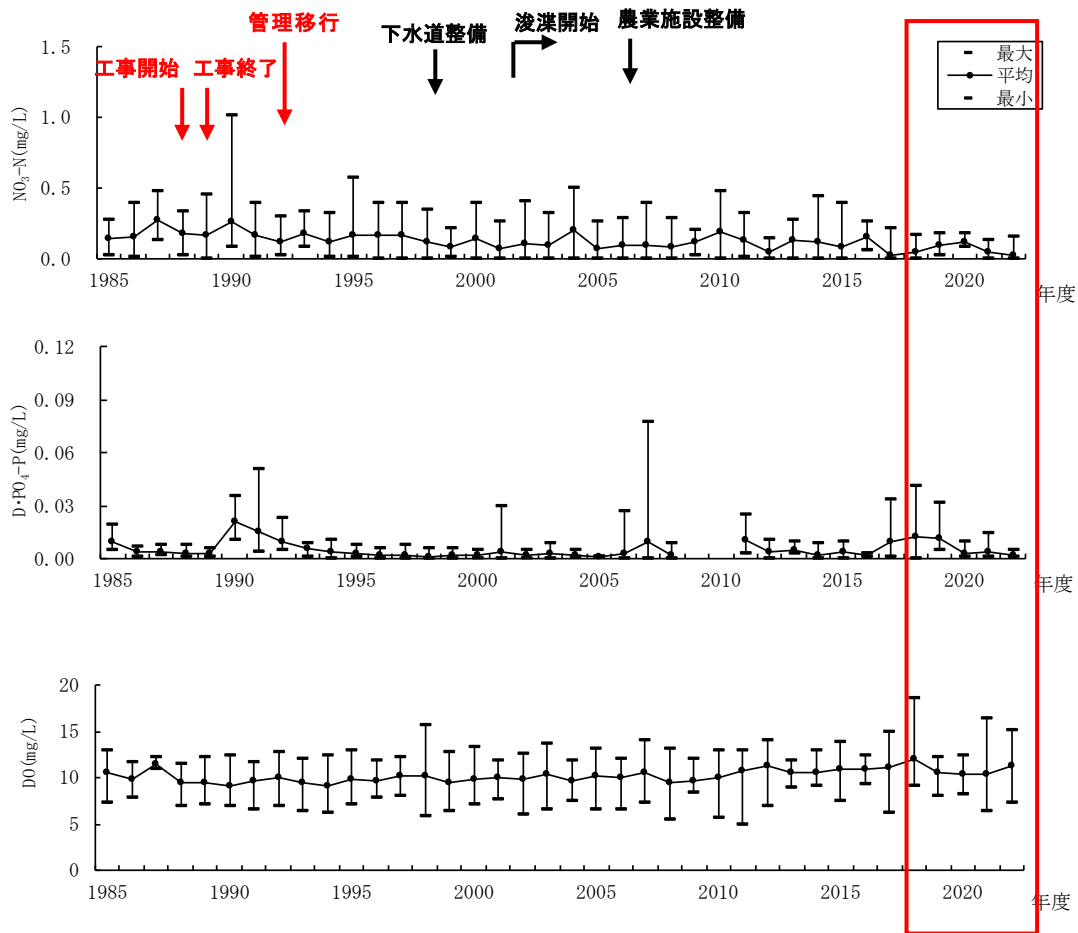


図 4.3-11(2) 木浜内湖 A の水質 (1985 年度(昭和 60 年度)～2022 年度(令和 4 年度))

注) 1. 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

2. 平成 21 年度および平成 22 年度のオルトリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) は粒子性オルトリン酸態リンであるため欠測扱いとしている。その他の年は、溶解性オルトリン酸態リンである。

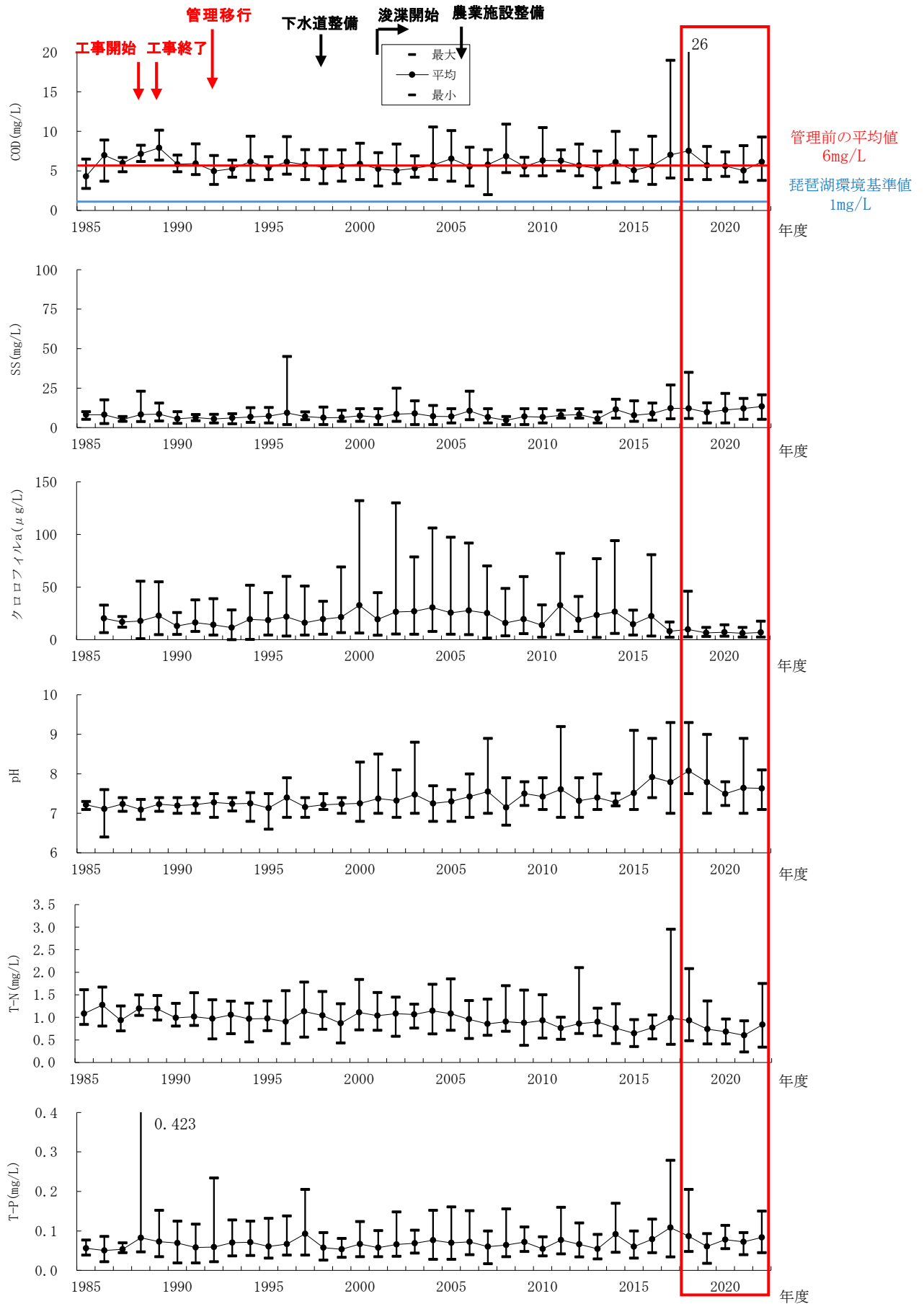


図 4.3-11(3) 木浜内湖 C の水質 (1985 年度(昭和 60 年度)～2022 年度(令和 4 年度))

注) 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

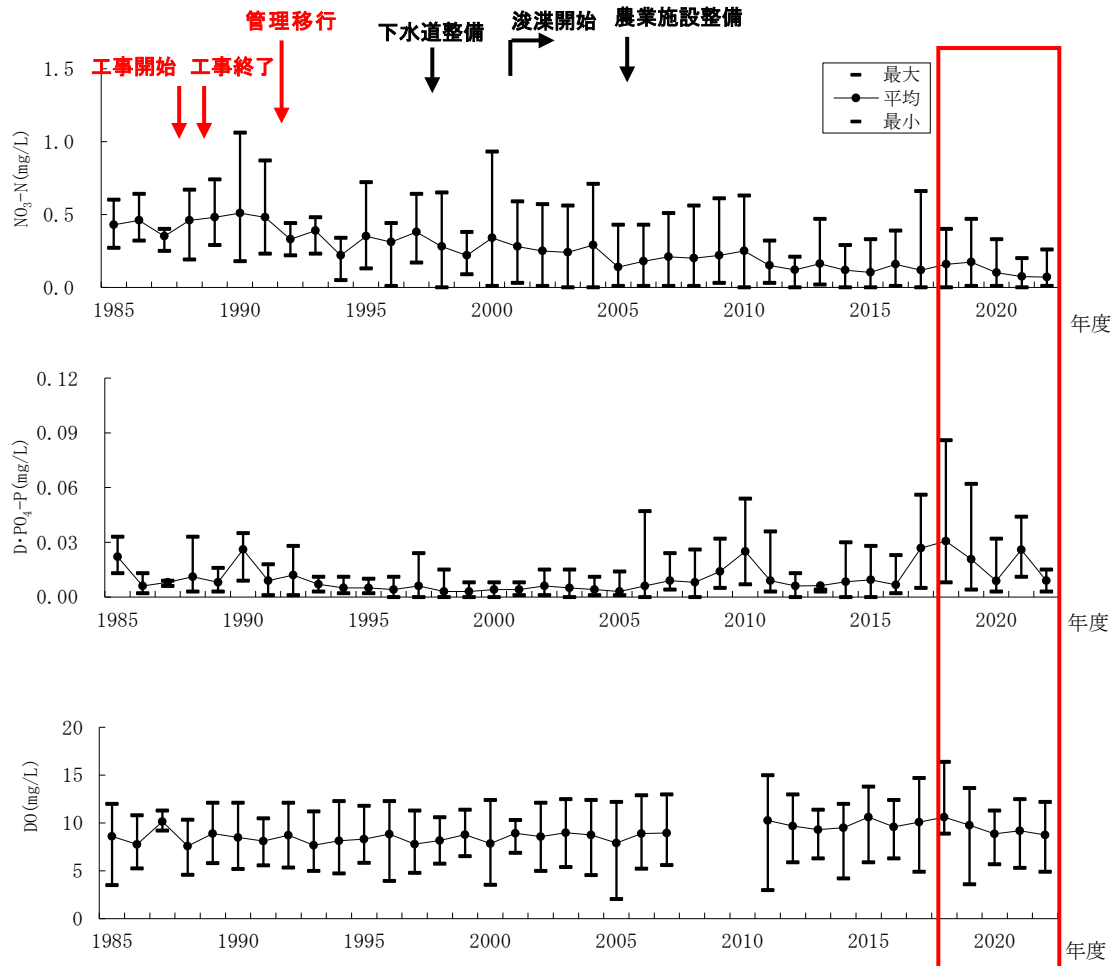


図 4.3-11(4) 木浜内湖 C の水質 (1985 年度(昭和 60 年度)~2022 年度(令和 4 年度))

注) 1. 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

2. 平成 21 年度および平成 22 年度のオルトリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) は粒子性オルトリン酸態リンであるため欠測扱いとしている。その他の年は、溶解性オルトリン酸態リンである。

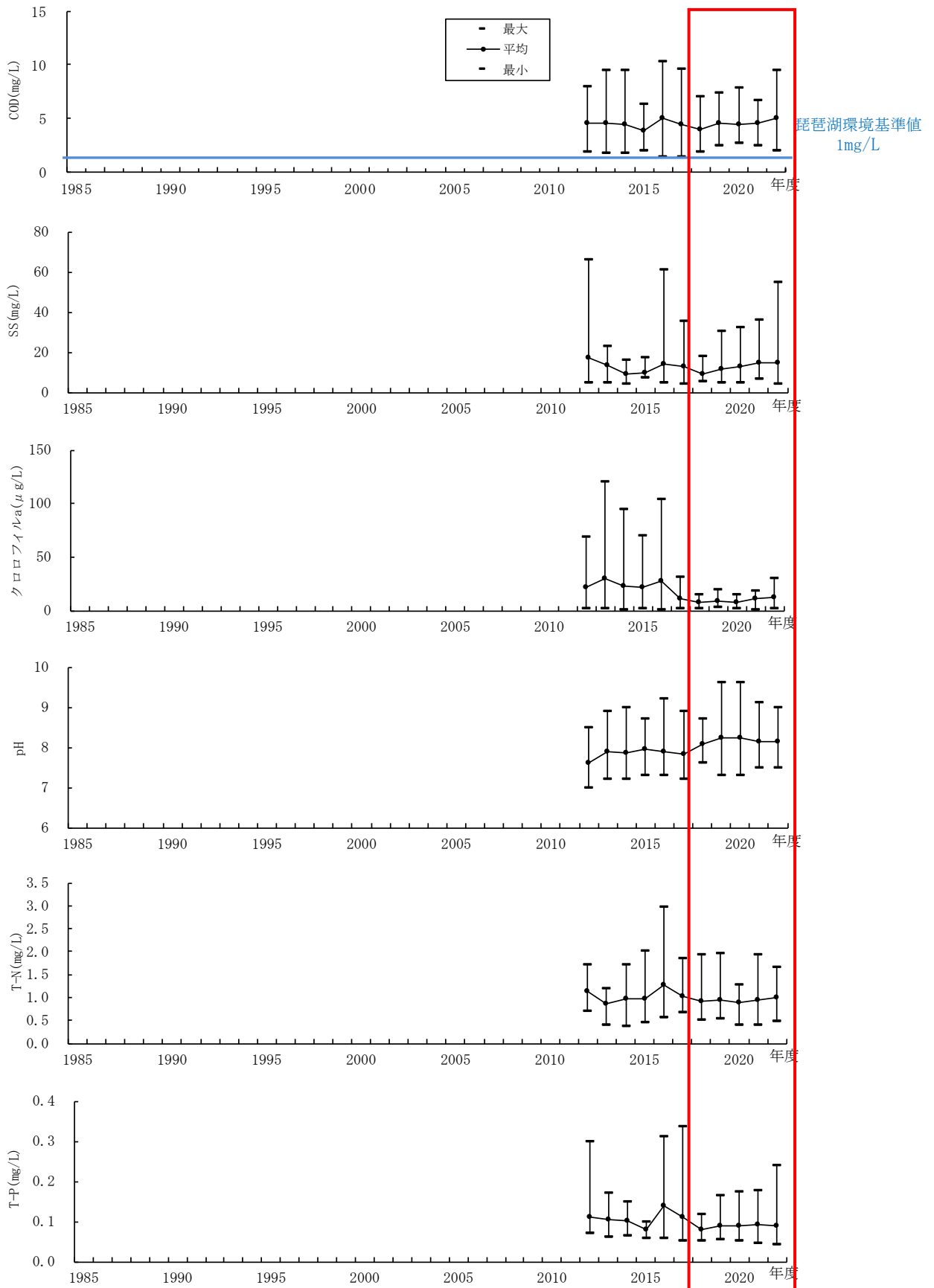


図 4.3-12(1) 大同川の水質 (2012 年度(平成 24 年度)~2022 年度(令和 4 年度))

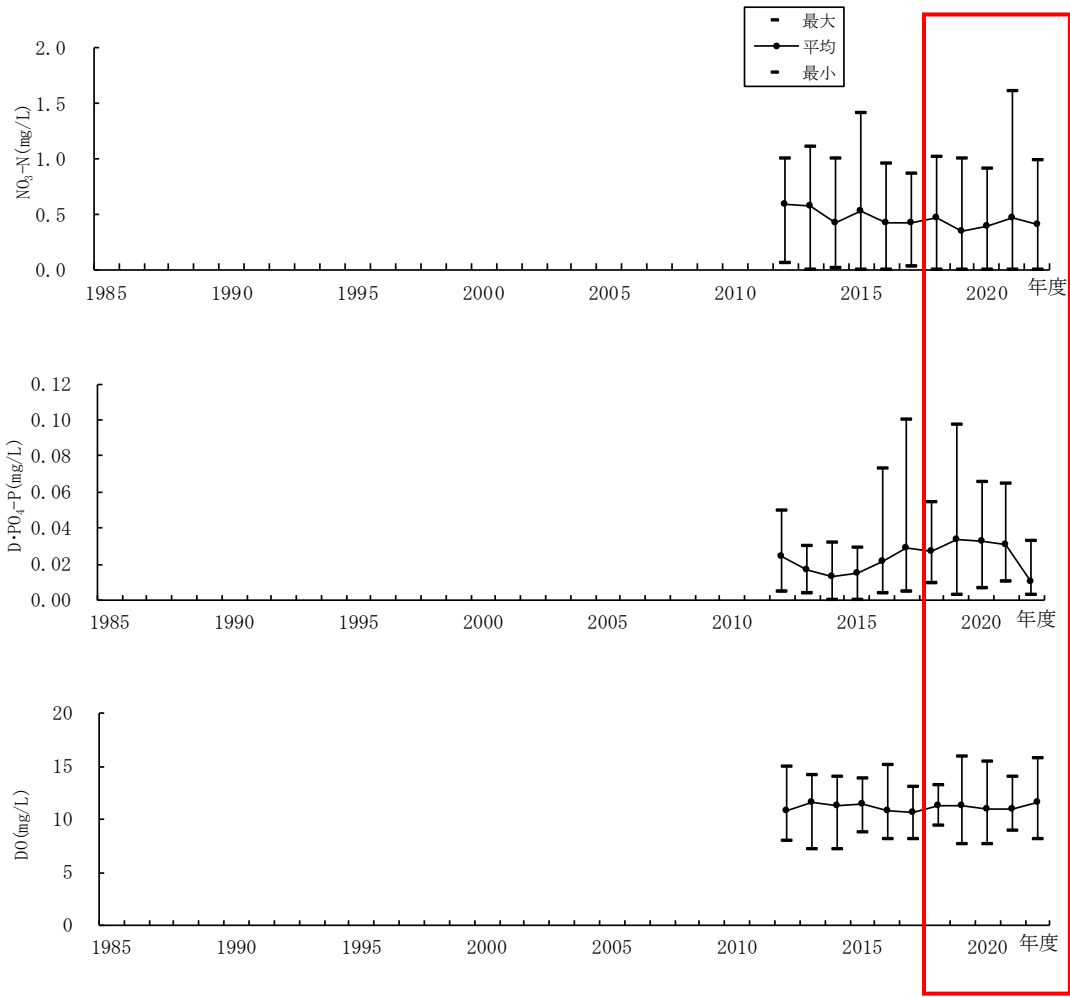


図 4.3-12 (2) 大同川の水質 (2012 年度(平成 24 年度)~2022 年度(令和 4 年度))

4.3.4 水位保持操作の効果

(1) 水位保持期間操作のCOD

水位保持期間中は、水位保持施設操作により外湖の水を内湖に取り込み、水質を保全するため、内湖の水質が琵琶湖（外湖）の水質と大きな差がないことが期待される。至近5ヶ年の内湖、外湖の水位、水質の変動を図4.3-13に、水位保持期間中の内湖と外湖の水質を表4.3-5に示す（木浜内湖では水位保持は2018年度、2021年度、2022年度の3ヶ年実施）。

水位保持操作時のCODは内湖が高いが、内湖と外湖（琵琶湖）の差は、平常時と同程度若しくは小さくなる傾向である。

内湖は、背後地からの負荷が流入し、一時的に滞留するため水位保持操作の有無に関わらず内湖の方が外湖よりも高い傾向にある。

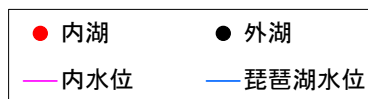
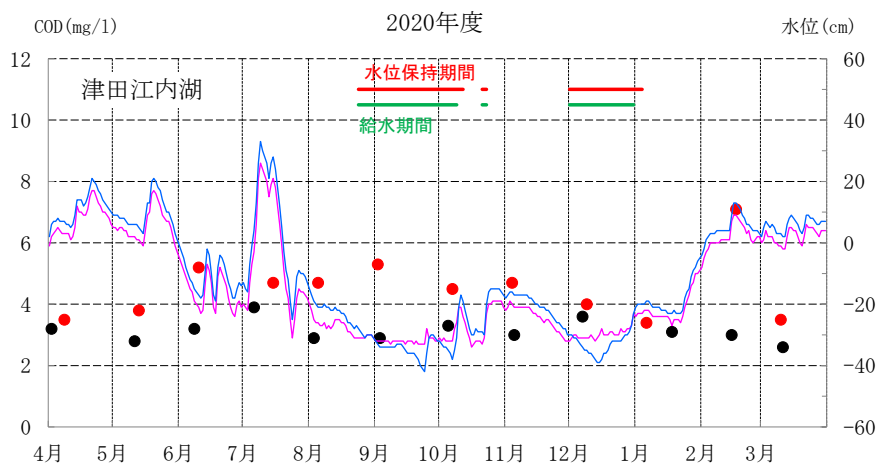
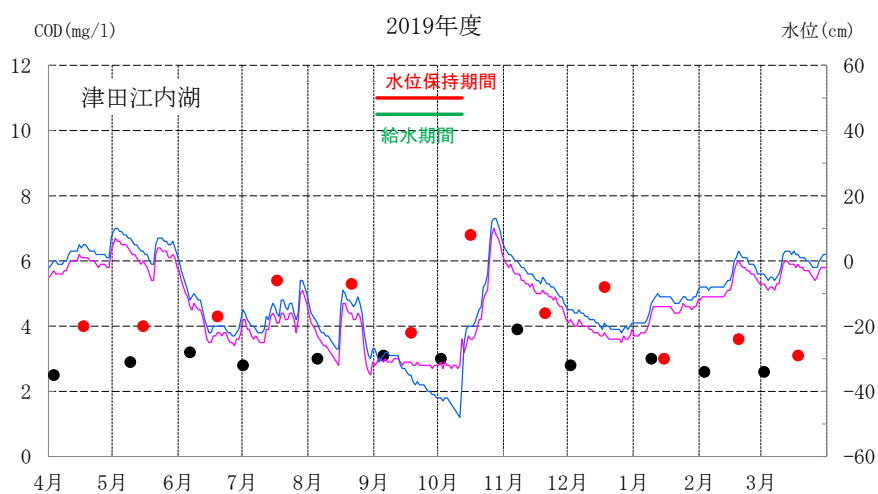
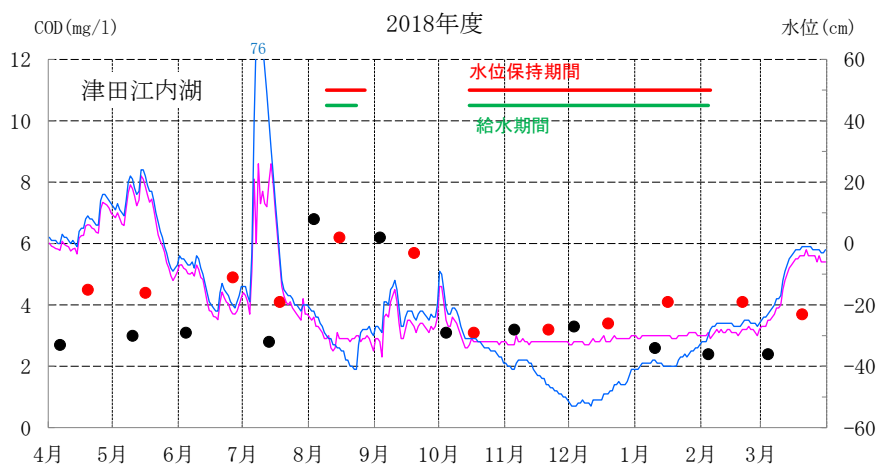
表 4.3-5 水位保持期間中の水質（COD）

単位:mg/L

地区	項目	年度	H30	H31/R1	R2	R3	R4
津田江	保持期間		8/9～2/5	9/2～10/12	8/24～1/4	8/2～12/27	10/31～12/31
	内湖COD		4.3 (7)	5.3 (2)	4.6 (3)	5.2 (3)	3.9 (4)
	外湖COD		4.2 (7)	3.1 (2)	3.3 (3)	4.2 (3)	2.8 (4)
木浜	保持期間		12/3～12/21	-	-	11/1～12/20	10/31～12/31
	内湖COD		4.6 (2)	- (0)	- (0)	4.9 (2)	5.8 (1)
	外湖COD		2.4 (2)	- (0)	- (0)	2.8 (2)	- (0)
大同川	保持期間		7/25～3/4	6/14～10/12	6/10～1/4	6/8～1/5	6/13～12/31
	内湖COD		2.5 (5)	4.6 (4)	4.6 (3)	3.9 (6)	3.28571 (7)
	外湖COD		2.4 (5)	2.7 (4)	2.8 (3)	2.9 (6)	2.45714 (7)

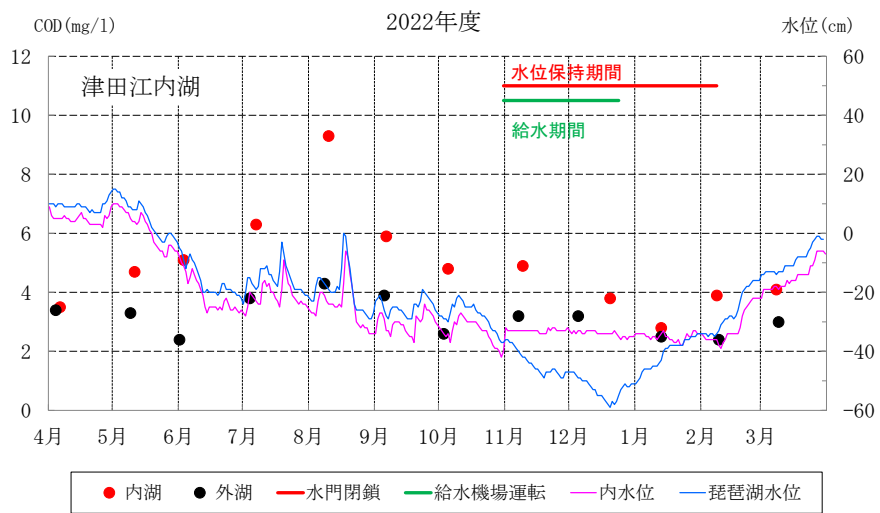
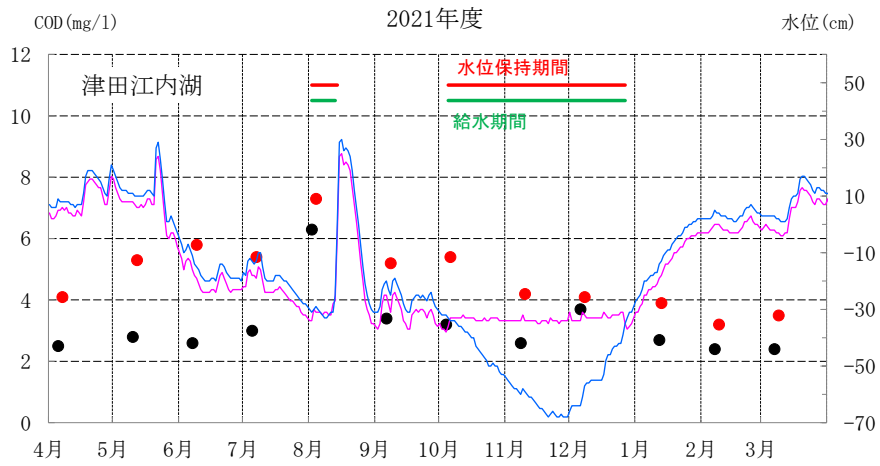
注.()はデータ数を示す。

外湖のデータ：津田江は志那沖調査結果、木浜は木ノ浜沖調査結果、大同川は愛知川沖調査結果を用いた。



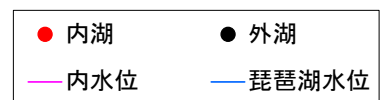
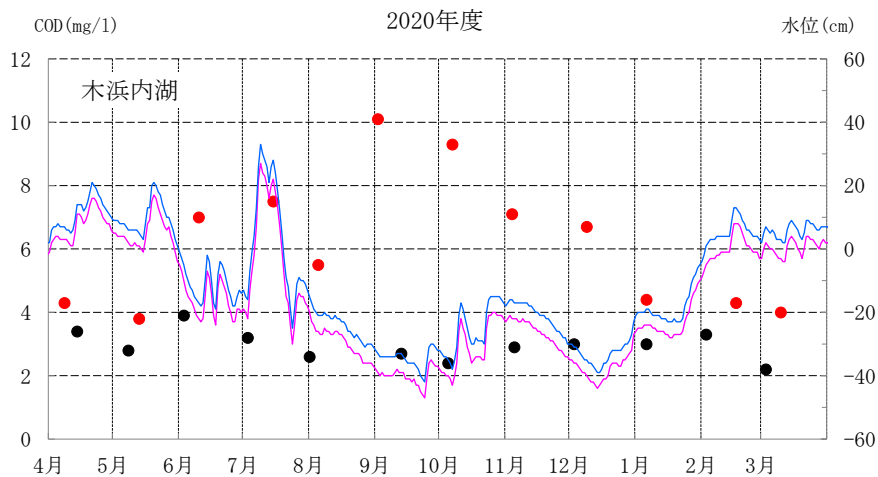
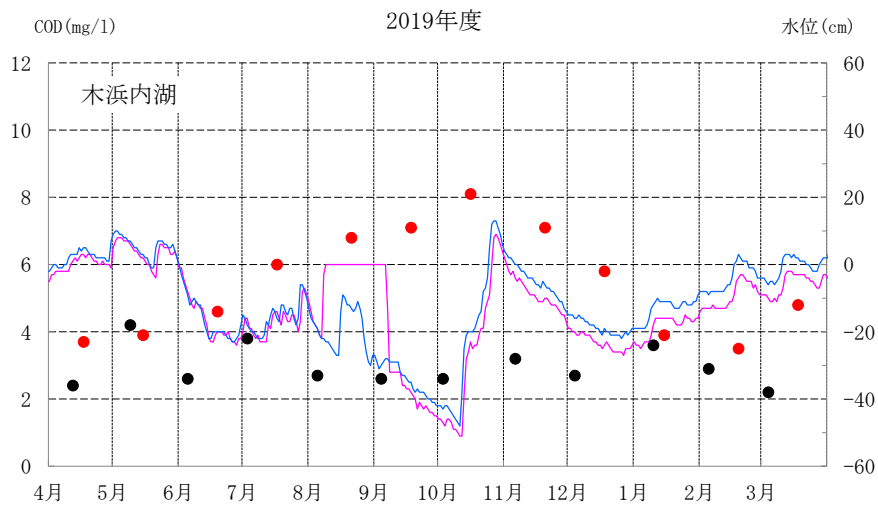
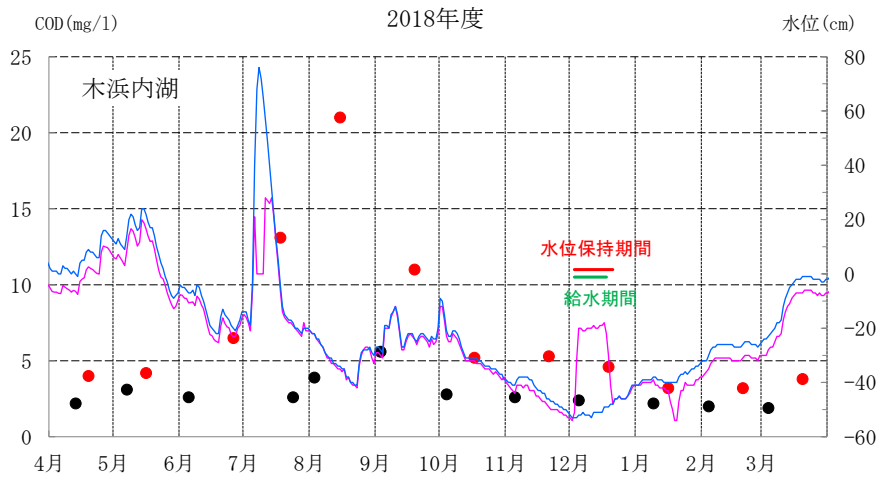
注) 外湖は表 4.2-4 志那沖の調査結果

図 4.3-13(1) 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化
(津田江内湖：2018年度(平成30年度)2019年度(令和元年度)、2020年度(令和2年度))



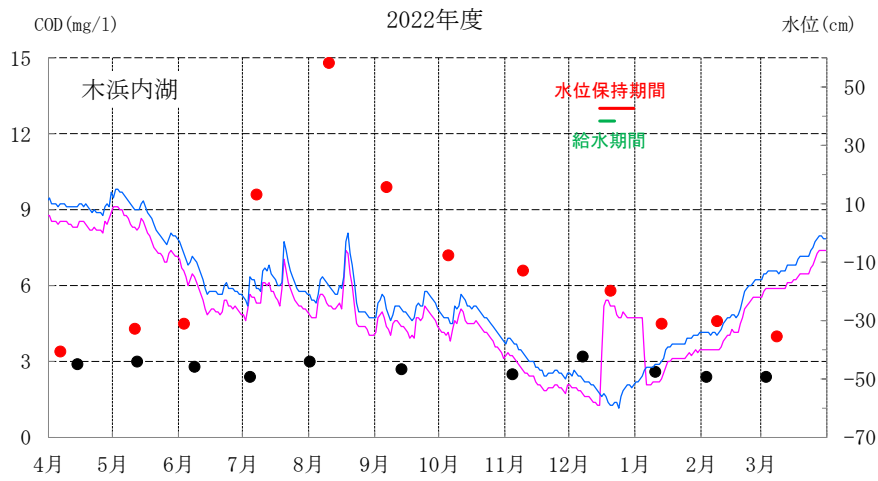
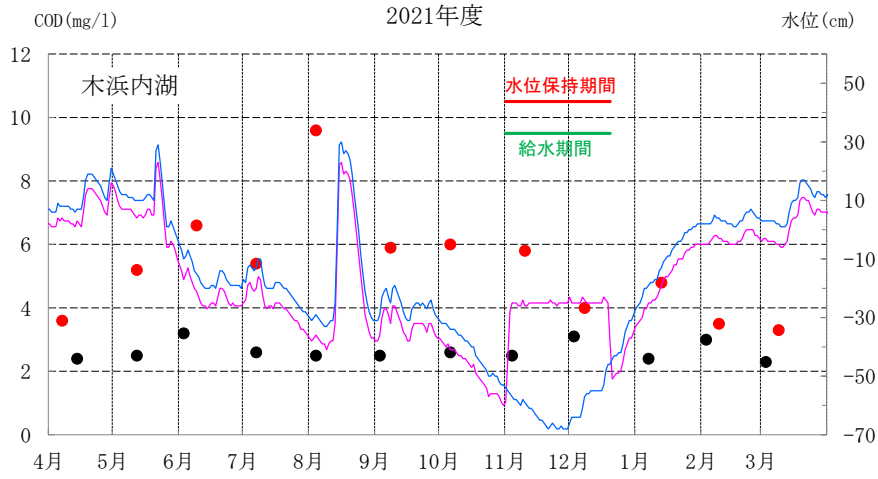
注) 外湖は表 4.2-4 志那沖の調査結果

図 4.3-13(2) 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化
(津田江内湖：2021年度(令和3年度)、2022年度(令和4年度))



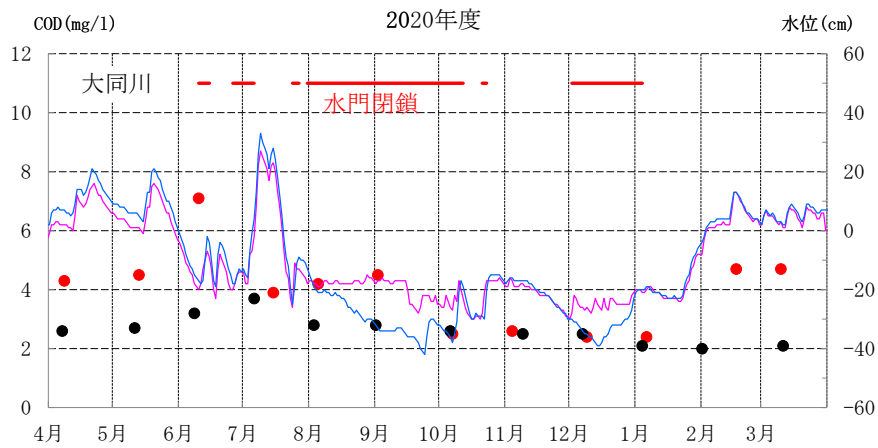
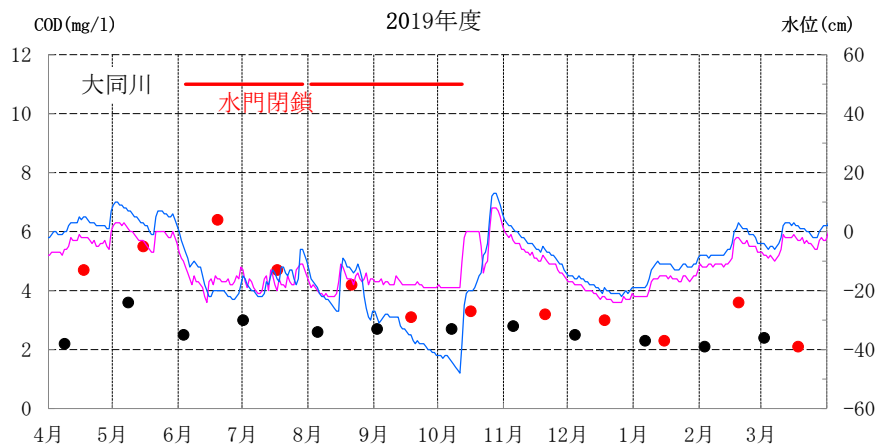
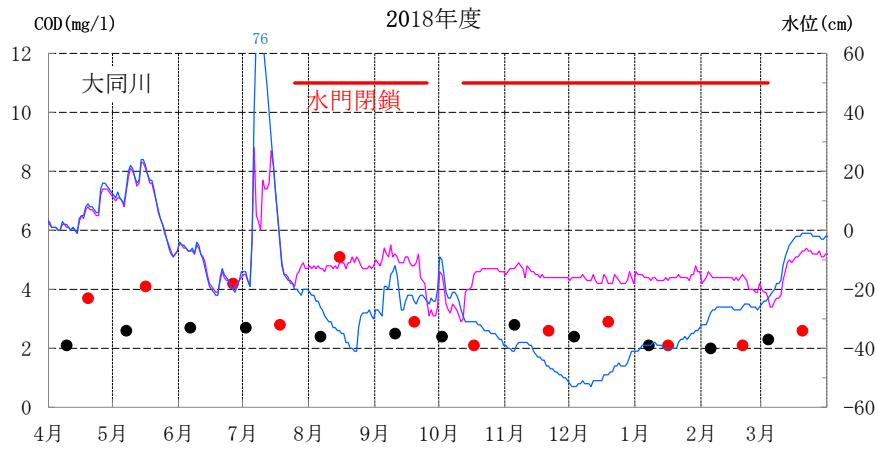
注) 1. 内水位は、木浜中央の値
 2. 外湖は表 4. 2-4 木ノ浜沖の調査結果

図 4. 3-13 (3) 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化
 (木浜内湖：2018年度(平成30年度)、2019年度(令和元年度)、2020年度(令和2年度))



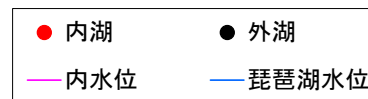
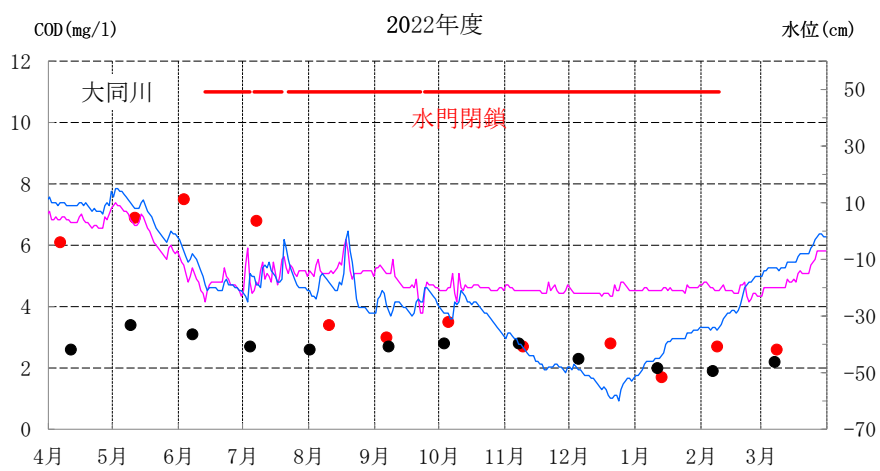
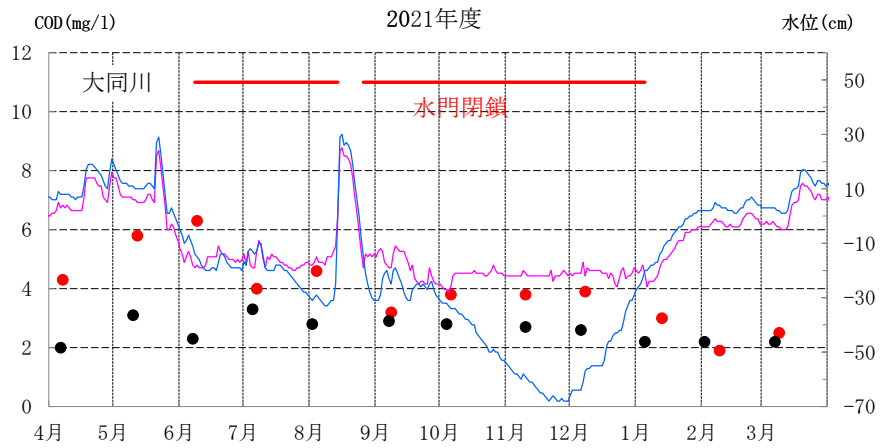
注) 1. 内水位は、木浜中央の値
 2. 外湖は表 4.2-4 木ノ浜沖の調査結果

図 4.3-13(4) 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化
 (木浜内湖：2021年度(令和3年度)、2022年度(令和4年度))



注) 外湖は表 4.2-4 愛知川沖の調査結果

図 4.3-13(5) 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化
(大同川：2018年度(平成30年度)、2019年度(令和元年度)、2020年度(令和2年度))



注) 外湖は表 4.2-4 愛知川沖の調査結果

図 4.3-13(6) 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化
(大同川：2021年度(令和3年度)、2022年度(令和4年度))

(2) 内湖と外湖の比較（月別調査結果）

2018年度（平成30年度）～2022年度（令和4年度）の至近5ヶ年の調査結果について津田江、木浜及び大同川の内湖と外湖の平均値、最大値、最小値を月別で整理し、内湖と外湖の水質状況を比較した。

1) 津田江内湖

津田江と志那沖の測定結果の比較を図 4.3-14(1)に示した。

COD、SS、T-N、T-Pについて、内湖Aの各平均値は、外湖（志那沖）の平均値よりも高い値であった。CODは夏季において内湖、外湖ともに高くなる傾向にあった。その他の項目は明瞭な季節変動はみられなかった。

外湖は内湖よりも低い値で推移しており、志那沖の水質への汚濁負荷の影響は小さいと推測される。

2) 木浜内湖

木浜内湖と木ノ浜沖の測定結果の比較を図 4.3-14(2)に示した。

COD、SS、T-N、T-Pについて、内湖A及び内湖Cの各平均値は、外湖（木ノ浜沖）の平均値よりも高い値であった。

内湖A及び内湖Cの各項目は7月～10月にかけて値が高くなる傾向があるが、アオコ発生の影響によるものと推測される。外湖では同様の傾向がみられないことから、木ノ浜沖の水質への汚濁負荷の影響は小さいと推測される。

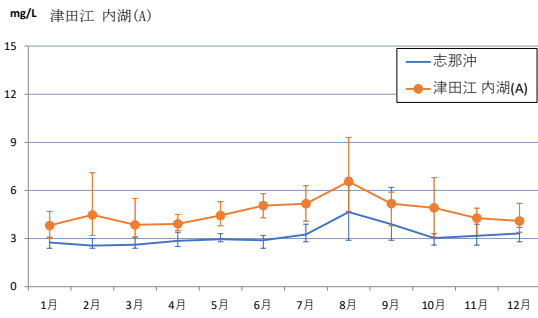
3) 大同川

大同川と愛知川沖の測定結果の比較を図 4.3-14(3)に示した。

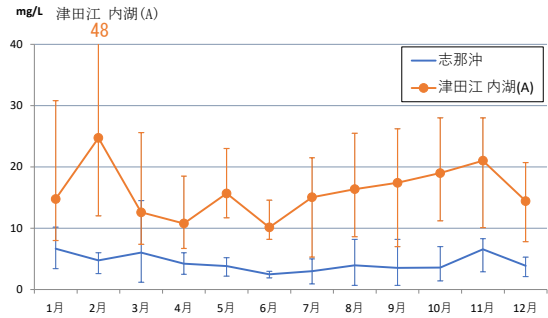
SS、COD、T-N、T-Pについて、内湖Aの各平均値は、外湖（愛知川沖）の平均値よりも高い値であった。

3月～6月にかけてSS、T-N及びT-Pの変動の幅が大きくなっているものの、外湖の濃度範囲は低いことから愛知川沖への影響は小さいと推測される。

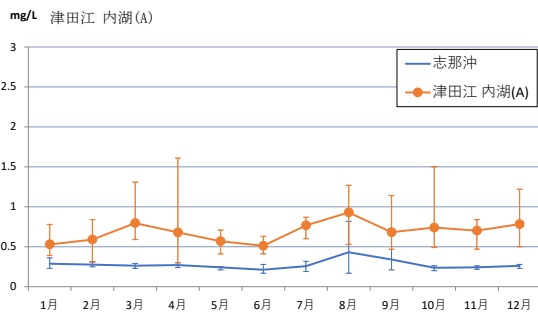
COD



SS



T-N



T-P

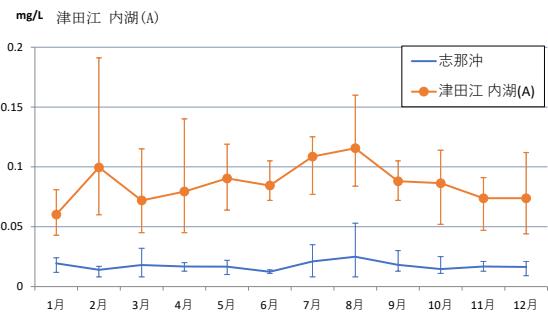
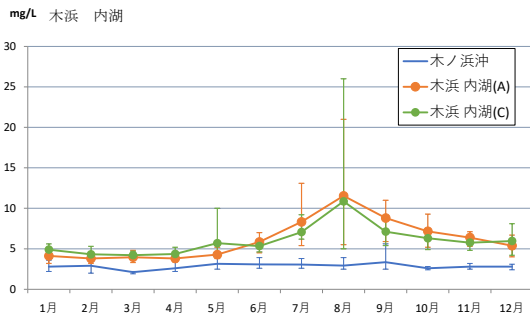
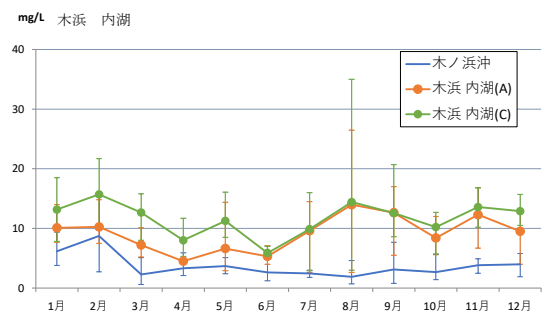


図 4.3-14 (1) 津田江内湖と外湖の月別水質結果比較 (H30~R4 の平均・最大・最小)

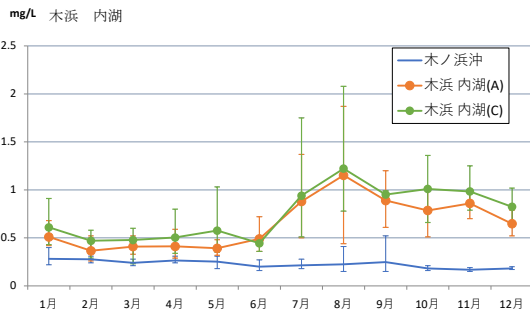
COD



SS



T-N



T-P

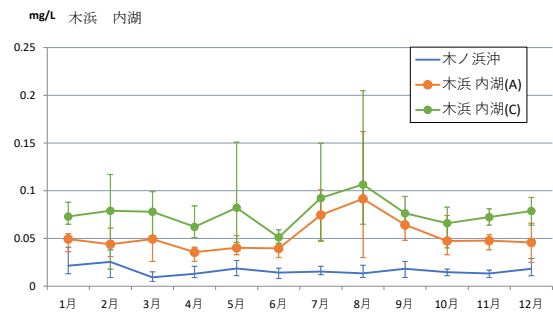


図 4.3-14(2) 木浜内湖と外湖の水質調査結果比較 (H30~R4 の平均・最大・最小)

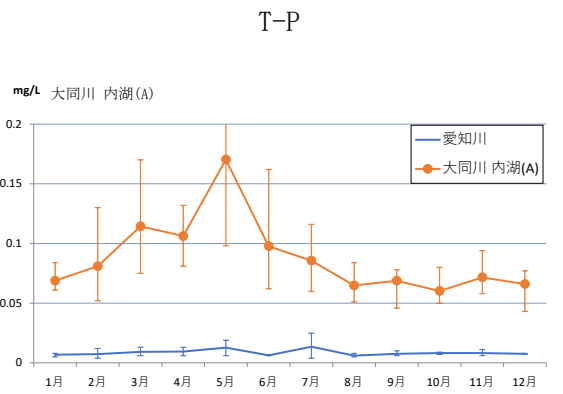
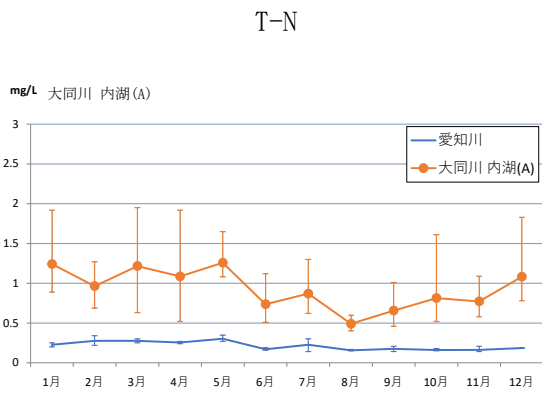
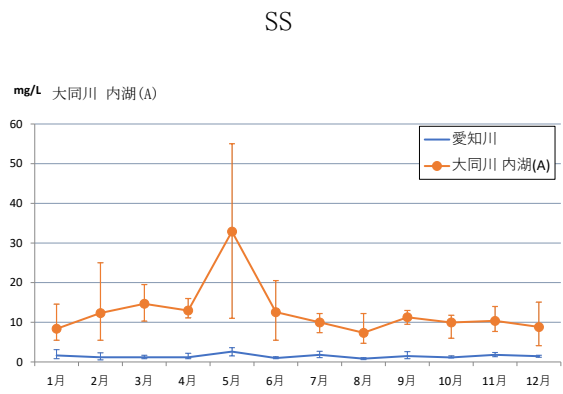
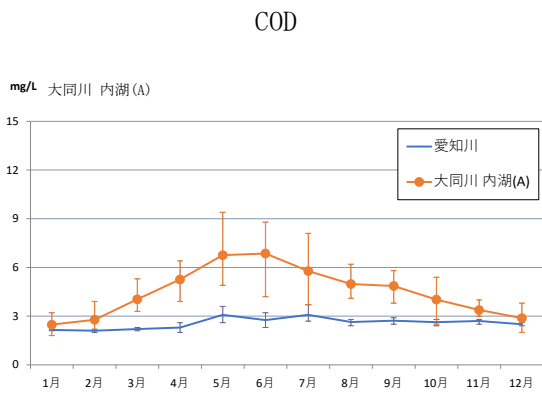


図 4.3-14 (3) 大同川内湖と外湖の水質調査結果比較 (H30~R4 の平均・最大・最小)

(3) 水位保持操作による内湖の水質変化

1992年度(平成4年度)～2016年度(平成28年度)及び至近5ヶ年(平成30年度～令和4年度)の水質データをもとに、津田江内湖、木浜内湖及び大同川における水位保持操作が内湖の水質に与えている影響について、平常時と水位保持操作時を比較して検討した。

なお、至近5ヶ年の外湖Bについては、津田江内湖は志那沖(水資源機構)、木浜内湖は木ノ浜沖(国交省)、大同川は愛知川(滋賀県)の定期調査結果を用いて内湖との水質を比較した。

1) 津田江内湖

管理移行後(1992年(平成4年度)～2016年度(平成28年度))と至近5ヶ年(平成30年度～令和4年度)の平常時(B.S.L.-30cm以上)および水位保持操作時(B.S.L.-30cm以下)の内湖(A)地点と外湖(B)地点の水質濃度の差の平均値および範囲(最大値、最小値)を図4.3-15に整理した。

図中の0(赤線)よりも値が大きければ、内湖(A)地点のほうが外湖(B)地点より値が高く、小さければ内湖(A)地点のほうが外湖(B)地点より値が低いことを表す。内湖は背後地からの負荷が流入し一時的に滞留するため、植物プランクトンが増殖・集積しやすい環境にあり、COD、SS、T-N、T-P、クロロフィルaの平均値は水位保持操作の有無に関わらず、内湖のほうが外湖よりも高い傾向にある。

至近5ヶ年では、COD、SS、T-N、T-Pは管理移行後(1992年(平成4年度)～2016年度(平成28年度))の結果と同様の結果がみられたが、クロロフィルaについては、外湖の志那沖地点が夏季に高い値を示す傾向にあり、その要因により、内湖の方が低い値となった。

水位保持操作時および平常時を比較すると、内湖(A)地点と外湖(B)地点の差は、いずれの項目も水位操作時は平常時と同程度あるいは差がやや小さくなっており、外湖からの給水によって水質が改善される状況も認められる。

2) 木浜内湖

木浜内湖も同様に、管理移行後(1992年(平成4年度)～2016年度(平成28年度))と至近5ヶ年(平成30年度～令和4年度)の平常時および水位保持操作時の内湖(A)地点と外湖(B)地点の水質濃度の差の平均値および範囲(最大値、最小値)を図4.3-16に整理した。

木浜内湖では、1992年(平成4年度)～2005年度(平成17年度)までは津田江内湖と同じ水位-30cmで水位保持操作を開始していたが、近年水位保持開始水位を下げており、2006年度(平成18年度)はB.S.L.-40cm、2007年度(平成19年度)以降は-50cmで開始しているため、B.S.L.-30cm(H4～H17年度)、B.S.L.-40cm(H18年度)、B.S.L.-50cm(H30～R4年度)に分けて整理した。

木浜内湖(A)地点の水質は水位保持操作の有無に関わらず、背後地からの負荷は内湖(A)地点に流入し一時的に滞留するため、COD、SS、T-N、T-Pの平均値は外湖(B)地点の水質と比べて高い結果となっている。

水位保持操作時および平常時を比較すると、内湖(A)地点と外湖(B)地点の差は、水位保持開始水位の違いに関わらず、SSを除き水位操作時は平常時と同程度あるいは差がやや小さくなっており、外湖からの給水によって水質が改善される状況も認められる。

木浜内湖(C)地点の水質は内湖(A)地点と同様に、COD、SS、T-N、T-Pの平均値は外湖(B)地点の水質と比べて高い結果となっている。

水位保持操作時および平常時を比較すると、内湖(A)地点同様、内湖(C)地点と外湖(B)地点の差は水位保持開始水位の違いに関わらず、SSを除き水位操作時は平常時と同程度あるいは差がやや小さくなっており、外湖からの給水によって水質が改善される状況も認められる。

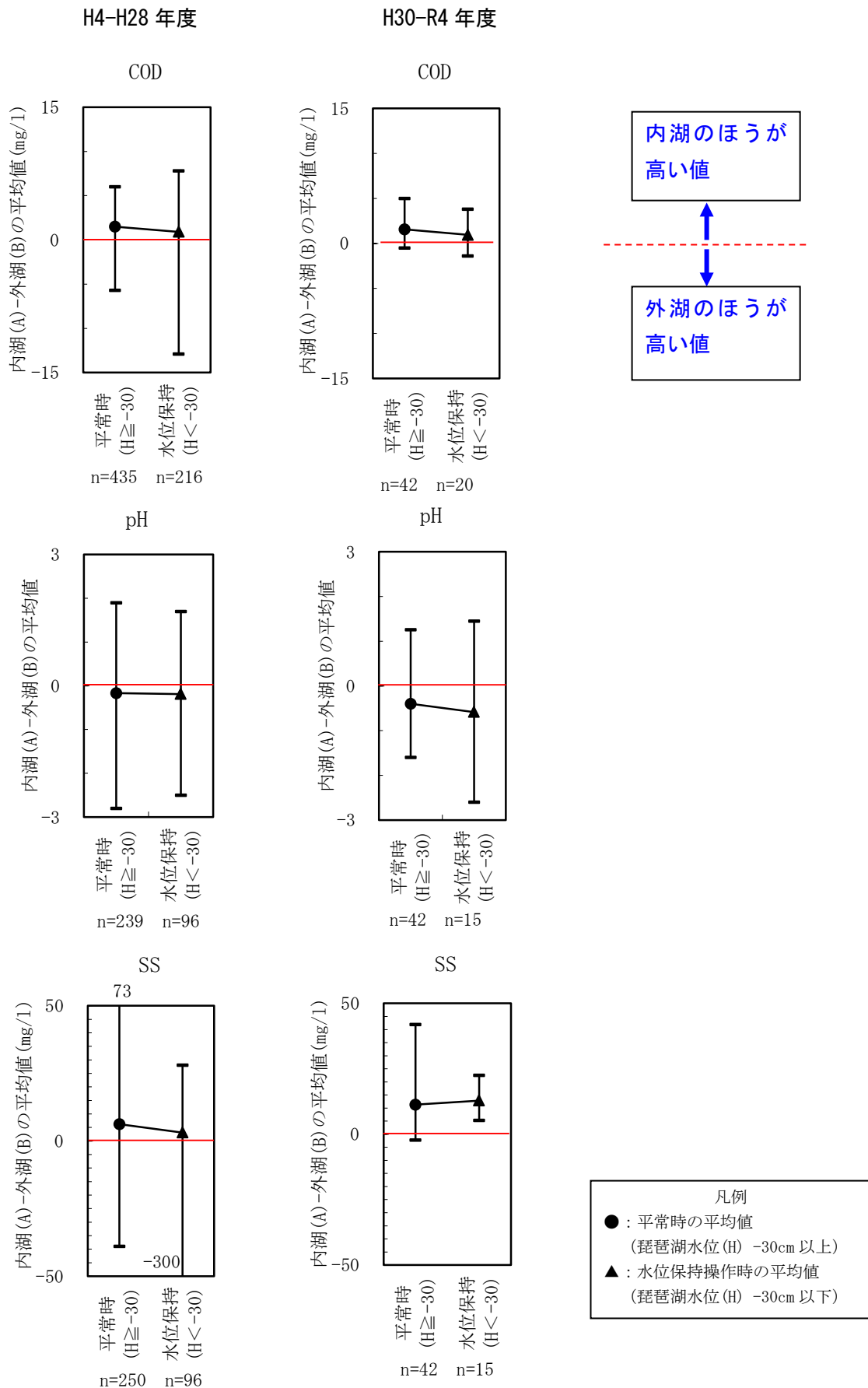
3) 大同川

大同川も同様に、管理移行後（2012年(平成24年度)～2016年度(平成28年度)）と至近5ヶ年（平成30年度～令和4年度）の平常時および水位保持操作時の大同川(C)地点と外湖(B)地点の水質濃度の差の平均値および範囲（最大値、最小値）を図4.3-17に整理した。

大同川の水質は水位保持操作の有無に関わらず、背後地からの負荷は大同川(C)地点に流入し一時的に滞留するため、COD、SS、T-N、T-P、クロロフィルaの平均値は外湖(B)地点の水質と比べて高い結果となっている。

至近5ヶ年の水位保持操作時および平常時を比較すると、大同川(C)地点と外湖(B)地点の平均は、COD、SS、T-N、クロロフィルaは同程度、T-Pはやや小さくなっている。至近5ヶ年では、水位保持操作による顕著な水質の差はみられなかった。

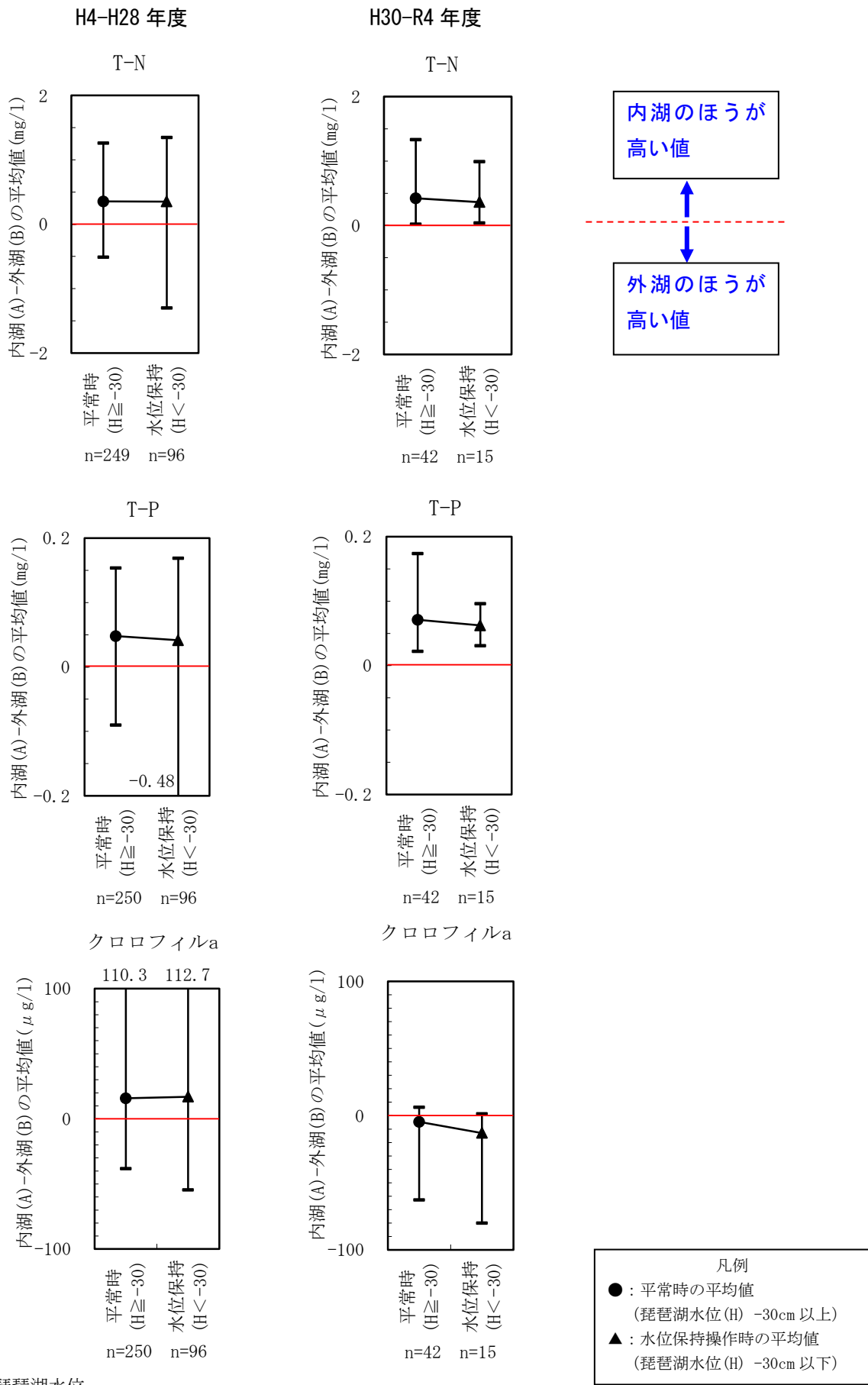
一方、管理移行後（2012年(平成24年度)～2016年度(平成28年度)）の水位保持操作時および平常時を比較するとCOD、クロロフィルaの平均値は水位保持操作時が高くなっており、ゲート閉鎖によって水が滞留し、内部生産が活発となっている可能性がある。但し、水位操作は主に春季～秋季の内部生産が活発な時期に実施されていることから、水位操作の有無に関わらず、外湖と比べて大同川での内部生産が活発な可能性もある。



※H：琵琶湖水位

注) グラフは、内湖(A)-外湖(B)の平均値が高いほど、内湖の水質が悪い (pH の場合はアルカリ側) ことを示す。

図 4.3-15 (1) 平常時と水位保持操作時における津田江内湖と外湖との水質の差



※H：琵琶湖水位

注) グラフは、内湖(A)-外湖(B)の平均値が高いほど、内湖の水質が悪いことを示す。

図 4.3-15 (2) 平常時と水位保持操作時における津田江内湖と外湖との水質の差

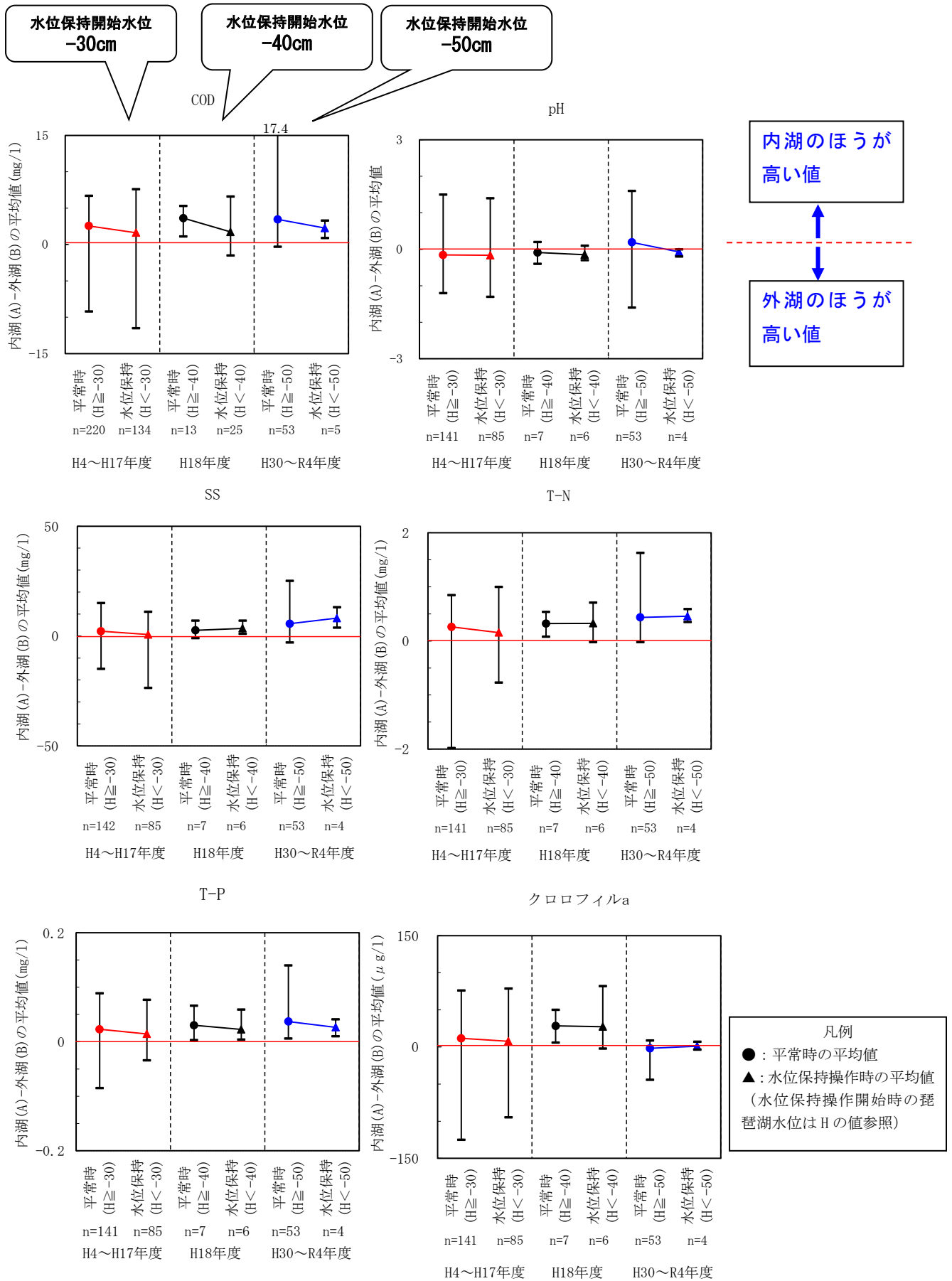


図 4.3-16 (1) 平常時と水位保持操作時における木浜内湖 (A) と外湖の水質の差

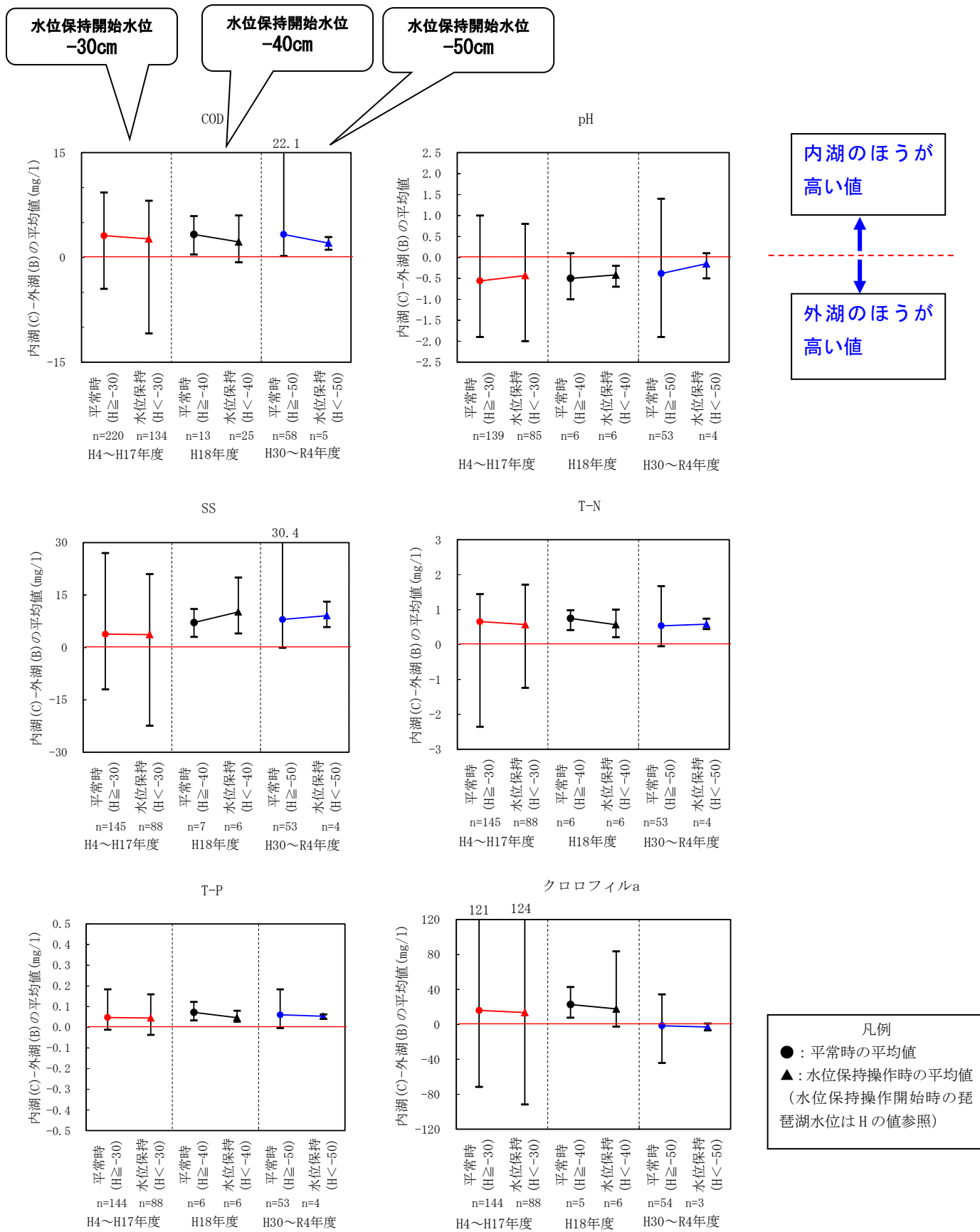


図 4.3-16 (2) 平常時と水位保持操作時における木浜内湖 (C) と外湖の水質の差

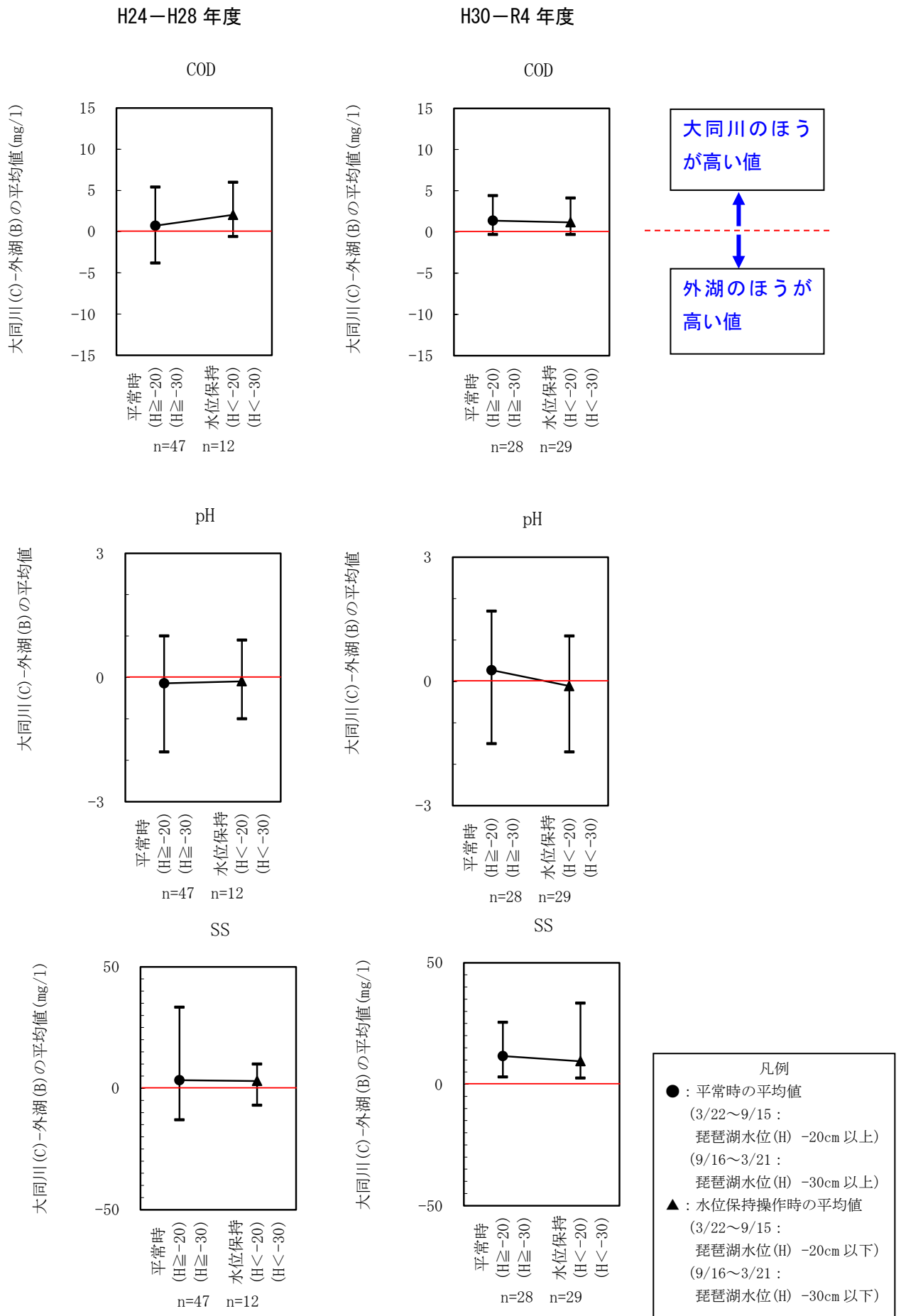


図 4.3-17 (1) 平常時と水位保持操作時における大同川と外湖の水質の差

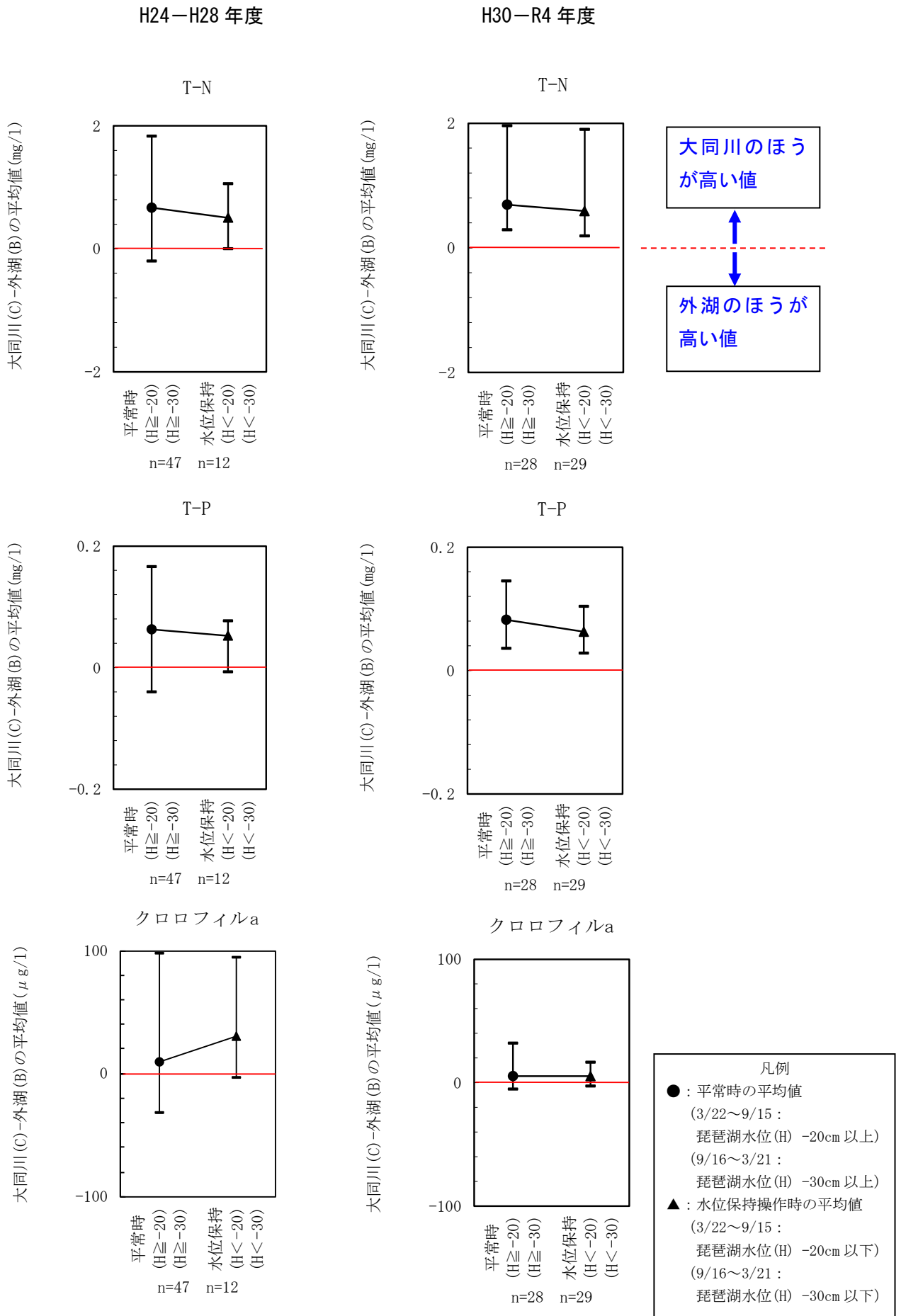


図 4.3-17 (2) 平常時と水位保持操作時における大同川と外湖の水質の差

4.3.5 津田江内湖の流入・放流負荷の状況（詳細調査）

(1) 調査目的

内湖の水位保持操作時の負荷軽減効果を把握するため、R2年度～R4年度において「水位保持の目的を踏まえつつ、内湖による琵琶湖への負荷軽減効果について整理する。」ことを目的として、津田江内湖における水位保持期間中及び前後の汚濁負荷状況、内湖からの放流水が外湖に与える影響を推定した。

調査は2020年度（令和2年度）～2022年度（令和4年度）の3年とし、表4.3-6に示す水位保持操作期間を対象として、実施した。

表 4.3-6 水位保持操作対象期間

対象年度	期間	検討内容
2020年度 令和2年度	令和2年8月24日～10月12日	津田江内湖及び琵琶湖への汚濁負荷状況の推定
2021年度 令和3年度	令和3年8月2日～8月14日 令和3年10月5日～12月27日	津田江内湖及び琵琶湖への汚濁負荷状況の推定
2022年度 令和4年度	令和4年10月31日～令和5年2月8日	内湖からの放流水が外湖（琵琶湖）に与える影響の推定

表 4.3-7 計算の諸条件（令和2年度、3年度）

津田江内湖面積（概算）		308,000 m ²
内湖A地点平均水深（水位保持時）		1.0 m
流入河川からの流入水量(m ³)		流量(m ³ /s)×算出期間(s)
降雨による流入水量(m ³)		降水量(mm)×津田江内湖面積(m ²)／1,000
外湖からの給水量(m ³)		津田江給水機場運転月報より
蒸発量(m ³)		気象庁公表データ及び現場水温データを基に算出
流入負荷量(kg)	流入河川	流量(m ³ /s)×濃度 (g/m ³)×算出期間(s)／1,000 (水位保持期間内は、流量、濃度ともに2週の平均値)
	外湖	給水量(m ³)×外湖濃度 (g/m ³)／1,000
存在負荷量(kg)	内湖A	濃度(g/m ³)×津田江内湖面積(m ²)×平均水深(m)／1,000
流出負荷量(kg)	放流水	濃度(g/m ³)×流入水量(m ³)／1,000 (内湖水位一定として、流入水量=流出水量とした) (水位保持期間内の濃度は、2週の平均値)



图 4.3-18 調査地点

(2) 令和 2 年度水位保持操作時調査

水位保持期間中の流出負荷量（放流水）は各調査項目とも変動が少なく比較的安定しており、水位保持操作による、流出負荷量の悪化はみられない。

流入負荷量と流出負荷量（放流水）を比較すると、流出負荷量の方が高い結果であり、内湖の植物プランクトンの増殖、底泥の巻き上げ等による底泥由来による可能性が考えられる。

4.3.4(3)でも述べたように、水位保持時の方が平常時よりも COD 等の平均値は低くなる傾向にあることから、水位保持時の流出負荷量（放流水）は平常時と同等若しくは軽減されていると考えられる。

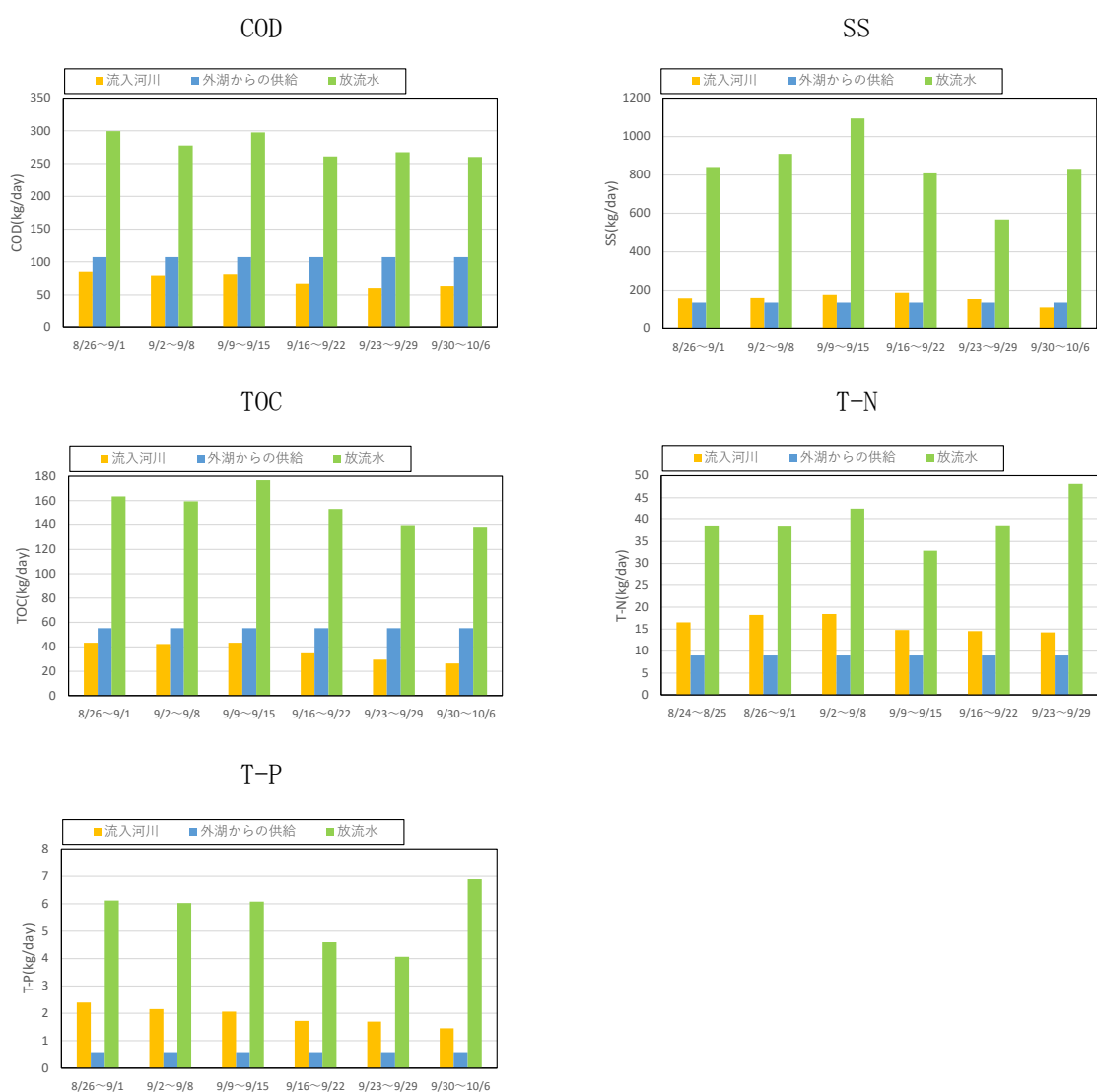


図 4.3-19 水位保持期間中の流入河川、給水機場および放流水の負荷量比較
(令和 2 年度)

(3) 令和3年度水位保持操作時調査

8月の水位保持期間では、アオコが発生している状況であり、COD、クロロフィルaなどの結果からも内部生産により8月2日～12日にかけて流出負荷量が流入負荷量よりも高くなっていると考えられる。また、8月12日～15日にかけて200mm以上の降雨があったことから、8月14日～18日の区分では、流入河川負荷量の増加がみられた。降雨時は流入河川が内湖に与える影響が大きくなると考えられる。

10月以降の水位保持期間では、8月2日～18日と比較して、各項目ともに負荷量が低く、比較的安定した負荷量で推移した。降雨が少なかったこともあり、外湖からの給水により、流出負荷量（放流水）も安定しており、外湖からの給水の効果が大きかったものと考えられる。

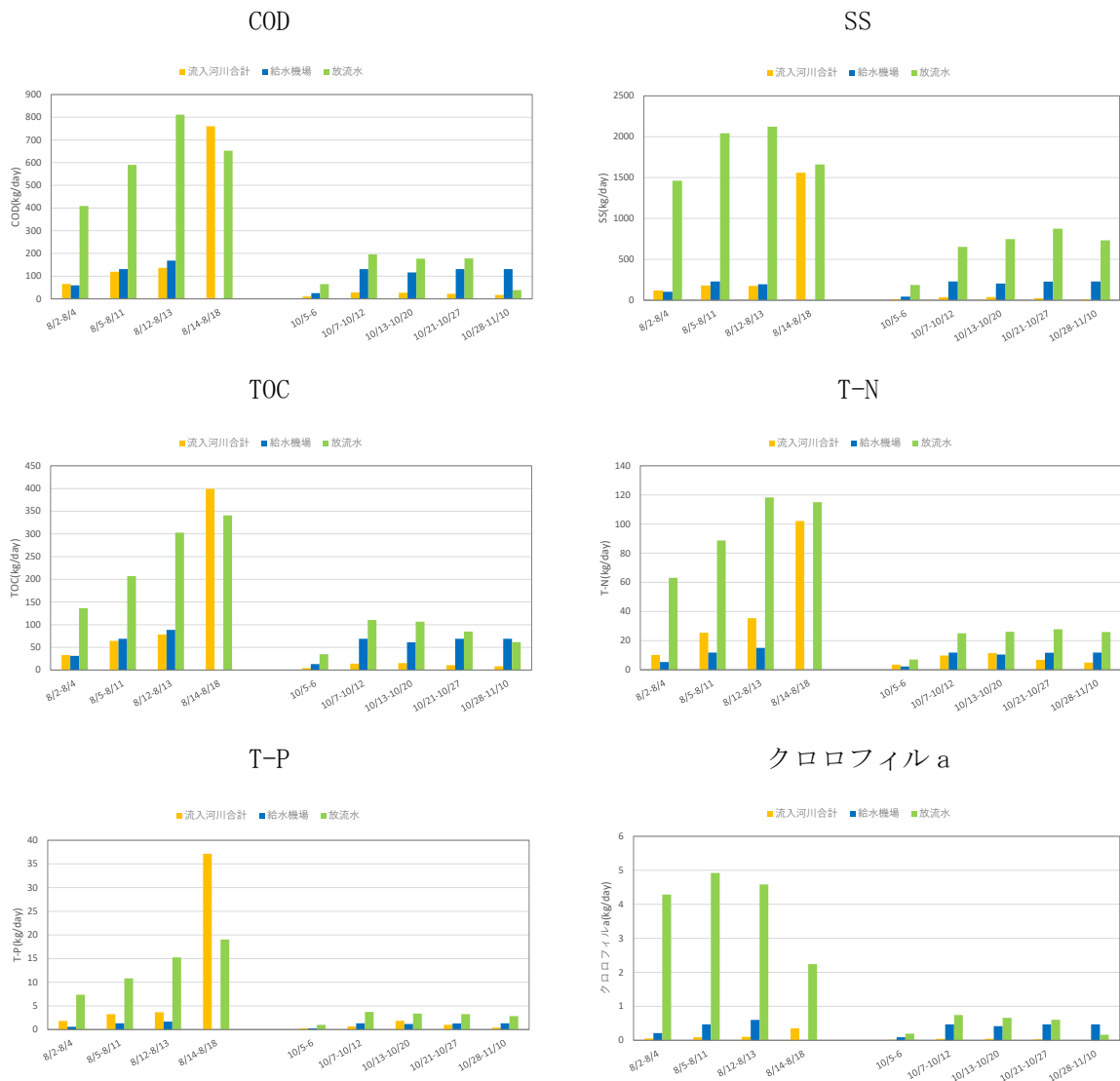


図 4.3-20 水位保持期間中の流入河川、給水機場および放流水の負荷量比較
(令和3年度)

(4) 令和4年度水位保持操作時調査

令和4年度は内湖から外湖への放流に伴う水質への影響を把握するため、流入汚濁負荷に加え、放流水と沖との水質の比較等を行った。

1) 調査内容

令和4年度の調査内容は表4.3-8のとおりである。

表 4.3-8 調査実施内容

調査項目	水質試料採取、機器測定及び流入河川の流量観測 水質分析項目：SS、COD、T-N、T-P、TOC、クロロフィルa
調査地点	定期調査4地点（内湖A、流入河川No.1～3）、放流水 ^{※1} 、取水口 ^{※2} 及び排出口 ^{※3} 、沖No.1～3 ^{※4} ※1：水門付近（琵琶湖との合流地点）を放流水とした。 ※2：水位保持操作時の外湖の取水口付近 ※3：水位保持操作時の内湖の排出口付近 ※4：水門から100m間隔で3点（岸側からNo.1、No.2、No.3とする）
実施時期	水位保持操作開始前（B. S. L. -30cm 付近） 水位保持操作期間中（概ね2週間に1回）



図 4.3-21 調査地点

表 4.3-9 調査実施日

調査日	備考
令和4年10月31日	操作前調査
令和4年11月9日	操作中調査1回目（11月定期調査に兼ねる）
令和4年11月21日	操作中調査2回目
令和4年12月20日	操作中調査3回目（12月定期調査に兼ねる）
令和5年1月13日	操作中調査4回目（1月定期調査に兼ねる）
令和5年1月26日	操作中調査5回目
令和5年2月8日	操作中調査6回目（2月定期調査に兼ねる）

2) 内湖への流入負荷の影響

流入河川から内湖への流入負荷の影響を確認するため、流入河川及び内湖、外湖の水質とあわせて流入河川と外湖の負荷量を比較した。水位保持期間中の水質調査結果を図 4.3-22 に、流入負荷量の算出結果を図 4.3-23 に示す。

流入水は流量を含め調査項目により増減に幅があった。T-P を除く各項目の最大値は水位保持操作中 R4.11.21 の値であり、流量が多かったためと考えられる。流量の最大値は $0.14\text{m}^3/\text{s}$ であり、R5.1.26、R5.2.8 には $0.01\text{m}^3/\text{s}$ 未満の値もあることから、流入河川の流量は少量と考えられる。内湖中央に位置する内湖 A の濃度と比較して流入河川の濃度は極端な差はなく、また、内湖の濃度は横ばいで推移していることから、水位保持時においては内湖への流入負荷の影響は小さいと考えられる。

外湖からの負荷と比較すると、流量が最大値であった水位保持中 R4.11.21 は流入河川からの負荷量の方が外湖からの負荷量より高かった。それ以外の期間のポンプ稼働中は、流入河川の負荷量より外湖からの負荷量の方が高いことから、内湖は外湖からの給水による影響が大きいと考えられる。また、ポンプ稼働中の R4.11.9 から R4.12.20 までにおけるクロロフィル a は、外湖からの負荷量の方が流入河川からの負荷量より高かったことから外湖の状況によってはクロロフィル a の増殖を促進させる可能性が考えられる。

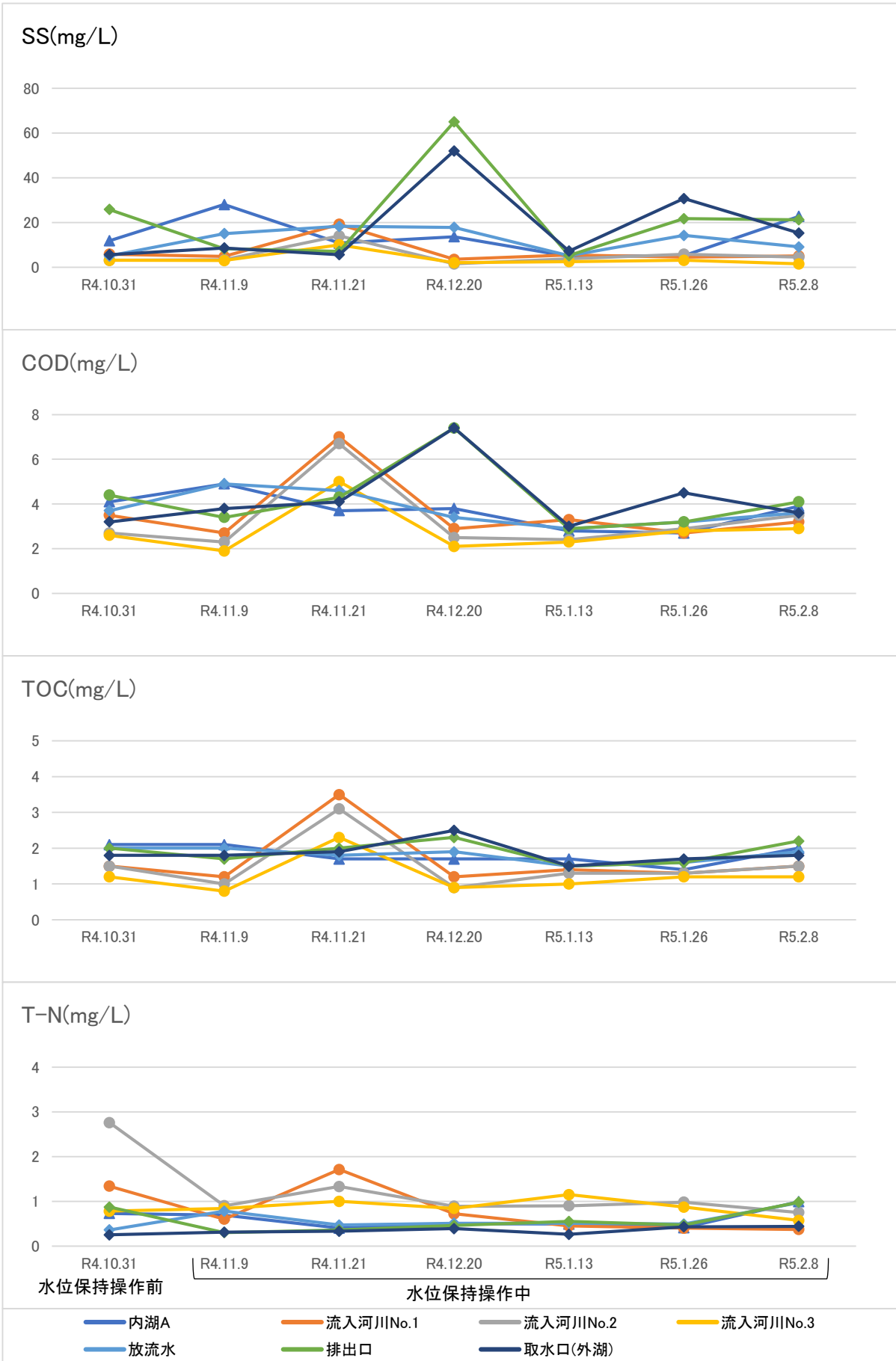


図 4.3-22 (1) 水位保持期間中の水質結果 (R4 年度)

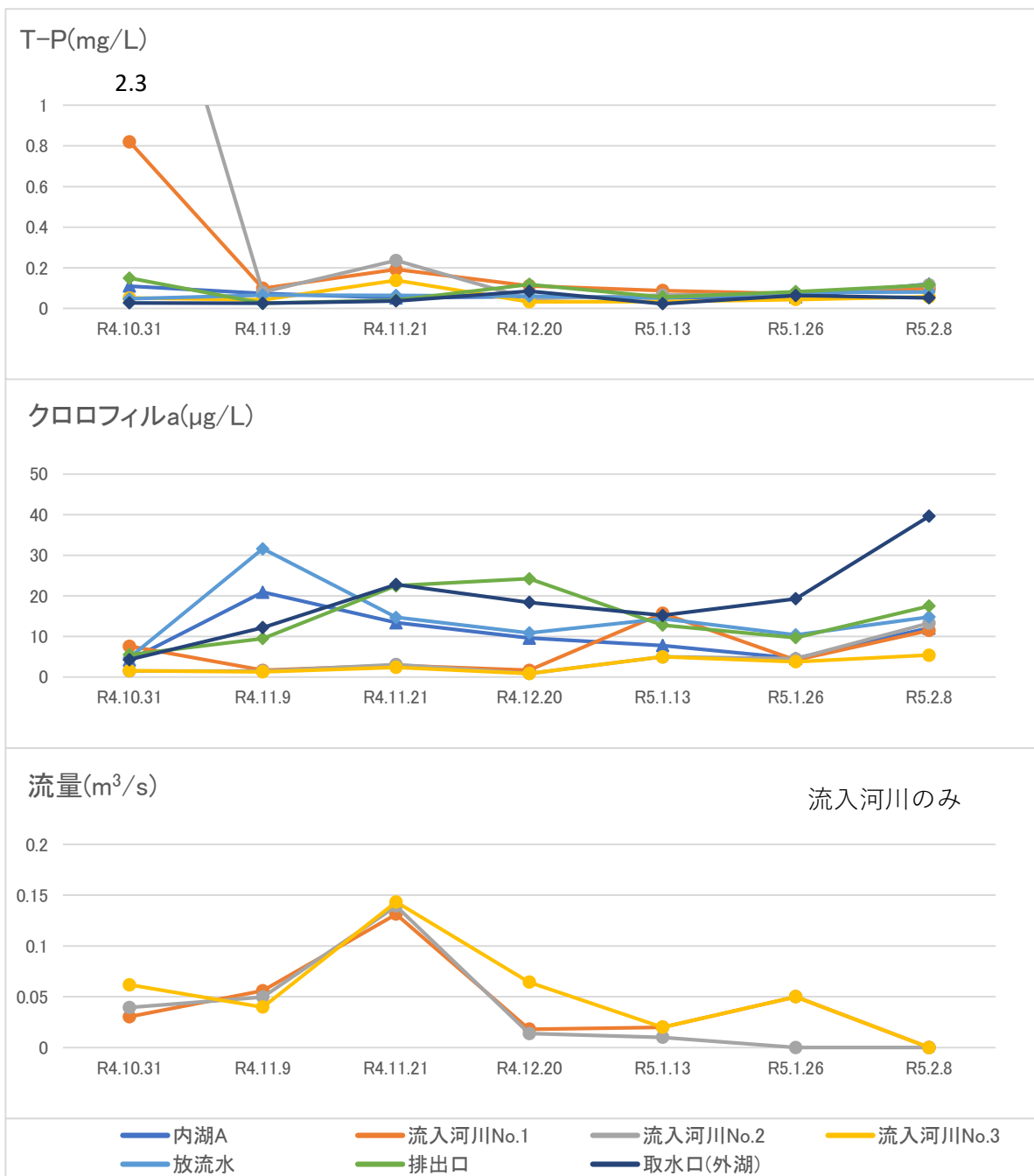
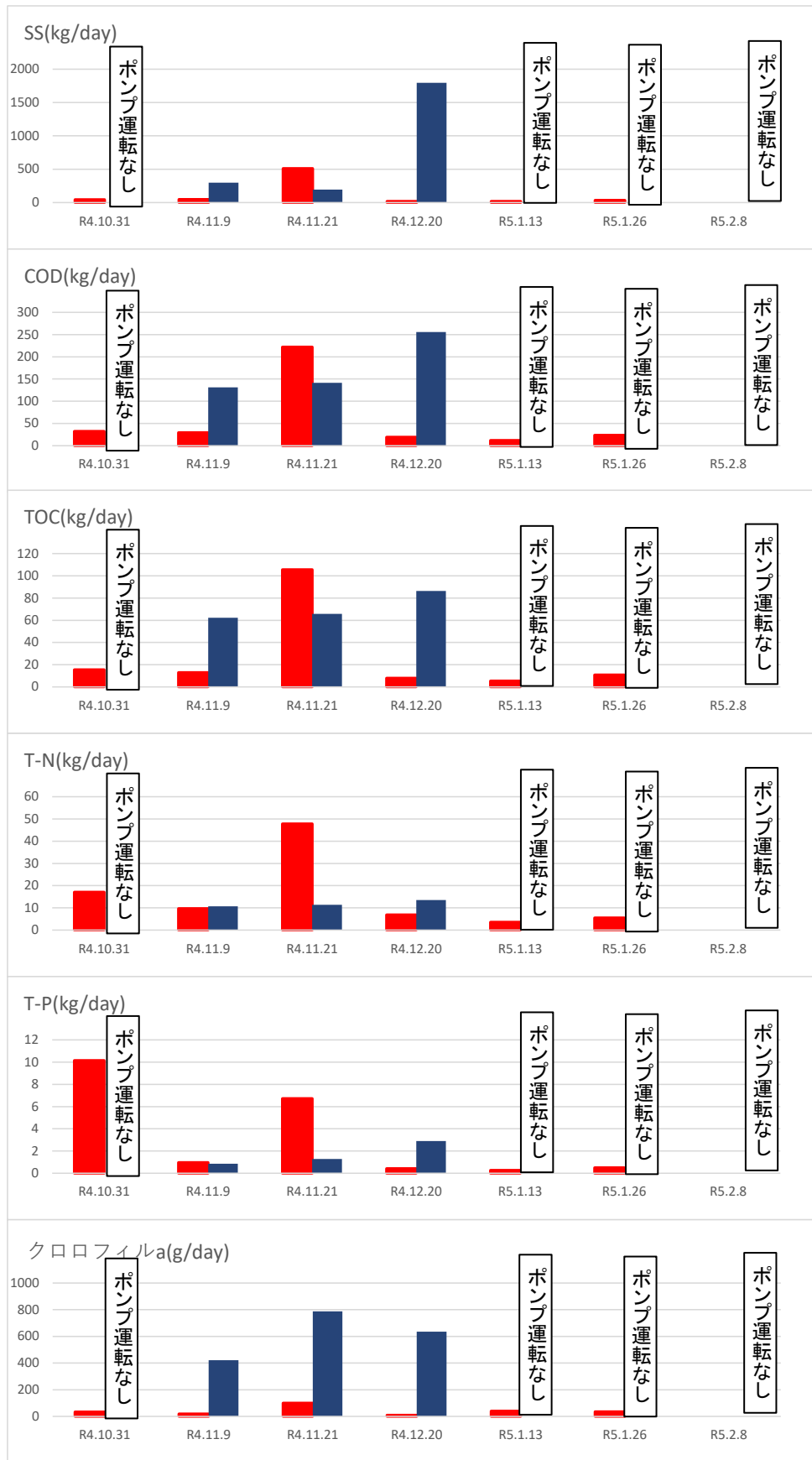


図 4.3-22 (2) 水位保持期間中の水質結果 (R4 年度)



■ 流入河川合計 ■ 取水口(外湖)

図 4.3-23 水位保持期間中の汚濁負荷量

3) 外湖への放流水の影響

流入河川から内湖への流入負荷の影響を確認するため、流入河川及び内湖、外湖の水質とあわせて、水位保持操作中第2回（R4.11.21）、第3回（R4.12.20）、第6回（R5.2.8）の計3回、水門から沖に向かって一定間隔で採水し、放流水と沖を比較した。

水位保持操作中第2回はSSが放流水から離れるほど減少したが、CODは同程度であった。水位保持操作中第3回は放流水より沖No.1の方がSS、CODともに高く、沖No.1からNo.3へは値が減少した。水位保持操作中第6回はSS、CODともに地点間の差はなく同程度であった。

第2回、第6回は調査時の風力が1～2であったのに対し、第3回は2～3であり、やや風力が強かった。第3回で放流水より沖No.1の方が高かった理由として、風による外湖の岸近くの巻き上がりの可能性が考えられ、放流水による外湖への影響は少ないと考えられた。第2回、第6回は放流水と沖が同様であったので、この場合も、放流水による外湖への影響は少ないと考えられた。

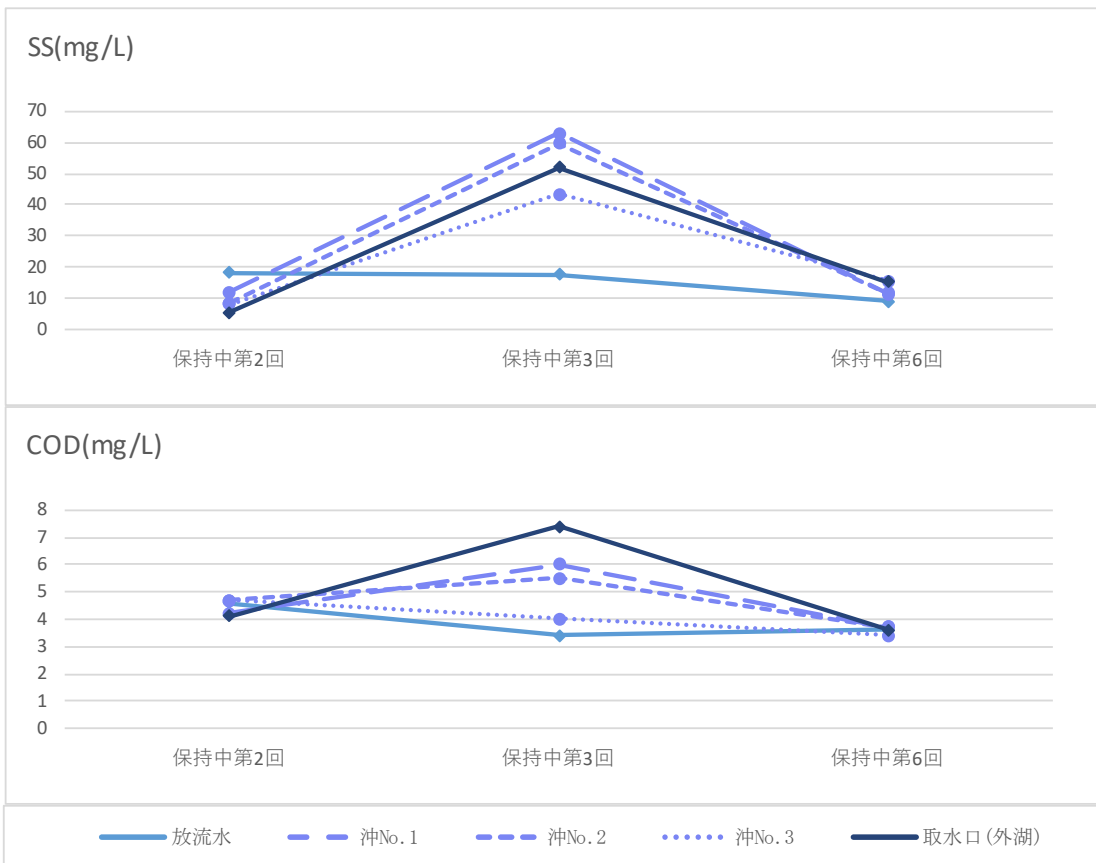


図 4.3-24 内湖放流水と沖との水質比較

4) 内湖容量と流入河川量及び外湖給水量の比較

水位保持時における津田江内湖の容量と流入河川量及び外湖からの給水量を比較し、内湖に与える影響について検討した。

① 内湖の容量

水位保持時における内湖の容量（概算）は表 4.3-10 のとおりである。

表 4.3-10 内湖の容量

津田江内湖面積（概算）	308,000 m ²
内湖 A 平均水深（水位保持時）	1.0m
津田江内湖容量（概算）	308,000 m ³

② 流入河川及び外湖からの給水量

水位保持時における流入河川量及び外湖からの給水量は表 4.3-11 のとおりである。

流入河川からの流入量は 0~0.41 m³/s で、11月21日は比較的多く流入していたが、それ以外については、0~0.15 m³/s と流入河川からの流量は少ない。

外湖からの給水については、10月31日より開始され、12月24日までの55日間は毎日ポンプ稼働していた。ポンプ稼働中の1日あたりの補給量は約 34,560 m³/日となる。

表 4.3-11 流入河川流量及び外湖からの給水量

日時	流入河川（3河川合計）		外湖からの給水	
	流量 (m ³ /s)	流量 (m ³ /日)	給水時間 (h)	給水量 (m ³ /日)
10月31日	0.13	11,232	12.8	18,432
11月9日	0.15	12,960	24.0	34,560
11月21日	0.41	35,424	24.0	34,560
12月20日	0.10	8,640	24.0	34,560
1月13日	0.05	4,320	0	0
1月26日	0.10	8,640	0	0
2月8日	0.0	0	0	0
平均	0.13	11,602	12.1	17,445

流量 (m³/日) : 流量 (m³/s) × 60 × 60 × 24

給水量 (m³/日) : 0.4 (m³/s) × 60 × 60 × 給水時間 (h)

③ 流入量の割合

水位保持時における1日当りの津田江内湖容量に対する流入河川流量及び外湖からの給水量の割合は表 4.3-12 のとおりとなる。

河川流入流量割合 = 流入河川流量 (m³/日) ÷ 津田江内湖容量 (m³)

外湖からの給水量割合 = 外湖からの給水量 (m³/日) ÷ 津田江内湖容量 (m³)

1日当りの流入河川流量の割合は、0～11.5%で11月21日を除くと0～4.2%の割合で流入しており、内湖容量に対しての流入割合は比較的小さい。

外湖からの給水量割合は、0～11.2%で、ポンプが稼働していた10月31日から12月24日までの期間はほぼ毎日11%の割合で給水されていたこととなり、流入河川と比較すると外湖からの給水量割合は大きい。

表 4.3-12 内湖に対する流入量割合

日時	流入河川	外湖からの給水
	%	%
10月31日	3.6	6.0
11月9日	4.2	11.2
11月21日	11.5	11.2
12月20日	2.8	11.2
1月13日	1.4	0.0
1月26日	2.8	0.0
2月8日	0.0	0.0
平均	3.8	5.7

ここで水位保持期間中に流入河川及び外湖からの給水が内湖へ流入した量（概算）を以下のとおり算出した。

【流入河川】 R4. 10. 31～R5. 2. 8 101 日間

流入河川流量の平均（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）×水位保持期間（日）

$11,602 \text{ (m}^3/\text{日)} \times 101 \text{ 日} \approx 1,172,000 \text{ m}^3$

【外湖からの給水量】 R4. 10. 31～R5. 2. 8 101 日間

外湖からの給水量の平均（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）×水位保持期間（日）

$17,445 \text{ (m}^3/\text{日)} \times 101 \text{ 日} \approx 1,762,000 \text{ m}^3$

上記より算出した結果より、内湖の回転率をそれぞれ算出した。

流入河川による内湖の回転率は、3.8回/101日となり、概ね1ヶ月程度に1回の回転率となる。外湖からの給水による内湖の回転率は、5.7回/101日となる。ただし、10月31日～12月24日までの55日間は毎日ポンプを稼働させ給水していたため、この期間に6.2回転したこととなり、9日に1回は内湖の水が入れ替わる計算となることから、外湖からの給水により内湖の水質は外湖に近づいていたと考えられる。

【流入河川】 101 日間

$1,172,000 \text{ m}^3 \div 308,000 \text{ m}^3 = 3.8 \text{ 回}$

※外湖からの給水量は考慮せず計算

【外湖からの給水】 101 日間

$1,762,000 \text{ m}^3 \div 308,000 \text{ m}^3 = 5.7 \text{ 回}$

※流入河川からの流入量は考慮せず計算

【ポンプ稼働中】 10/31～12/24 の 55 日間

$1,900,800 \text{ m}^3 \div 308,000 \text{ m}^3 = 6.2 \text{ 回}$

4.3.6 内湖水質の水位保持操作有無の影響

(1) 水位保持操作の経緯と現状の内湖水質

津田江および木浜内湖の水位保持操作については、湖岸堤建設後においても建設以前の水質に近いものとするを基本として、計画されたものである。これは水位保持操作により、外湖（琵琶湖）の水を内湖へ給水し、内湖の水を外湖に交換することで閉鎖水域の水質改善を行うものである。これまでの整理結果、水位保持操作により外湖と内湖の水質の差は近づくものの、差の程度にバラツキが生じており、内湖の水質に及ぼす影響は不明である。これは、内湖水質が内湖特有の環境や外湖の水を取り入れることなどによる複合的な環境要因により影響を受けているものと推測される。例えば、津田江内湖においては、管理開始以降、管理開始前の水質指標である COD6mg/L が維持されているが、背後地からの流入負荷の減少や琵琶湖の水質改善など社会環境の変化により、内湖本来の水質が改善されたため、所定の水位で水位保持操作が行われない場合においても水質が維持されている可能性がある。また、木浜内湖における残存水域の木浜 A 地点においては、管理開始前と比較して、やや高めの値で推移しているが、津田江内湖と異なった水質傾向を示しているが、昨今の社会環境の変化とも相反しているため、現在実施している水位保持操作開始水位-50cm の影響によるものか不明である。これらの不明点を解明するためには、津田江、木浜内湖ともに水位保持操作の有無による水質へ影響を検討し、適正に把握することが必要である。また、検討結果によっては、より一層の水質改善や現在の内湖環境に見合った操作見直しなどを検討することが可能である。

今回の津田江、木浜内湖の水質とりまとめにあたっては、水位保持操作の有無による水質への影響について検討し、水位保持操作の効果について評価した。

(2) 水質調査結果の整理方法

津田江内湖及び木浜内湖の水質について、1992 年（管理開始）から 2022 年のデータを用いて、統計学による水位保持操作の効果の検討を行った。なお、本書では 2 標本による平均値に対する検定（T-検定）による統計解析を行った。また、これまで内湖の水質においては、COD で評価していることから、統計処理についても COD を中心に解析を行った。

なお、本書では有意水準を 0.05 とした。

(3) 津田江内湖

1) 管理開始以降の水位保持操作の効果について

管理開始（1992 年）から 2022 年までの水位保持操作有無の平均に対する検定結果（t-検定）を表 4.3-13 に、水保持操作有無の COD 比較を図 4.3-25 に、各項目の水位保持操作有無の平均値を図 4.3-26 に示す。

COD は、水位保持操作無が 5.5 mg/L、水位保持操作有が 5.8 mg/L で、この 2 標本での平均値の差に有意な差（ $p > 0.05$ ）はみられなかった。これは、津田江内湖において、水位保持操作による閉鎖的な環境下においても、水質が同程度で維持されており、外湖からの給水は水質改善に寄与しているものと考えられる。この COD と関連する項目としてあげられるのは、クロロフィル a であり水位保持操作有の平均値は無しよりやや高い傾向にあるが、COD と同様に 2 標本での平均値の差に有意な差（ $p > 0.05$ ）はみられず、水位保持操作時の外湖からの給水が水質改善に寄与していると考えられる。

それ以外の SS、T-P、T-N については、平均値の差に有意な差（ $p < 0.05$ ）がみられることから、水位保持操作時の外湖からの給水による水質改善の効果は小さいものと考えられる。

表 4.3-13 水位保持操作有無の検定結果 (t-検定)

項目	水位保持操作有無の平均値		2標本による検定 (t-検定) (平均値の差に対する有意差)	
	無	有		
COD (mg/L)	5.5	5.8	有意差無	0.09487
Chl-a (μg/L)	26	32	有意差無	0.05002
SS (mg/L)	16	21	有意差有	2.79166E-06
T-P (mg/L)	0.093	0.105	有意差有	0.00646
T-N (mg/L)	0.9	1.0	有意差有	0.00023

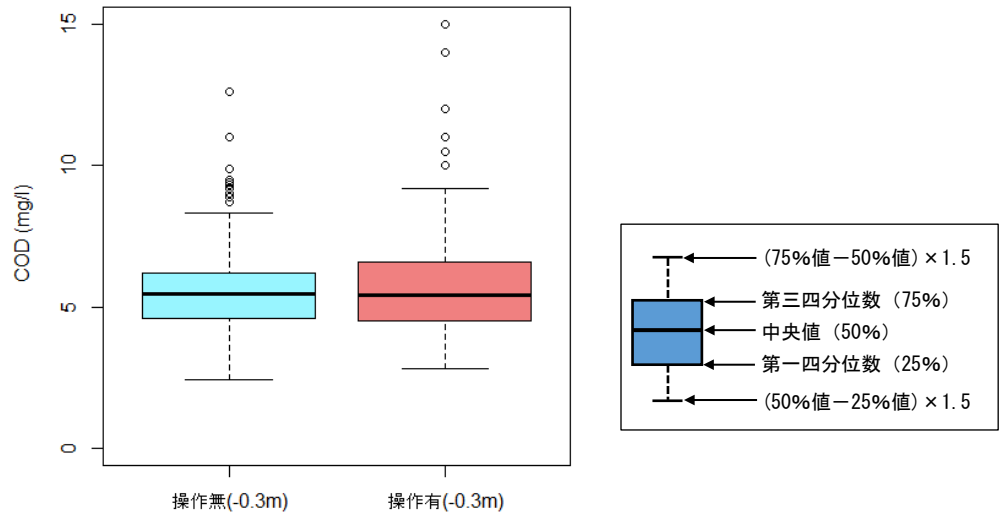


図 4.3-25 水位保持操作有無の COD (1992 年~2022 年)

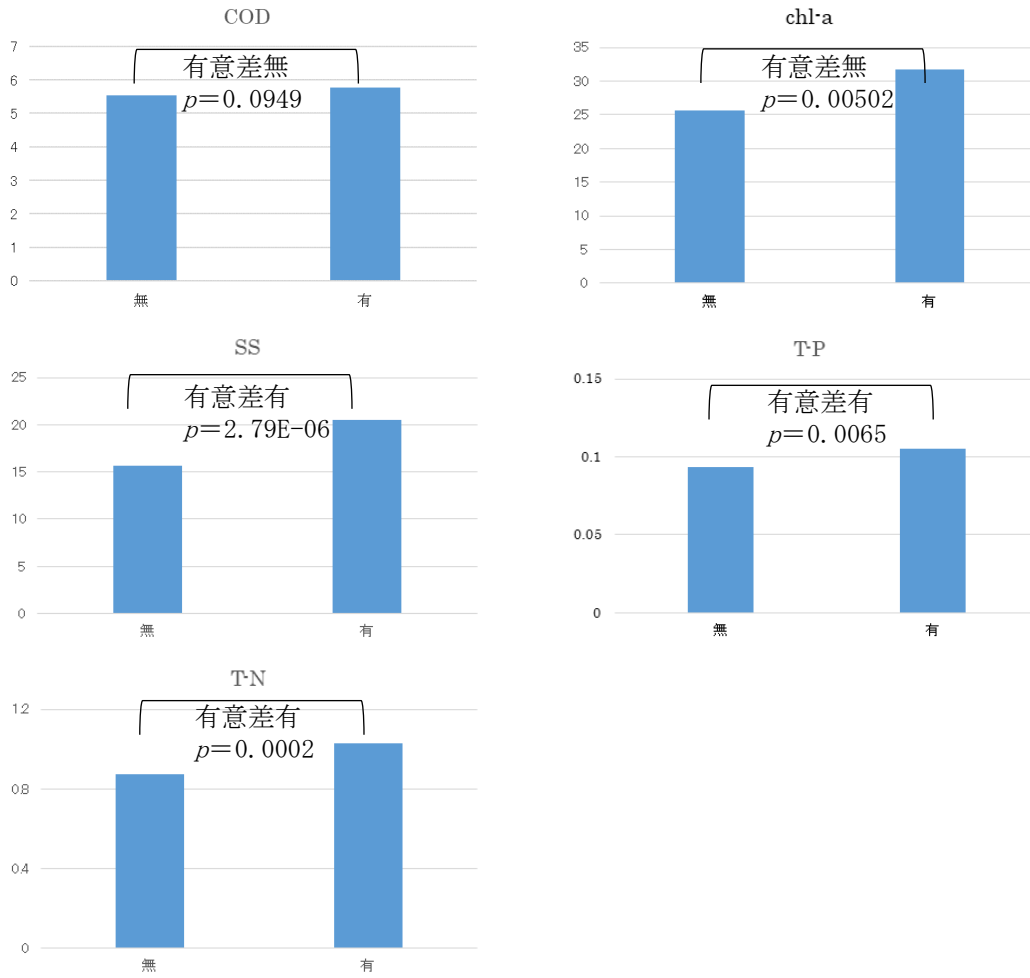


図 4.3-26 各項目の水位保持操作有無の平均値

2) 水質の季節変動について (COD)

水位保持操作による効果がみられた COD について、季節変動を確認するため、季節間の平均値の差について分散分析による検定を行った。分散分析の結果を表 4.3-14 に、夏季における水位保持操作有無の検定結果を表 4.3-15 に、夏季に内湖における水位保持操作有無の COD を図 4.3-28 に示す。4 季は、1~2、12 月を冬、3~5 月を春、6~8 月を夏、9~11 月を秋の 4 季に分け、一元配置による分散分析により検定した。

分散分析の結果、季節間の平均の差に有意な差 ($p < 0.05$) がみられ、平均値は、夏季 > 秋季 > 春季 > 冬季の順に高く、夏季と冬季の平均値には 1 mg/L 以上の差がみられた。

COD が高い夏季において、水位保持操作有無での平均値の差について t-検定を行った。検定の結果、水位保持操作有の方が無と比較して平均値が高く、両者には有意な差 ($p < 0.05$) がみられた。水質が悪化しやすい夏季においては、水位保持操作により起伏堰を起立することで内湖の水が滞留することや外湖から給水した水が負荷量として、負の要素として水質に影響を及ぼし、水質悪化を助長している可能性がある。

以上より、夏季においては、B. S. L. -0.3m 以下の水位保持操作を実施しない場合の水質について、検証を行なっていくこととする。併せて水位保持は行わず給水ポンプのみを稼働させた場合についても検証を行ない、両操作方法での効果の程度を検証することとする。

表 4.3-14 津田江内湖の季節変動 (分散分析結果)

概要						
グループ	データの個数	合計	平均	分散		
冬	141	701	4.97	2.26		
春	90	476.5	5.29	1.22		
夏	261	1598.02	6.12	2.73		
秋	247	1364.6	5.52	2.10		

分散分析表						
変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	136.78	3	45.592	20.279	1.23E-12	2.62
グループ内	1652.43	735	2.248			
合計	1789.21	738				

表 4.3-15 夏季の内湖における水位保持操作有無の検定結果

項目	水位保持操作有無の平均値		2標本による検定(t-検定) (平均値の差に対する有意差)		標本数
	無	有			
夏季(6~8月)	5.9	7.6	有意差有	p=0.0014	n=261

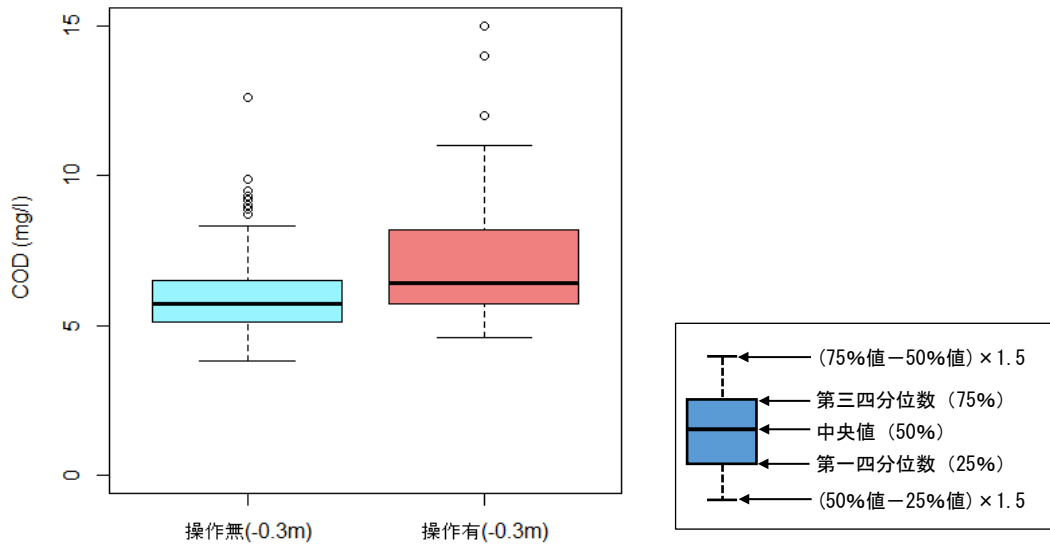


図 4.3-27 夏季の内湖における水位保持操作有無の COD (1992~2022 年)

3) 管理移行後 10 年と至近 10 年の比較

内湖、外湖及び流入河川の経年変化を図 4.3-29 に、管理移行 10 年（1992～2001 年）と至近 10 年（2013～2022 年）の検定結果を表 4.3-16 に示す。

内湖の水質（COD）について、経年的な変化を確認するため、内湖、外湖及び流入河川の経年変化の比較、管理開始当初（管理開始 10 年）と至近 10 年のデータについて検定を行った。

管理開始当初の内湖 COD は 6 mg/L 程度、外湖 COD は 4.5 mg/L 程度、流入河川は 5.5 mg/L 程度で推移していたのに対し、至近 10 年の内湖 COD は 5 mg/L 程度、外湖 COD は 3.6 mg/L 程度、流入河川は 4.5 mg/L 程度で推移しており、COD は全体的に減少傾向である。

また、管理開始 10 年と至近 10 年の平均値の差に有意な差（ $p < 0.05$ ）がみられることから、内湖への流入負荷低減などにより、内湖 COD の水質は改善されていると考えられる。

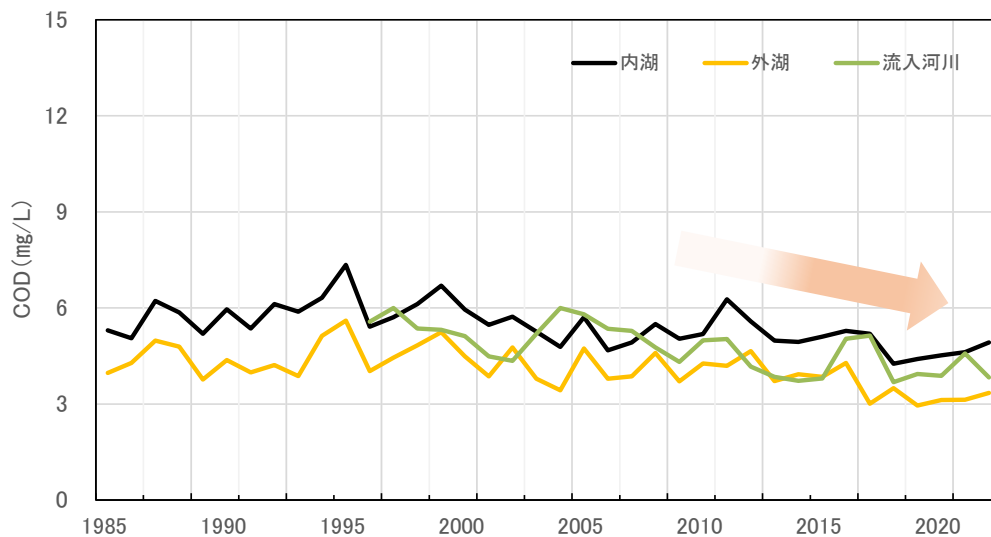


図 4.3-28 COD の経年変化（1992～2022 年）

表 4.3-16 内湖の管理開始 10 年と至近 10 年平均値の検定結果

	管理開始10年 (1992～2001年)	至近10年 (2013～2022年)	2標本による検定(t-検定) (平均値の差に対する有意差)
内湖	6.4	5.1	有意差有 $p=1.0E-14$

4) 水位保持操作別琵琶湖水位と内湖 COD の関係

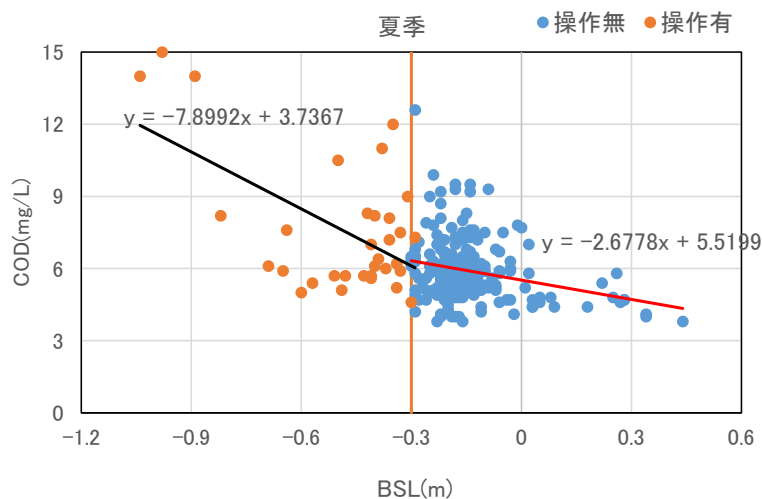
夏季の水位保持操作別の琵琶湖水位と内湖 COD の関係を図 4.3-30 にそれ以外の季節の水位保持操作別の琵琶湖水位と内湖 COD の関係を図 4.3-31 に示す。

これまでの実績データを用いて琵琶湖水位と内湖 COD との関係について検討を行った。特に水質悪化が起こりやすい夏季とそれ以外の季節に分けて水位保持操作有無と COD との関係について近似線により確認した。

夏季の水位保持操作無しでは、近似線は COD が 6 mg/L より低い値で推移している。水位保持操作有りでは、琵琶湖水位の低下に伴い、COD が増加する傾向にある。

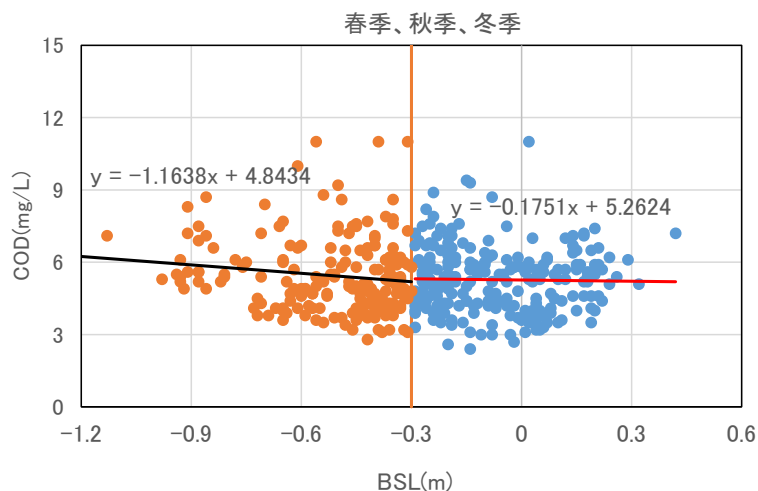
春季、秋季、冬季は、水位保持操作の有無にかかわらず、極端に琵琶湖水位が低下しない限り、近似線は COD が 6 mg/L より低い値で推移する傾向にある。

しがたって、水質悪化が懸念される夏季においては、水位保持操作により内湖水質への負の影響が強く生じていると考えられる。それ以外の季節においては、水位保持操作の有無にかかわらず COD が 6 mg/L より低い値で推移する傾向にあることから、B. S. L. -0.3m 以下においても水位保持操作無しでも COD が 6 mg/L より低い値を維持できる可能性が示唆された。



本図はデータの特異値を省くため、-0.3m (制限水位) ~0.3m (常時満水位) までのデータを使用した

図 4.3-29 水位保持操作別琵琶湖水位と内湖 COD との関係 (夏季)



本図はデータの特異値を省くため、-0.3m (制限水位) ~0.3m (常時満水位) までのデータを使用した

図 4.3-30 水位保持操作別琵琶湖水位と内湖 COD との関係 (春季、秋季、冬季)

5) 重回帰分析

上記の結果を踏まえ、B. S. L. -0.3m 以下において水位保持操作無の運用について検討するため、内湖 COD と他の環境要因との関連性を確認したうえで、重回帰分析を行い、得られた回帰式により、水位保持操作を行わない場合（B. S. L. -0.3m 以下）の COD 値を予測した。

重回帰分析結果を表 4.3-17 に示す。重回帰分析は目的変数と説明変数を用いて、回帰式を推定することでその複数データとの関連性を明らかにする統計手法である。今回は目的変数として内湖 COD、説明変数としてクロロフィル a、外湖 COD、流入河川 COD、気温及び琵琶湖水位を用いて重回帰分析を行った。

重回帰分析の結果、決定係数 (R^2) が 0.6 と内湖 COD と説明変数とは関連性があることから、得られた回帰式により、COD 値を予測した。また、COD 実測値と予測値とを比較するため、琵琶湖水位と COD の関係を図示し、近似線により両者の関係を比較した。琵琶湖水位と COD（実測値・予測値）の関係を図 4.3-31(1)(2)に実測値と予測値の誤差割合を図 4.3-32 に示す。

実測値と予測値の近似線は概ね一致しており、また、実測値と予測値との誤差割合の平均は 5%であることから、この回帰式を用いて B. S. L. -0.3m 以下の実績データを代入し、B. S. L. -0.3 以下の水位保持操作無の COD 値を予測した。

B. S. L. -0.3m 以下で水位保持操作を行わない場合、水位低下に伴い緩やかな COD の上昇はみられるものの、極端に水位が低下しない限り、水位保持操作を開始するまでの水質は、概ねこれまでと同様の水質を維持できるものと予測される。

以上より、B. S. L. -0.3m で水位保持操作を開始しない場合についてもこれまでと同様の水質を維持できると予測されたことから、今後は-0.3m 以下で水位保持操作を行わない場合の水質について検証し、運用合理化・より適切な水質維持の観点から検討を進めていく。

表 4.3-17 重回帰分析結果

重相関 R	0.8		
重決定 R2	0.6		
	係数	P-値	変数
切片	2.24	4.78.E-17	
chl-a	0.03	9.54.E-24	X1
外湖COD	0.30	1.20.E-06	X2
流入河川COD	0.11	5.71.E-04	X3
気温	0.04	7.26.E-09	X4
琵琶湖水位	-0.47	2.14.E-01	X5

$$\text{COD (予測値)} = 0.03X_1 + 0.30X_2 + 0.11X_3 + 0.04X_4 - 0.47X_5 + 2.24$$

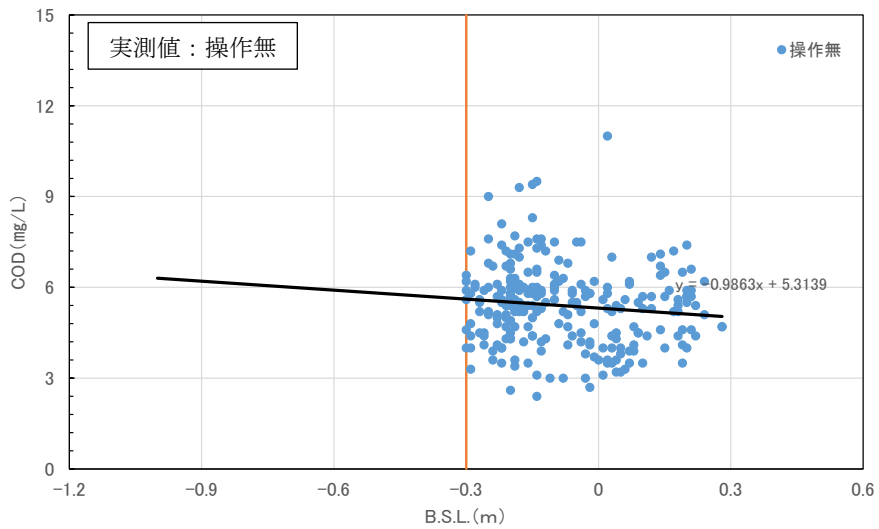


図 4.3-31 (1) 琵琶湖水位と COD との関係 (実測値)

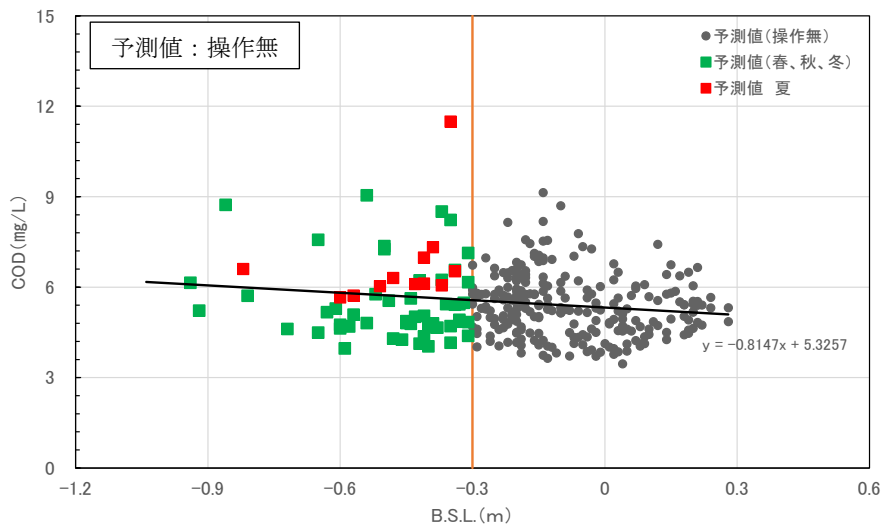


図 4.3-31 (2) 琵琶湖水位と COD との関係 (予測値)

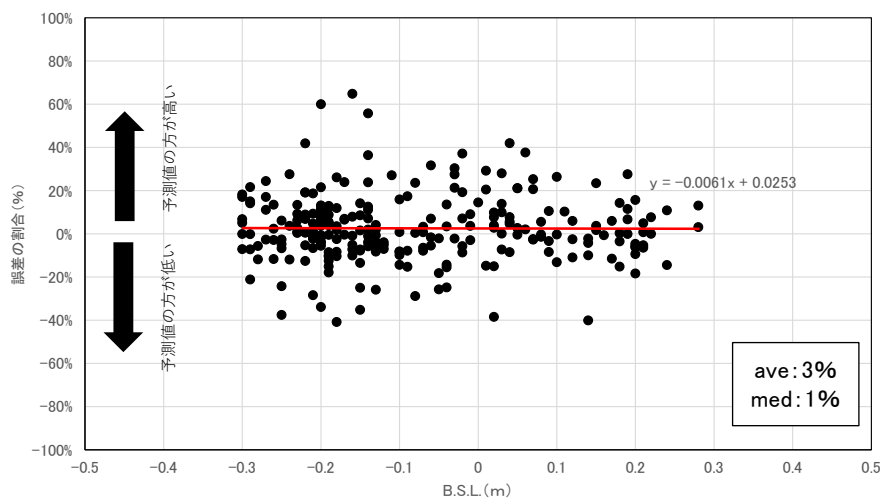


図 4.3-32 実測値に対する予測値の誤差割合

(4) 木浜内湖

木浜内湖では、管理移行後から 2005 年度(平成 17 年度)までは水位保持操作を B. S. L. -0. 3m で開始していたが、近年は滋賀県からの要請で水質改善を目的に試験的に開始水位を下げしており、2006 年度(平成 18 年度)は B. S. L. -0. 4m、2007 年度(平成 19 年度)以降は-0. 5m を保持水位として運用している。

1) 管理移行後の水位保持操作の効果について

木浜内湖は、内湖 A、内湖 C について継続した調査を実施しており、本分析においてはこの 2 地点での水位保持操作の効果について統計解析を行った。データは管理移行後(1992 年)から 2005 年までを水位保持開始水位-0. 3m、2007 年から 2022 年までを水位保持開始水位-0. 5m として整理した。2006 年の BSL-0. 4m については、1 年度分のデータしかないため、今回の解析からは除外した。水位保持操作有無の平均による差の検定結果(t-検定)を表 4. 3-18 に、地点間の水位保持操作運用別の検定結果を表 4. 3-19 に、水保持操作有無の COD を図 4. 3-30 に、琵琶湖水位と COD の関係を図 4. 3-34 示す。

水位保持開始水位-0. 3m についてみると、内湖 A は水位保持操作無が 5. 6 mg/L、水位保持操作有が 4. 9 mg/L で、水位保持操作有が無と比較して 0. 7 mg/L 低く、この 2 標本での平均値の差に有意な差($p=6. 28E-05<0. 05$) がみられた。内湖 A は、給水ポンプ排出口から比較的近い場所に採水ポイントが設けられており、外湖からの給水の効果が得られやすい場所である。加えて、外湖の水は COD が 3 mg/L と低く、外湖の水が給水されることで、内湖 A には、水位保持操作による希釈効果により COD の低減効果があったと考えられる。一方、内湖 C は水位保持操作無が 6. 2 mg/L、水位保持操作有が 5. 9 mg/L で、水位保持操作有が若干低くなるものの、この 2 標本での平均値の差に有意な差($p=0. 219>0. 05$) はみられなかった。内湖 C は、2 基ある給水ポンプ排出口から約 1000m 程度離れた場所に採水ポイントが設けられており、外湖からの給水の効果が得られにくい場所である。また、内湖 C 地点は、起伏堰からも離れていることから、元々内湖と外湖との水の往来が少ない場所であると考えられる。このようなことから、内湖 C は水位保持操作により、水の滞留時間が長くなり水質悪化が促進される環境下であるが、外湖からの給水により水位保持操作無と同等の水質を維持している。

水位保持開始水位-0. 5m についてみると、内湖 A は水位保持操作無が 6. 5 mg/L、水位保持操作有が 6. 1 mg/L で、水位保持操作有がやや低い値となったが、この 2 標本での平均値の差に有意な差($p=0. 245>0. 05$) はみられなかった。水位保持操作-0. 5m では、水位保持操作の頻度が減少し、外湖からの給水量が減少したことで、本来の内湖の水に置き変わっている可能性がある。また、内湖 A の採水ポイントは起伏堰から離れていることもあり、外湖と内湖との往来による水質の変化が小さい地点であることも COD が高くなった要因の一つであると考えられる。内湖 C は水位保持操作無が 6. 4 mg/L、水位保持操作有が 5. 8 mg/L で、この 2 標本での平均値の差に有意な差($p=0. 017<0. 05$) がみられた。内湖 C は、管理移行後から現在まで、水質はほぼ横ばいで推移しており、水位保持開始操作の運用方法によるあきらかな水質悪化はみられていない。

また、水位保持開始水位-0. 5m では、内湖 A と内湖 C 地点間の COD 平均値に有意な差はなかった。これは、操作頻度の低下により、外湖からの給水量が減少したことに加え、水質が悪化する夏季での水位保持操作の実績がなく、比較的水質が改善される時期の水位保持操作の結果を比較しているため、差が生じないものと考えられる。

琵琶湖水位とCODの関係について水位保持操作の運用別にみると、保持開始水位-0.3m時は内湖A、内湖CともB.S.L.-0.3m以下においてもCODの上昇はみられないが、保持開始水位-0.5m時は両者ともB.S.L.-0.3m以下においてCODが上昇している点を確認されている。このようなことから、夏季には水位低下が進むことで、内湖の水質悪化を助長する可能性がある。

このように、内湖A、Cともに水位保持操作開始水位の違いにより有意に効果があるものと有意差がないものに分けられ、地点間で異なる結果となった。これは、地点毎に内湖水質に強く影響を及ぼす環境要因が異なることを示唆しているが、水位保持操作による効果の程度は現時点では説明できなかった。

表 4.3-18 内湖Aと内湖Cの水位保持操作有無の検定結果（t-検定）

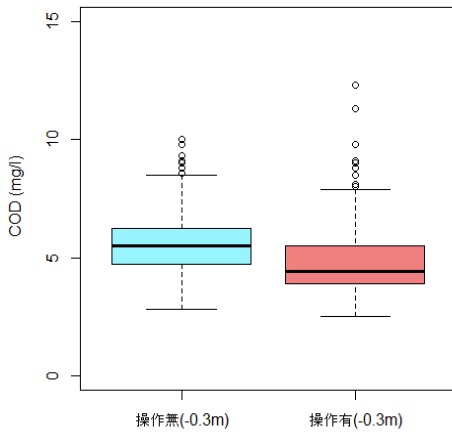
内湖A

調査地点	水位保持操作		2標本による検定 t-検定	
	無	有		
BSL-0.3m	5.6	4.9	有意差有	6.28E-05
BSL-0.5m	6.5	6.1	有意差無	0.245

内湖C

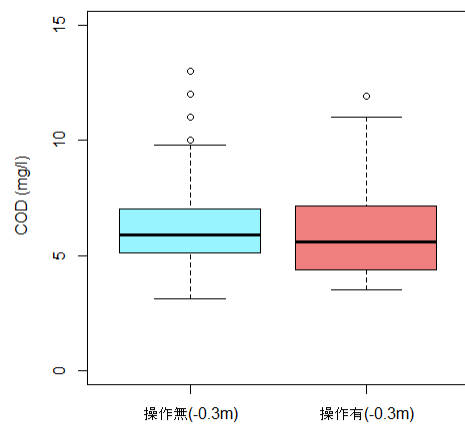
調査地点	水位保持操作		2標本による検定 t-検定	
	無	有		
BSL-0.3m	6.2	5.9	有意差無	2.19E-01
BSL-0.5m	6.4	5.8	有意差有	0.017

内湖A

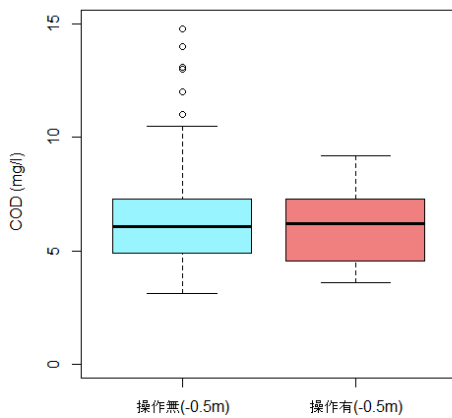


水位保持開始水位-0.3m

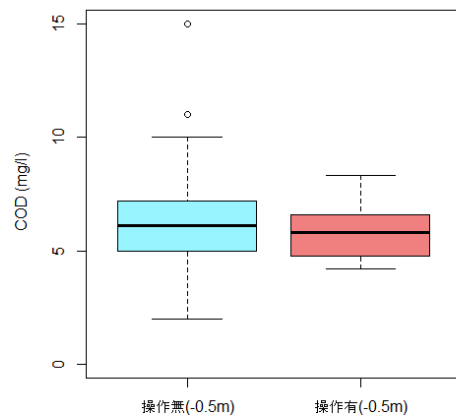
内湖C



水位保持開始水位-0.3m



水位保持開始水位-0.5m



水位保持開始水位-0.5m

図 4.3-33 水位保持操作有無のCOD変化

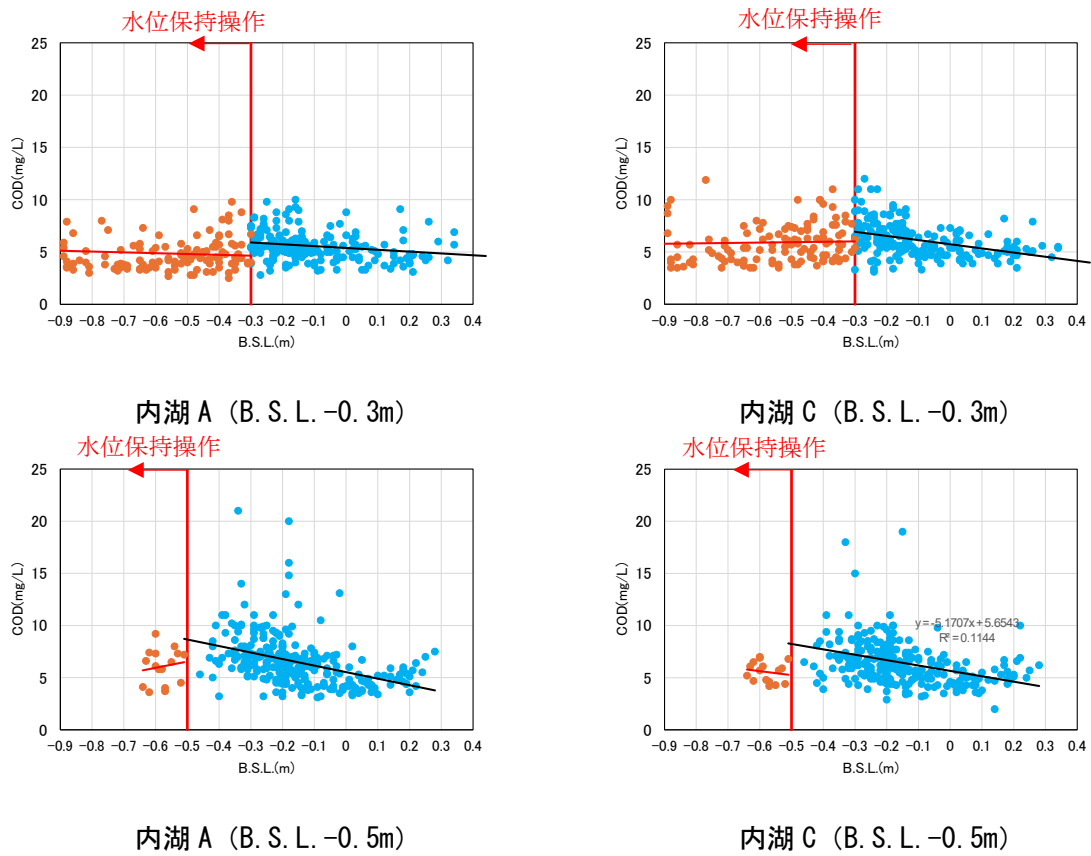


図 4.3-34 琵琶湖水位と COD の関係

表 4.3-19 水位保持操作方法別の検定結果 (t-検定)

操作方法	内湖		2標本による検定 t-検定	
	A	C		
BSL-0.3m	5.3	6.1	有意差有	1.17E-09
BSL-0.5m	6.5	6.4	有意差無	0.6408

2) 水質の季節変動について (COD)

CODの季節変動を確認するため、季節変動の平均値の差について分散分析による検定を行った。分散分析の結果を表 4.3-20 に、夏季における水位保持操作有無の検定結果を表 4.3-21 に、夏季に内湖における水位保持操作有無のCODを図 4.3-32 (1) (2) に、夏季における琵琶湖水位とCODの関係を図 4.3-36 に示す。4季については、1~2、12月を冬、3~5月を春、6~8月を夏、9~11月を秋の4季に分け、一元配置による分散分析により検定した。

分散分析の結果、内湖A、内湖Cともに季節間の平均の差に有意な差 ($p < 0.05$) がみられ、夏季に高くなる傾向であった。

水質が悪化しやすい夏季のCODについて、水位保持操作水位-0.3mの水位保持操作有無での平均値の差について検定を行った。検定の結果、内湖Aに有意な差 ($p = 0.0862 > 0.05$) はみられなかったが、内湖Cは有意な差 ($p = 0.042 < 0.05$) がみられた。地点間では異なる結果となり、内湖Cでは、水位保持操作により、水質悪化を助長している可能性がある。

ただし、夏季においては、水位保持開始水位-0.5mでの実績がないため、現状での水位保持操作有無による評価はできないことから、夏季での水位保持操作実績のデータの確認が必要であり、今後も水位保持開始水位-0.5mでの運用を継続し、データの蓄積を行っていく必要がある。

表 4.3-20 木浜内湖の季節変動 (分散分析結果)

保持開始 水位	季節	内湖A		内湖C	
		平均	分散分析p-値	平均	分散分析p-値
B.S.L.-0.3m	冬	3.91	9.31E-18	4.43	9.37E-23
	春	4.51		4.91	
	夏	5.80		6.71	
	秋	5.64		6.43	
B.S.L.-0.5m	冬	4.74	1.18E-24	5.02	1.02E-13
	春	4.47		5.02	
	夏	7.06		7.36	
	秋	7.82		6.71	

表 4.3-21 夏季における水位保持操作有無の検定結果

調査地点	水位保持操作		2標本による検定 t-検定	
	無	有		
BSL-0.3m	5.9	5.4	有意差無	0.0862
BSL-0.5m	7.1	-	-	-

調査地点	水位保持操作		2標本による検定 t-検定	
	無	有		
BSL-0.3m	6.5	7.3	有意差有	0.042
BSL-0.5m	7.4	-	-	-

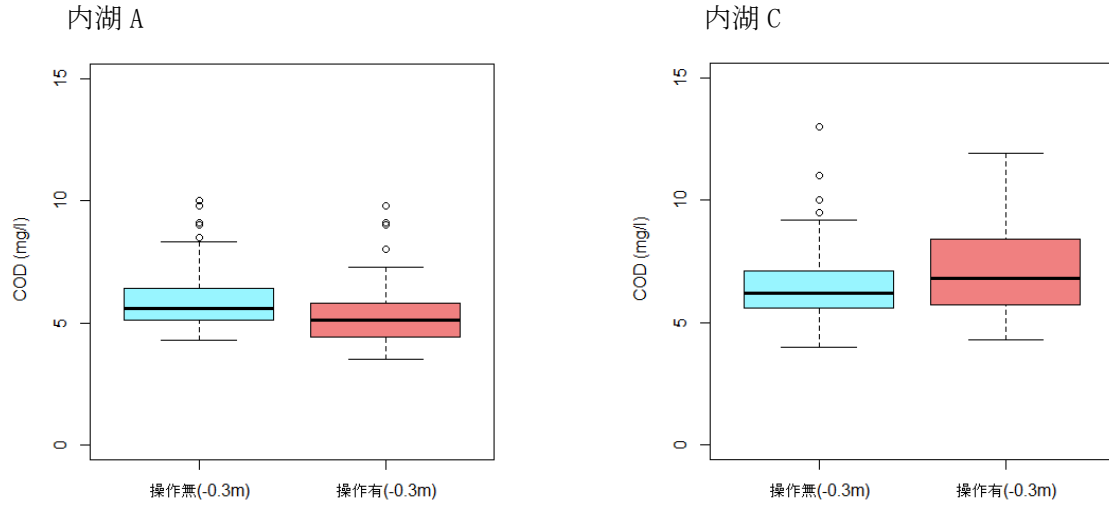


図 4.3-35 (1) 夏季における水位保持操作有無の COD 変化 (B. S. L. -0.3m)

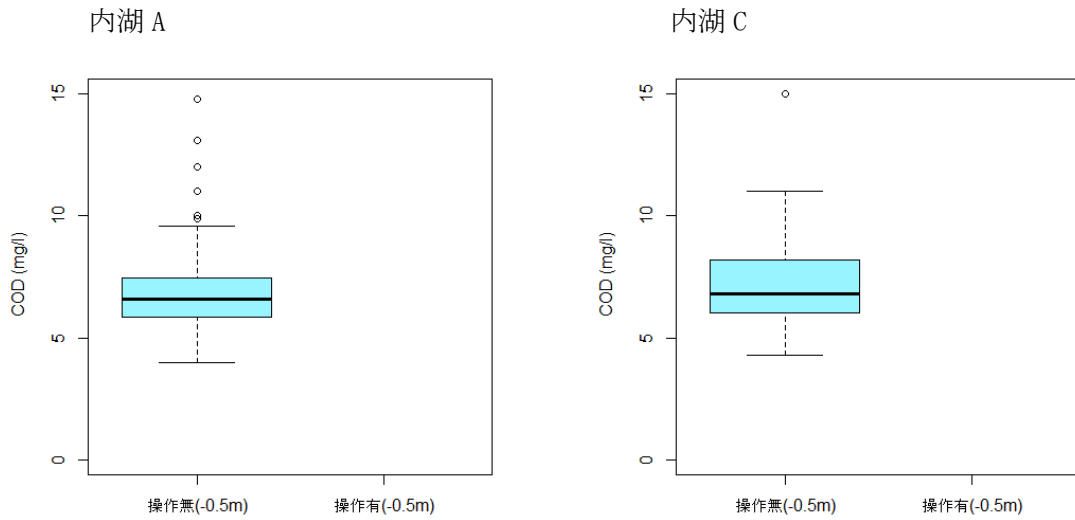


図 4.3-35 (2) 夏季における水位保持操作有無の COD 変化 (B. S. L. -0.5m)

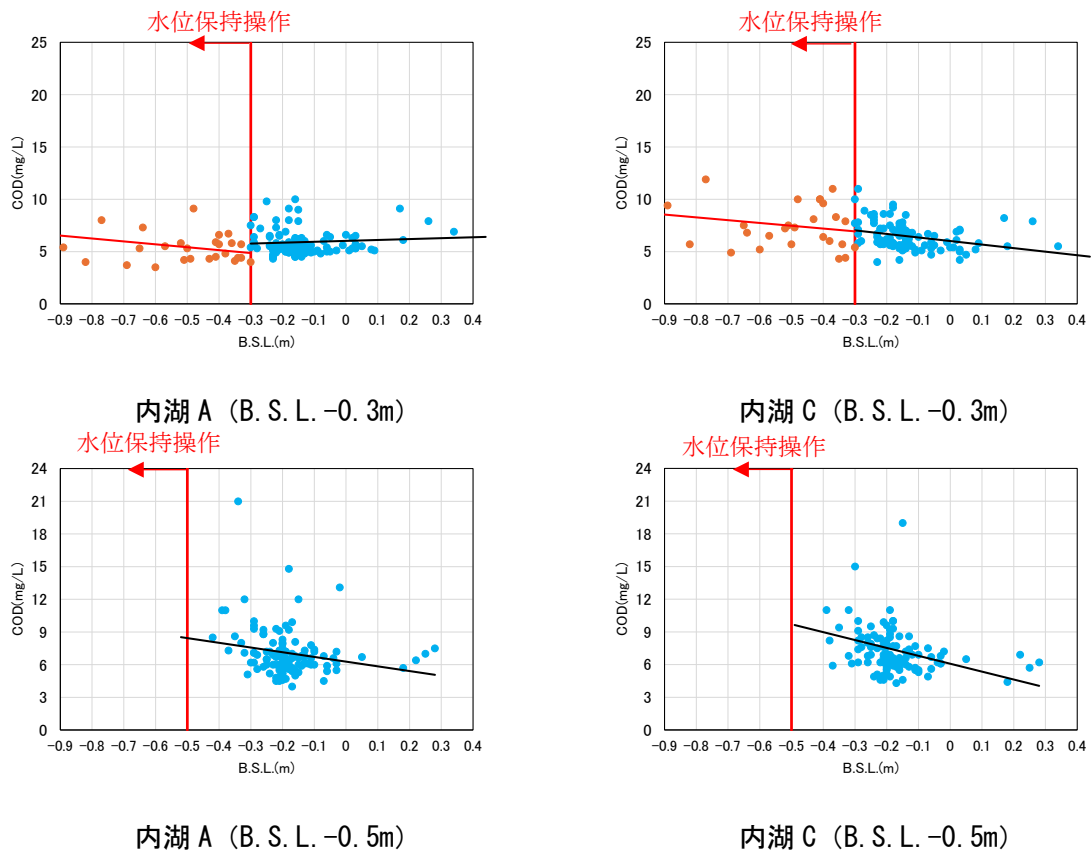


図 4.3-36 夏季における琵琶湖水位と COD の関係

3) 木浜内湖と外湖及び流入河川の水質 (COD)

内湖 A、内湖 C、外湖及び流入河川の COD の経年変化を図 4.3-38 に示す。

内湖 A は 2006 年までは横ばい、2007 年～2012 年にかけてやや上昇傾向、その後は横ばい若しくは低下傾向を示す。内湖 C 及び外湖は、経年的に外湖は横ばい傾向、流入河川は管理移行後 10 mg/L 以上であったが、2007 年以降は半減している。

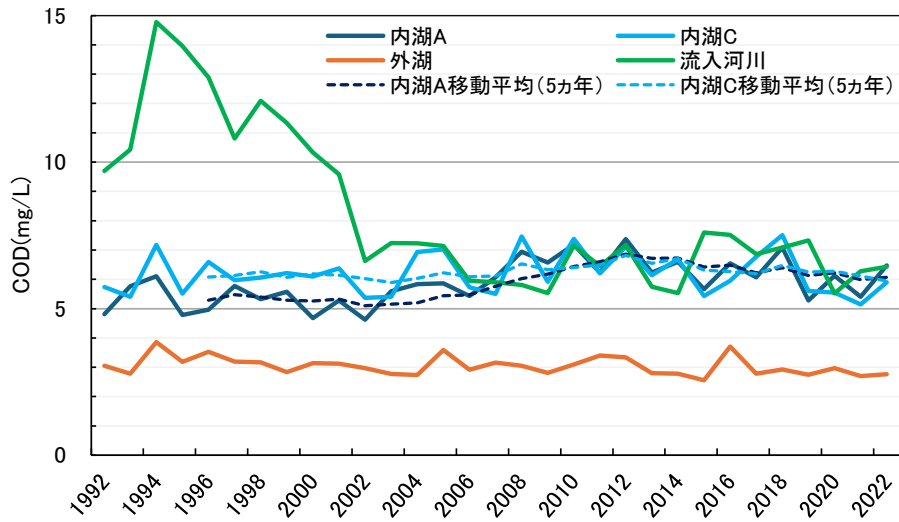


図 4.3-37 COD の経年変化

4) 重回帰分析

上記の結果を踏まえ、水位保持開始水位別に内湖 A、内湖 C と他の環境要因との関連性について確認するため、重回帰分析を行った。重回帰分析結果を表 4.3-22 に示す。

重回帰分析で使用した変数は、目的変数として内湖 COD、説明変数としてクロロフィル a、外湖 COD、流入河川 COD、気温、琵琶湖水位を用いた。

重回帰分析の結果、水位保持開始水位-0.3m 運用時の内湖 A (COD) と関連性があるのは、外湖 COD、気温及びクロロフィル a であった。流入河川、琵琶湖水位との関連性はみられなかった。内湖 A では、流入河川との距離があるため内湖 A との関連性はみられないと考えられる。

内湖 C と関連性があるのは、外湖 COD、流入河川 COD、気温及びクロロフィル a であった。琵琶湖水位との関連性はみられなかった。

水位保持操作水位-0.5m 運用時の内湖 A (COD) 及び内湖 C (COD) との重回帰分析の結果は、-0.3m 運用時よりも決定係数 (R^2) の精度が低いため、今後も水位保持操作開始水位-0.5m 運用を継続し、データの蓄積を行っていく。

表 4.3-22 重回帰分析結果

地点	内湖A			内湖C		
操作方法	BSL-0.3m					
重決定R2	0.539			0.664		
説明変数	係数	P-値	関連性	係数	P-値	関連性
切片	2.201	2.03E-13	—	2.550	1.45E-20	—
CHL-a	0.058	2.40E-26	○	0.043	1.18E-31	○
外湖	0.117	2.09E-02	○	0.141	0.002430	○
流入河川	0.016	3.47E-01	×	0.038	0.014829	○
気温	0.076	1.15E-16	○	0.082	3.21E-21	○
琵琶湖水位	-0.233	0.337525	×	-0.404	0.074375	×
操作方法	BSL-0.5m					
重決定R2	0.467			0.324		
説明変数	係数	P-値	関連性	係数	P-値	関連性
切片	1.3844	0.009397	—	1.51967302	0.01091581	—
CHL-a	0.0262	0.000429	○	0.02803476	0.00195492	○
外湖	0.1785	0.270751	×	0.34933124	0.04938621	○
流入河川	0.1641	9.90E-06	○	0.14393535	0.00035655	○
気温	0.1279	3.86E-14	○	0.10382338	7.2888E-09	○
琵琶湖水位	-3.1595	1.55E-05	○	-2.286908	0.00369055	○

4.3.7 津田江内湖の今後の調査計画（案）

津田江内湖の水位保持操作運用状況について管理開始の1992年～2022年までの調査結果を検証した結果、以下のことが確認された。

- ・水位保持操作により内湖の水質は維持されている。
- ・管理開始時より至近10年の水質は改善されてきている。
- ・夏季においては、水位保持操作による内湖水質への負の影響が強く生じているものと考えられた。
- ・内湖CODは、外湖COD、流入河川CODと関連性がある。
- ・水位保持操作無でもこれまでと同様の水質（COD）が維持できるものと予測された。

津田江内湖は、管理開始当初より流域内の汚濁負荷低減により水質が改善されており、今後も流入河川、外湖の水質の負荷低減等により水質は改善していくと考えられる。また、水位保持操作無においてもこれまでと同様の水質が維持できると考えられることから、水位保持操作の弾力的な運用の可能性について検討するための検証を計画する。また、夏季においては、水位保持操作によりCODが上昇する傾向にあり、運用の見直しを検討するための検証が必要である。

これらを踏まえ今後の津田江内湖の調査計画（案）について整理した。

具体的な調査計画については、令和6年度に実施することとし、水位保持操作の合理化に向けた検証については、令和7年度より実施する計画とした。

表 4.3-23 水位保持操作の合理化に向けた検証内容（モニタリング調査計画（案））

検証内容	調査内容
<p>【データの蓄積】 これまでのデータを蓄積し、解析するためにこれまでと同等の調査を継続する。</p>	<p>【定期調査】 定期調査を継続する。</p>
<p>【夏季の水質改善に向けた取組】 夏季においては、水位保持操作を行わない操作の運用を行い、水質改善がみられるか検証する。</p>	<p>【夏季調査の実施】 上記の運用下において、夏季についてはB. S. L. -0.3m となった時点から、詳細調査を実施する。調査項目については、現状実施している項目とする。</p> <p>【留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に水質悪化が懸念される夏季において水位保持操作を変更して運用（B. S. L. -0.3m以下～-0.5m）中に、水質悪化がみられた場合は、給水ポンプのみを稼働させるなど弾力的な運用を実施する。 ・水位保持操作無において水質悪化がみられた場合は、給水ポンプを稼働させる。 ・夏季に B. S. L. -0.3m以下となるとは限らないため、この検証には期間を要する可能性がある。

検証内容	調査内容
<p>【水位保持操作運用の合理化】 至近 10 年の水質は改善されてきていることから、水位保持開始水位を変更するなど現状に見合った水位保持操作の運用、水位保持操作運用の合理化の可能性について、検証する。</p>	<p>【水位保持操作開始水位の変更】 B. S. L. -0.3m 以下となった時点より、定期的な間隔でモニタリング調査を実施する。 当面は木浜内湖で実施している B. S. L. -0.5m を水位保持操作開始水位として弾力的な運用において検証する。 この運用において現状の水質が維持できるか検証を行う。</p>

表 4.3-24 津田江内湖の調査計画スケジュール（案）

項目	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21
調査計画	—				—					—					—	
モニタリング調査																
定期調査	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
夏季詳細調査		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B.S.L.-0.3~-0.5m時のモニタリング調査		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
調査結果の検証				—	—				—	—				—	—	
FU委員会					—					—					—	
備考	・R6に次年度以降の具体的な調査計画（案）の検討 ・R9までのモニタリング調査結果について検証し、FU委員会に諮る。				・R10のFU委員会の結果を踏まえ、調査計画の見直し ・R14までのモニタリング調査結果について検証し、FU委員会に諮り、今後の方針について検討					・R20のFU委員会の結果を踏まえ、調査計画の見直し ・R19までのモニタリング調査結果について検証し、FU委員会に諮り、今後の方針について検討						

4.3.8 木浜内湖の今後の調査計画（案）

木浜内湖では、水位保持操作開始水位の違いによる水質の影響は地点間で異なる結果となり、現状でのデータでは十分に説明できなかった。また、夏季においては、水位保持操作開始水位-0.5m運用での水位保持操作実績がないため、水位保持操作の効果が不明である。

したがって、今後も水位保持操作開始水位-0.5mの運用を継続し、データの蓄積を行う。

調査計画としては、これまで継続して実施した調査内容を継続して実施し、データの蓄積を行っていく。

4.4 まとめ（案）

水文・水質の整理結果を表 4.4-1 にまとめる。

表 4.4-1 水文・水質の整理結果

項目	整理結果	今後の対応
琵琶湖水質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 琵琶湖の水質は、長期的には改善傾向にある。なお、COD については、これまで上昇傾向にあった。至近 5 ヶ年はやや低い値で横ばい傾向であるが、環境基準値 (1mg/L) と比べて高い状態である。 ・ 環境基準の達成状況をみると、北湖の DO (溶存酸素) 及び T-P は環境基準を達成しているが、北湖・南湖の pH、COD、SS、T-N、南湖の DO (溶存酸素) 及び T-P は、5 ヶ年で、1 回以上未達成となった項目も含め、環境基準を達成できていない。なお、令和 4 年度より環境基準項目の見直しがされた大腸菌数は環境基準を達成した。 ・ 琵琶湖の全層循環は、至近 5 ヶ年において、2018 年度 (平成 30 年度) および 2019 年度 (令和元年度) に 2 年連続で完了しなかった。2021 年度 (令和 3 年度) および 2022 年度 (令和 4 年度) は全層循環および底層 DO の回復を確認した。 ・ 琵琶湖の淡水赤潮は減少し、2010 年度 (平成 22 年度) 以降は確認されていない。アオコは、発生場所は限定的であるが、毎年発生している。至近 5 ヶ年のアオコの発生状況は、2019 年度 (令和元年度) の 4 水域、16 日間で最も多かった。 	<p>引き続き国土交通省、滋賀県、水資源機構が協力して水質調査を実施し、水質および全層循環の状況や水質異常の状況等を監視していく。</p> <p>今後の水質調査については、関係機関で協議し、より適切な水質監視の観点から、効率化及び合理化を踏まえた見直しを進めていく。</p>
内湖水質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内湖 (木浜内湖、津田江内湖) では、既得農業水利確保および環境保全のために水位保持操作を行っている。琵琶湖水位が低下しても内湖の水位は維持されるとともに、内湖の環境保全が図られている。 ・ 津田江内湖は、水質がやや低下傾向にある。また、水位保持操作を行わない場合もこれまでと同様の水質が維持される可能性が高い。ただし、夏季においては、水位保持操作による水域の閉鎖に伴う内湖水質への負の影響が強く生じているものと考えられる。 ・ 木浜内湖 A は、管理開始前平均値よりやや上回っている。また、水位保持操作開始水位の違いにより水質への影響が異なる。 ・ 木浜内湖 C の水質 (COD) は、管理開始前平均値と同程度で推移している。また、水位保持操作開始水位の違いによる水質差はみられない。 	<p>津田江内湖においては、B. S. L. -0.3m で水位保持操作を開始しない場合の水質や給水ポンプのみ稼働させた場合の水質について検証し、運用合理化・より適切な水質維持の観点から検討を進めていく。</p> <p>木浜内湖の水質は、水位保持操作開始水位の違いにより地点間で差があるため、現状の水位保持開始水位-0.5m での運用を継続し、内湖水質の動向を監視していく。</p>

4.5 文献リスト

表 4.5-1 「4. 水質」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者	発行年月	文献の引用頁
4-1	滋賀の環境 2023	滋賀県	令和 5 年 1 月	—
4-2	令和 4 年度公共用水域水質調査結果（項目別図表）	滋賀県	—	
4-3	琵琶湖総管水質調査他業務	(独)水資源機構琵琶湖開発総合管理所	—	—
4-4	第 8 期琵琶湖湖沼水質保全計画	滋賀県・京都府	令和 4 年 3 月	P2
4-5	水質調査データ	滋賀県水産試験場	—	HP
4-6	水質調査外業務	(独)水資源機構琵琶湖開発総合管理所	平成 31 年 2 月～令和 5 年 2 月	—