

## 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、酸性雨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した。酸性雨については今後の観測体制について評価する。

#### 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、水文・水質調査状況、水文・水質調査結果を収集整理した。琵琶湖の水質は、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・整理した。

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した。

##### (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、酸性雨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した。酸性雨については琵琶湖の水質に影響を与えると考えられるため琵琶湖水質と比較した。

##### (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した。なお、水質調査は国土交通省、滋賀県、水資源機構が連携して実施しており、琵琶湖水質保全計画や公共用水域水質測定計画の策定は滋賀県が行っていることから、本章では滋賀県の見解を主に引用し、新たな評価は行っていない。

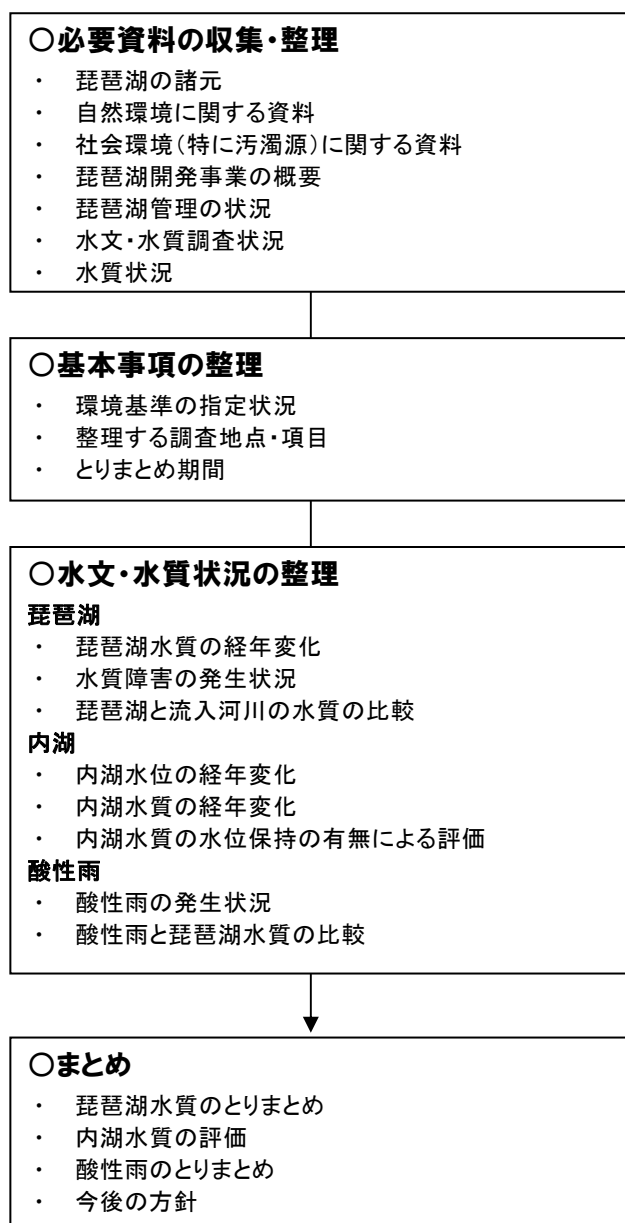


図 4.1-1 とりまとめフロー

#### 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、琵琶湖開発事業管理開始後の 1992 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 評価範囲

#### (1) 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。

#### (2) 資料の収集

琵琶湖、内湖および酸性雨について収集した資料を表 4.1-1 に示す。

表 4.1-1 水質に関する資料収集の対象

資料	発行者	年度
滋賀県環境白書	滋賀県	1978～2007
平成 19 年度 琵琶湖水質自動観測データ他整理検討業務報告書	水資源機構	2007
平成 19 年度 津田江・木浜水質調査業務報告書	水資源機構	2007
平成 18 年度 琵琶湖酸性雨観測データ検討業務報告書	水資源機構	2006

## 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 に示すとおりである。  
生活環境項目に係る環境基準の達成状況を図 4.2-4 に示す。

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					達成期間	
			pH	COD	SS	DO	大腸菌 群数		
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 以下	50 MPN/ 100ml 以下	南湖 (ハ)	北湖 (イ)

(注) 達成期間の(イ)は直ちに達成、(ハ)は5年を超える期間で可及的速やかに達成

表 4.2-2 全窒素・全りん的环境基準類型指定状況（琵琶湖）

[単位：mg/L]

	T-N		T-P	
	北湖	南湖	北湖	南湖
II 類型	0.2以下	0.2以下	0.01以下	0.01以下

## (2) 調査内容

琵琶湖水質のとりまとめに用いた水質調査の実施状況ならびに関連項目（流入河川）を表 4.2-3 に、調査位置を図 4.2-1 に示す。

表 4.2-3(1) とりまとめに用いた水質調査実施状況

対象地点			頻度	所管	調査名	
分類	地点数	地点名				
琵琶湖	北湖 28 地点	早崎港沖、外ヶ浜沖、外ヶ浜中央、大溝沖中央、石寺沖、北小松沖中央、南比良沖、長命寺沖、ほうらい沖中央、丹出川沖、丹出川沖中央、吉川港沖	毎月	琵琶湖河川事務所 (12 地点)	定期水質調査	
		知内川沖、知内川沖中央、姉川沖、天野川沖、安曇川沖、彦根港沖、大溝沖、ほうらい沖、日野川沖	毎月	水資源機構 (9 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、南比良沖中央	毎月	滋賀県 (7 地点)		
	南湖 19 地点	堅田沖、木ノ浜沖、雄琴沖、雄琴沖中央、三保ヶ崎沖、柳ヶ崎沖、柳ヶ崎沖中央、唐崎沖、伊佐々川沖、浜大津沖中央、粟津沖中央	毎月	琵琶湖河川事務所 (11 地点)		
		大宮川沖、大宮川沖中央、志那沖、山田港沖	毎月	水資源機構 (4 地点)		
		堅田沖中央、新杉江港沖、唐崎沖中央、浜大津沖	毎月	滋賀県 (4 地点)		
	8 地点	草津、彦根、琵琶湖大橋、三保ヶ崎、矢橋	毎時	琵琶湖河川事務所 (5 地点)		水質自動観測
		北湖中央(安曇川沖)、沖ノ島沖、雄琴沖	1 回/1 時～6 時 北湖中央のみ基本 5 項目につき 2m, 5m, 10m, 15m, 20m, 40m, 60m で 4 回/日測定	水資源機構 (3 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	琵琶湖河川事務所 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	1 地点	唐橋流心	毎月	滋賀県 (1 地点)	水質定期調査	
	2 地点	瀬田	毎時	琵琶湖河川事務所 (1 地点)		水質自動観測
		唐橋流心	毎時	水資源機構 (1 地点)		

表 4.2-3(2) とりまとめに用いた水質調査実施状況

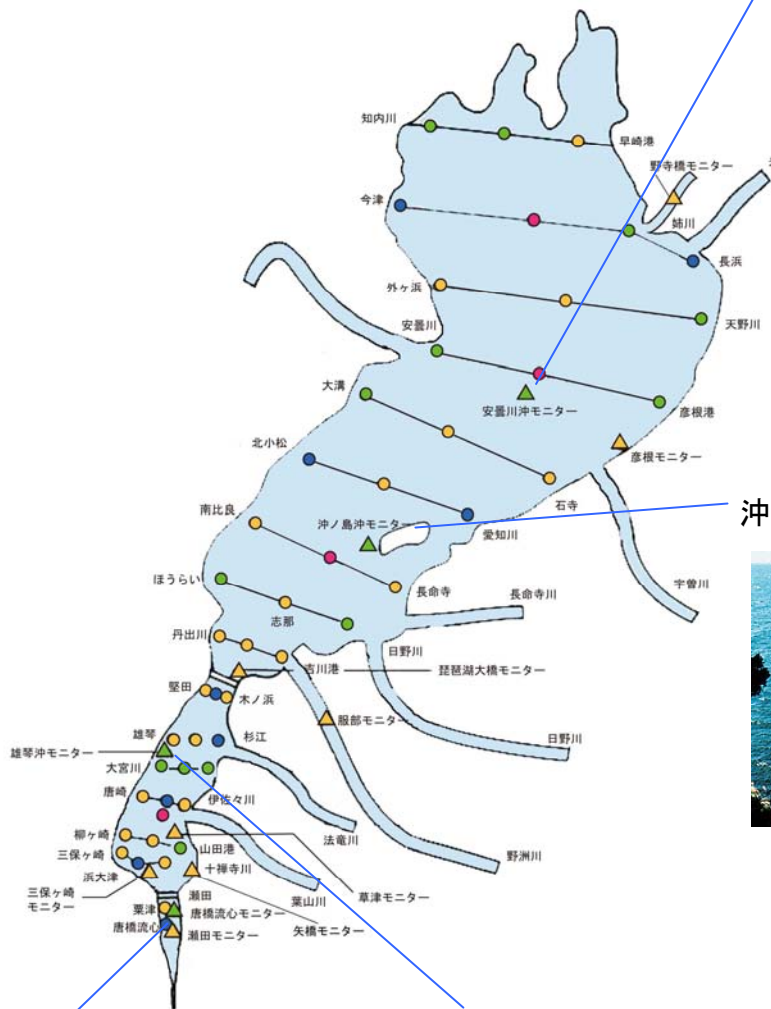
対象地点			頻度	所管	調査名
分類	地点数	地点名			
流入河川	北湖西部流入 5 河川 5 地点	大浦川、知内川、石田川、安曇川	毎月	滋賀県 (4 河川、4 地点)	定期水質調査
		和迩川	毎月	大津市 (1 河川、1 地点)	
	北湖東部流入 9 河川 11 地点	野洲川（服部大橋）	毎月	琵琶湖河川事務所 (1 河川、1 地点)	
		姉川（美浜橋）、田川、天野川、犬上川、宇曾川、愛知川、日野川（野村橋、日野川橋）、家棟川、野洲川（横田橋）	毎月	滋賀県 (9 河川、10 地点)	
		南湖流入 8 河川 8 地点	十禅寺川、葉山川、守山川	毎月	
	南湖流入 8 河川 8 地点	天神川、大宮川、柳川、吾妻川、相模川	毎月	大津市 (5 河川、5 地点)	
		北湖東部流入 2 河川 2 地点	姉川（野寺橋）、野洲川（服部）	毎時	琵琶湖河川事務所

注) 滋賀県による定期水質調査の日野川は、野村橋のみをとりまとめに使用した。

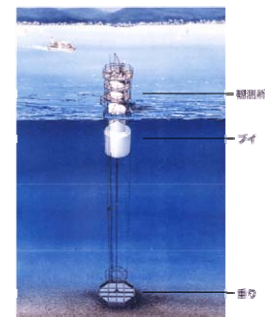
定期水質調査地点	実施機関
● 環境基準点 (8 地点)	滋 賀 県
● 室素りん環境基準点 (4 地点)	滋 賀 県
● 調査地点 (23 地点)	国 土 交 通 省
● 調査地点 (13 地点)	水 資 源 機 構

水質自動観測地点
▲ 国土交通省 8ヶ所
▲ 水資源機構 4ヶ所

注) 唐崎沖中央は環境基準点と室素りん環境基準点を兼ねる。



### 安曇川沖総合自動観測所



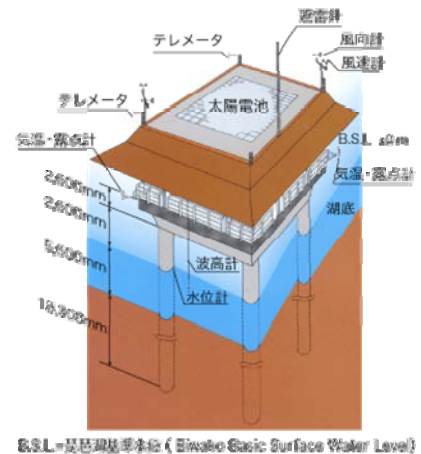
### 沖之島沖水質自動観測所



### 唐橋流心観測所



### 雄琴沖総合自動観測所



B.S.L.=琵琶湖基準水位 (Biwako Basic Surface Water Level)

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（現況：2007 年度年間平均値）

2007 年度の琵琶湖水質の水平分布を図 4.2-2 に示す。北湖北西部は他の水域に比べ、透明度が高く、COD、T-N、T-P の値が低くなっている。逆に南湖（特に東部）では地形や人間活動等の影響により、透明度が低く、COD、T-N、T-P の値が高くなっている。

（出典：滋賀県 2008 滋賀の環境 2008）

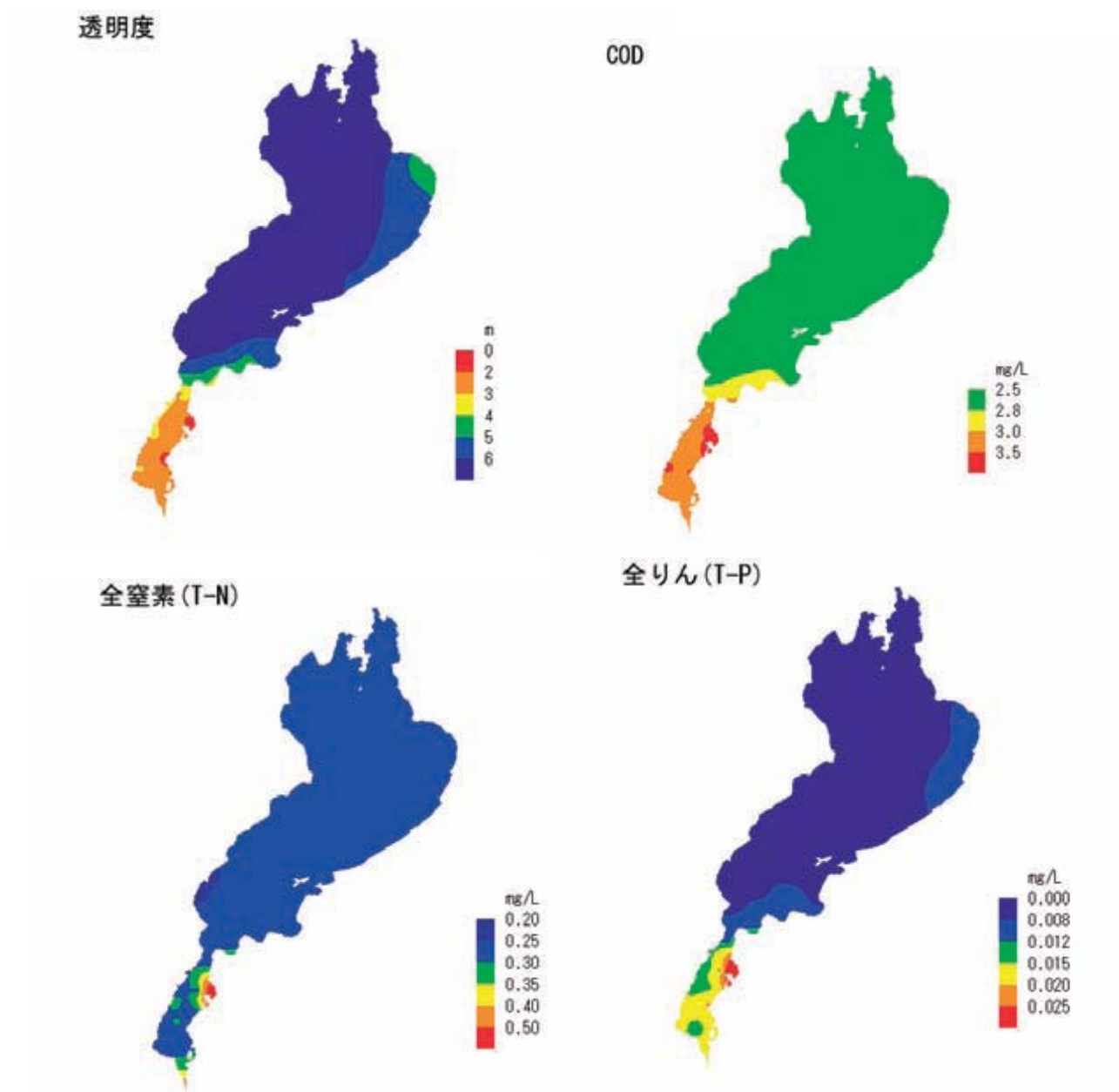


図 4.2-2 湖内水質の水平分布（2007 年度年間平均値）

出典：滋賀の環境 2008（平成 20 年版環境白書）



## 2) 水質の経年変化

表層水温は年による変動が激しいものの、北湖、南湖ともに上昇傾向がみられる。透明度も経年的に上昇傾向にある。

有機汚濁の指標である COD は、BOD とは異なる動きを示し、1984 年以降上昇し、ここ数年は高どまりの状態にある。また、T-N、T-P の経年変化から、富栄養化の進行は抑制されているとみられる。(出典：滋賀県 2007 琵琶湖ハンドブック)

クロロフィル *a* は 1980 年以降、減少傾向がみられる (特に南湖)。

参考として COD、T-N、T-P の環境基準値を図に併記した。

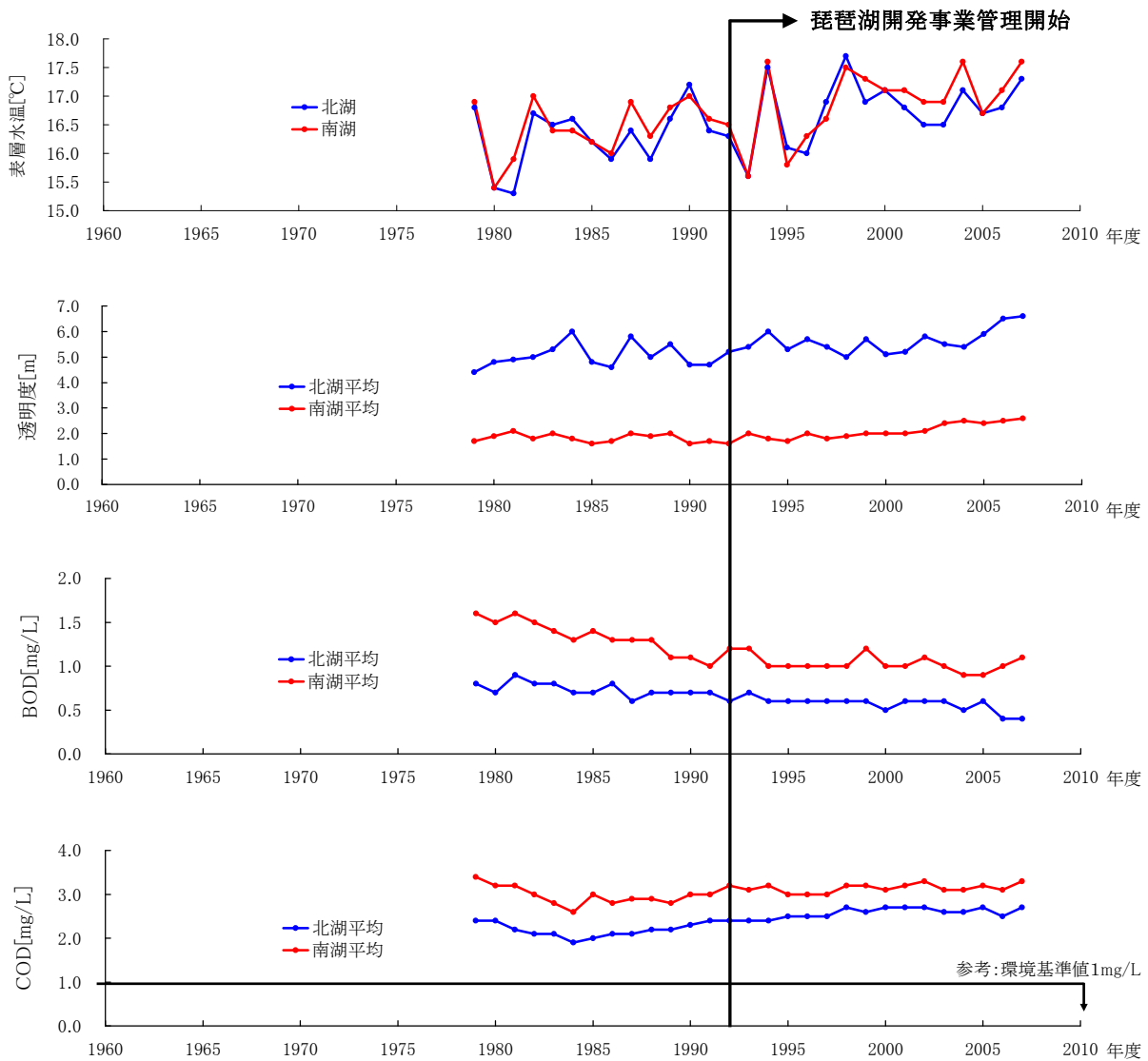


図 4.2-3(1) 湖内水質の経年変化 (1979~2007 年)

注) 北湖平均：表 4.2-3 に示す北湖 28 地点平均、南湖平均：表 4.2-3 に示す南湖 19 地点平均

出典：滋賀県環境白書および滋賀の環境 2008 より作成

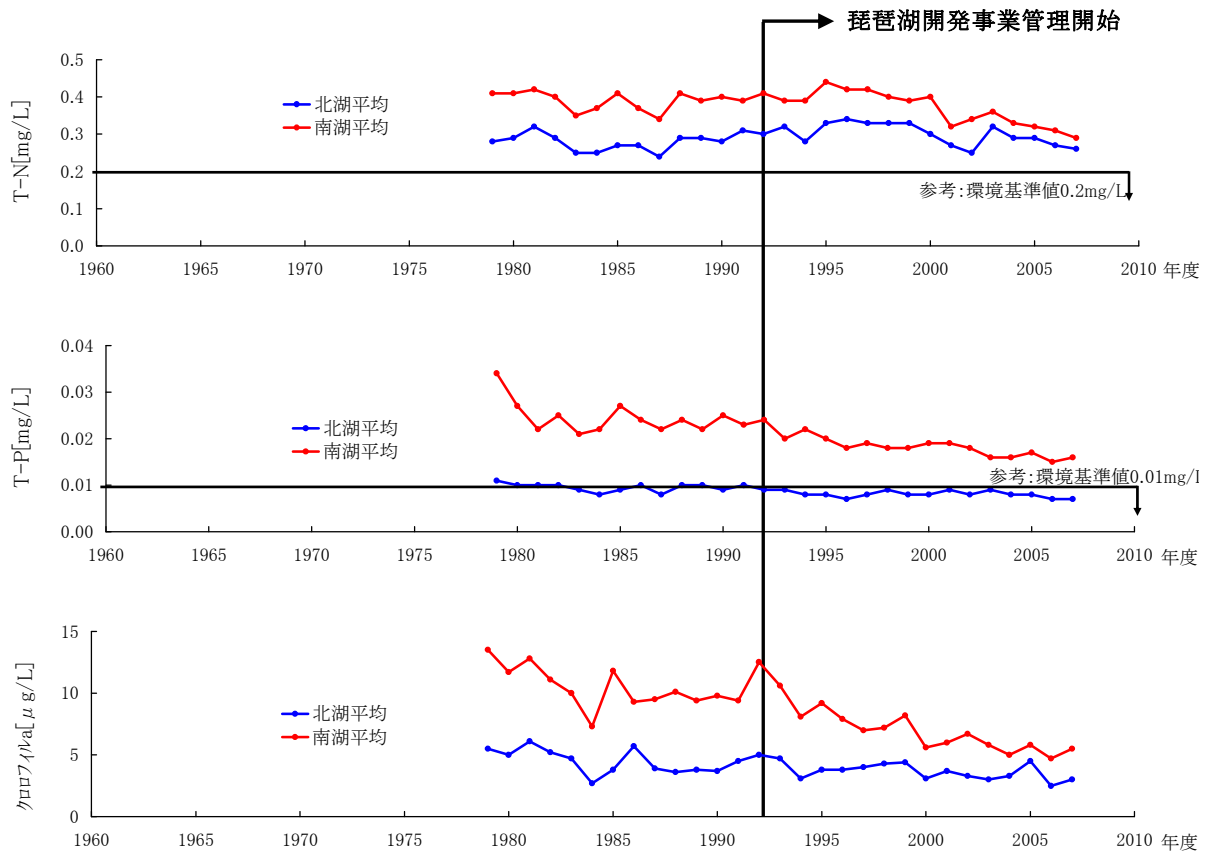


図 4.2-3(2) 湖内水質の経年変化 (1979~2007年)

注) 北湖平均:表 4.2-3 に示す北湖 28 地点平均、南湖平均:表 4.2-3 に示す南湖 19 地点平均

出典:滋賀県環境白書および滋賀の環境 2008 より作成

### 3) 過去5年間の環境基準達成状況

2003～2007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。

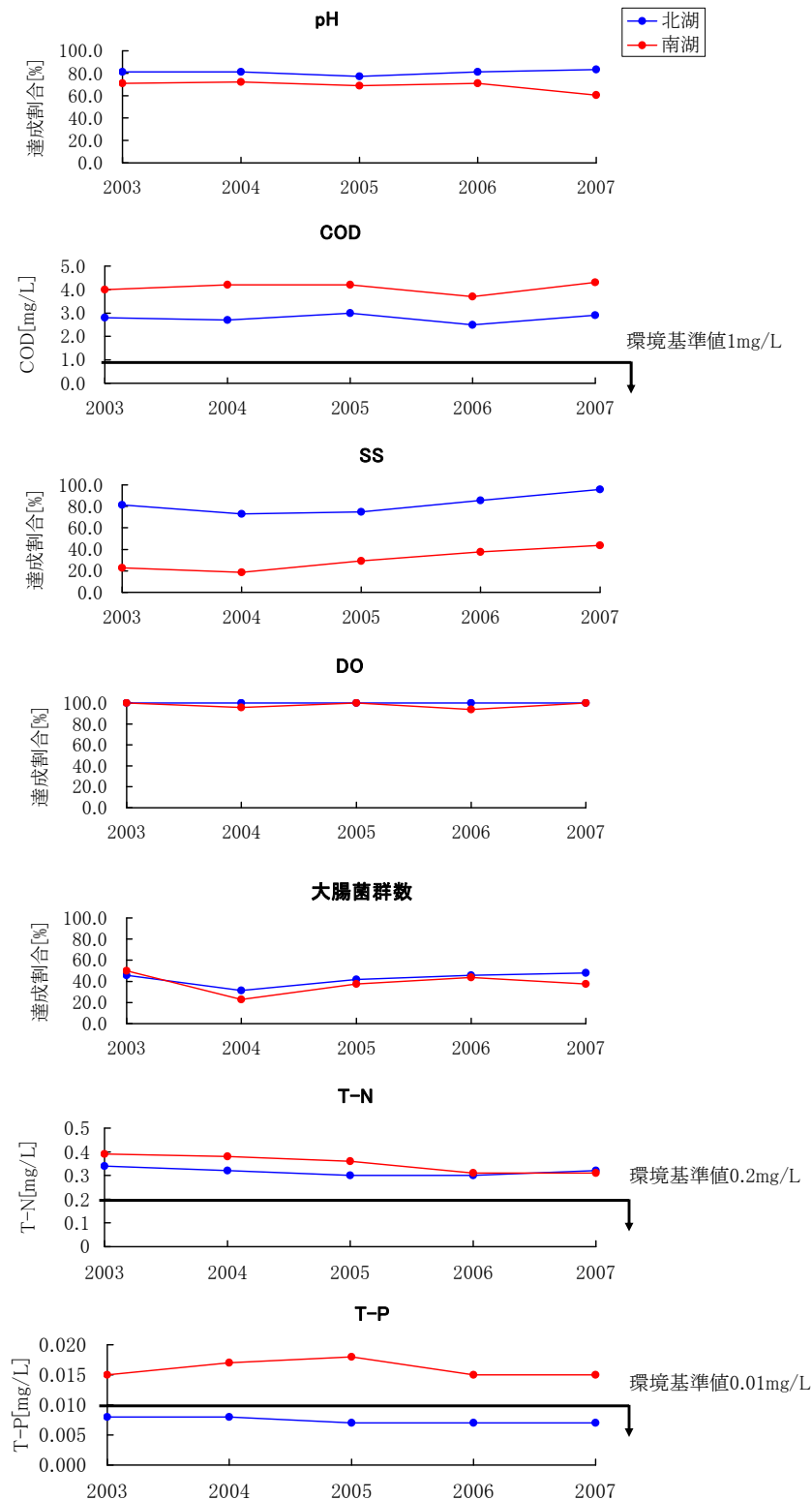


図 4.2-4(1) 生活環境項目に係る環境基準の達成状況 (2003～2007年度)

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）における達成割合を示す。

COD：環境基準点（北湖4定点、南湖4定点）の75%値の経年変化を示す。

注2) T-N、T-P：環境基準点（北湖3定点、南湖1定点）の平均値の経年変化を示す。

出典：滋賀県環境白書および滋賀の環境 2008 より作成

#### 4) 水質の自動観測結果

##### (a) 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 年から 2007 年までの水質の経日変化を図 4.2-5 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 40m 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 4.2-5(1)）。

DO は秋季に低下する季節変化がみられ、特に水深 20m 付近と底層付近で低くなる傾向がみられる。1998 年、2003 年及び 2007 年は特に広範囲に DO の低下がみられた（図 4.2-5(1)、(2)）。

濁度は夏季にやや高くなる季節変化がみられる（図 4.2-5(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。2003 年及び 2005 年は特に高いクロロフィル a が観測された（図 4.2-5(1)、(2)）。

pH は夏季に高くなる季節変化がみられる。

COD は夏季に高くなる季節変化がみられる。やや増加傾向がみられ、2006 年は特に高い 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、2003 年以降減少傾向がみられる。

T-N は春季に高くなる季節変化がみられる。

##### (b) 北湖（沖ノ島沖）

北湖を代表する沖ノ島における 1992 年から 2007 年までの水質の経日変化を図 4.2-6 に示す。

水温は夏季に高くなる季節変化がみられる。1995 年及び 2001 年の夏季には特に高い水温が観測された。

DO は夏季に低くなる季節変化がみられる。

濁度は夏季にやや高くなる季節変化がみられ、2002 年及び 2005 年は特に高い濁度が観測された。

クロロフィル a は春季に高くなる傾向がみられ、減少傾向がみられる。

pH は夏季に高くなる季節変化がみられる。

COD は、2003 年以前は季節変が明瞭でないが、2003 年以降は夏季に高くなる季節変化がみられる。

T-P は夏季に高くなる季節変化がみられ、やや減少傾向がみられる。1997 年、2004 年及び 2007 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、1995 年は特に高い T-N が観測された。

##### (c) 南湖（雄琴沖）

南湖を代表する雄琴沖における 1992 年から 2007 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る。

DO は夏季に低くなる季節変化がみられる。

濁度は冬～春季に高くなる季節変化がみられ、1995 年及び 2004 年は特に高い濁度観測された。

クロロフィル a は春季に高くなる季節変化がみられ、1992 年、1993 年、2003 年及び 2005 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る。

CODは特に顕著な傾向はみられないが、1999年、2000年及び2004年は特に高い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、やや減少傾向がみられる。1993～1994年及び2003～2004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、1995年は特に高いT-Nが観測された。

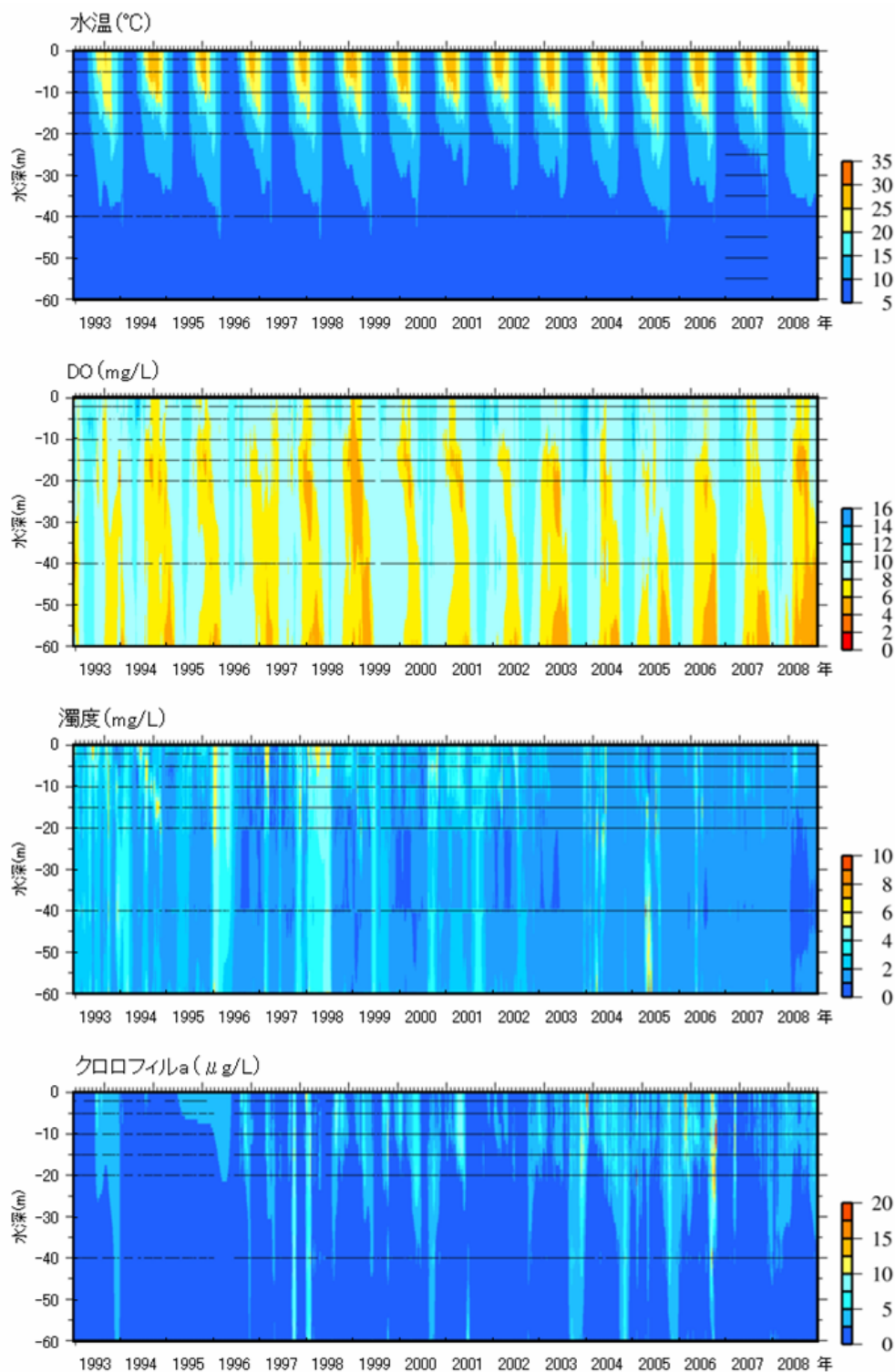


図 4.2-5(1) 安曇川沖の水質の経日変化 (全層：1993～2007年：日平均値)

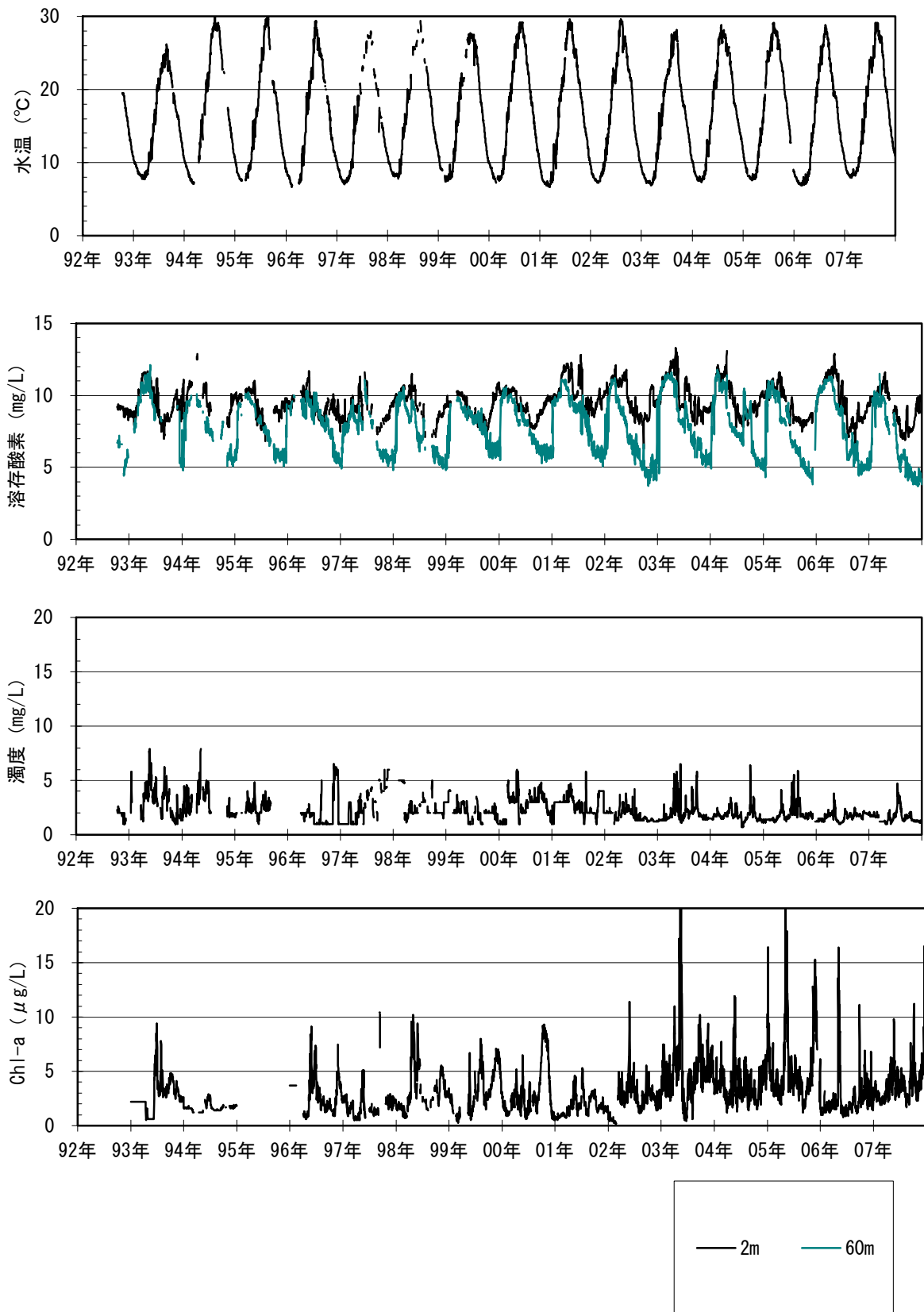


図 4.2-5(2) 安曇川沖の水質の経日変化 (水深 2m、60m : 1992~2007 年 : 日平均値)

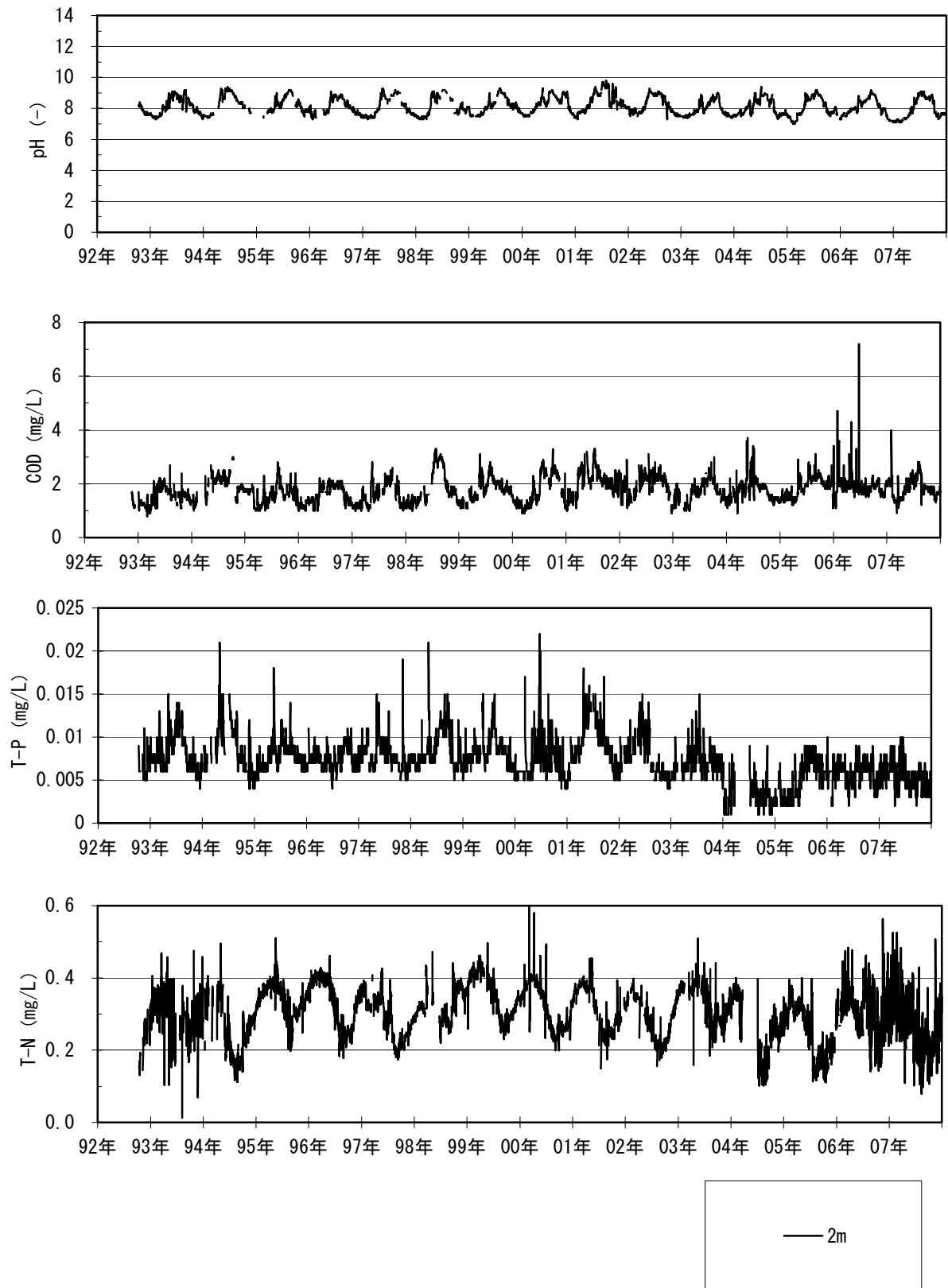


図 4.2-5(3) 安曇川沖の水質の経日変化（水深 2m：1992～2007 年：日平均値）

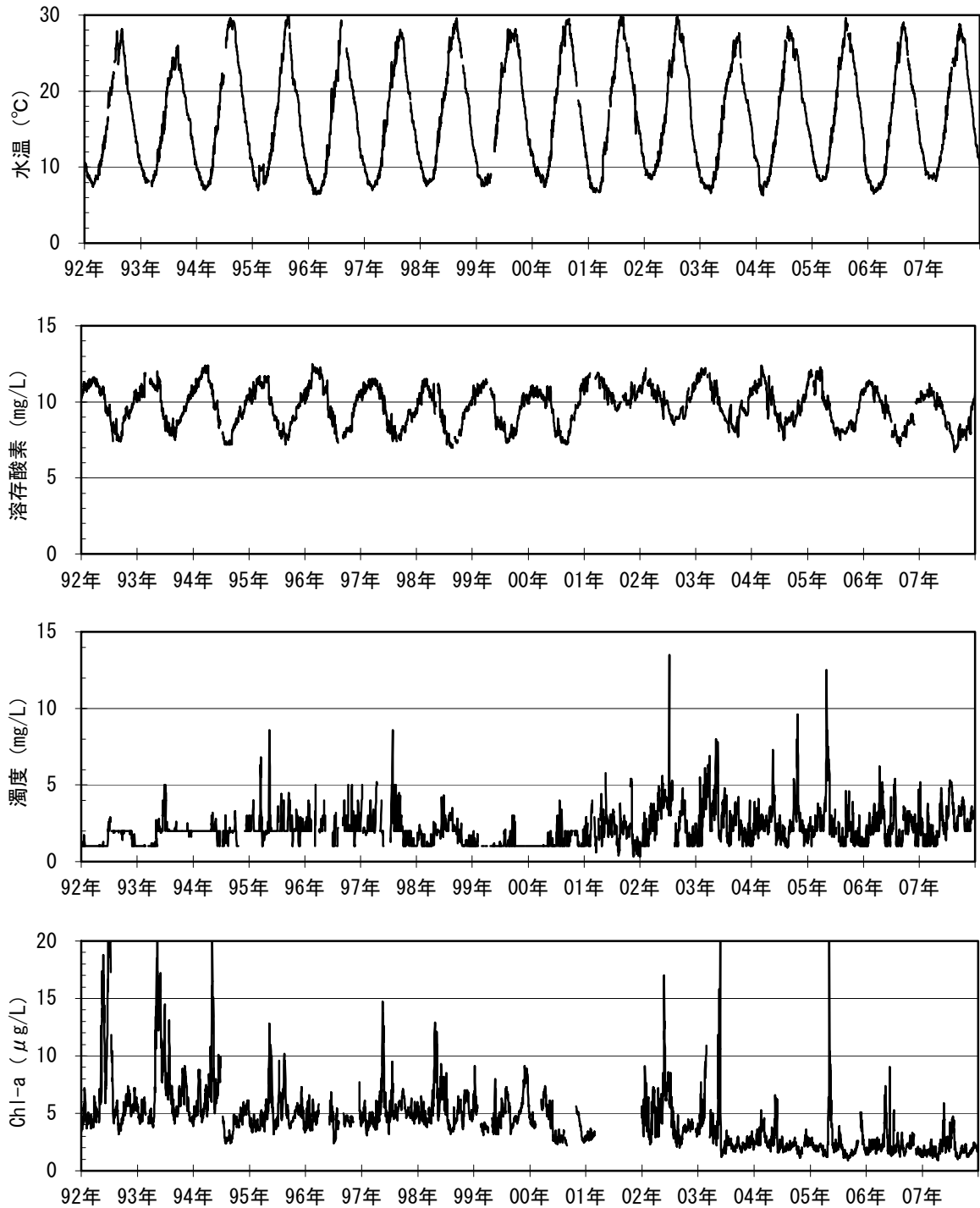


図 4.2-6(1) 沖ノ島の水質の経日変化 (水深 4~5m : 1992~2007 年 : 日平均値)



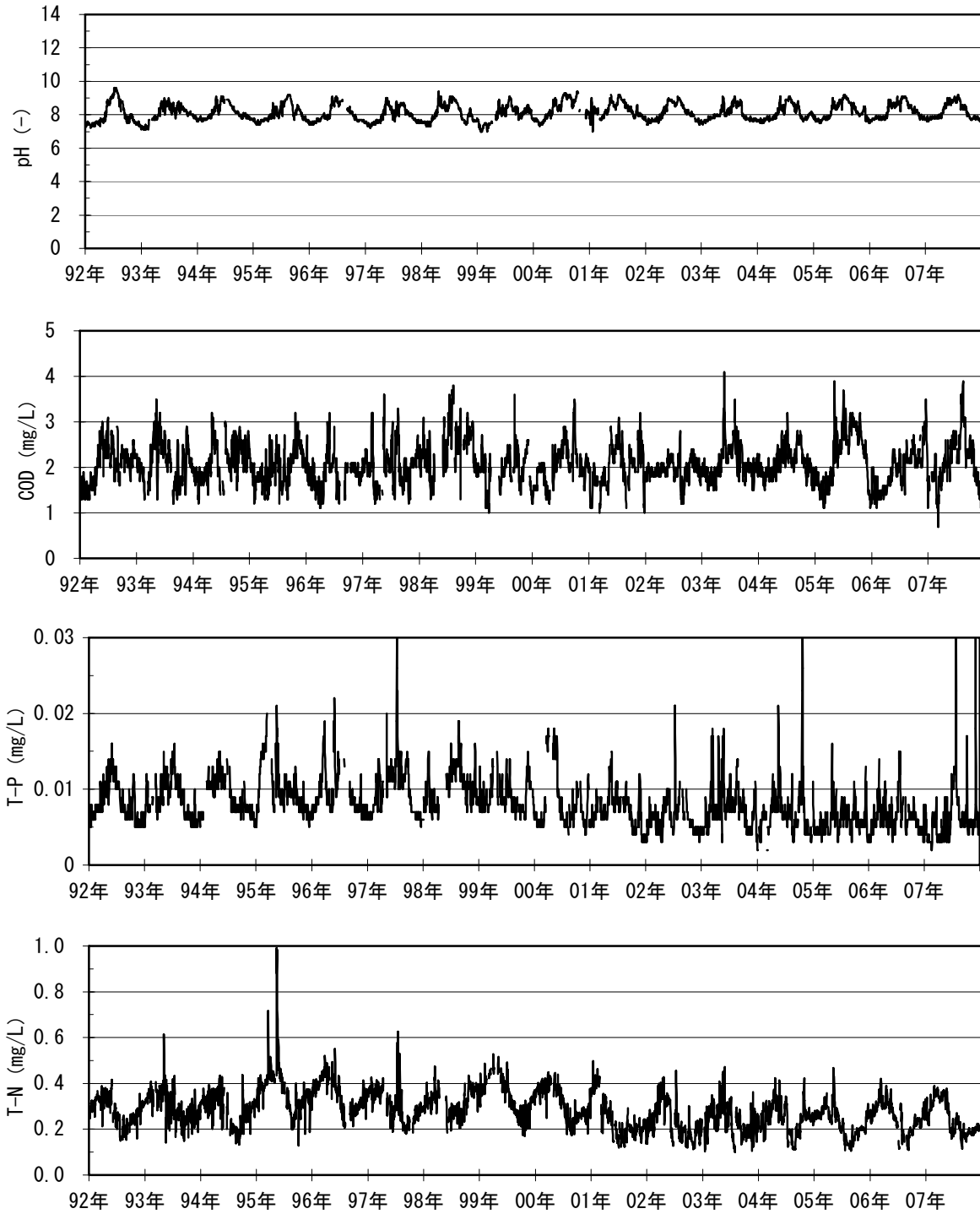


図 4.2-6(2) 沖ノ島の水質の経日変化 (水深 4~5m : 1992~2007 年 : 日平均値)

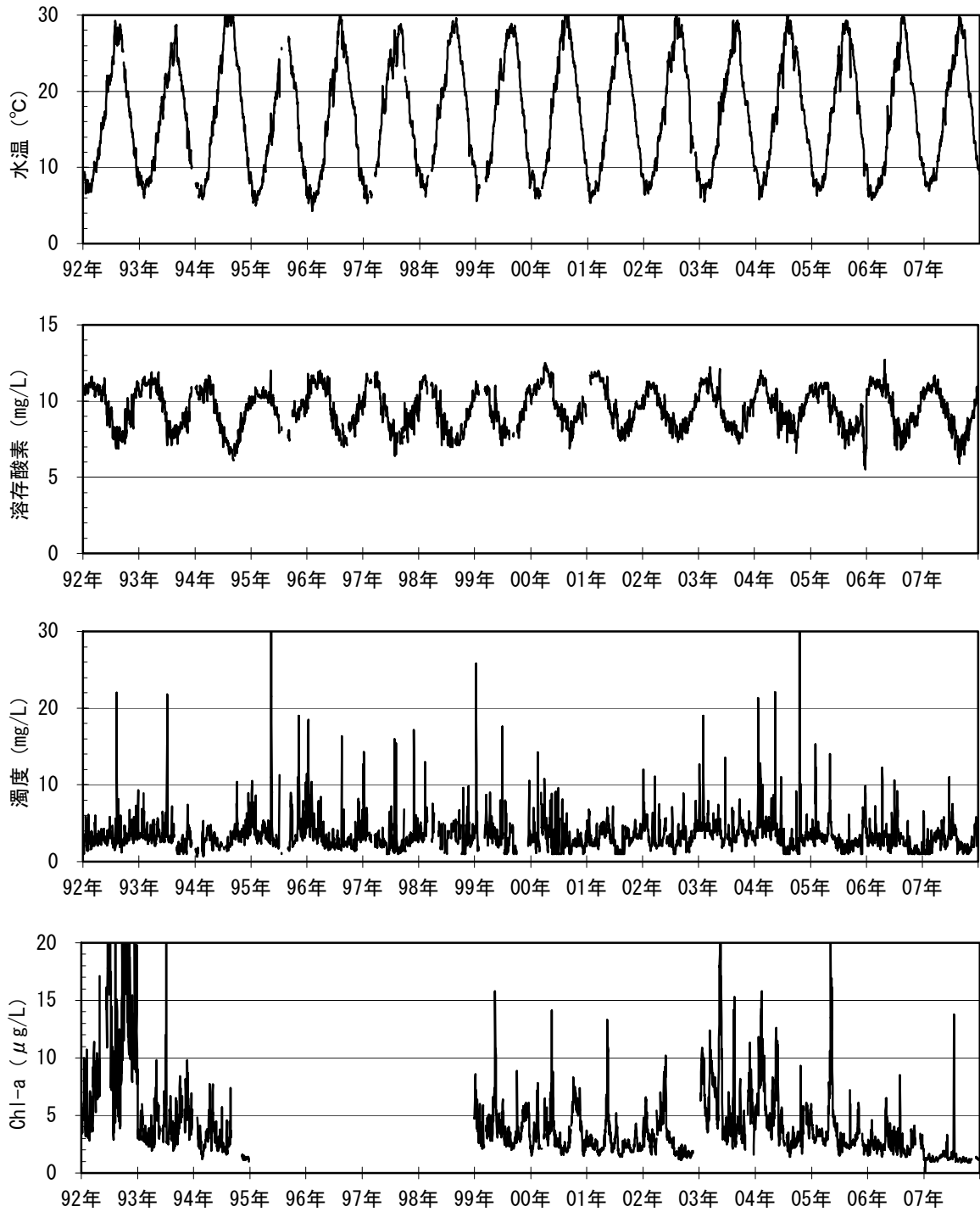


図 4.2-7(1) 雄琴沖の水質の経日変化 (水深 2m : 1992~2007 年 : 日平均値)

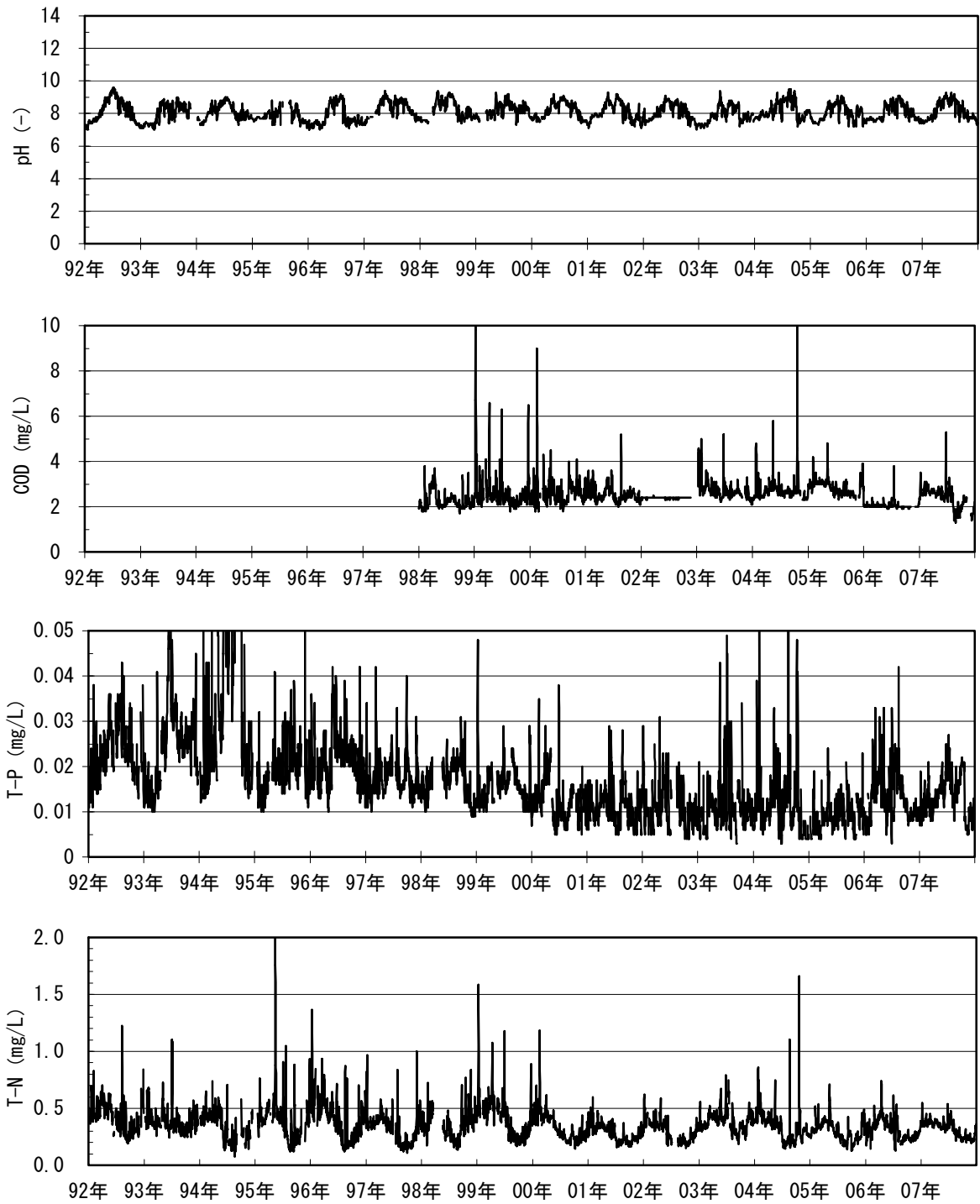


図 4.2-7(2) 雄琴沖の水質の経日変化 (水深 2m : 1992~2007 年 : 日平均値)

## 5) 底層水質

### (a) 琵琶湖の底層水質の変化

滋賀県水産試験場、京都大学、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 では溶存酸素濃度は 1960 年～1980 年代に大きく低下した。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 では溶存酸素濃度は 1982 年、85 年に著しく低下し、1990 年代に一時回復した後、2002 年に再び低下した。

琵琶湖を取り巻く環境のうち 1980 年代に大きく変化した項目として水温がある。琵琶湖の各水深別の水温推移を図 4.2-9 に示す。顕著な低酸素化が見られた 1985 年以降、琵琶湖の年間平均水温は上昇傾向にある。また、中層（20m）および深層（70m）では 1984～1990 年の間に急激な温度上昇が見られる。

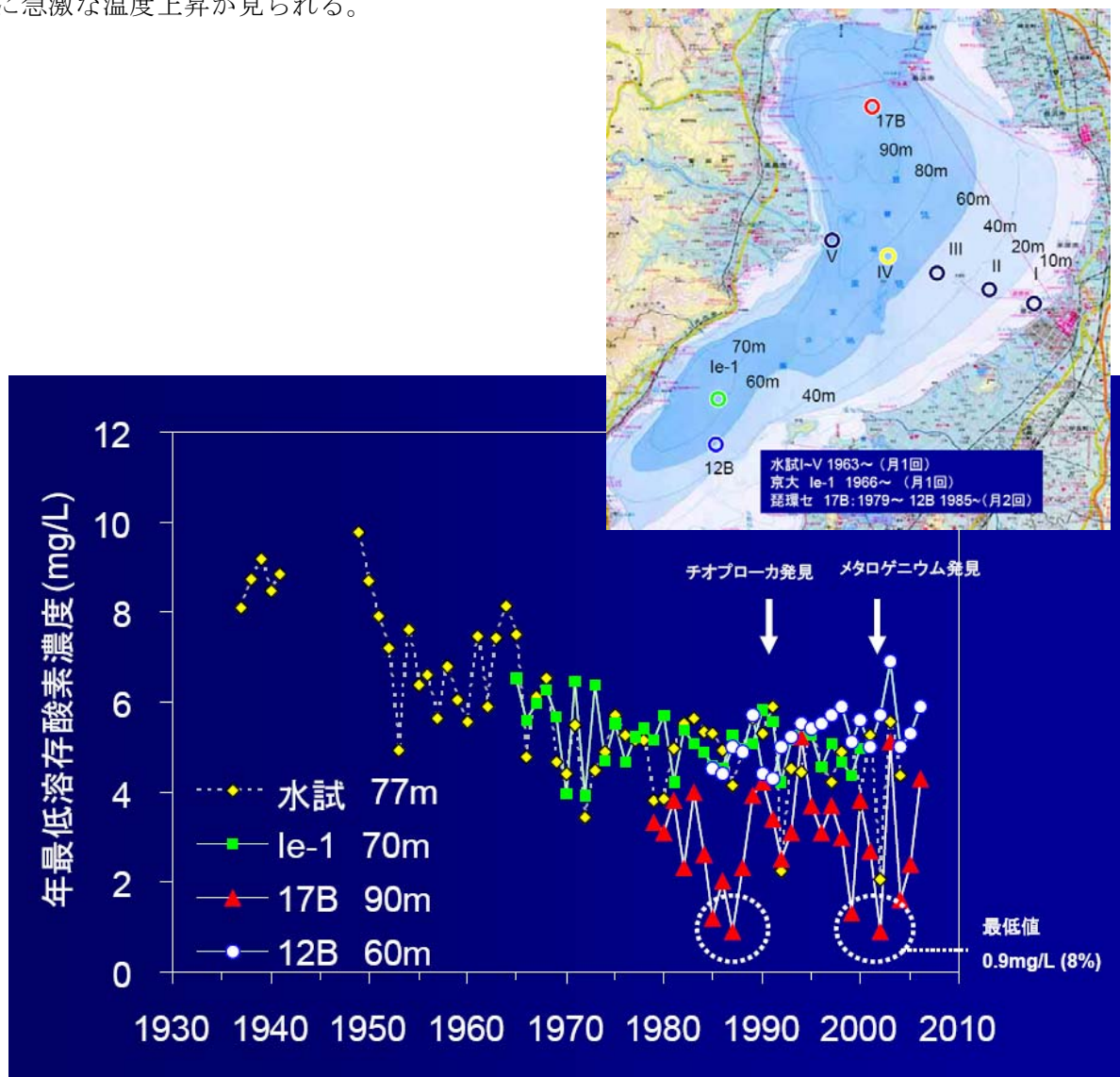


図 4.2-8 長期継続観測によって得られた年最低溶存酸素濃度の変化(1935～2006年)

\*水試 (IV) : 滋賀県水産試験場、1e-1 : 京都大学、  
17B、12B : 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

出典 : 石川 俊之, B Y Q 研究会講演資料, 2007, 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

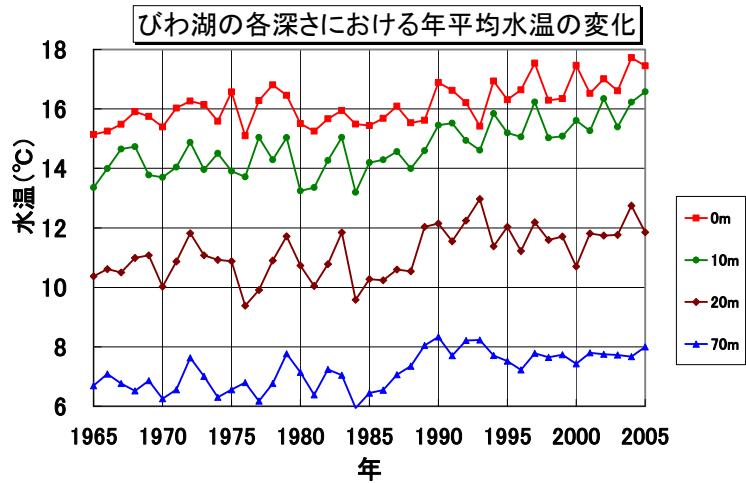


図 4.2-9 琵琶湖水温の推移 (1965~2005 年)

出典：遠藤 修一, B Y Q研究会講演資料, 2007, 滋賀大学

(b) 安曇川沖水深 60m の溶存酸素濃度

安曇川沖水深 60m では、2002 年および 2004~2007 年の 10 月から翌年 1 月までにおいて、それまではあまりみられなかった  $DO < 5\text{mg/L}$  となる状態が見られる (図 4.2-10)。

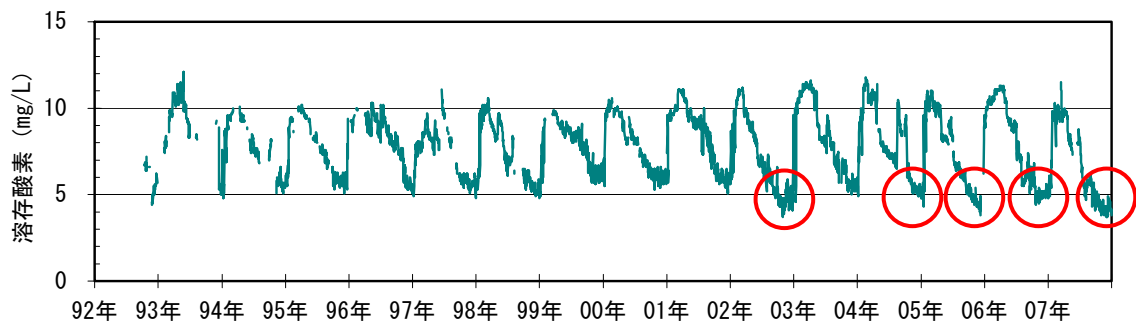


図 4.2-10 安曇川沖水深 60m の溶存酸素濃度の経年変化 (1992~2007 年)

## (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、1977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る。1982年以降は次第に減少し、近年は比較的小規模な発生となっている（図 4.2-11）。

アオコは、1983年9月に初発生後、毎年のように発生している。

（出典：滋賀県 2007 琵琶湖ハンドブック）

カビ臭の発生は1969年以降ほぼ毎年確認されている。

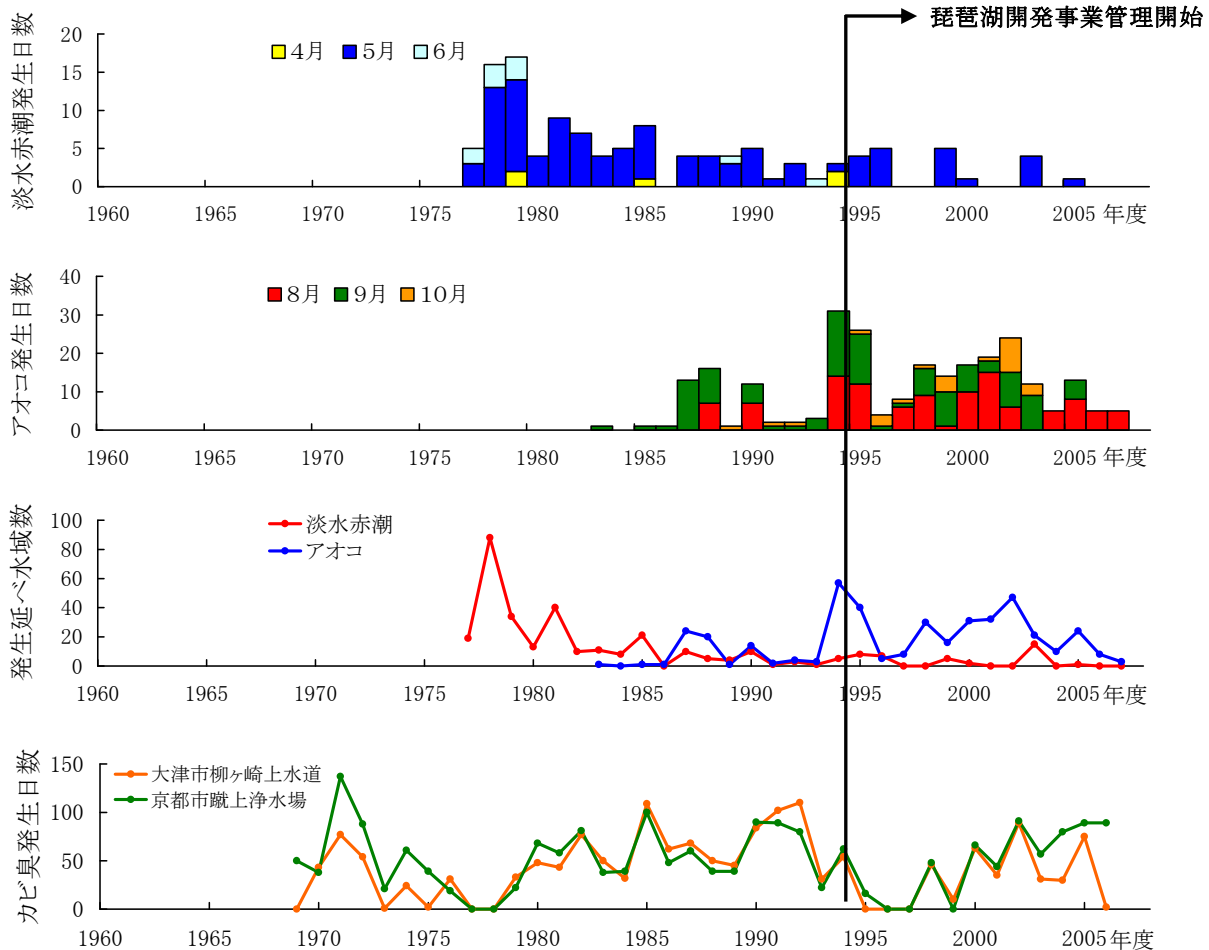


図 4.2-11 淡水赤潮・アオコ・カビ臭発生日数等

（淡水赤潮：1977～2007年、アオコ：1983～2007年、カビ臭：1969～2006年）

出典：滋賀県環境白書および滋賀の環境 2008 より作成

### 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ている。この傾向はあまり変化していない（図 4.2-12）。

### 3) アオコの水平分布

アオコ発生水域をみると、1993年までの発生は南湖に限られていたが、1994年以降は北湖でもアオコが確認される年がみられる（図 4.2-13）。

（出典：滋賀県 2007 琵琶湖ハンドブック）

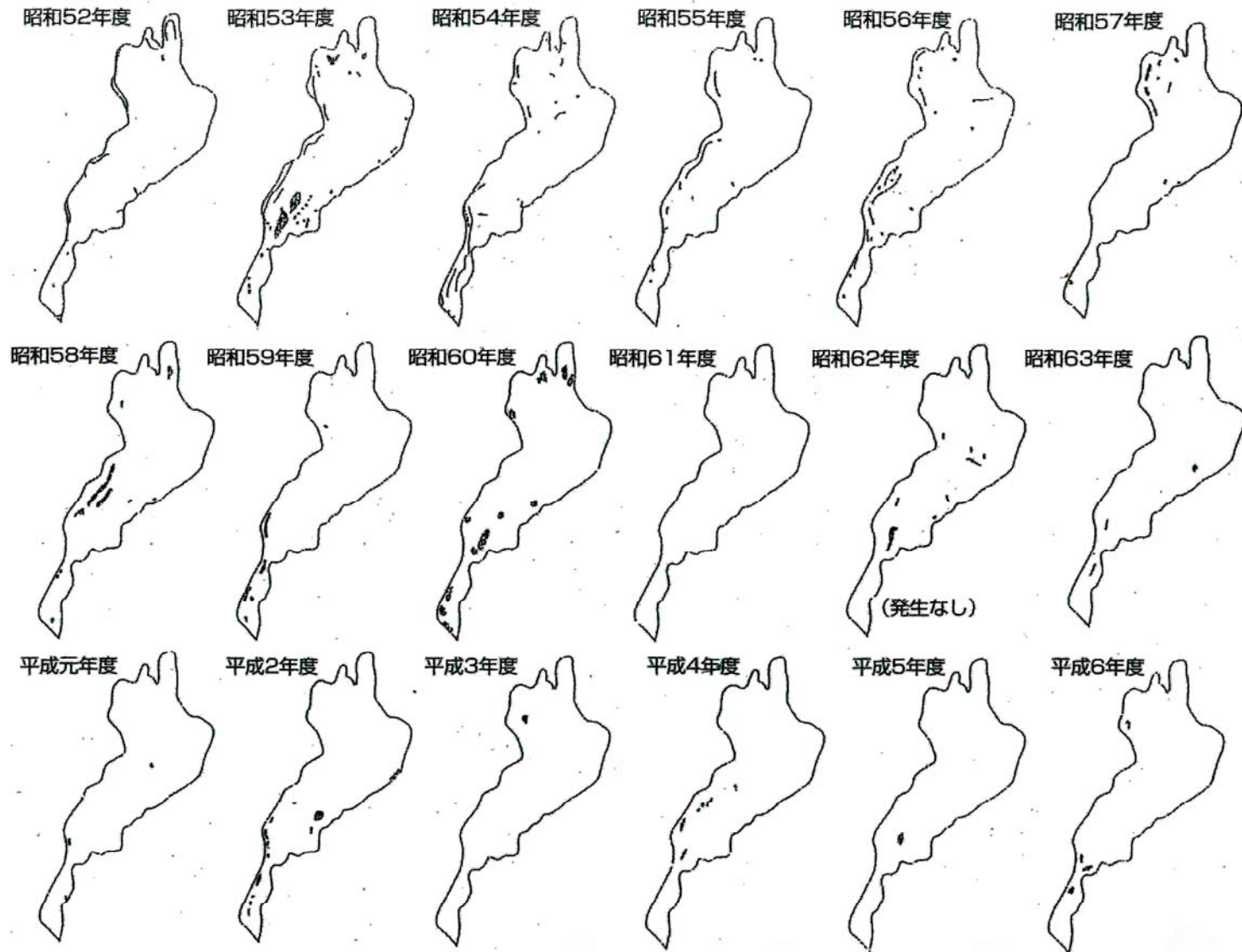


図 4.2-12(1) 琵琶湖における淡水赤潮発生水域の経年変化 (1977～1994年)

出典：滋賀の環境 2008 (平成 20 年版環境白書)

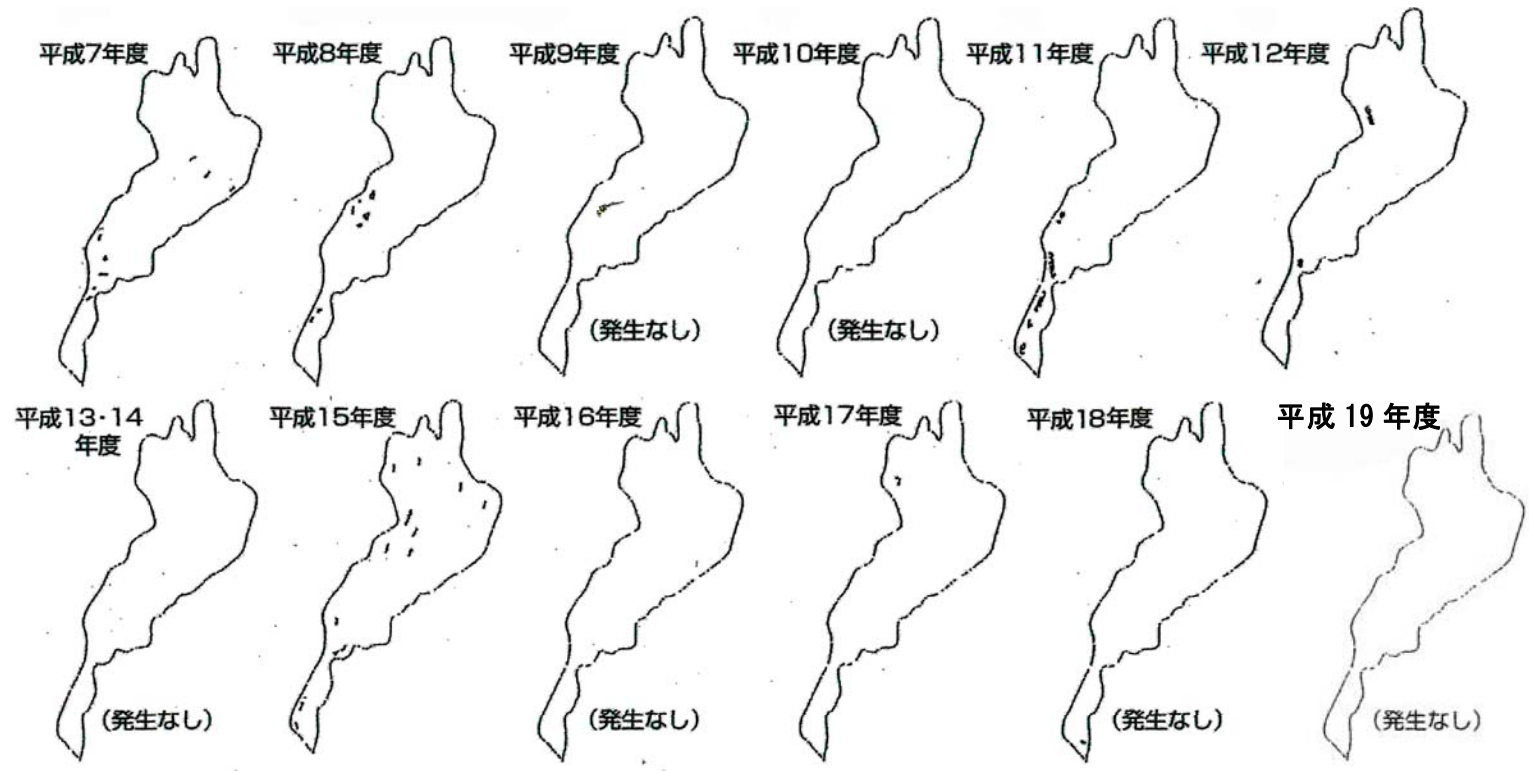


図 4.2-12(2) 琵琶湖における淡水赤潮発生水域の経年変化 (1995～2007年)

出典：滋賀の環境 2008 (平成 20 年版環境白書)



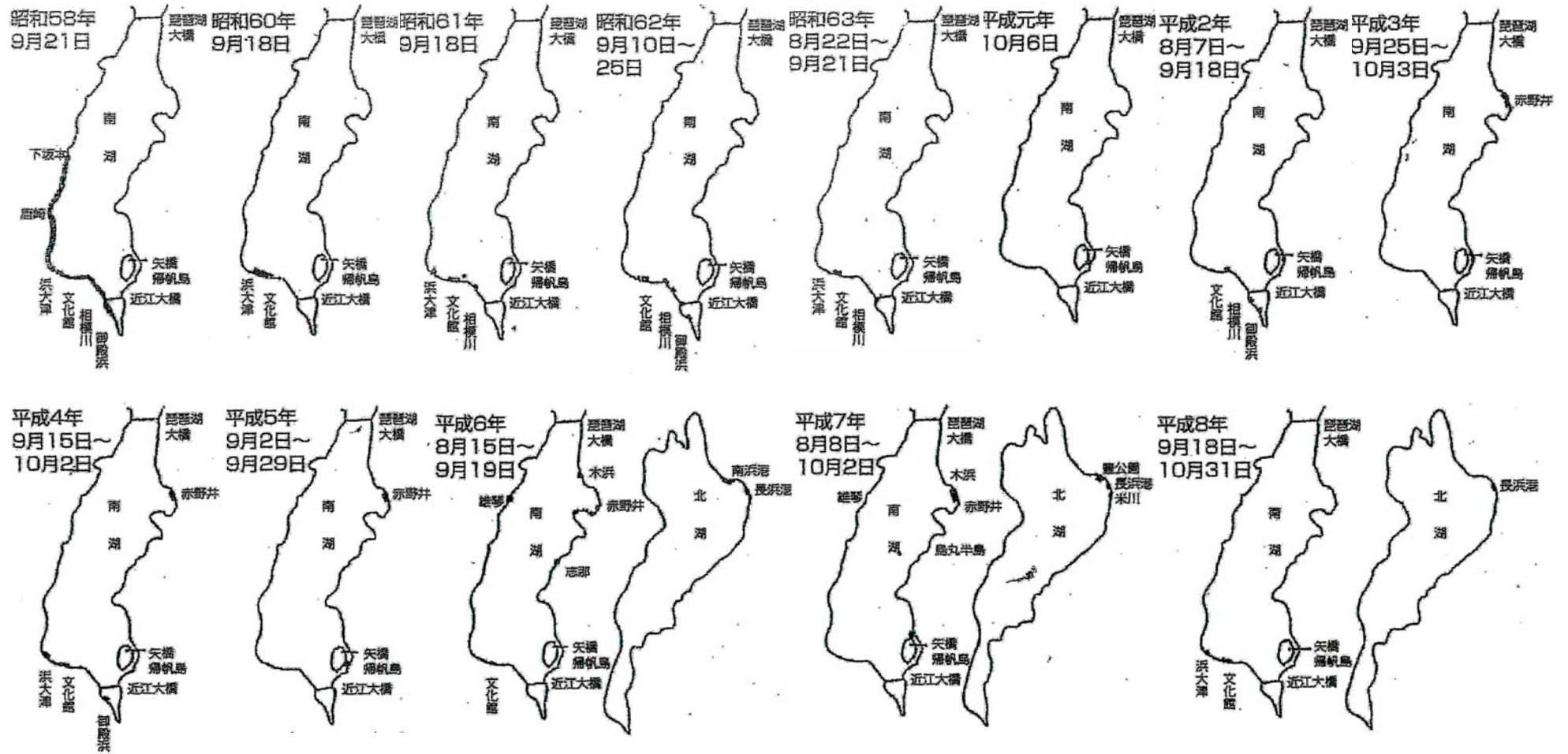


図 4.2-13(1) 琵琶湖におけるアオコ発生水域の経年変化 (1983~1996年)

出典：滋賀の環境 2008 (平成 20 年版環境白書)

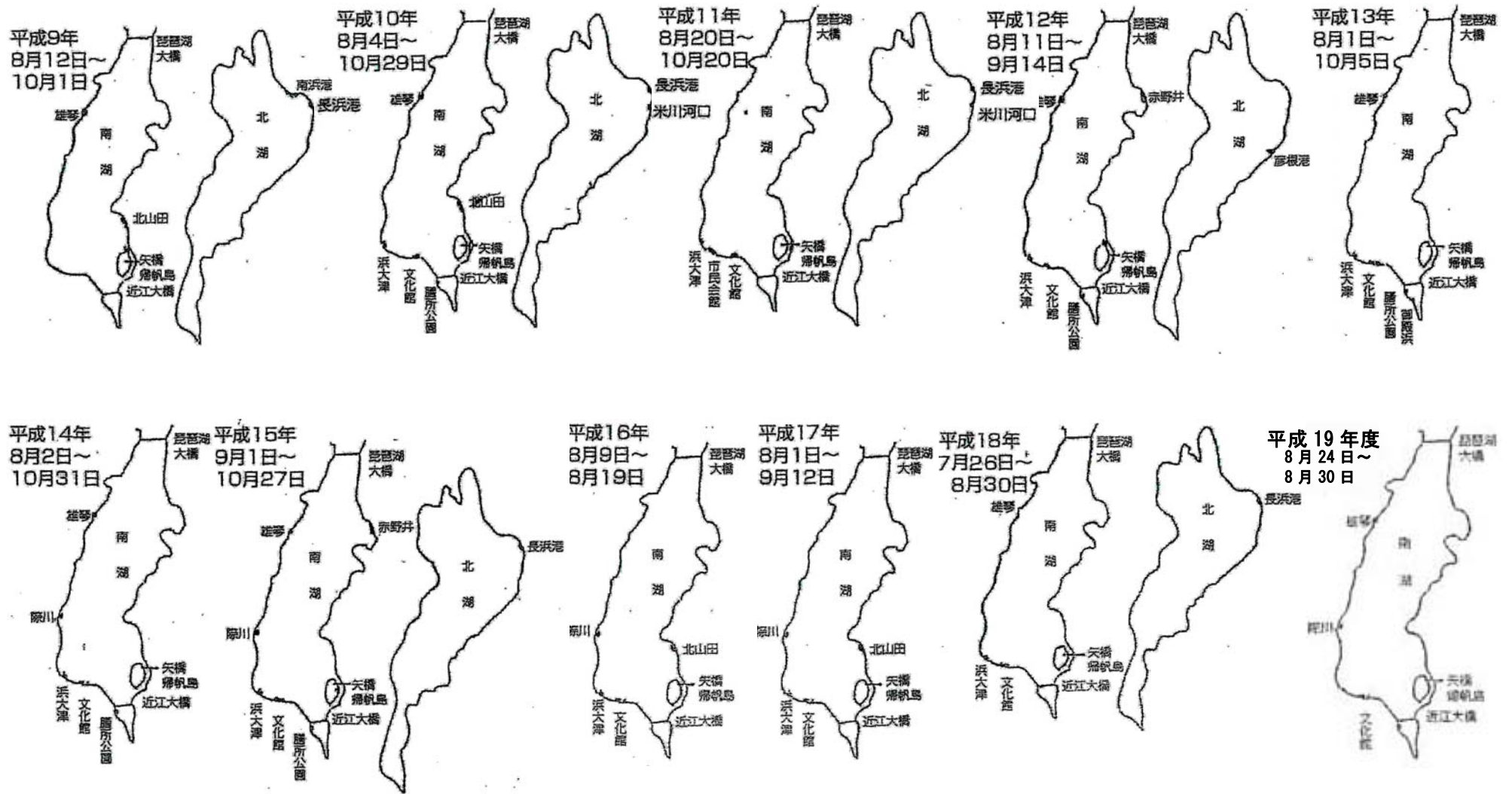


図 4.2-13(2) 琵琶湖におけるアオコ発生水域の経年変化 (1997～2007年)

出典：滋賀の環境 2008 (平成 20 年版環境白書)

### (3) 琵琶湖と流入河川の水質の比較

南湖の水質と南湖の流入河川水質を比較すると、BOD、T-N、T-P は流入河川水質の改善に伴って南湖の水質も改善傾向にあることが伺えるが、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、南湖では上昇傾向にある（図 4.2-14）。

北湖の水質と北湖の流入河川水質を比較すると、南湖と同様に BOD、T-N、T-P は流入河川水質の改善に伴って北湖の水質も改善傾向にあることが伺えるが、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、北湖では上昇傾向にある（図 4.2-15）。

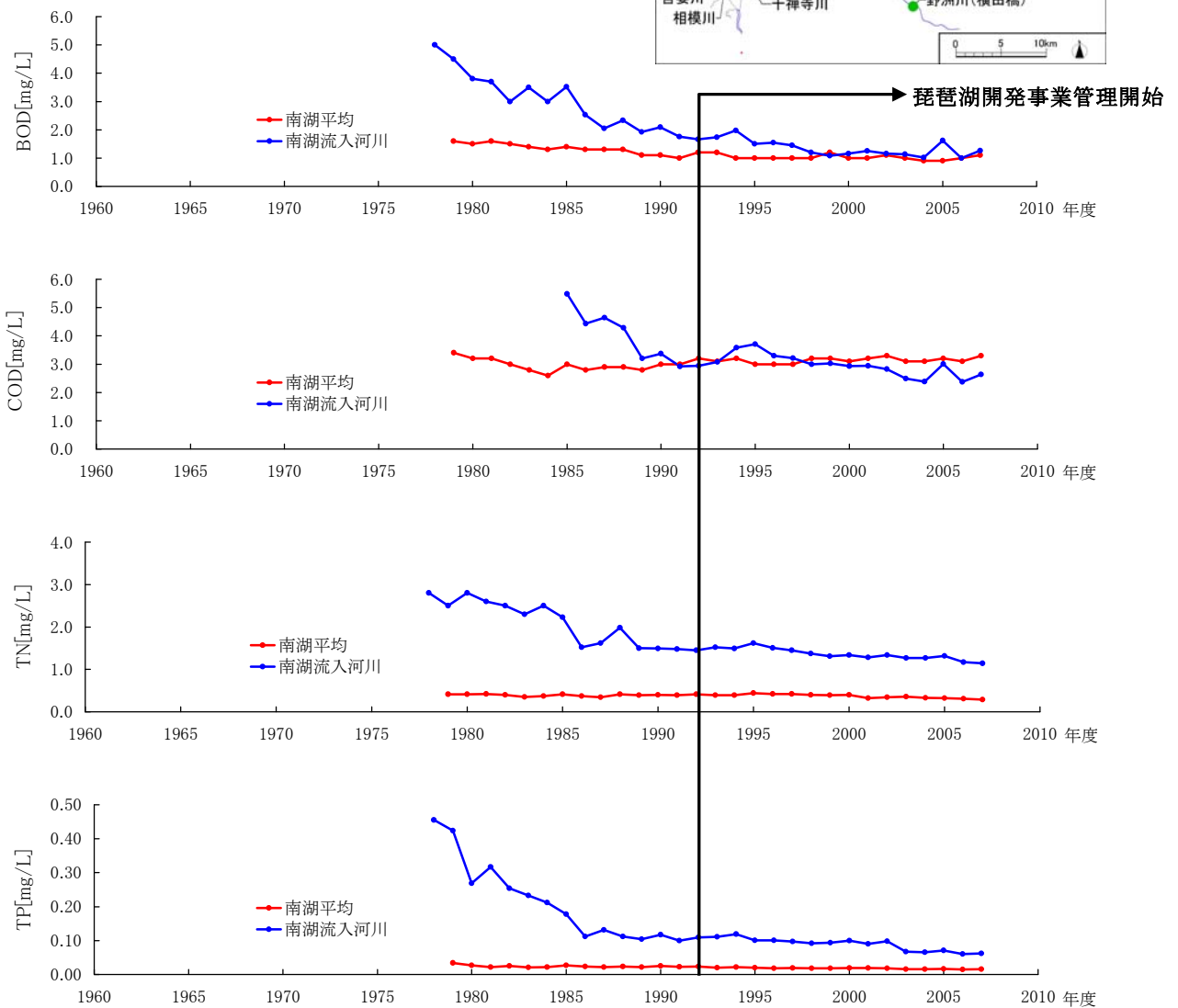
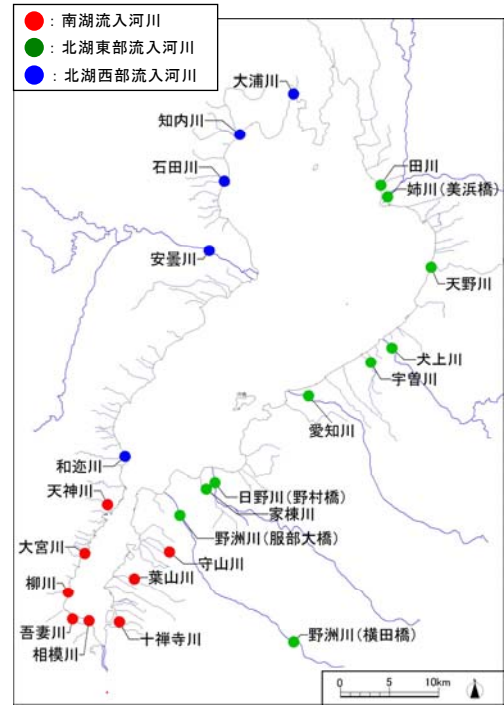


図 4.2-14 南湖および南湖流入河川の水質の比較（1978～2007年）

注) 南湖流入河川：南湖流入河川 10 河川(12 地点)平均（表 4.2-3 参照）

出典：滋賀県環境白書および滋賀の環境 2008 より作成

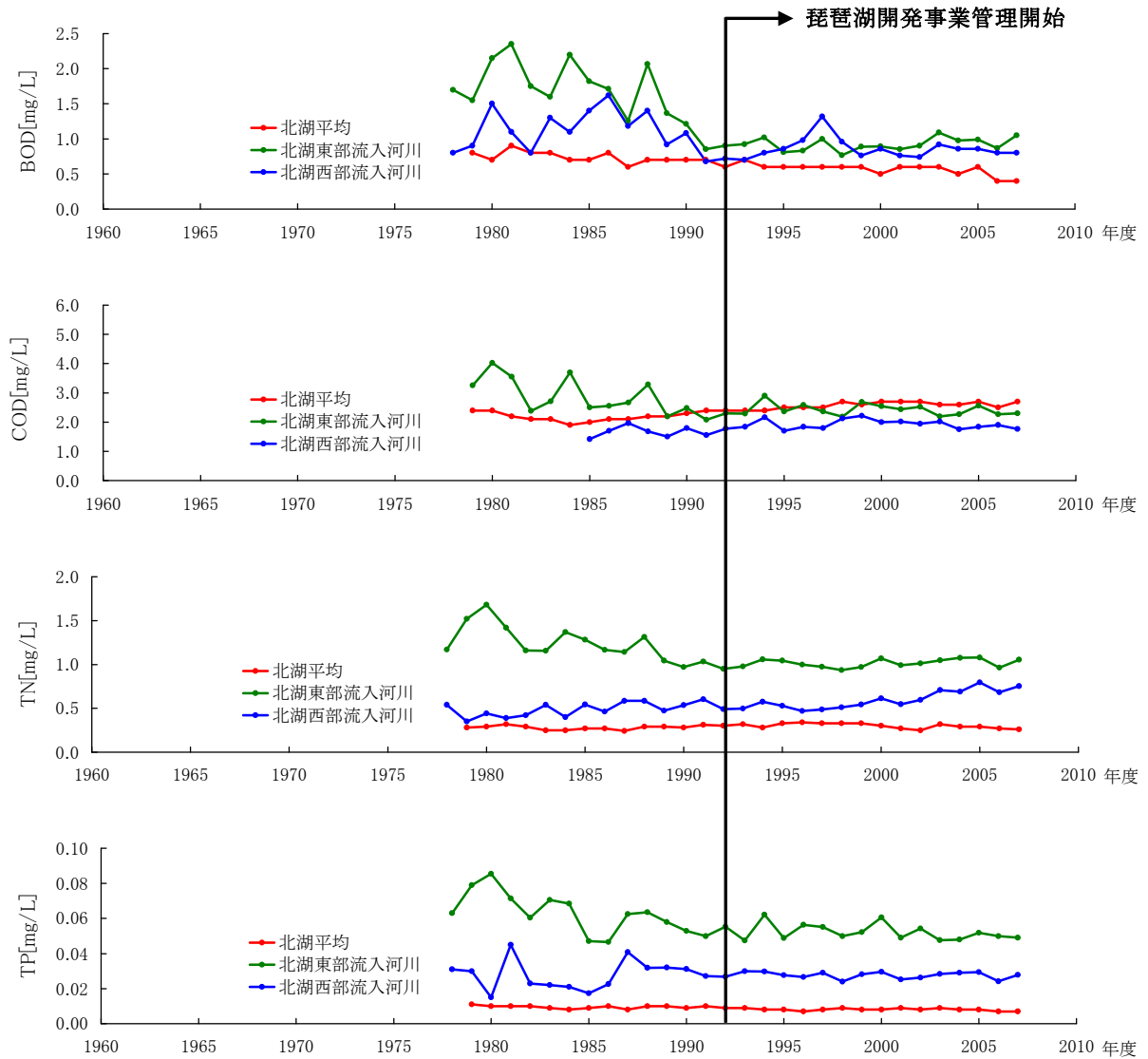


図 4.2-15 北湖および北湖流入河川の水質の比較 (1978~2007 年)

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 4.2-3 参照)

出典：滋賀県環境白書および滋賀の環境 2008 より作成

## 4.3 内湖の水文・水質

### 4.3.1 基本事項の整理（調査内容）

津田江湾、木浜内湖では、水質の詳細な変化の把握とともに、琵琶湖総合開発事業による内湖化の影響予測、湖岸堤建設工事による影響把握、水位保持操作時における水質の監視が行われている。大同川では水位保持操作が行われている。

とりまとめは津田江・木浜内湖については、水位保持操作と水質について評価し、大同川については水位保持操作について整理した。津田江・木浜内湖の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 4.3-2 に示す。

表 4.3-1 取りまとめの対象とした項目

項目	津田江・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・木浜内湖水質調査実施状況

対象地点		頻度	所管	項目
分類	地点名			
津田江	A（水面下 0.2m）	毎月	水資源機構	定期調査 （pH、SS、DO、COD、全窒素、 NO <sup>3</sup> -N、全リン、S・PO <sup>4</sup> -P、クロ ロフィル a）
木浜	A			
津田江	A, b, c, d, e, f, g, h	4, 5, 7, 8, 10, 11, 1, 2 月	水資源機構	補足調査 （pH、COD、クロロフィル a）
	A（下層）	6, 9, 12, 3 月		補足調査 （DO）
津田江	A（水面下 0.2m）	毎週 （7～9 月）	水資源機構	夏季巡視調査 （COD）
木浜	A			

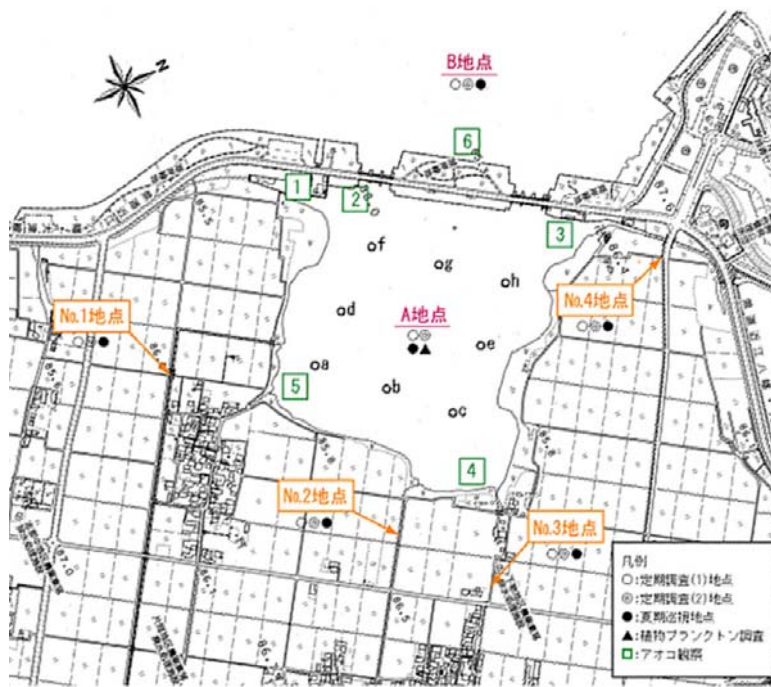


図 4.3-1 津田江内湖水質調査位置

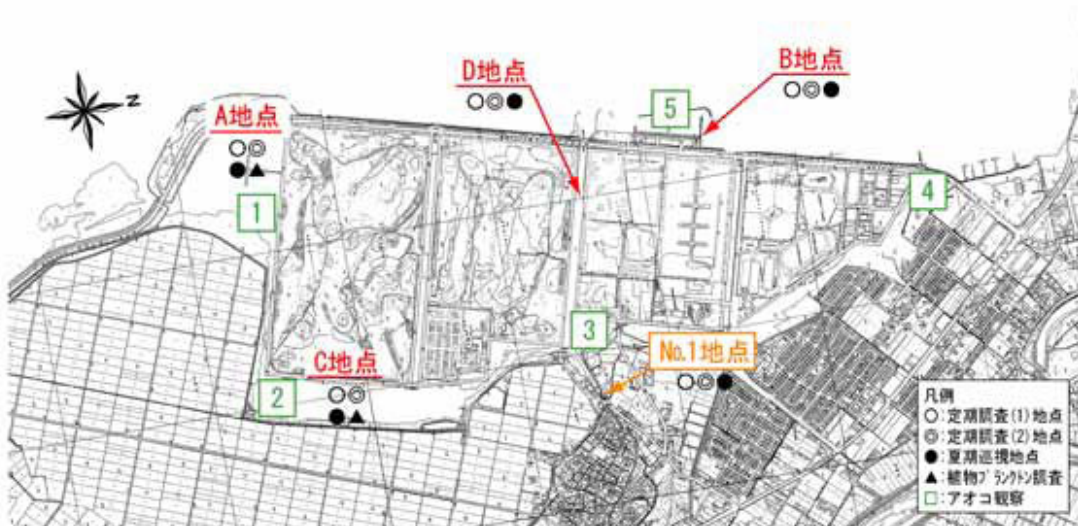


図 4.3-2 木浜内湖水質調査位置

### 4.3.2 水文調査結果

琵琶湖の水質回復、環境保全、治水、利水をその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造内湖（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。

淡水真珠養殖が行われている津田江内湖、木浜内湖では、内湖の環境および水位を維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。

外水位が低下し、内水位が基準水位（T.P. +84.371m）-0.3m（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。

なお、木浜内湖では管理移行後から2005年度までは水位保持操作を琵琶湖水位-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しており、2006年度は琵琶湖水位-40cm、2007年度は-50cmで開始している。今後2011年度まで琵琶湖水位-50cmで水位保持操作を開始する予定である。

また、大同川においては琵琶湖水位低下時の上流側の水位維持のため水位保持操作を行っている。

1992年の管理移行後の状況を把握するため、津田江・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. Lm)	目的
津田江内湖	-0.30	内湖の環境および水位維持 (淡水真珠養殖への対応)
木浜内湖	2005年度まで：-0.30 2006年度：-0.40 2007～2011年度：-0.50	
大同川	毎年 3/22～9/15：-0.07 9/16～3/21：-0.27	



図 4.3-3 津田江内湖と木浜内湖の位置



図 4.3-4 および図 4.3-5 に 1985 年度以降の津田江・木浜両内湖と琵琶湖の水位の経日変化を、図 4.3-6 に 1992 年度以降の大同川水位と琵琶湖の水位の経日変化を示す。1994 年、2000 年、2002 年の渇水で琵琶湖水位が低下しても内湖および大同川の水位は保たれた。

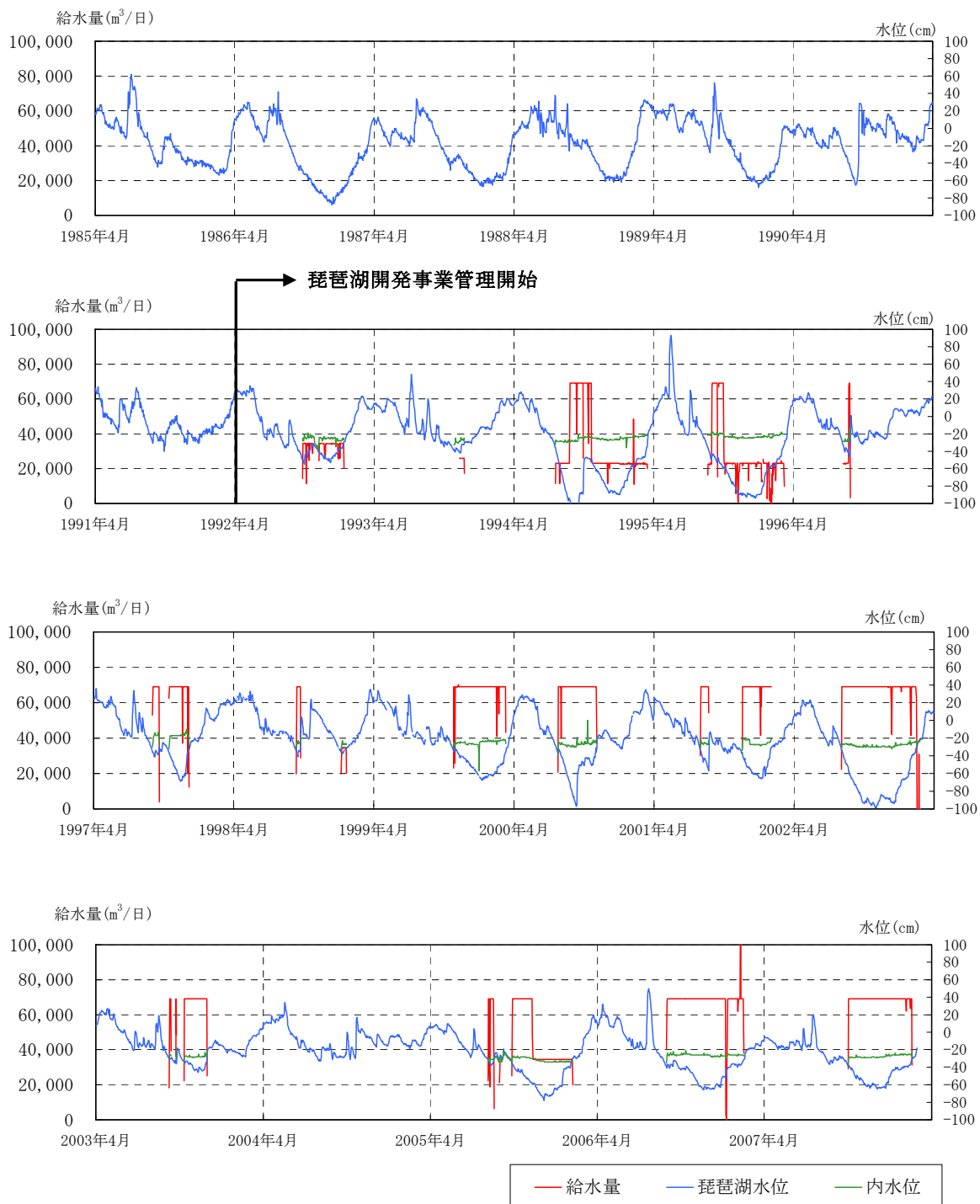


図 4.3-4 津田江内湖と琵琶湖水位の経月変化 (1985 年度～2007 年度)

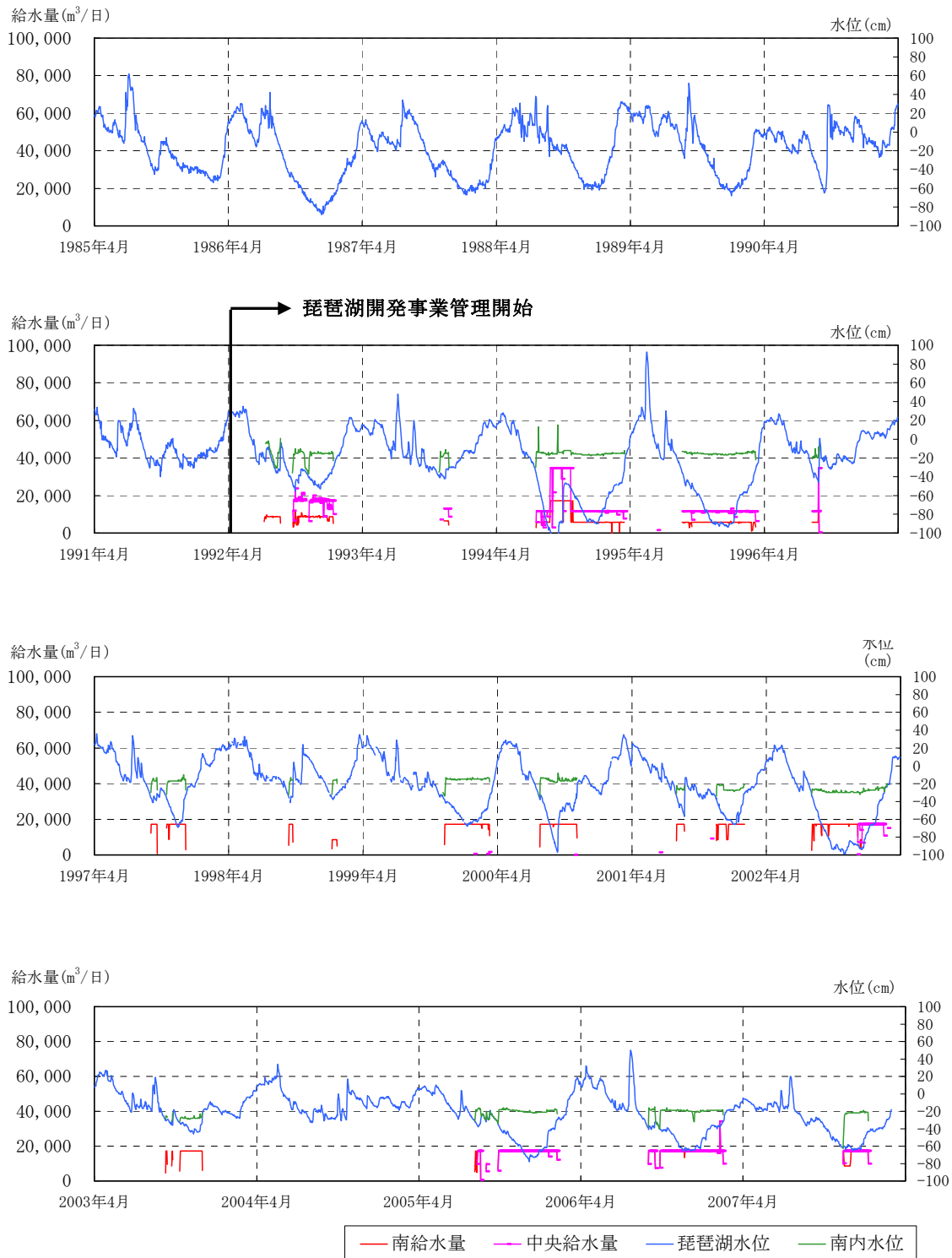


図 4.3-5 木浜内湖と琵琶湖水位の経月変化 (1985年度～2007年度)

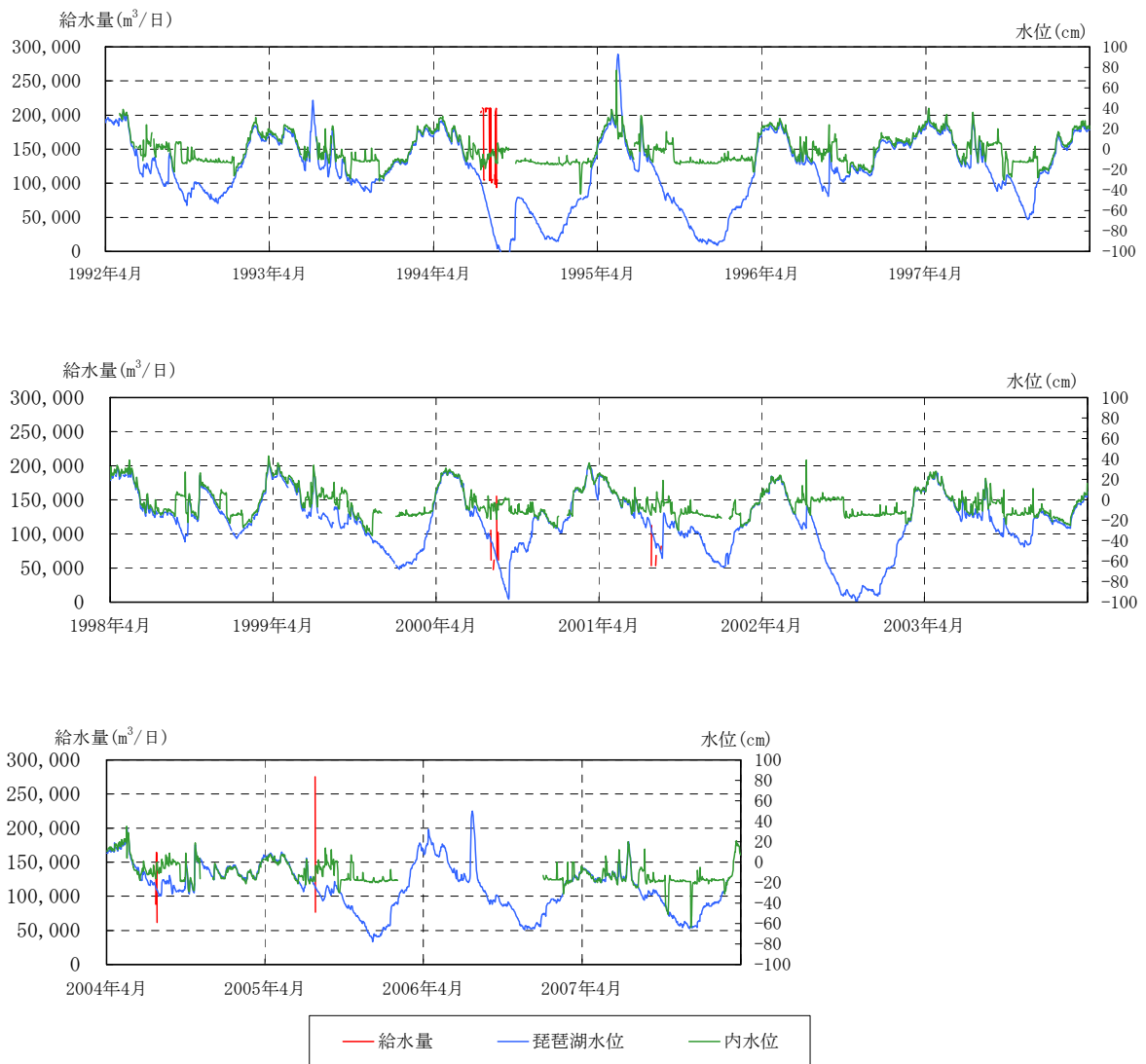


図 4.3-6 大同川と琵琶湖水位の経月変化 (1992 年度～2007 年度)

### 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および木浜内湖の水質の経年変化を図 4.3-7、図 4.3-8 に示す。

津田江・木浜内湖では、水質保全目標を、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としている。なお、湖岸堤建設以前の水質は津田江内湖の中央部で概ね 6mg/l 程度、木浜内湖の残存水面では概ね 3~5mg/l 程度であった。

とりまとめは 1985~2007 年のデータを使用し、1992 年の管理移行後の状況を把握するため、管理移行前の 1985~1991 年との比較や、水質保全目標との比較を行った。

#### (1) 津田江内湖

津田江内湖の湖岸堤建設工事は 1986 年に開始し 1989 年に終了している。津田江内湖の水質は 1985 年以降、一時的に大きな値となることはあるものの、1985 年度から 2006 度にかけて大きな変化はなく、目立った傾向もみられなかった。

水質保全目標 (COD6mg/l) と比較すると、COD は、内湖中央部である津田江 (A) 地点の値は本年度まで概ね 6mg/l 前後で推移しており、湖岸堤建設以前の水質と近い状態を維持している。SS、クロロフィル-a、pH、T-N、T-P、NO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、DO についても大きな値となることはあるものの一時的なものであり、概ね管理移行前の水準と近い状態を維持している。

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。

- ・ 下物地区・・・1989 年 12 月
- ・ 片岡地区・・・1991 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 4.3-7 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 年に開始し 1989 年に終了している。1988 年以降木浜内湖の COD が上昇しており、湖岸堤建設により閉鎖性が高まった影響の可能性が考えられる。

水質保全目標と比較すると、COD については、残存水面である木浜 (A) 地点の値は概ね 5mg/l 程度で本年度まで推移しており、湖岸堤建設以前の水質と近い状態を維持している。SS、クロロフィル-a、pH、T-N、T-P、NO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、DO についても大きな値となることはあるものの一時的なものであり、概ね管理移行前の水準と近い状態を維持している。

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
- ・ 農業用水浄化施設整備・・・2005 年

また、木浜内湖では滋賀県南部振興局河川砂防課が水質浄化を目的に平成 13 年より浚渫工事を行っている。

公共下水道及び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 4.3-8 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。

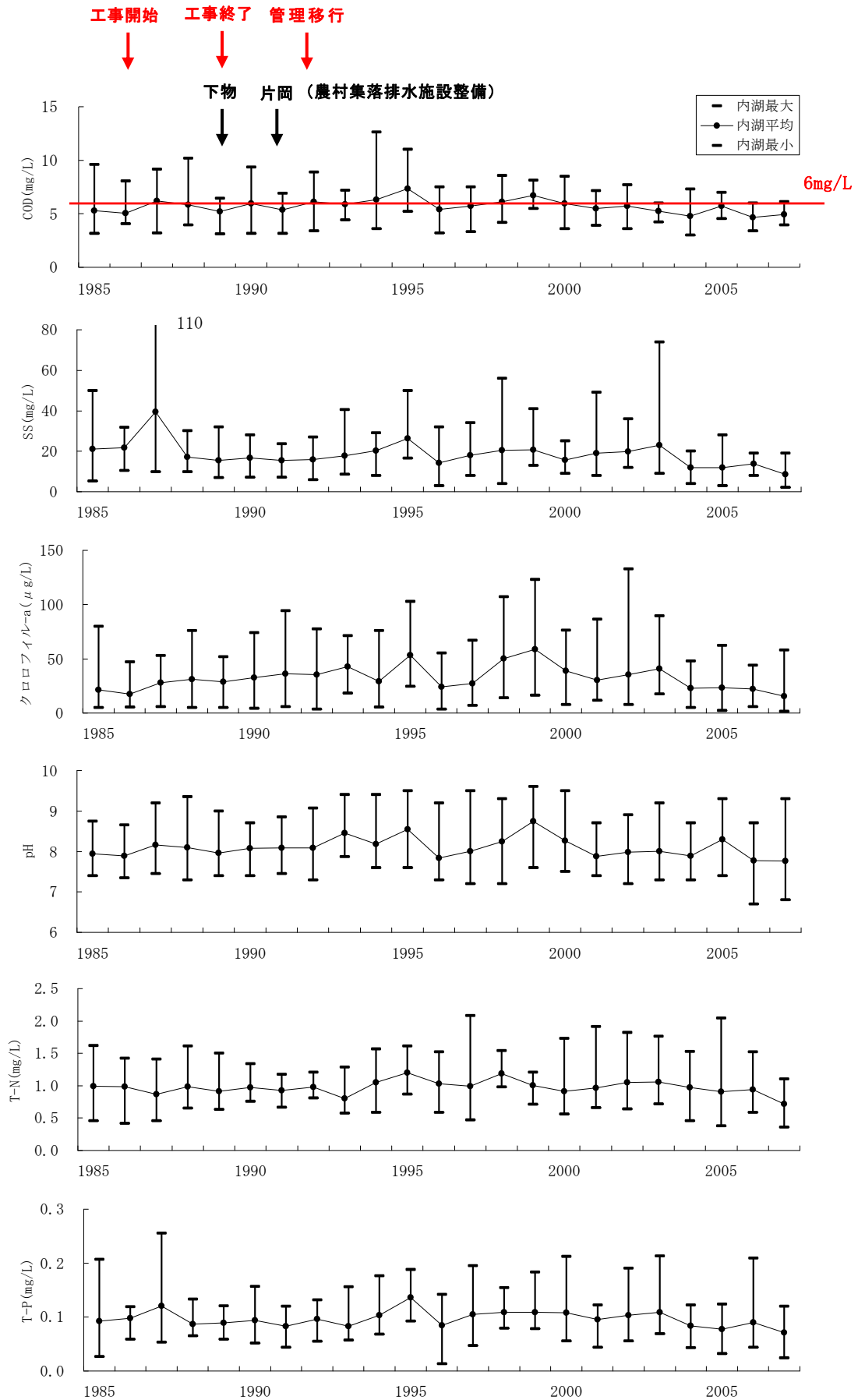


図 4.3-7(1) 津田江内湖の水質 (1985~2007年)

注) 図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

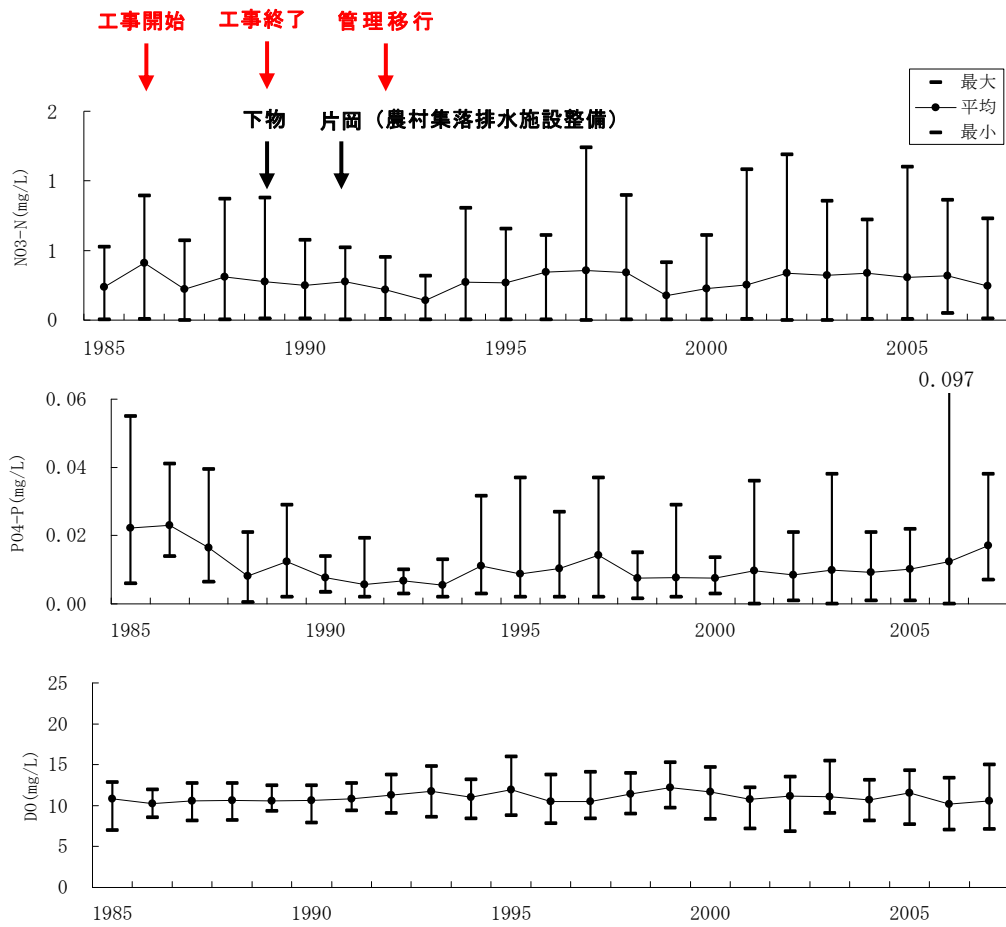


図 4.3-7(2) 津田江内湖の水質 (1985~2007年)

注)図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

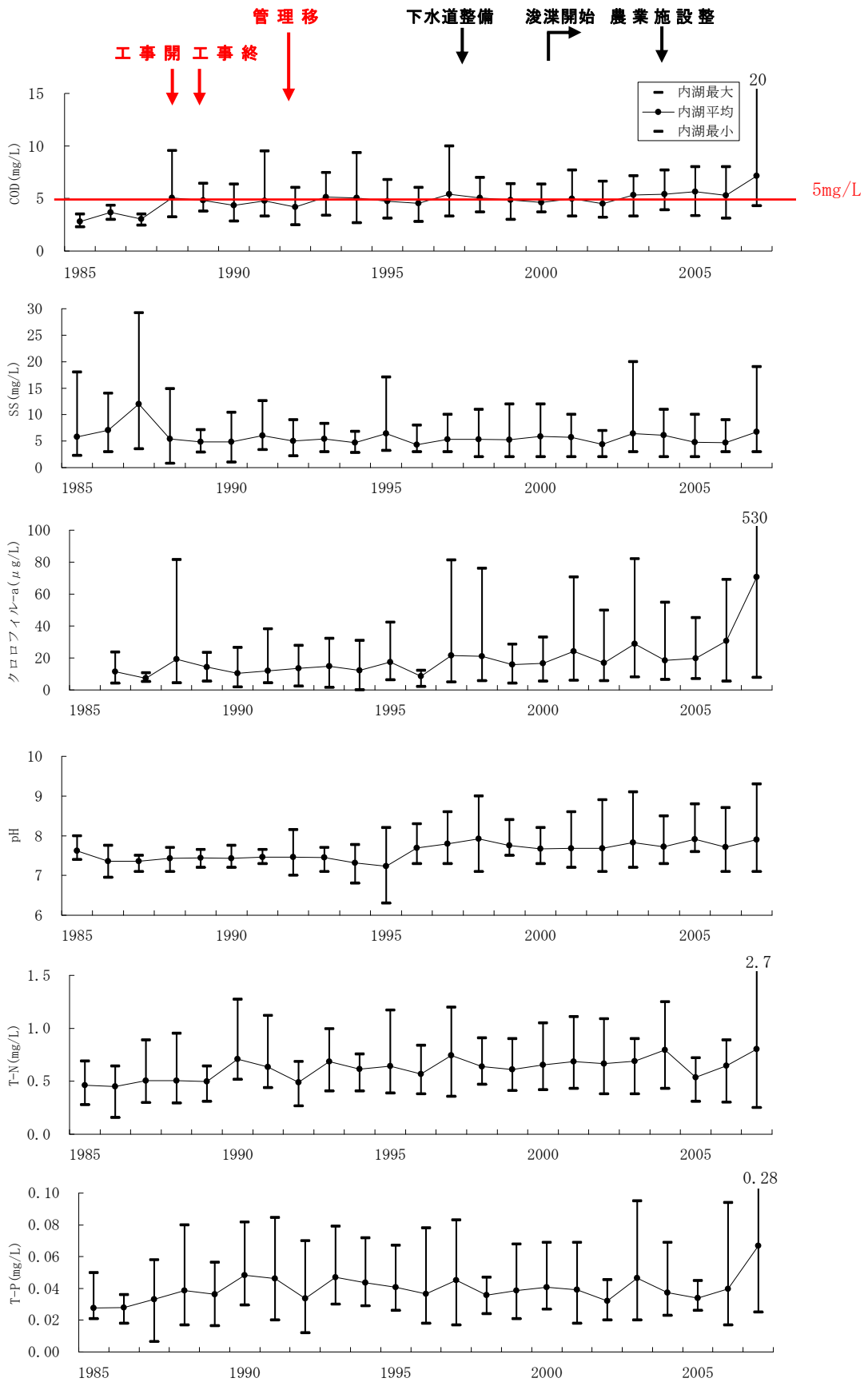


図 4.3-8(1) 木浜内湖の水質 (1985~2007年)

注)図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。

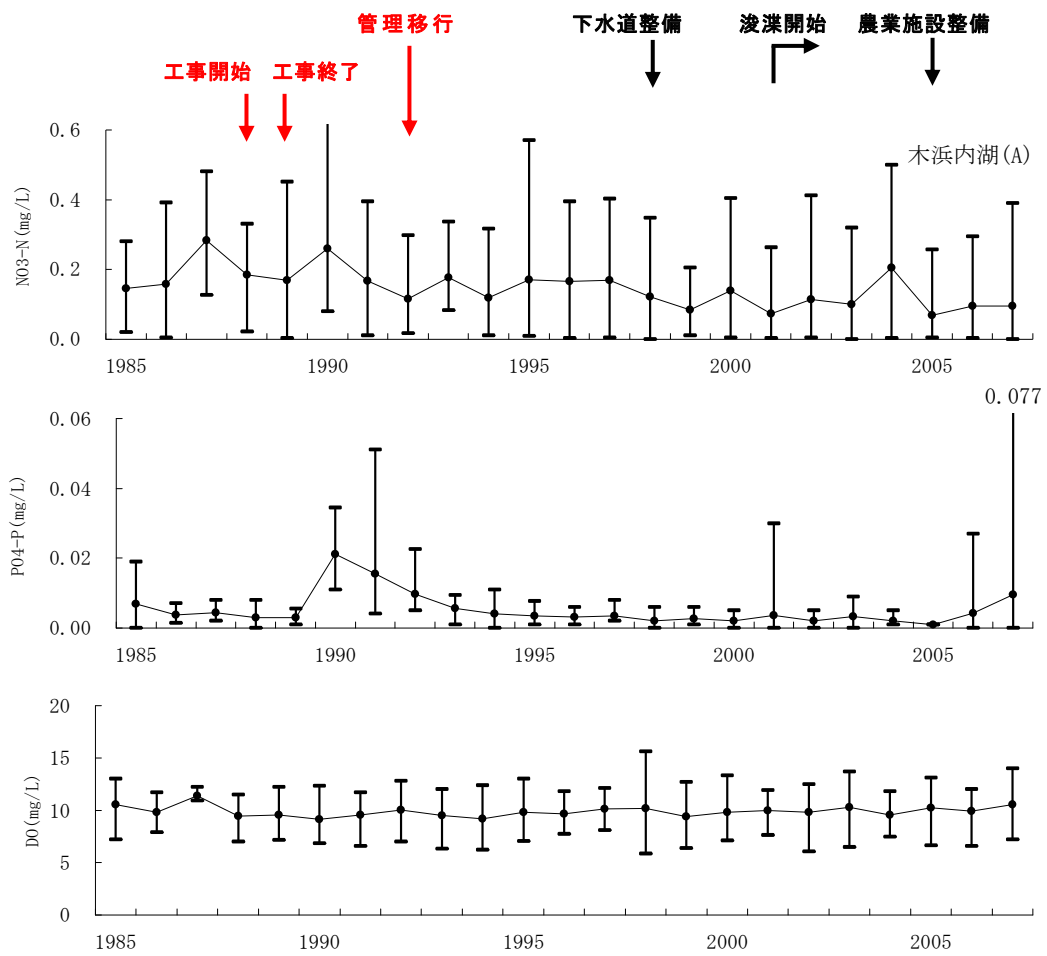


図 4.3-8(2) 木浜内湖の水質 (1985~2007年)

注)図中の「工事」は湖岸堤建設工事である。



#### 4.3.4 水位保持操作の効果

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。2005年度における内湖、外湖のそれぞれの水位、水質の変動を図 4.3-9 に示す。水位保持操作時の内湖と外湖との水質濃度の差は、平常時と同程度か、むしろ小さくなっている。浅い湖沼において水位が低下したときは、富栄養化現象が短期間で進む可能性が考えられるが、水位保持操作により軽減されていると考えられる。

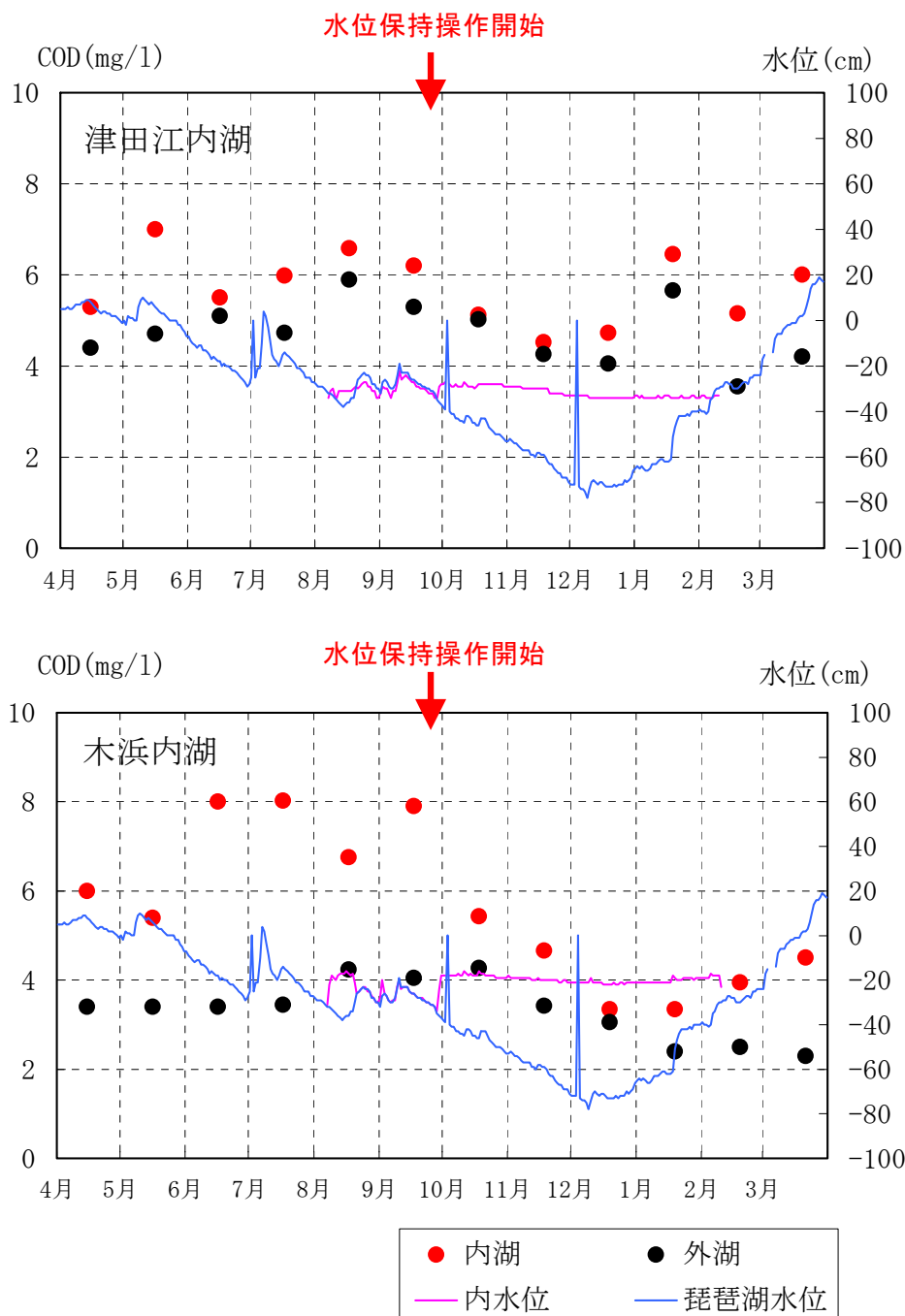


図 4.3-9 内湖、外湖における水位保持操作時の水質の変化（2005年度）

1992 年～2007 年度の水質データをもとに、津田江および木浜内湖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検討を行った。

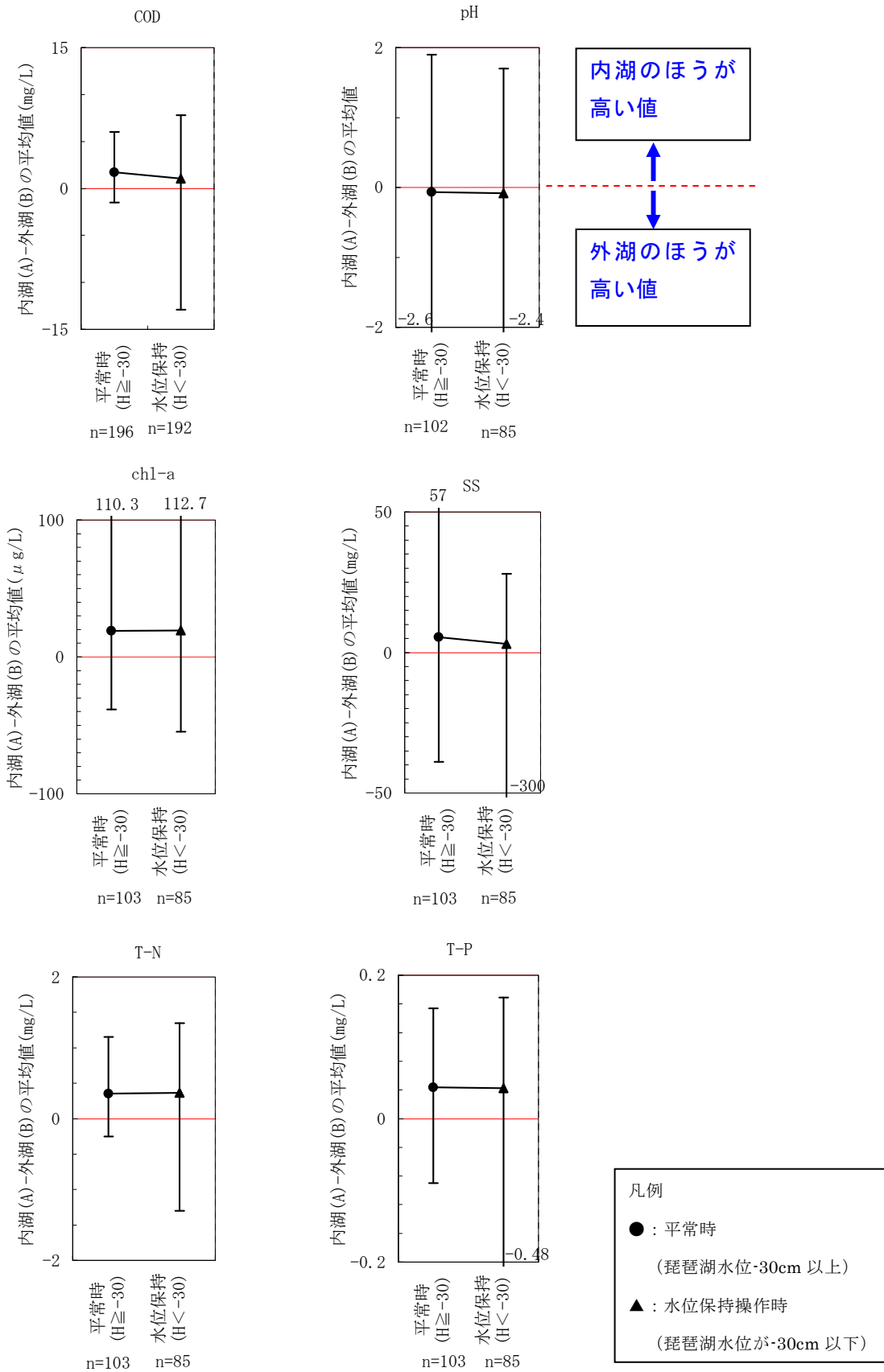
#### (1) 津田江内湖

管理移行後（1992～2007 年度）の平常時（琵琶湖水位-30cm 以上）および水位保持操作時（琵琶湖水位-30cm 以下）の内湖(A)と外湖(B)の水質濃度の差の年平均値および範囲（最大値、最小値）を図 4.3-10 に整理した。

図中の 0（赤線）よりも値が大きければ、内湖(A)のほうが外湖(B)より値が高く、小さければ内湖(A)のほうが外湖(B)より値が低いことを表す。

浅い湖沼において水位が低下したときは、富栄養化現象が短期間で進む可能性が考えられ、内湖(A)の COD、クロロフィル a、SS、T-N、T-P の値は水位保持操作の有無に関わらず、常に外湖の値より高かった。水位保持操作時および平常時を比較すると、内湖(A)と外湖(B)の pH、クロロフィル a、T-N、T-P の値の差はほぼ変わらず、COD、SS については水位保持操作時のほうがやや差が小さくなっており、水位保持操作による効果と考えられる。

平常時より水位保持操作時のほうが内湖の SS の値が小さくなるのは、ゲートを閉鎖することにより外湖の波浪の影響を遮断し、内湖における SS の低下効果があると考えられる。



※H : 琵琶湖水位

図 4.3-10 水位保持操作時と平常時の津田江内湖と外湖の水質の差

## (2) 木浜内湖

木浜内湖も津田江内湖と同様に、管理移行後（1992～2007年度）の平常時および水位保持操作時の内湖(A)と外湖(B)の水質濃度の差の年平均値および範囲（最大値、最小値）を図 4.3-11に整理した。木浜内湖では、1992～2005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年度は琵琶湖水位-40cm、2007年度は-50cmで開始しているため分けて整理した。

津田江内湖と同様に、木浜内湖(A)の水質は水位保持操作の有無に関わらず、外湖(B)の水質と比べて高い結果となっている。COD、クロロフィル *a*、T-NおよびT-Pは平常時より水位保持操作時のほうが内湖(A)と外湖(B)の差が小さい傾向にあり、水位保持操作による効果と考えられる。pHはその傾向はあまり明瞭でなかった。SSは平常時と水位保持操作時における内湖(A)と外湖(B)の差は変わらなかった。

また、水位保持操作の開始水位の違い（琵琶湖水位-30cm、-40cm、-50cm）を比較すると、平常時の内湖(A)と外湖(B)の差は-30cmよりも-40cmおよび-50cmのほうが大きい傾向にあるが、水位保持操作時は差が小さくなり、-30cmと-40cmおよび-50cmは同程度の差であった。

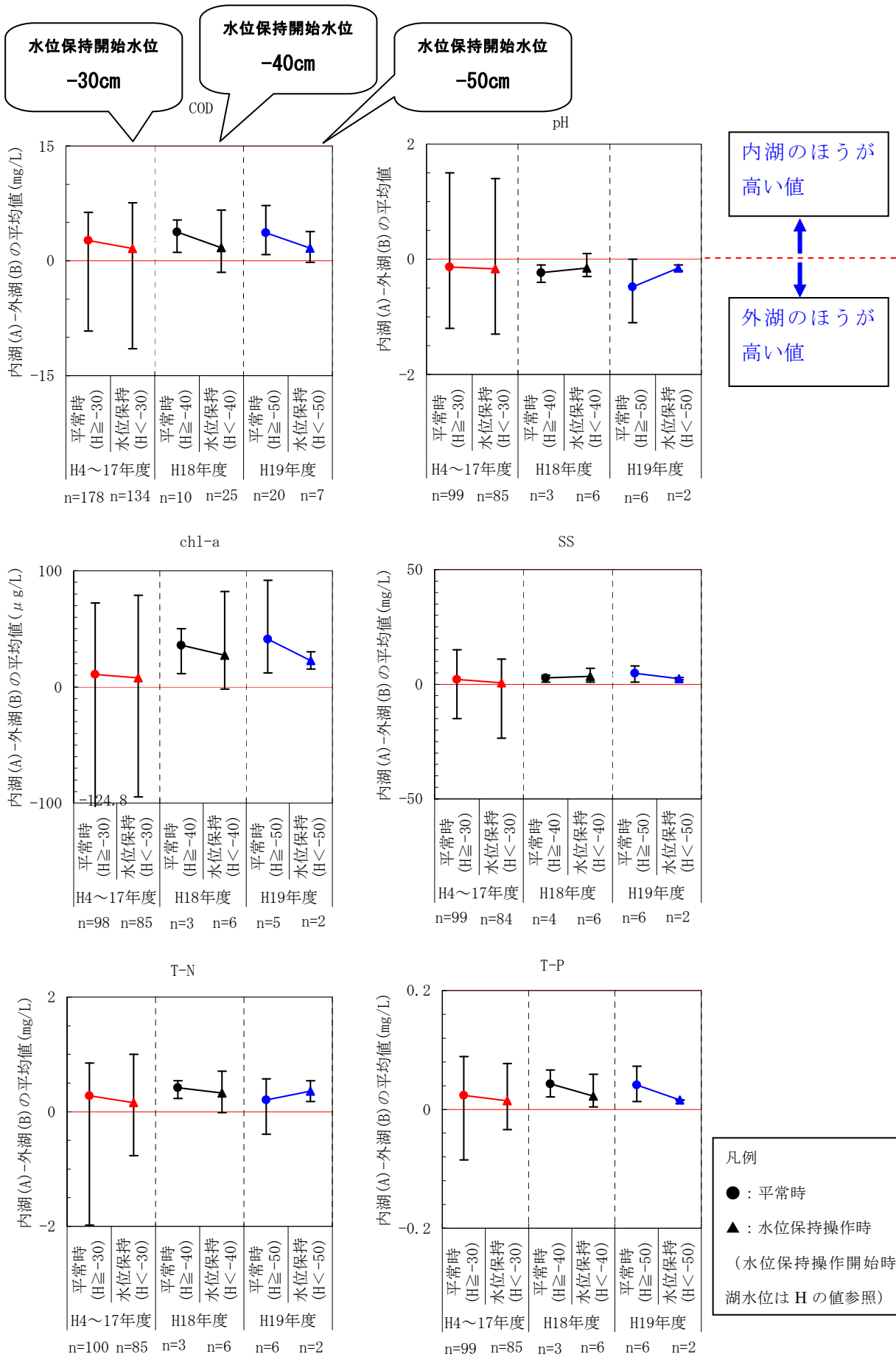


図 4.3-11 水位保持操作時と平常時の木浜内湖と外湖の水質の差

### (3) 内湖の水質に対する水位保持操作の効果

水位保持操作の有無に関わらず、津田江・木浜内湖の水質は外湖の水質と比べて高い。津田江・木浜の平常時における内湖と外湖の水質濃度の差(A-B)は、湖盆形態などの環境要因によって生じる水質差であり、津田江・木浜における通常の状態であると考えられる。

これまでの水質調査結果の整理から、津田江・木浜とも水位保持施設操作時の内湖と外湖の水質濃度の差は、平常時と同程度あるいは小さくなっていたことから、水位保持施設操作により、津田江内湖・木浜内湖の水質環境は平常時と同程度に維持する効果があると考えられる。

## 4.4 酸性雨

### 4.4.1 基本事項の整理（調査内容）

一般に湖沼では集水域の社会活動状況や自然条件を外部環境として、内部については流入水量、水理的特性、水質特性、生態系及びそれぞれの複雑な相互作用の動的平衡上に水環境構造が成立している。また、琵琶湖などの閉鎖性水域では水が滞留しやすく湖水では窒素、リンなど栄養塩を摂取して植物プランクトンが増殖し、これらの生物活動を通じた汚濁の蓄積、いわゆる富栄養化現象がみられる。琵琶湖の水質を考えるうえでもこの富栄養化現象は非常に大きなウェイトを持つと考えられる。このような観点から、昭和56年より実施された琵琶湖総合水管理研究委員会では琵琶湖の富栄養化の進行に着目した研究が行われてきた。これらの調査研究成果等をふまえて、平成3～5年に行われた琵琶湖水環境現況総合調査委員会では、琵琶湖の水質状況を把握するための調査の実施および、社会問題となっている酸性雨や有機塩素化合物等による新たな水環境汚染問題等への将来的な対応を検討する基礎情報を得ることを目的に設定した。

本調査は琵琶湖水環境現況総合調査委員会で検討され、国土交通省および水資源機構が調査を行っている。その調査結果を琵琶湖水質に影響を与える要因のひとつとして整理した。

とりまとめに用いた酸性雨ならびに関連項目（気象、河川及び琵琶湖水質）の観測状況を表4.4-1及び表4.4-2に、観測位置を図4.4-1に示す。

表 4.4-1 酸性雨観測実施状況

対象地点設置場所	頻度	所管	項目	期間
北部（丹生ダム建設所内）	降雨ごと	水資源機構	pH、導電率、硝酸イオン、硫酸イオン	1992.4～2005.12
南部（琵琶湖河川事務所内）	降雨ごと	水資源機構	pH、導電率、硝酸イオン、硫酸イオン	1992.4～2005.12

表 4.4-2 酸性雨観測結果との比較に用いた情報

対象地点		頻度	所管	項目	期間
区分	設置場所				
気象	虎姫	毎正時	彦根地方气象台	降水量	1992.4～2005.12
	大津	毎正時	彦根地方气象台	降水量	1992.4～2005.12
琵琶湖水質	北湖N局	毎正時	滋賀県	pH、導電率、全窒素、全リン	1992.4～2004.12
	唐橋流心	毎正時	水資源機構	pH、導電率、全窒素、全リン	1992.1～2005.12

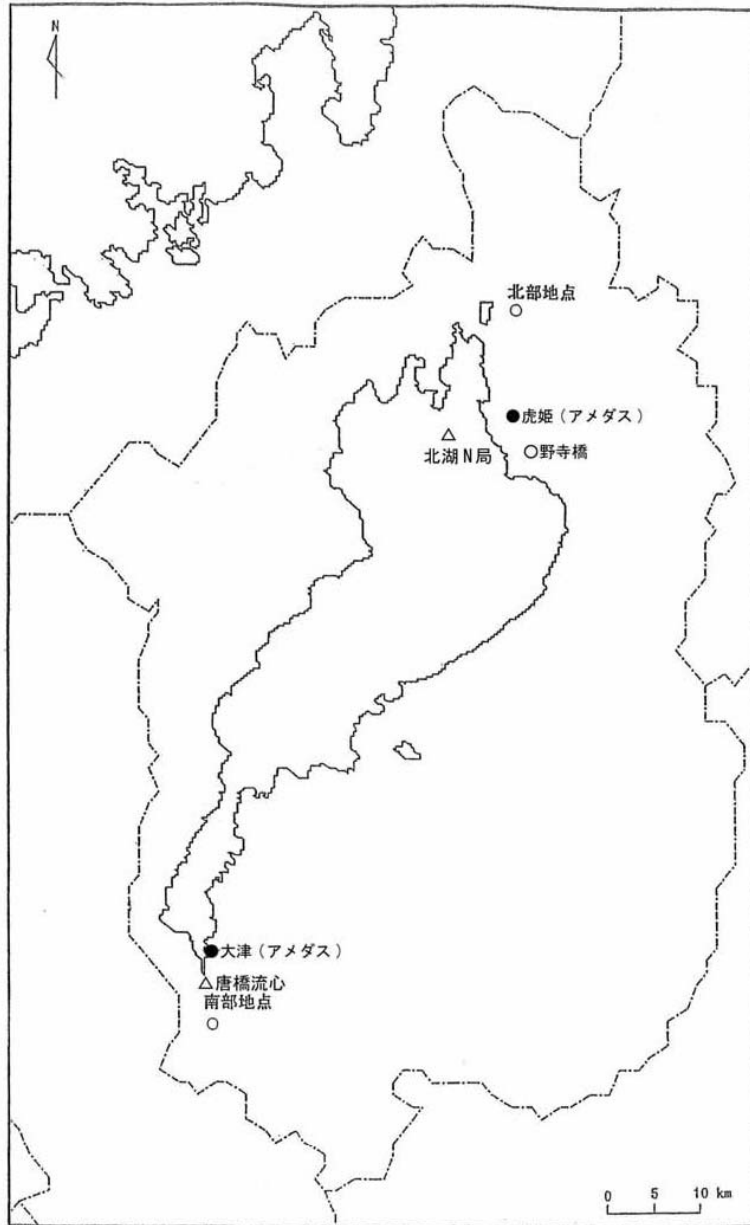


図 4.4-1 酸性雨観測位置と関連する気象・水質観測位置



#### 4.4.2 酸性雨観測結果

酸性雨は、化石燃料燃焼や金属精錬などにより大気中に放出される二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) や窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) などを起源とする酸性物質が、雨・雪・霧などに溶け込んで降ってくる現象である。この結果、河川・湖沼・土壌が酸性化し、建造物・文化遺産などに悪影響が及ぶことが懸念されている。物質の酸性、アルカリ性の度合いの指標として一般に水素イオン濃度 (pH) が用いられており、酸性度が強いほど pH は低くなる。純水 (中性) の pH は 7 であるが、降水には大気中の二酸化炭素が溶け込むため、人為起源の大気汚染物質が無かったとしても pH は 7 よりも低くなる。大気中の二酸化炭素が十分溶け込んだ場合の pH が 5.6 であるため、酸性雨の目安として pH5.6 以下とする場合が多いが、火山、アルカリ土壌など周辺の状態によっても本来の降水の pH は変わってくる (出典：気象庁 HP)。

酸性雨観測結果より pH、硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) の経年変化を図 4.4-2 に、pH の頻度分布を図 4.4-3 に示す。北部観測地点では 2000 年以降、南部観測地点では 1999 年以降 pH の年平均値が 4.5 前後から 4.7 前後に上昇している。硫酸イオンは年変動が大きいものの、pH と同様に、北部観測地点では 2000 年以降、南部観測地点では 1999 年以降低下傾向がみられる。地点間を比較すると、北部で高い傾向にある。硝酸イオンは、北部・南部観測地点とも概ね 1.5~3.5mg/L の範囲内で推移している。

頻度分布をみると、北部観測地点では 2000 年、南部観測地点では 1999 年以降、pH4 未満の発生頻度が少なくなり、逆に pH5 以上の発生頻度が多くなっている。しかし、依然として酸性雨の傾向は継続している。

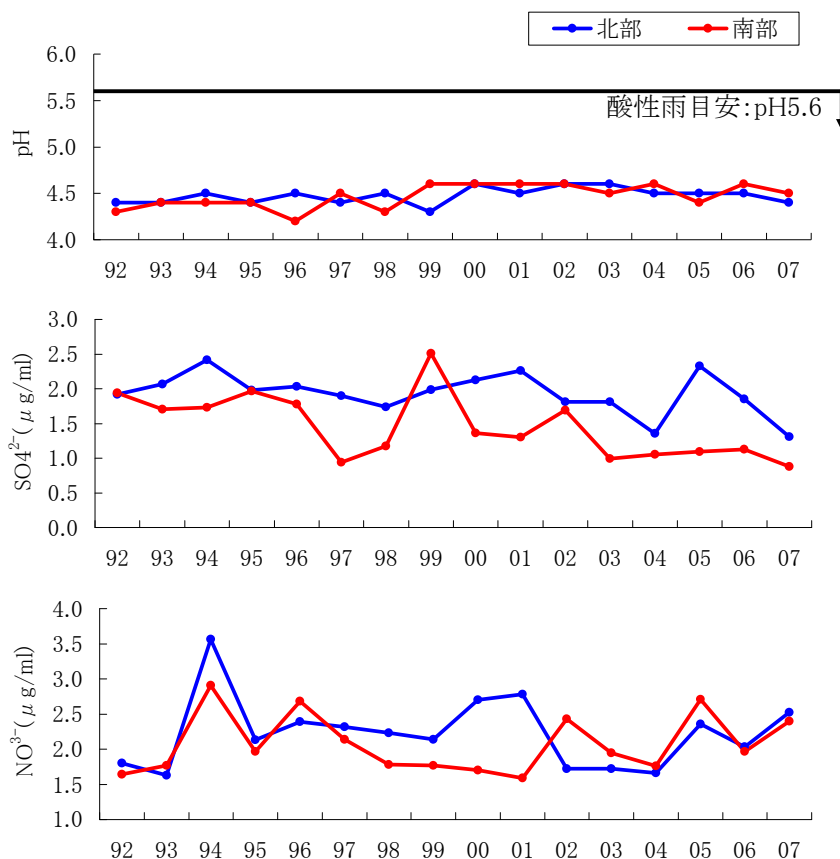


図 4.4-2 降雨の pH、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の経年変化 (1992~2007 年)

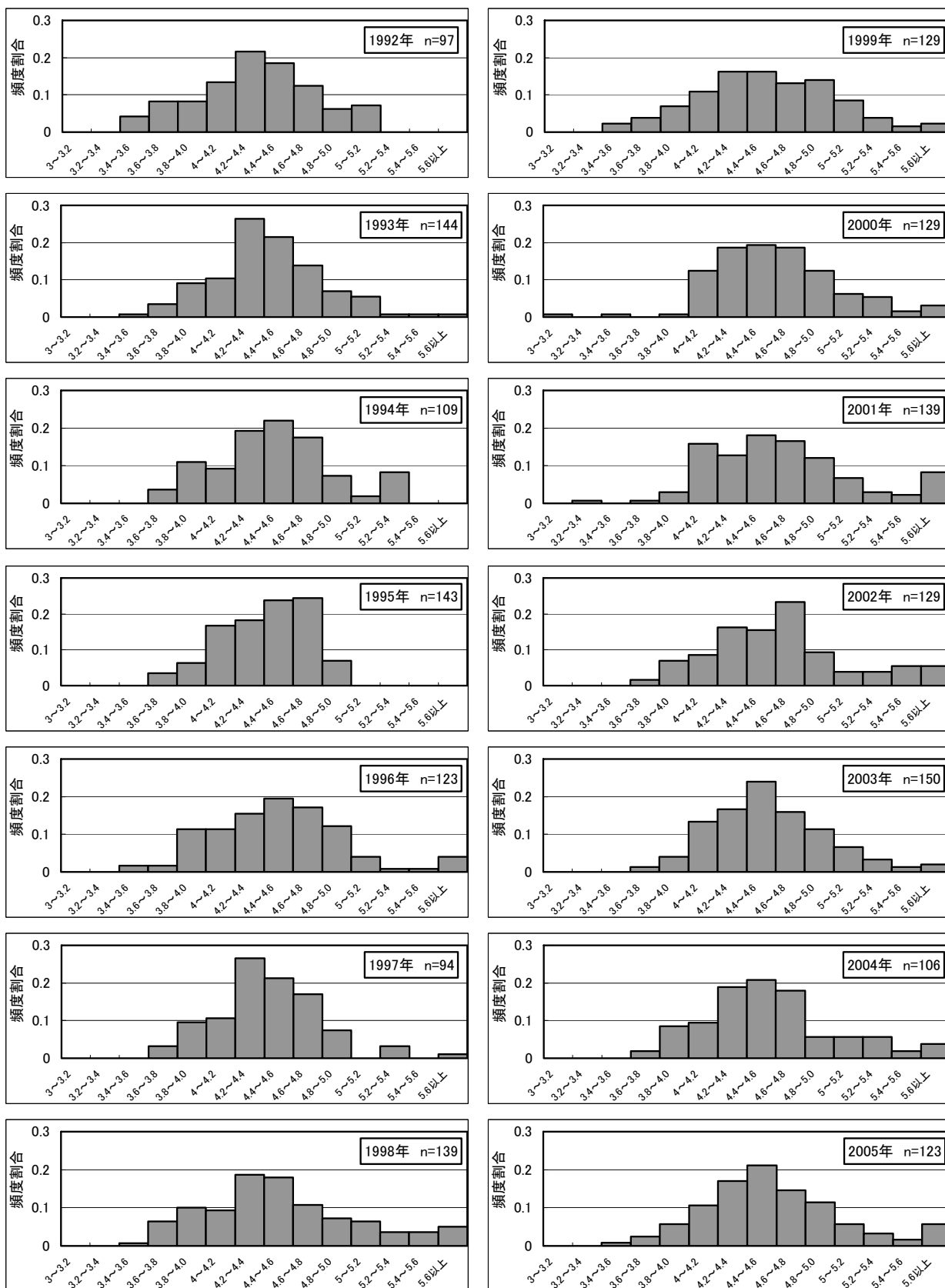


図 4.4-3 pH の頻度分布 (北部) (1992~2005 年)

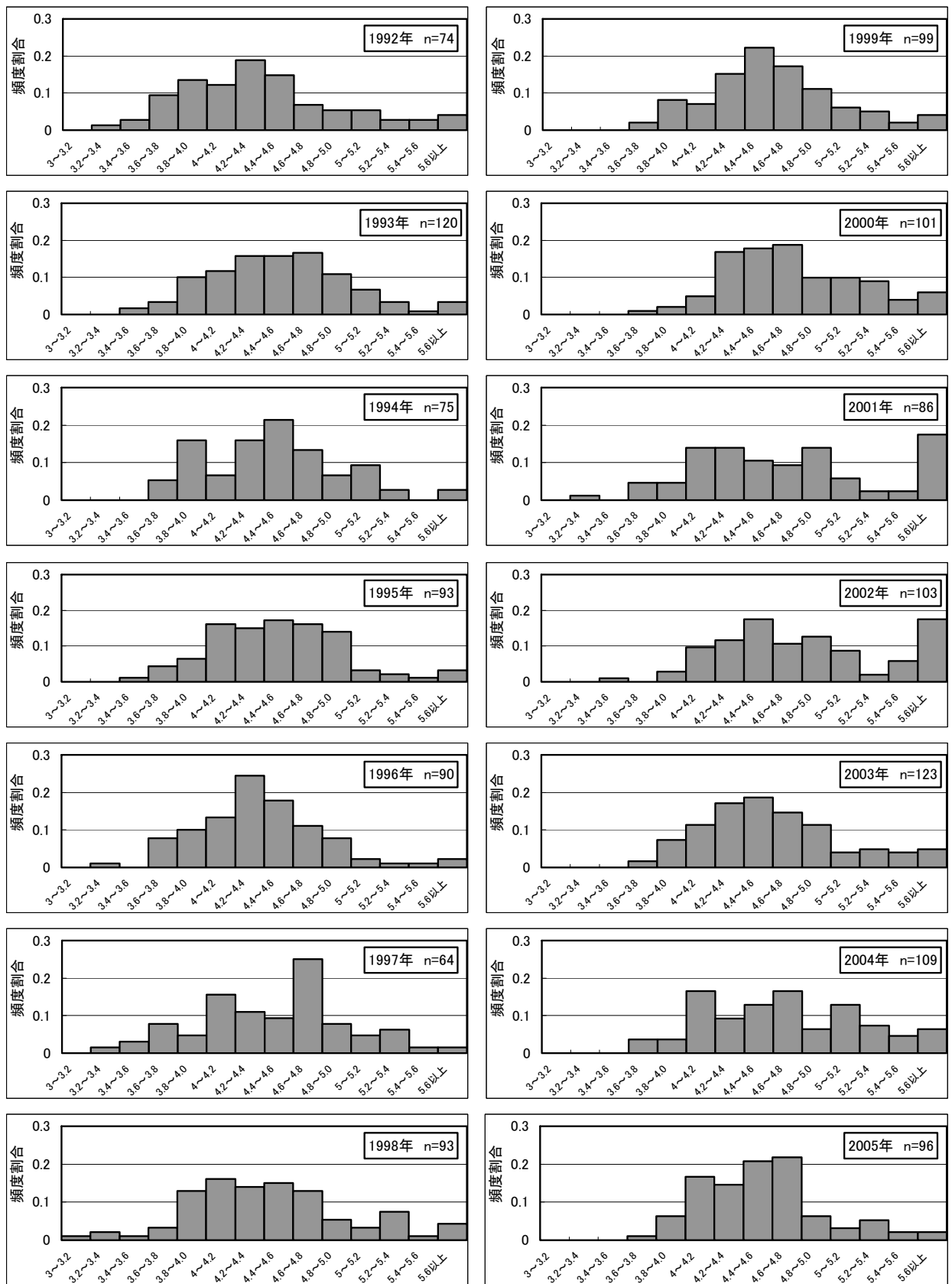


図 4.4-3 pH の頻度分布 (南部) (1992~2005 年)

### 4.4.3 初期降雨

琵琶湖酸性雨観測装置は降雨 0.5mm ごとに pH を測定していることから、降雨 0.5mm ごとの pH の値をプロットした。結果を図 4.4-4 に示す。北部・南部観測地点とも降雨初期に変動幅が大きく、後続降雨になるに従って変動が小さくなり一定値に収束する傾向が見られる。降り始めの降雨は、ウォッシュ・アウトによって、大気中の粒子・ミストを取り込む割合が高いため、降雨初期には近傍の大気汚染物質を反映した値となると考えられる。

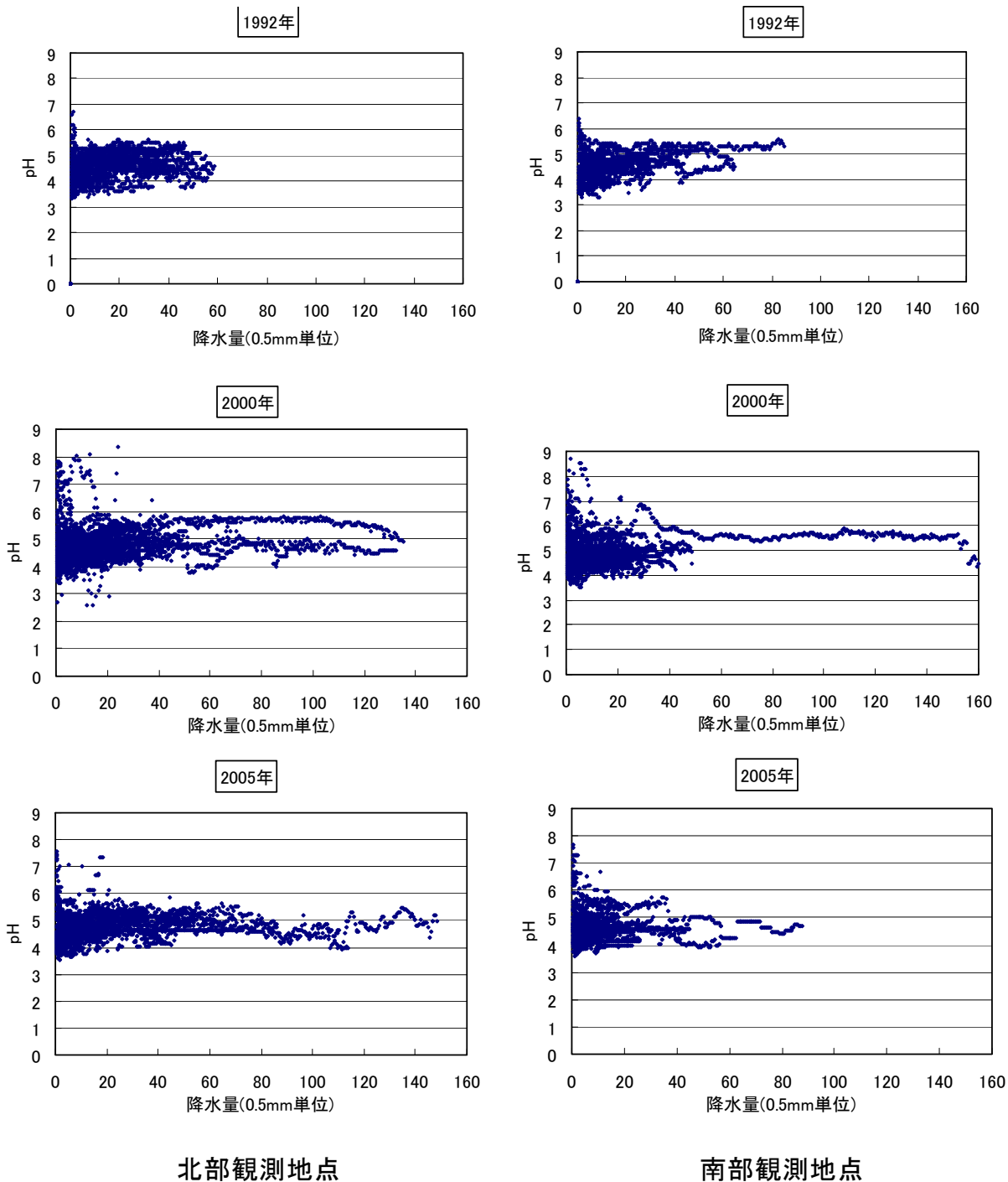


図 4.4-4 0.5mm ごとの降水の pH (1992~2005 年)

#### 4.4.4 酸性雨が琵琶湖水質に与える影響

北部・南部観測地点付近の琵琶湖水質調査地点である北湖N局および唐橋流心の経年変化を図 4.4-5 に示す。

pHは北湖N局では8.0前後、唐橋流心では7.5前後で経年的に横ばい傾向を示している。

T-Nは、北湖N局では0.03mg/L前後の安定した値で推移しており、唐橋流心では経年的に減少傾向を示している。

酸性雨の傾向は依然として見られるものの、北湖N局、唐橋流心ともにpHの低下やT-Nの上昇はみられず、酸性雨が琵琶湖水質に影響を与えている可能性は小さいと考えられる。

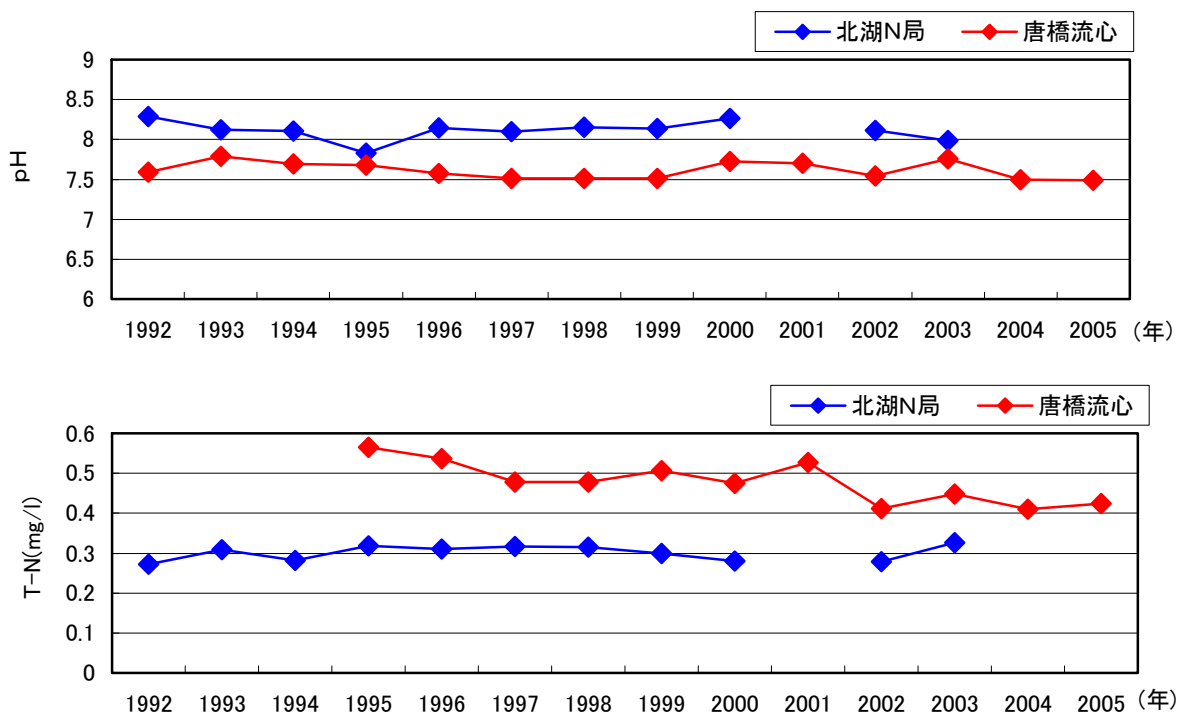


図 4.4-5 北湖N局、唐橋流心における pH、T-N の経年変化 (1992~2005 年)

#### 4.5 まとめ（案）

水文・水質の整理結果を表 4.5-1 にまとめる。

表 4.5-1 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"> <li>・ 琵琶湖の表層水温は上昇傾向にある。透明度については経年的に上昇傾向にある。有機汚濁の指標である BOD は低下傾向にあるが、COD は異なる動きを示し、1984 年以降上昇し、ここ数年は高どまりの状況にある。また、T-N、T-P は低下傾向を示していることから、富栄養化の進行は抑制されているとみられる。クロロフィル a は 1980 年以降、減少傾向がみられる（特に南湖）。底層の溶存酸素濃度は 1960 年以降減少している。</li> <li>・ 淡水赤潮は 1980 年代後半から減少しているが、アオコおよびカビ臭はほぼ毎年確認されている。</li> <li>・ 流入河川水質（BOD、T-N、T-P）の改善に伴って琵琶湖の水質も改善傾向にあることが伺えるが、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、琵琶湖では上昇傾向にある</li> </ul>	<p>引き続き国交省、県、機構が協力し、水質調査を継続し、監視していく。</p>
内湖水質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 琵琶湖開発事業に伴い新たに形成された人造内湖（津田江内湖、木浜内湖）や大同川では、環境および水位を維持するため水位保持操作を行っている。湯水で琵琶湖水位が低下しても内湖や大同川の水位は保たれた。</li> <li>・ 内湖の水位保持は、淡水真珠養殖および水質の保全のために行っている。水質保全は、湖岸堤建設前の水質（COD）を維持しているかどうかで、評価している。</li> <li>・ 津田江内湖及び木浜内湖の水質は湖岸堤建設前の水質と近い状態を維持している。</li> <li>・ 水位保持施設操作時の津田江内湖・木浜内湖と琵琶湖との水質濃度の差は、平常時と同程度あるいは小さくなっていたことから、水位保持施設操作により両内湖の水質環境は平常時と同程度に維持あるいは改善効果があると考えられる。</li> </ul>	<p>引き続き適切な維持管理に努めると共に、水質調査を継続し、監視していく。</p>
酸性雨	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 降雨の pH は 2000 年ごろに 4.5 前後から 4.7 前後に上昇しているが、依然として酸性雨の傾向は継続している。</li> <li>・ 琵琶湖水の pH は北湖南湖ともに横ばい、T-N は北湖では横ばい、南湖では低下傾向にあり、酸性雨による琵琶湖水質への影響はみられない。</li> </ul>	<p>酸性雨が琵琶湖水質に与える大きな影響は認められず、常時観測の継続の必要性は低いと判断している。</p>

#### 4.6 文献リスト

1. 滋賀県：滋賀県環境白書平成 19 年版 平成 20 年 1 月
2. 滋賀県：滋賀の環境 2008（平成 20 年版環境白書） 平成 20 年
3. 滋賀県：琵琶湖ハンドブック 平成 19 年 3 月