

## 2.5 丹生ダム近傍の姉川ダムが及ぼす琵琶湖への影響検討

ここでは、丹生ダム近傍に位置する、最近運用が開始された姉川ダムをとりあげ、水質の概要について整理するとともに、下流河川ならびに琵琶湖への影響について検討を行う。

姉川ダムは、洪水調節、河川維持用水の確保のため姉川の上流に建設された治水ダムである。昭和46年度から予備調査を始め、平成6年度にダム本体工事を着手し、平成12年5月に堤体打設が完了した。平成13年秋から試験湛水を始め、平成15年3月には完成したダムである。管理運用については、平成14年4月から開始している。表2.5.1には姉川ダムの諸元を、図2.5.2には容量配分図を示した。

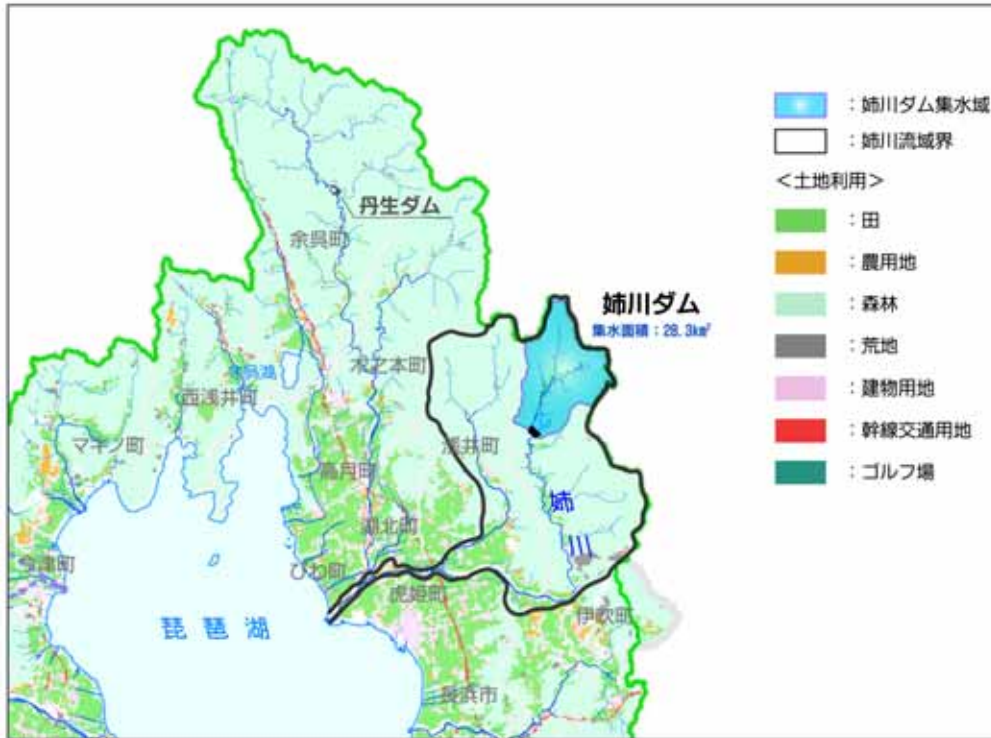


図 2.5.1 姉川ダム流域図

表 2.5.1 姉川ダム諸元

項目	内容	
型式	重力式コンクリート	
目的	F, N	
管理者	滋賀県	
竣工	平成15年3月	
集水面積 (km <sup>2</sup> )	28.3	
湛水面積 (km <sup>2</sup> )	0.33	
堤高 (m)	80.5	
堤頂長 (m)	225.0	
堤体積 (m <sup>3</sup> )	307,500	
放流設備	常用洪水吐	ゲートレスオリフィス
	非常用洪水吐	クレスト自由越流
堤頂高 (EL.m)	450.5	
サーチャージ水位 (EL.m)	446.7	
常時満水位 (EL.m)	427.4	
制限水位 (EL.m)	-	
総貯水容量 (千m <sup>3</sup> )	7,600	
有効貯水容量 (千m <sup>3</sup> )	6,500	

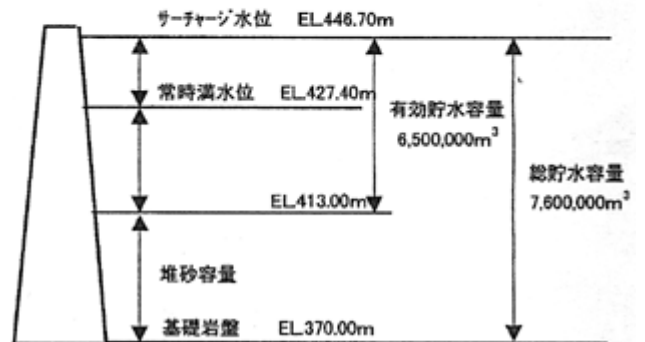
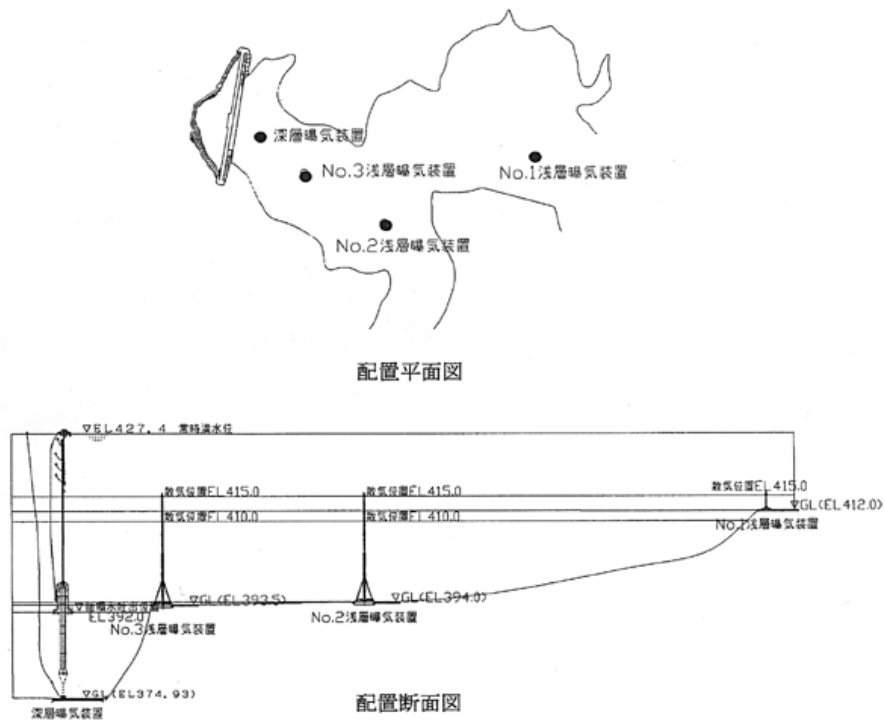


図 2.5.2 姉川ダム貯水池容量配分図

姉川ダム貯水池においては、**図 2.5.3** に示すように、藻類増殖の抑制としての浅層循環施設および深層部の貧酸素化抑制のための深層曝気が設置され、平成 14 年 8 月より稼動している。



**図 2.5.3** 姉川ダム貯水池における浅層曝気設備および深層曝気設備設置概要

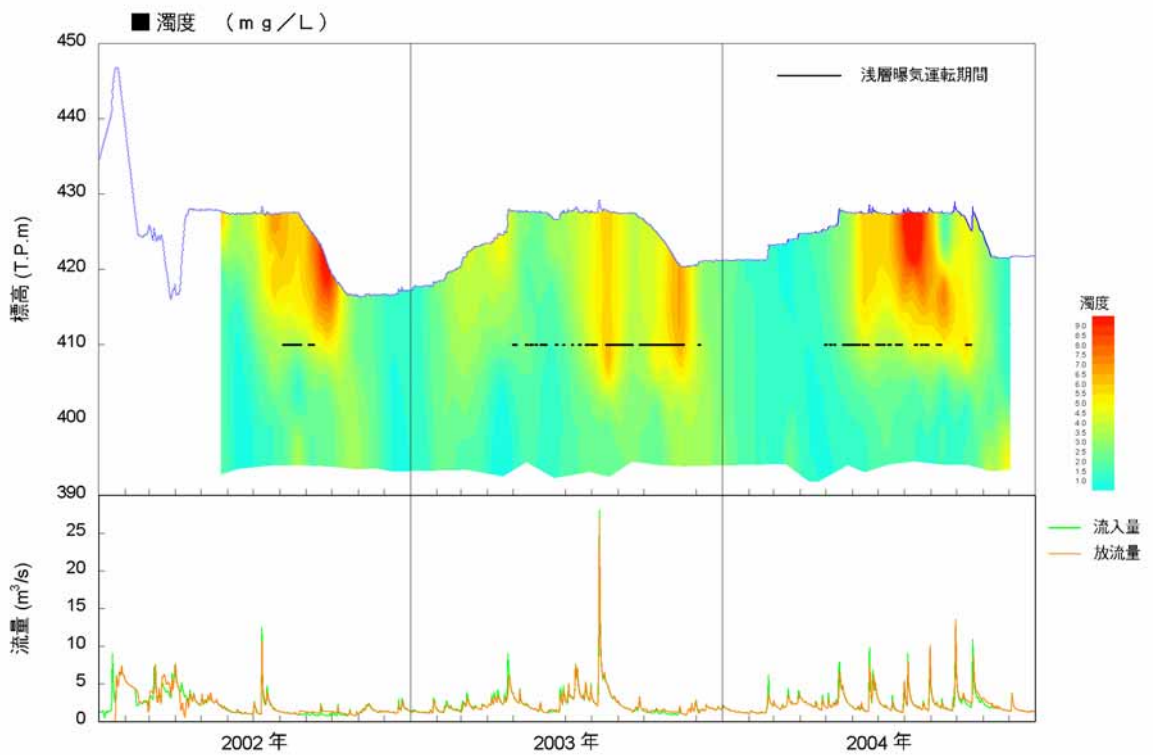
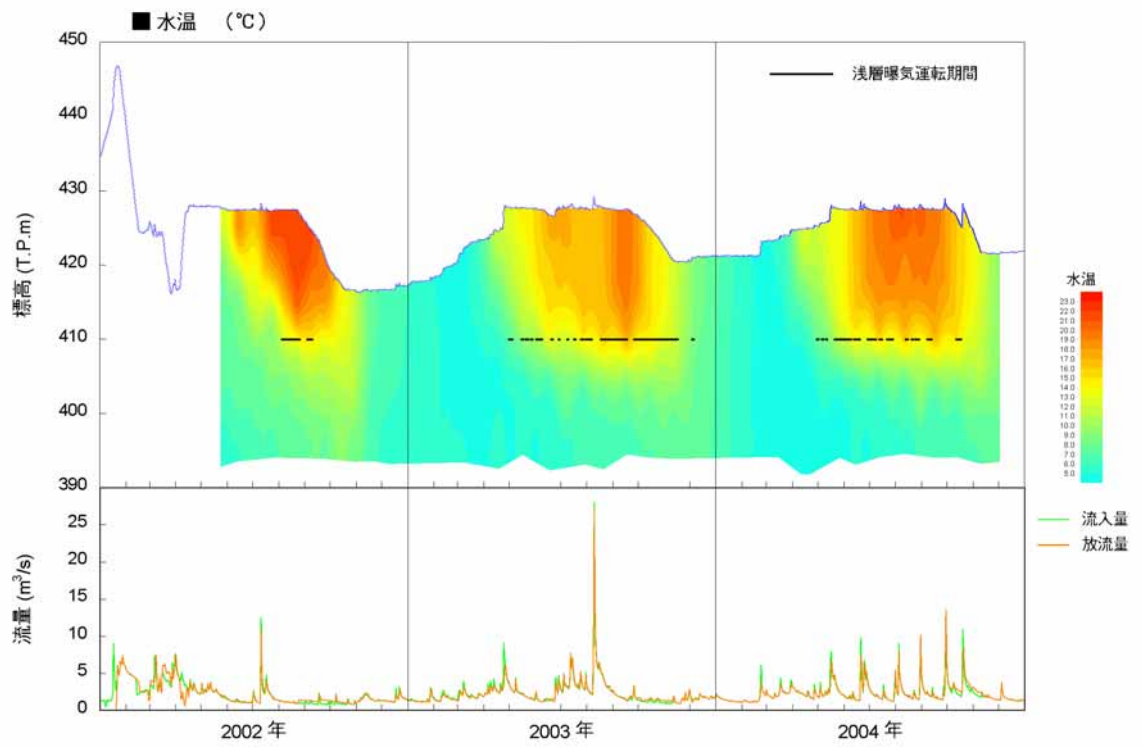
**表 2.5.2** 姉川ダム貯水池水質保全施設の概要

施設名	諸元等	目的
浅層循環施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>形式：散気管方式（1 穴タイプ）</li> <li>設置基数：3 基</li> <li>曝気位置：EL415.0mおよび EL410.0m</li> <li>吹込み空気量：3.8Nm<sup>3</sup>/分</li> <li>コンプレッサ：22kw×3 台</li> <li>設置年：平成 14 年度（同年度より稼動）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>藻類増殖抑制</li> <li>水温躍層の低下</li> </ul>
深層曝気施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>形式：水没型二重管方式</li> <li>設置基数：1 基</li> <li>外筒径：2.2m</li> <li>内筒径：1.0m</li> <li>全長：18m（FRP 製）</li> <li>吸込高：EL379.4m</li> <li>吐出高：EL391.4m</li> <li>吹込み空気量：1.2Nm<sup>3</sup>/分</li> <li>コンプレッサ：7.5kw×1 台</li> <li>設置年：平成 14 年度（同年度より稼動）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>深層部の貧酸素化抑制</li> </ul>

#### 1) 成層形成状況

姉川ダム貯水池における水温鉛直分布の推移を**図 2.5.4** に示した。同図には参考として濁度の結果も合わせて示した。

姉川における成層形成期間は概ね 4 月～10 月中旬であり、12 月～翌年 3 月までは循環期となっている。水温躍層の形成状況を見ると、浅層曝気による躍層の低下が認められ、曝気位置である EL410m 付近まで低下している。



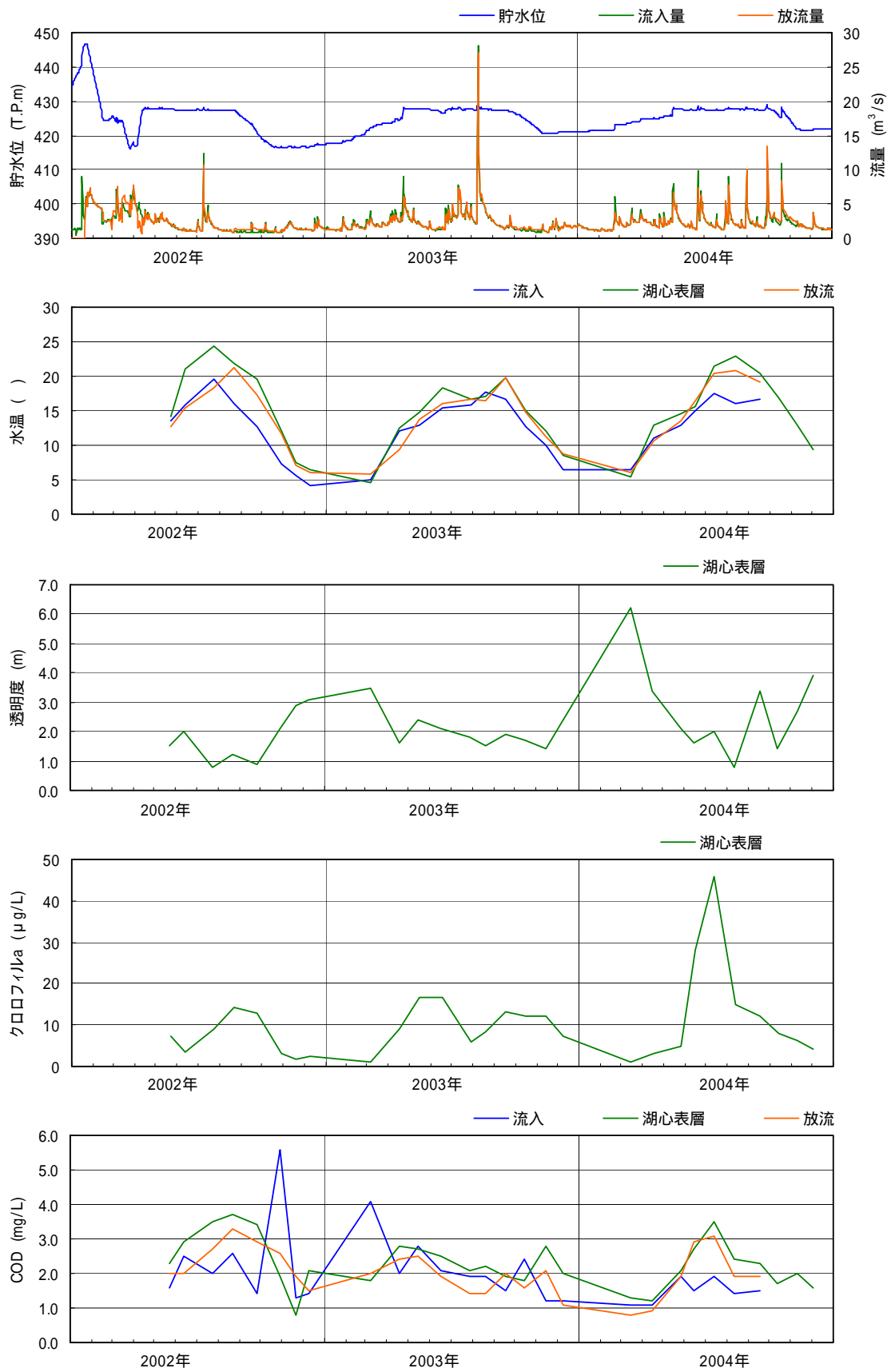
(データ出典：滋賀県)

図 2.5.4 姉川ダム貯水池における水温・濁度の鉛直分布の推移

## 2) 姉川ダム水質の概要

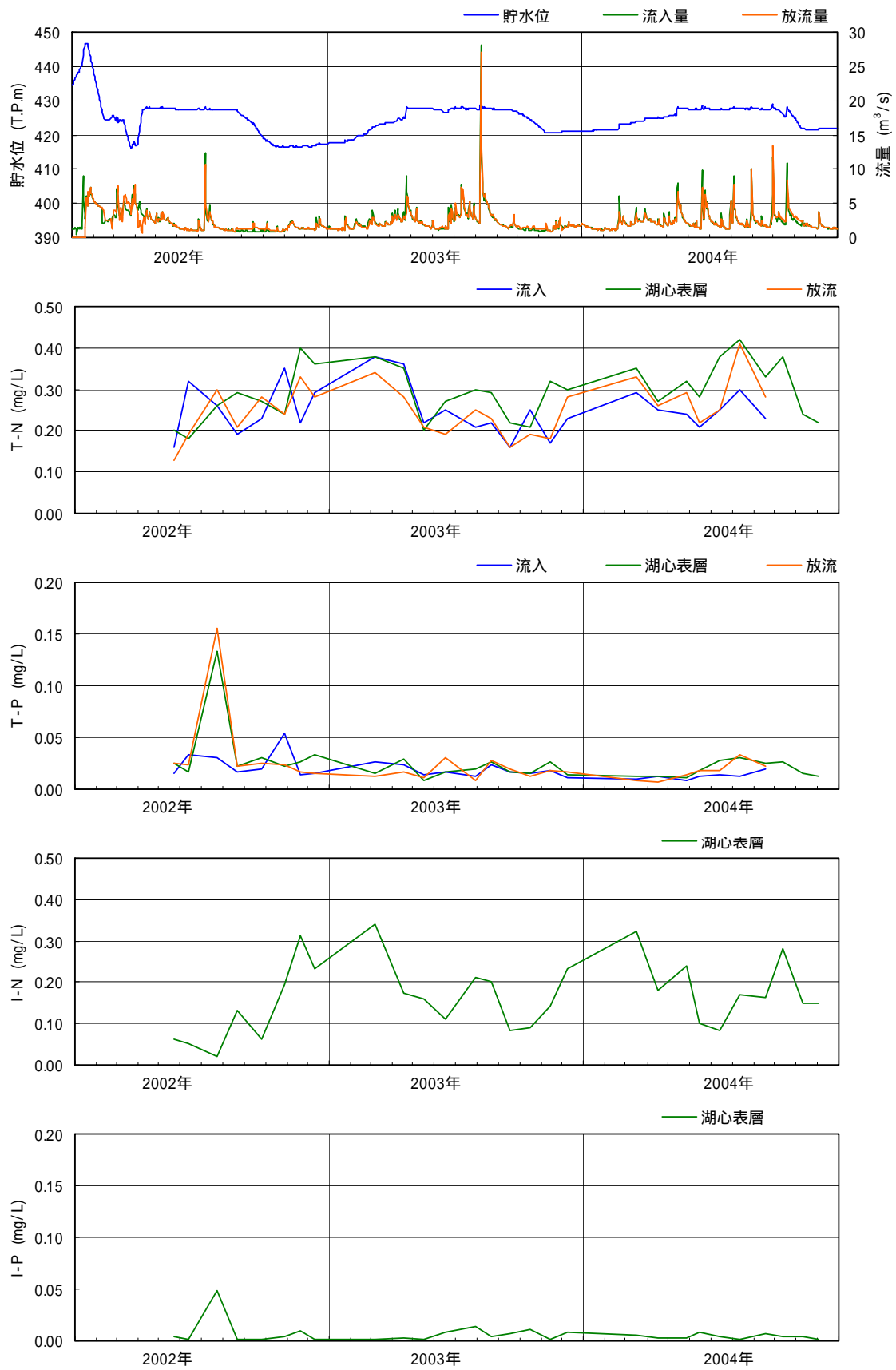
姉川ダム貯水池では、流入、湖内2地点（湖心および寺谷地点：湖心上流約200m地点）および放流の各水質が調査されている。このうち、流入水質、湖心表層水質および放流水質の経時変化を流況とあわせ整理した結果を図2.5.5 および 2.5.6 に示した。ここでは、これらの調査結果のうち、主として富栄養化に関連する項目について特徴を以下にとりまとめる。

- ・一般に、湛水初期のダム貯水池では生態的に不安定であり、植物プランクトンが異常に増殖する場合があるが、2002年および2003年のクロロフィルaで見ると、高濃度を示すことはなかった。
- ・一方、運用開始3年目の2004年においては、6～7月にクロロフィルaの濃度が高くなり、7月には45 µg/Lのピークを示している。その後は濃度レベルは低下し、10月には10 µg/Lを下回る状況となっている。
- ・CODについては、2003年前半までは流入および湖内の水質は変動が大きく、それに伴って放流水質も変動している。
- ・2004年においては、湖内のクロロフィルa濃度と類似した変動を示し、7月には3.0mg/Lを上回っている。この時、流入CODは2mg/Lを下回っておりCODの濃度上昇は、植物プランクトンの増殖に伴う内部の影響によるものと判断される。放流水のCOD濃度は、湖心表層と変動パターンおよび濃度レベルともに類似しており、植物プランクトン増殖時にはCOD濃度が高くなっている。
- ・栄養塩類のうち窒素についてみると、総窒素は2004年の7月を除いては、無機態窒素と類似した変動パターンを示し、循環期に当たる12月～3月に濃度が高く、クロロフィルa濃度が高い場合に濃度が減少する傾向を示している。
- ・循環期に高くなる理由については、窒素の鉛直分布特性を検討する必要があるが、冬期においては後述するように植物プランクトン現存量が少なくなり、増殖に伴う無機態窒素の摂取量の減少が考えられる。反対に、クロロフィルa濃度が高い時に無機態窒素濃度が減少する理由は、植物プランクトンの増殖に伴い無機態窒素を摂取することから濃度が減少しているものと推察される。総窒素は大半が無機態窒素により占められていることから同様の変動を示している。
- ・流入窒素濃度と放流窒素濃度を比較すると、2004年の調査結果では放流水の窒素濃度は、流入よりも高くなっており、その傾向は循環期および植物プランクトンの増殖時に明瞭となっている。  
なお、湖心表層の総窒素濃度は0.2～0.4mg/Lで変動しており、これらのレベルは富栄養化限界値（0.5mg/L以下）よりも低い。
- ・リンについては、湛水初期の2002年7月に湖心表層で異常に高くなり、その結果放流水の濃度も高くなっている。その後は濃度変化は小さく0.02mg/L前後で推移している。リンについては、流入水と湖内表層、放流水における濃度差は小さいが、2004年の6～8月においては放流水の濃度がやや高くなっている。
- ・湖内表層のリン濃度については、2004年の調査結果によると0.01～0.03mg/Lの範囲にあり、リン濃度で見た場合は姉川ダム貯水池の栄養塩レベルは、富栄養化限界値付近にあるものと推察される。



(データ出典：滋賀県)

図 2.5.5 姉川ダム貯水池水質の経時変化 (その1)

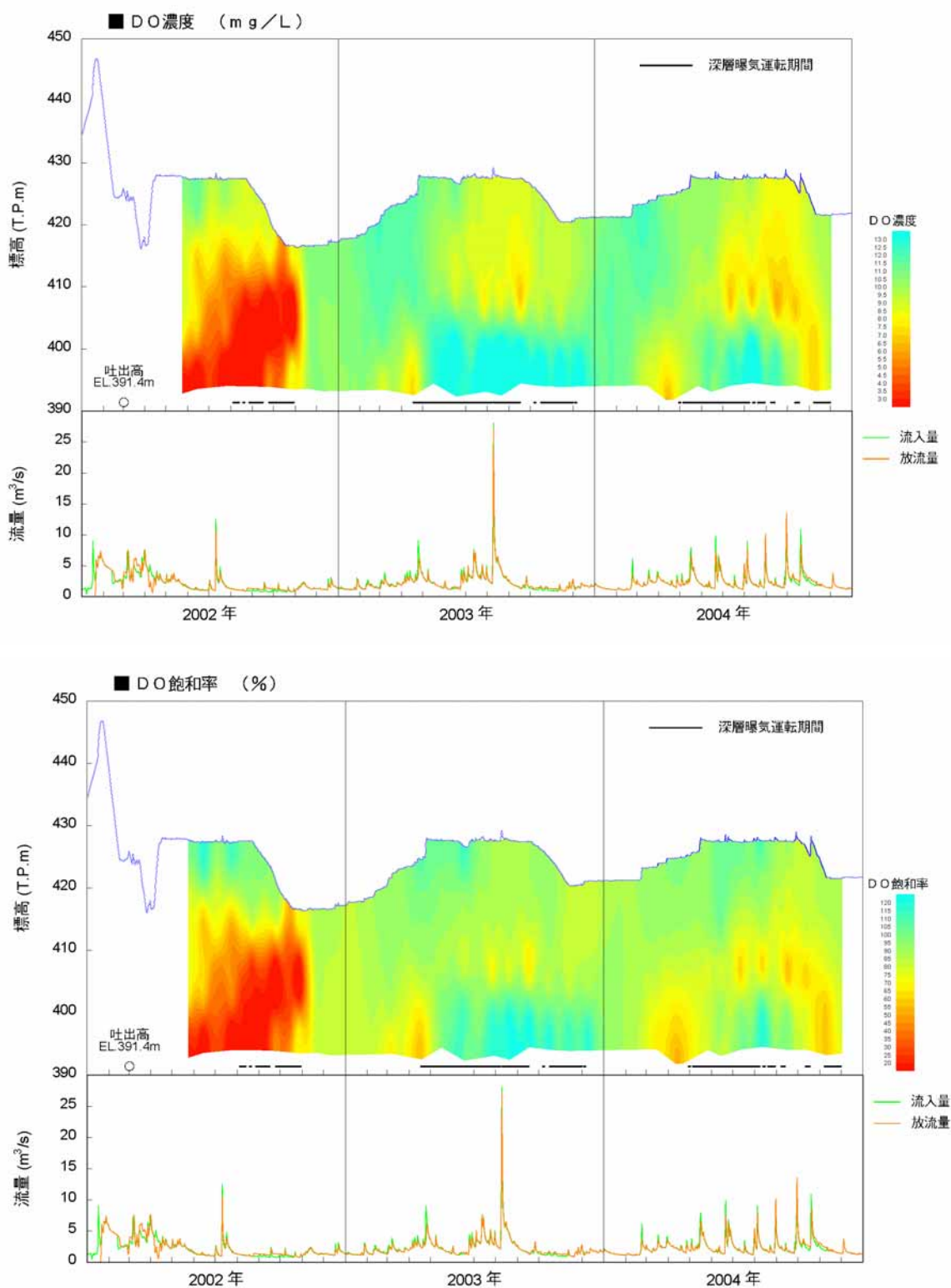


(データ出典：滋賀県)

図 2.5.6 姉川ダム貯水池水質の経時変化 (その 2)

### 3) 深層部のDO挙動について

図 2.5.7 には、DO濃度およびDO飽和率の鉛直分布の推移を示した。深層曝気の試験運用を行った2002年においては同施設を本格的に稼働させていないことから、水温躍層以深で貧酸素化現象が生起していたが、2003年からは同施設が本運用となり成層形成期においても水温躍層以深でDOが大きく減少することはなく、深層曝気による効果が認められる。



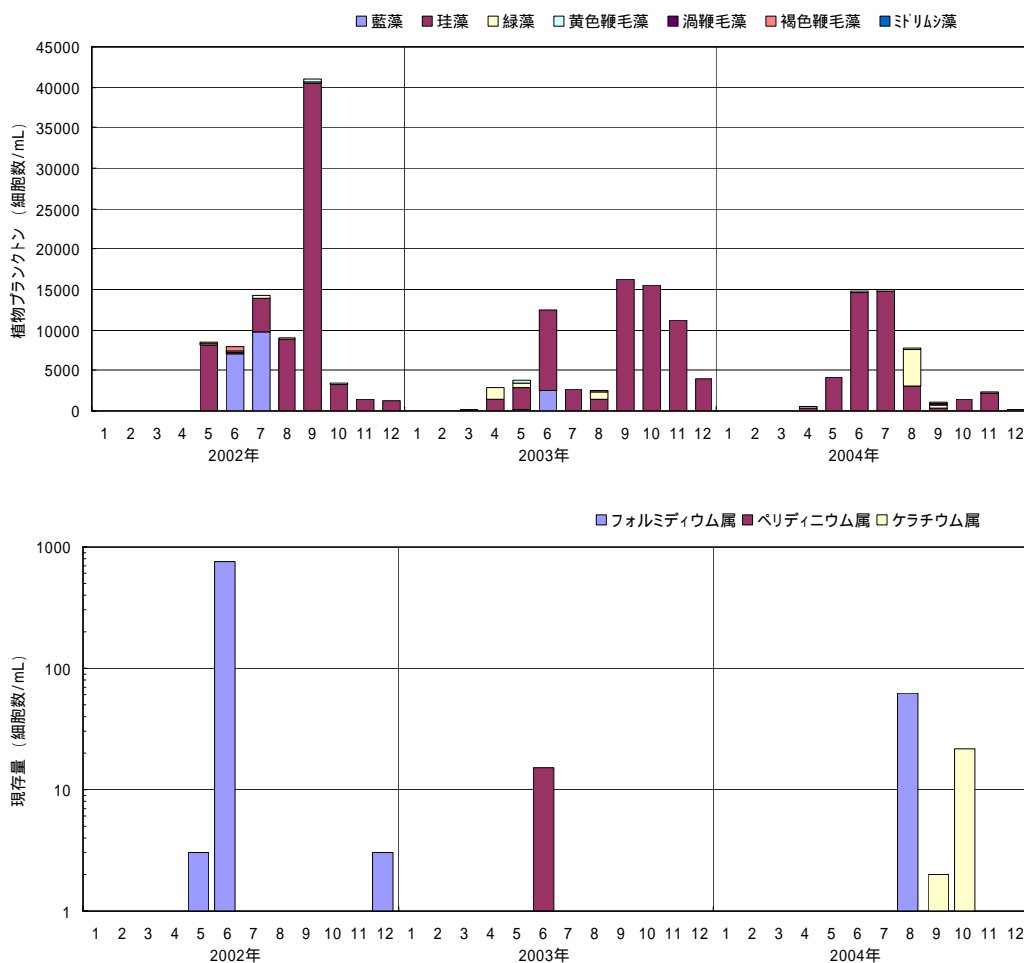
(データ出典：滋賀県)

図 2.5.7 姉川ダム貯水池におけるDO・DO飽和率の鉛直分布の推移

#### 4) 植物プランクトン特性

姉川ダムでは、湖心および寺谷地点で植物プランクトンの調査が実施されている。ここでは、湖心表層における調査結果を図 2.5.8 に示した。

- ・運用開始後の 2002 年 9 月には、珪藻類の *Achnanthes spp.* が異常に増殖し、その現存量は 40,000 細胞数/mL を超える状況となった。(ただしクロロフィル a ではさほど大きな濃度ピークは現れていない)
- ・2003 年では 6 月および 9~11 月、2004 年では 6~7 月に植物プランクトン現存量が多く、両年ともにピーク時で 15,000 細胞数/mL (*Asterionella formosa* が優占) 程度であり、いずれの場合も比較的低い水温を好む珪藻類が優先種となっている。
- ・他のダム貯水池でアオコ、カビ臭や淡水赤潮の原因藻類となる種についてみると、姉川ダムにおいても夏期を中心にカビ臭の原因となるフォルミディウムが棲息していることが確認されているが、その現存量は少ない。
- ・同様に、淡水赤潮の原因となるケラチウム属やペリディニウム属も棲息が確認されているが、その現存量は  $10^2$  のオーダーを下回り、これまでの調査結果によると淡水赤潮を形成するだけの増殖は確認されていない。



(データ出典：滋賀県)

図 2.5.8 姉川ダム貯水池における植物プランクトン現存量の推移



## 5) 姉川ダム放流水質と下流河川水質の関係

姉川ダム建設に伴う下流姉川水質への影響を検討するため、姉川国友橋地点水質と姉川ダム放流水質の経時変化を図 2.5.10 に示した。なお、各調査地点の位置関係を模式図で表すと図 2.5.9 のとおりである。

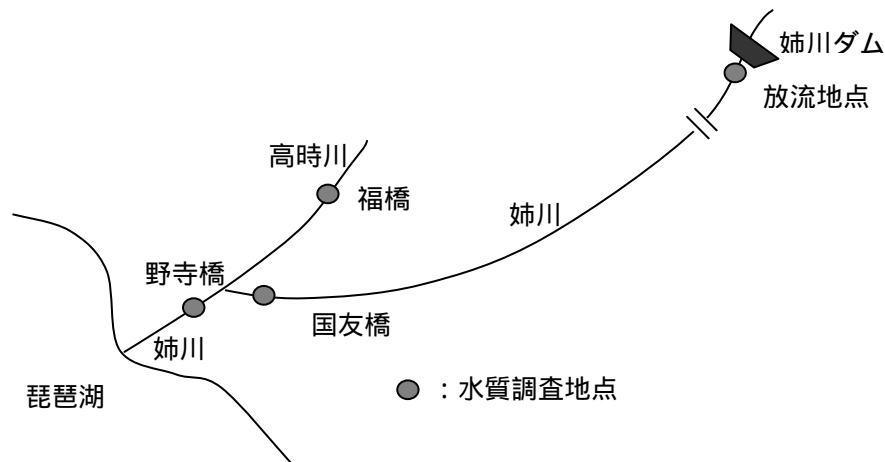


図 2.5.9 姉川下流部の水質調査地点と姉川ダムの関係

姉川ダム建設前後の国友橋地点の水質を見ると、BOD, COD の有機物指標、窒素、リンの栄養塩ともに大きな差は認められず、姉川ダムの運用によって下流水質が悪化するような傾向は認められない。

なお、2003 年 6 月では国友橋の COD や総リン濃度が一時的に高濃度を示している。この時ダム放流水質では同様の傾向は認められないことから、同時点の COD、総リン濃度の一時的な上昇は、ダムによるものでなく、ダム下流で支川等の流入の影響によるものではないかと推察される。

以上までの検討成果と、P2-150 で整理した琵琶湖におけるアオコ・淡水赤潮の発生状況を踏まえ、姉川ダムが及ぼす琵琶湖への影響をについてとりまとめると、つぎのとおりである。

### 姉川ダムが及ぼす琵琶湖への影響のまとめ

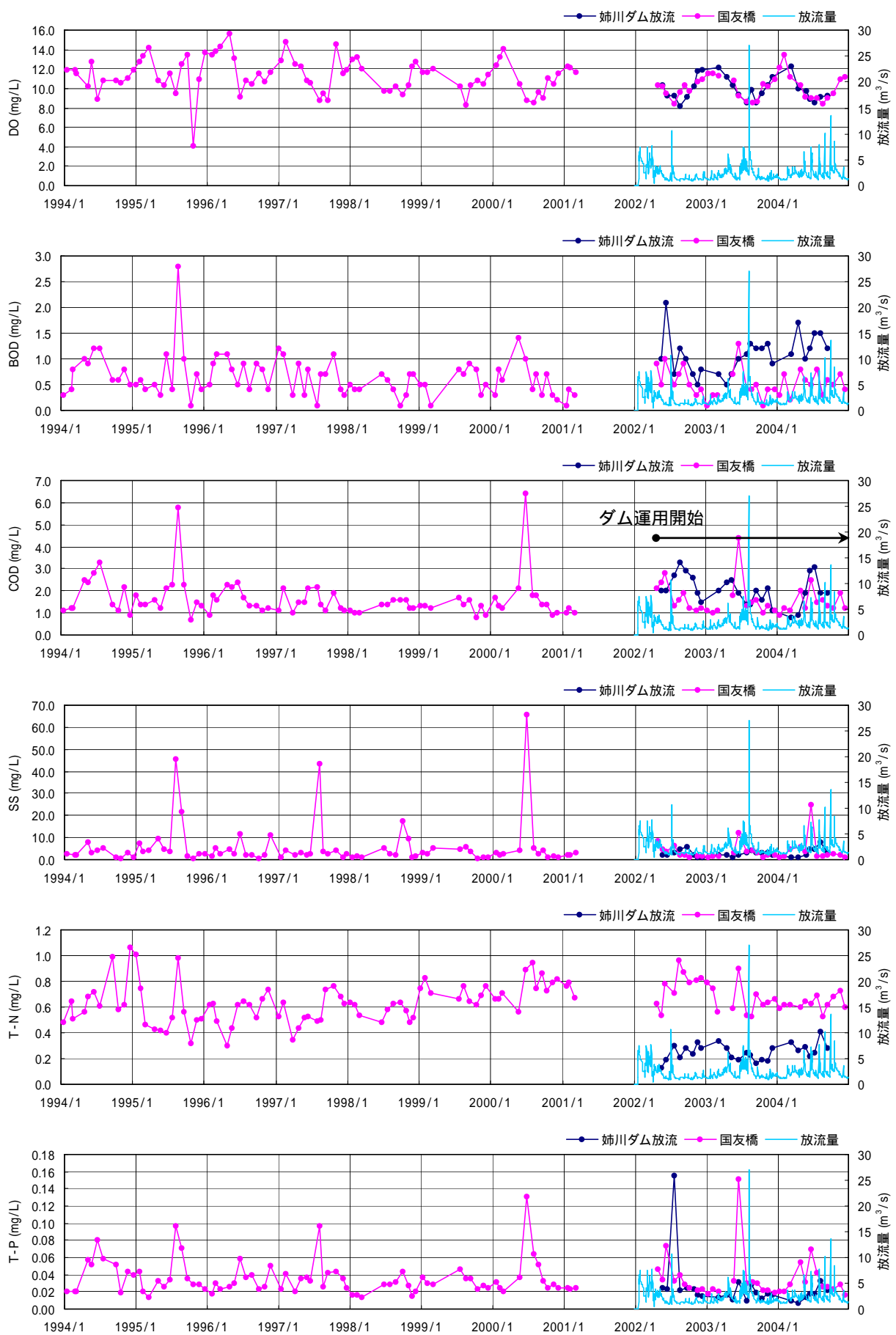
姉川ダム貯水池は、供用開始されて間もないダムであり十分な水質等のデータは存在しないが、これまでの調査結果によると、2004 年の 6～7 月に珪藻類の *Asterionella formosa* が優占的となりピーク時でクロロフィル a 濃度 45  $\mu\text{g/L}$ 、藻類現存量では 15,000 細胞数/mL 程度となっている。この藻類現存量は、北湖安曇川沖中央表層でも見られるものであり、北湖同地点ではこれを上回る場合もある。(注：2002 年の調査結果は、湛水初期の特殊な状況と考え除外した)

姉川ダムでも淡水赤潮の原因となるケラチウム属やペリディニウム属の生息が確認されているが、その現存量は  $10^2$  のオーダーを下回り少ない。なお、アオコの原因となるミクロキスティス属等の現存はこれまで確認されていない。

姉川下流の国友橋地点水質により姉川ダム建設前後の水質変化をみると、BOD, COD の有機物指標、窒素、リンの栄養塩類ともに建設前後の濃度レベルに大きな差は認められず、姉川ダムの建設によって下流水質が悪化するような傾向は認められない。

上述のように姉川ダム貯水池においても淡水赤潮の原因となる種は確認されておらず、ダム放流によってこれらの種が琵琶湖に流入する可能性は否定できない。しかしながら、姉川が流入する琵琶湖北東岸域ではこれまで淡水赤潮の発生はなく、琵琶湖全体としてもケラチウム属やペリディニウム属による淡水赤潮の発生はない。同様に琵琶湖北東岸域でアオコの発生はない。

以上のことから、姉川ダム貯水池の放流によって琵琶湖の水質が悪化する、アオコ、淡水赤潮が発生するといった現象は生じていないものと推察される。



(データ出典：姉川ダム = 滋賀県、国友橋水質 = 水資源機構)

図 2.5.10 姉川ダム放流水質と姉川下流水質 (国友橋) の関係

## 琵琶湖流域の既存ダムにおける水質変化と下流河川・琵琶湖への影響に関するまとめ

対象とした既存ダムは規模が小さいものの、滞留時間は植物プランクトンの増殖に十分な湖水の滞留状況となっており、各ダムの水質は基本的には流入水質に影響を受ける結果となっている。対象ダムのうち日野川ダムは富栄養のレベルにあると考えられるが、植物プランクトンの優占種は珪藻類であり、アオコ等の原因となる藍藻類が異常に増殖することはない。

既存ダム貯水池においても淡水赤潮の原因となる種は量的に少ないが確認されている。しかしながら、各河川が流入する琵琶湖沿岸域ではこれまでダムで確認された種（ケラチウム属、ペリディニウム属）による淡水赤潮の発生はない。

下流河川水質では、ダムより下流区間において汚濁負荷流入の影響が大きいいため、下流河川水質に及ぼすダムの影響は明確でない。

近年、供用が開始された姉川ダムでは下流の国友橋地点の水質は有機物、栄養塩ともに建設前後の濃度レベルに大きな差は認められない。

以上、琵琶湖流域の既存ダムにおける水質変化と下流河川・琵琶湖への影響について得られた知見を要約したが、既存ダムでも淡水赤潮の原因藻類の存在が確認されており、これらの藻類が下流河川を経て琵琶湖に流入する可能性はあるが、琵琶湖では環境条件が異なるため同種による淡水赤潮の発生は今のところ認められていない。

姉川ダム下流の水質は、ダム建設前後で大きな差は認められず、ダムの建設によって下流水質が悪化するような傾向はうかがえない。