

丹生ダム建設に伴う自然環境への影響について

第 1 編 丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖への影響について

- 検討項目の概要について
- 丹生ダムの運用方法（案）について
- 姉川・高時川融雪水の丹生ダム貯留による琵琶湖深層部D Oへの影響について
- 丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖水質への影響について
- 丹生ダム建設に伴う高時川流砂系への影響について
- 丹生ダム建設に伴う琵琶湖湖底の泥質化への影響について

第 2 編 丹生ダム建設に伴う貯水池周辺の自然環境への影響について

本資料は、丹生ダム建設の実施について河川管理者として判断するため、姉川・高時川河川環境ワーキング、丹生ダム環境保全対策懇談会等での指導・助言の結果を踏まえ、ダム建設に伴う自然環境への影響と軽減策実施後の環境への影響について、現時点までの検討結果をとりまとめたものです。

なお、本資料はこれまでのダム計画に基づく調査検討のとりまとめ結果となっております。計画変更した場合の、丹生ダム建設に伴う環境への影響及び影響の軽減策の具体的な手法等については、より詳細な調査検討を継続して実施していきます。

平成 17 年 7 月 21 日

国土交通省 近畿地方整備局

目 次

第 1 編 丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖への影響について

§ 1. 検討項目の概要について..... 1

§ 2. 丹生ダムの運用方法（案）について 3

§ 3. 姉川・高時川融雪水の丹生ダム貯留による琵琶湖深層部 D O への影響について..... 12

 3.1 調査結果およびそれらから推察される事項 12

 3.2 姉川・高時川融雪水の丹生ダム貯留による琵琶湖深層部 D O への影響に関するまとめ 18

 3.3 その他の長期的な課題 19

§ 4. 丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖水質への影響について..... 20

 4.1 調査結果およびそれらから推察される事項 20

 4.2 丹生ダム建設に伴う琵琶湖水質への影響に関するまとめ 35

§ 5. 丹生ダム建設に伴う高時川流砂系への影響について..... 37

 5.1 調査結果およびそれらから推察される事項 37

 5.2 丹生ダム建設に伴う高時川流砂系への影響に関するまとめ 42

§ 6. 丹生ダム建設に伴う琵琶湖湖底の泥質化への影響について 43

 6.1 調査結果およびそれらから推察される事項 43

 6.2 丹生ダム建設による琵琶湖湖底の泥質化への影響に関するまとめ 47

第 2 編 丹生ダム建設に伴う貯水池周辺の自然環境への影響について 49

第 1 編 丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖への影響について

§ 1. 検討項目の概要について

丹生ダム建設に伴う環境の変化について仮説も含めて予想される課題を整理した結果が図 1.1.1 のようにまとめられた。水没に伴う自然環境の変化については第 2 編で議論することとして、ここでは下記①～④の影響について検討を行う。①～④の影響およびそれらの発生機構について仮説も含め整理すると図 1.1.2 のとおりである。

- ①姉川・高時川融雪水の丹生ダム貯留による琵琶湖深層部DOへの影響
- ②丹生ダム建設に伴うダム貯水池、姉川・高時川および琵琶湖水質への影響
- ③丹生ダム建設に伴う高時川流砂系への影響
- ④丹生ダム建設に伴う琵琶湖湖底の泥質化への影響

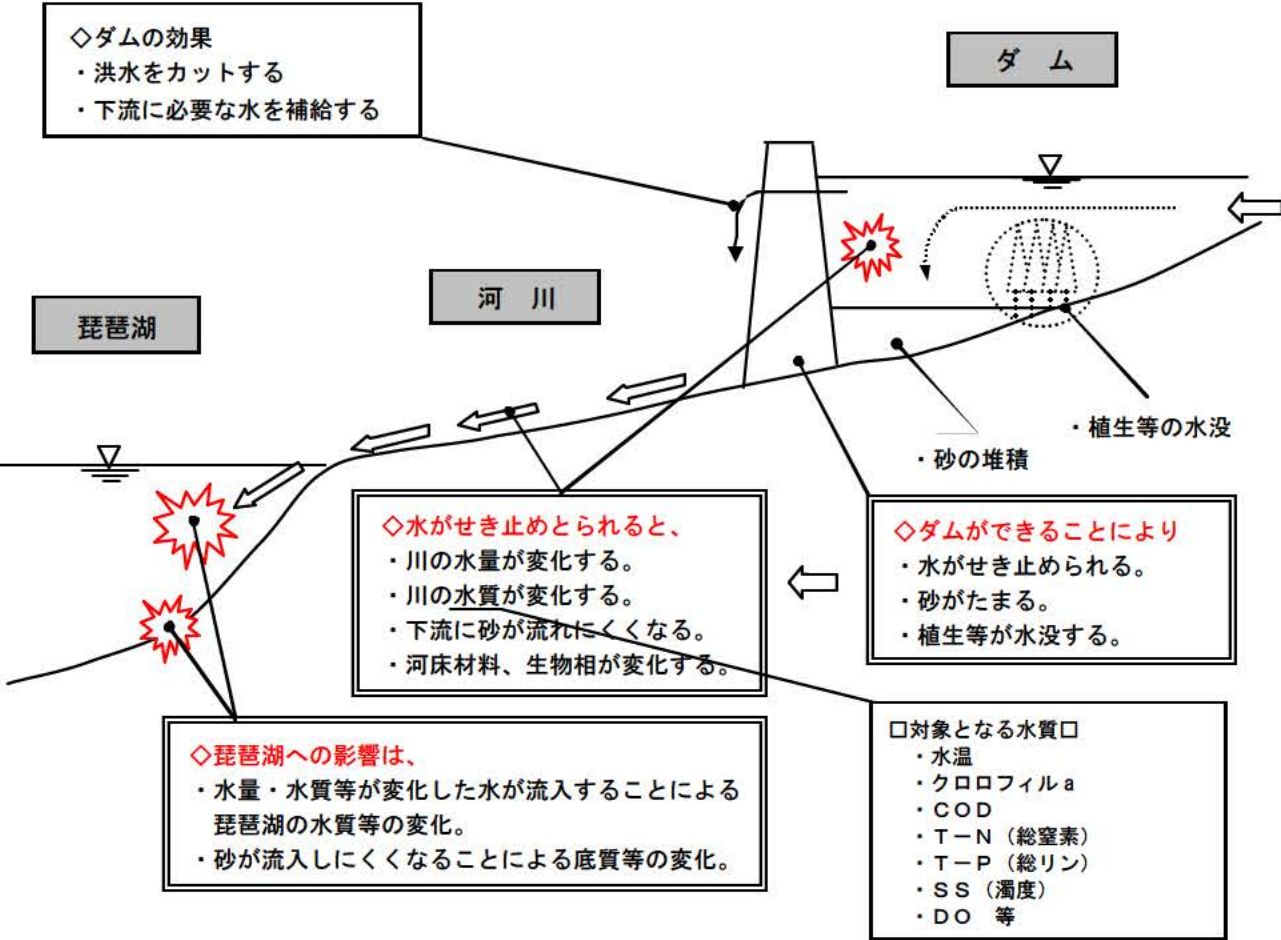


図 1.1.1 ダムができることによる琵琶湖への影響に関する検討課題の整理

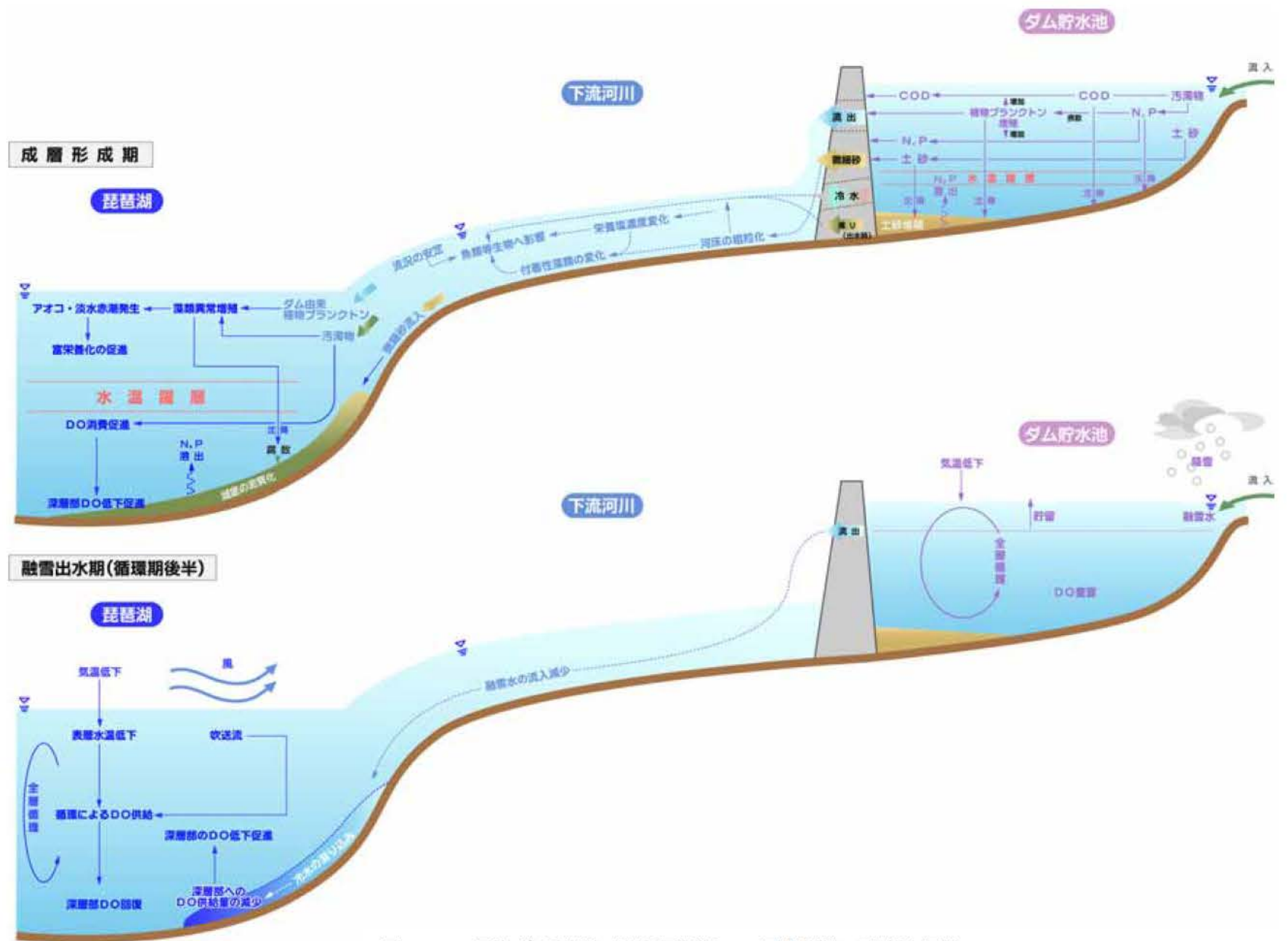


図 1.1.2 丹生ダム建設に伴う琵琶湖への環境影響に関する仮説

§ 2. 丹生ダムの運用方法（案）について

前述の①～④は、ダムの規模や放流・取水条件などのダム操作に少なからず依存する。ここでは、以下の条件のもとに①～④は検討されている。

2.1 貯水池の容量配分

丹生ダムの容量配分を以下のとおり想定し、環境影響を検討した。

- ・総貯水容量 : 150,000,000m³
- ・洪水調節容量 : 33,000,000m³
- ・利水容量 : 110,000,000m³（環境容量 : 86,000,000m³、不特定容量 24,000,000m³）
- ・堆砂容量 : 7,000,000m³

※環境容量 : 琵琶湖環境改善のための補給容量

不特定容量 : 高時川河川環境保全再生のための補給容量

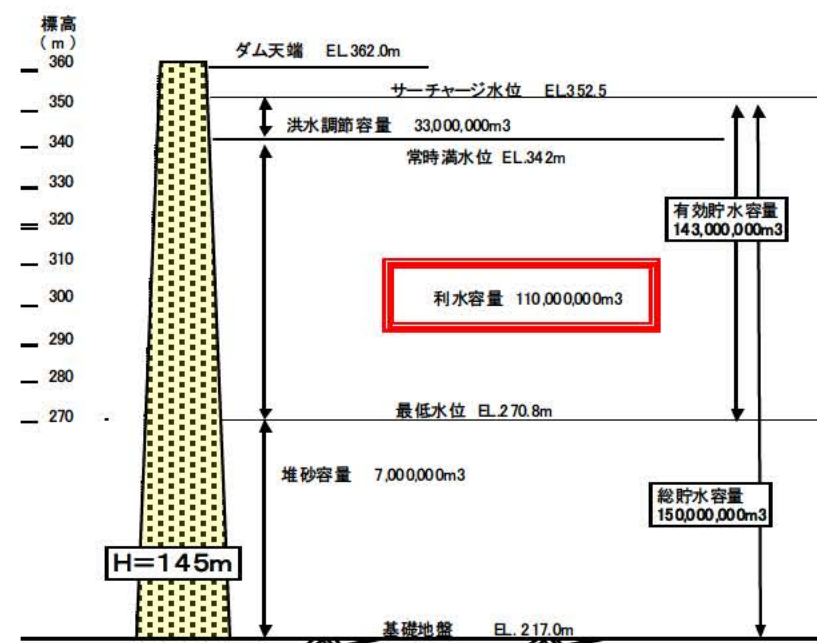


図 2.1.1 貯水池容量配分図

2.2 貯水池運用の概要

以下のような運用方法（案）について検討する。

(1) 洪水調節

EL.352.5m～EL.342.0mまでの容量33,000,000m³を利用し、洪水調節を自然調節方式として、ダム地点における調節前流量960m³/sのうち800m³/sを調節し160m³/sを放流する。

(2) 琵琶湖環境改善のための補給

EL.342.0m～EL.270.8m までの容量 110,000,000m³ のうち 86,000,000m³ を利用し、現在の琵琶湖水位操作規則に基づいた場合、琵琶湖水位が洪水期制限水位以下でかつ水位低下時に、琵琶湖環境改善（琵琶湖の水位低下抑制）のため最大 50m³/s を補給する（図 2.1.2、2.1.3 参照）。補給対象期間は 6 月 16 日～8 月 15 日の 2 ヶ月間とする。

(3) 高時川河川環境保全再生のための補給

EL.342.0m～EL.270.8m までの容量 110,000,000 m^3 のうち 24,000,000 m^3 を利用し、高時川において河川環境保全再生（高時川の瀬切れ解消）のために必要な流量（約 3 m^3/s ）がない時に補給する。（図 2.1.4 参照）。

※なお、琵琶湖環境改善のための補給・高時川河川環境保全再生のための補給のために丹生ダムから放流した水は、琵琶湖に貯留されることになり、淀川水系の異常渇水時に下流に補給することができる。

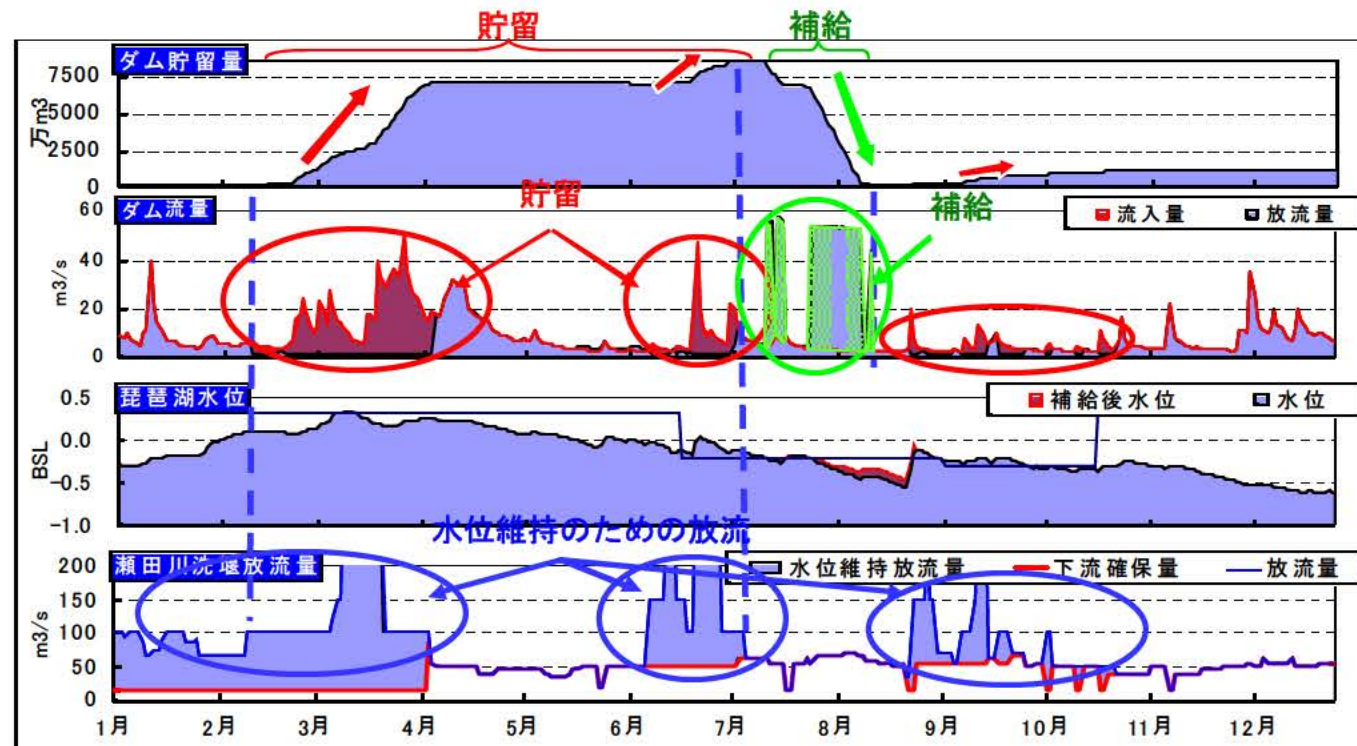


図 2.1.2 琵琶湖流域の効率的な水運用の概念図

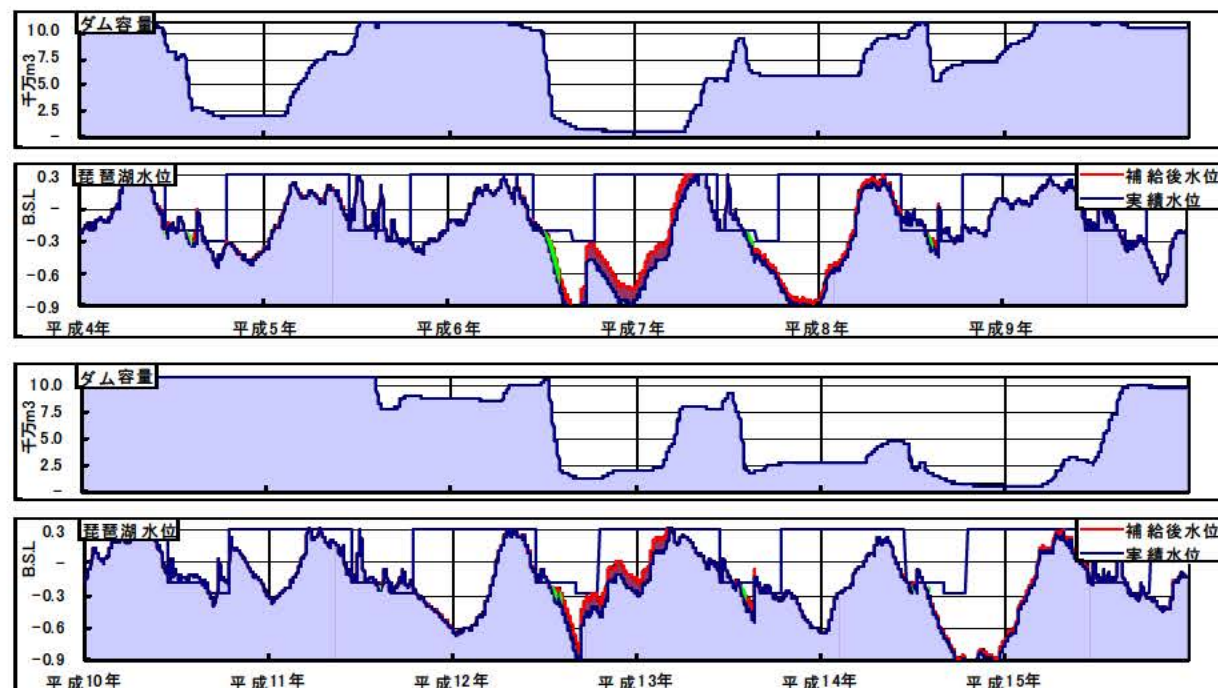


図 2.1.3 丹生ダム貯留と琵琶湖への補給効果（平成 4 年～平成 15 年）

(4) 利水補給のための貯留

琵琶湖環境改善および高時川河川環境保全再生のために必要な水の貯留は、琵琶湖水位を基準に貯留を判断する。貯留する場合の具体的な水位条件は以下のとおりである。

① 10月16日～6月15日：琵琶湖水位が B.S.L±0cm 以上の時

② 6月16日～8月31日：琵琶湖水位が B.S.L-20cm 以上の時

③ 9月1日～10月15日：琵琶湖水位が B.S.L-30cm 以上の時

①～③の場合で貯水池が常時満水位以下の場合に、流入量から下流の維持放流量を除いた量を貯留する。(図 2.1.2 参照)。

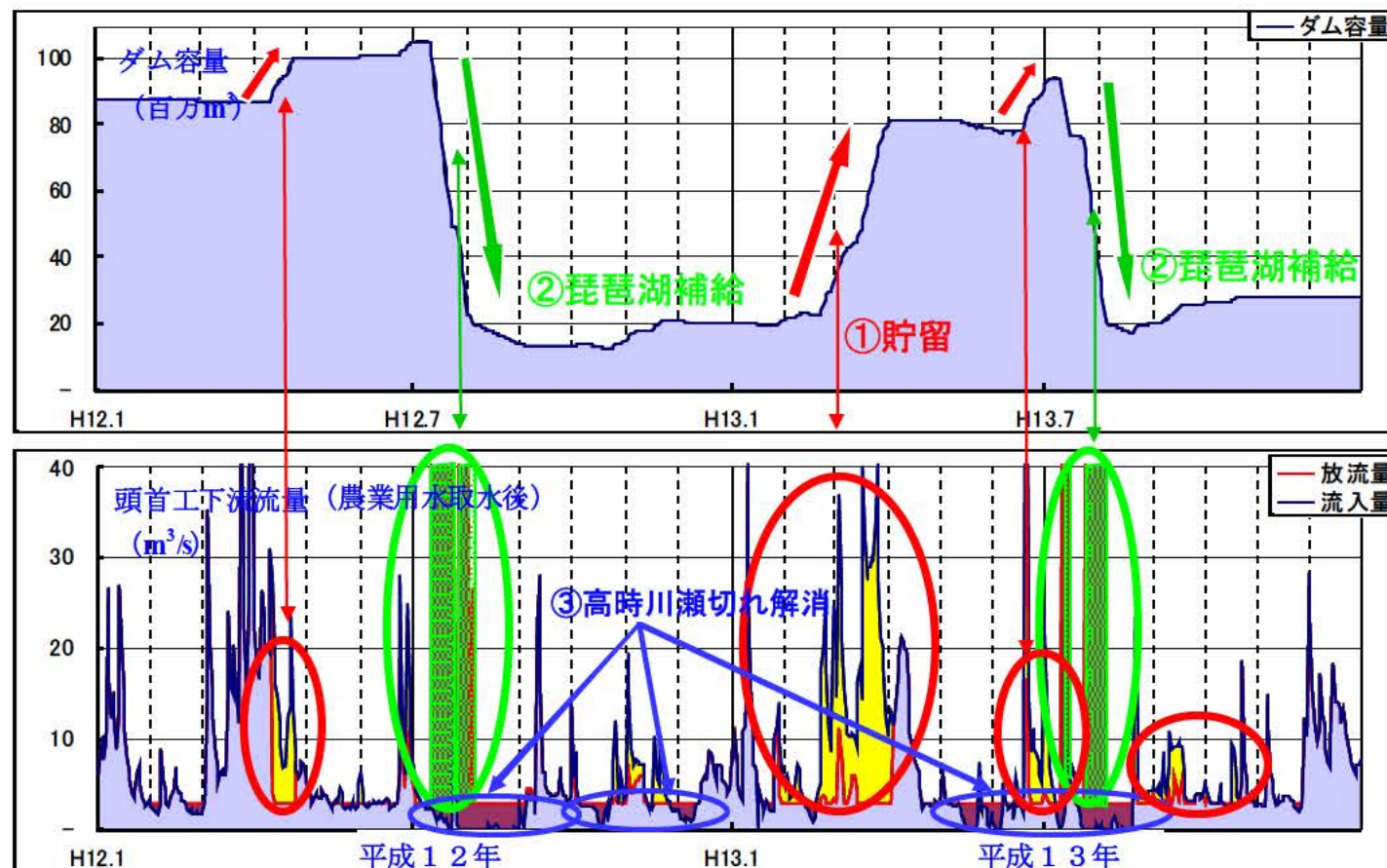


図 2.1.4 丹生ダムの容量と高時川頭首工下流流量 (平成 12 年～平成 13 年)

【平成 12 年、13 年での運用例 図 2.1.4 より】

① 丹生ダムへの貯留

平成 12 年 4 月では琵琶湖水位が±0cm 以上であるため、丹生ダムに貯留している。

平成 13 年 3 月では琵琶湖水位が±0cm 以上であるため、雪解け出水を丹生ダムに貯留している。

② 琵琶湖環境改善のための補給

平成 12 年 7 月は琵琶湖水位が-20cm 以下となったため、丹生ダムから 50m³/s を 19 日間補給している。

平成 13 年 7 月は琵琶湖水位が-20cm 以下となったため、丹生ダムから 50m³/s を 13 日間補給している。

③ 高時川河川環境保全再生のための補給

平成 12 年 8 月は高時川頭首工地点下流において、ダムがない場合、高時川の流量が $0\text{m}^3/\text{s}$ 近くになっているが、丹生ダムから補給（約 $3\text{m}^3/\text{s}$ ）することによって瀬切れが解消されている。

2.3 水質予測計算における貯水池の運用条件

表 2.3.1 に水質予測計算に用いた 11 年間の流況を示す。

表 2.3.1 11 年間の流況 (最大値・日平均)

年	豊水 (m^3/s)	平水 (m^3/s)	低水 (m^3/s)	渇水 (m^3/s)	最大 (m^3/s)	最小 (m^3/s)	年平均 (m^3/s)	総流入量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)
H.4	8.55	4.79	2.79	1.42	40.61	1.13	6.43	203.46
H.5	12.40	8.22	4.70	2.51	51.14	2.03	9.79	308.72
H.6	7.32	4.25	2.19	1.02	37.50	0.92	5.54	174.70
H.7	11.93	6.20	3.40	1.64	53.02	1.47	9.12	287.54
H.8	10.00	5.36	3.33	2.08	41.04	1.88	7.91	250.11
H.9	9.57	5.07	3.13	1.65	34.63	1.43	7.60	239.66
H.10	9.73	5.73	3.70	2.18	38.91	1.98	7.60	239.67
H.11	8.87	4.88	3.40	2.30	45.73	2.13	7.65	241.15
H.12	7.54	4.06	2.58	1.20	35.99	0.84	6.40	202.29
H.13	10.21	5.61	3.64	2.66	50.53	2.32	8.84	278.71
H.14	13.94	7.07	2.42	1.64	73.75	1.58	10.47	330.20
平均	10.01	5.57	3.21	1.85	45.71	1.61	7.94	250.56
最小	7.32	4.06	2.19	1.02	34.63	0.84	5.54	174.70
最大	13.94	8.22	4.70	2.66	73.75	2.32	10.47	330.20

11 年間での最大流入は、2002 年（平成 14 年）1 月 16 日の日平均 $73.75\text{m}^3/\text{s}$ （ピーク流量 $97.83\text{m}^3/\text{s}$ ）であった。

6 月 16 日～8 月 15 日までの間（琵琶湖環境改善を行う期間）での最大流入は、1993 年（平成 5 年）の日平均 $51.14\text{m}^3/\text{s}$ （ピーク流量 $104.70\text{m}^3/\text{s}$ ）であった。

10 月～12 月の間（成層崩壊期）での最大流入は、2002 年（平成 14 年）11 月 9 日の日平均 $49.59\text{m}^3/\text{s}$ （ピーク流量 $57.06\text{m}^3/\text{s}$ ）であった。

表 2.3.2 に琵琶湖環境改善のための補給（環境放流）の実施状況と図 2.3.1～2.3.3 に 1992 年～2002 年の流入量・放流量・貯水位を示す。

表 2.3.2 丹生ダム貯水池水質予測における環境放流の実施状況

年	月	日	初期水位	実施後水位	水位変化	放流延日数
1992	6	16, 17, 21~23	EL. 339.64m	EL. 301.46m	38.18m	19 日
	7	9~10, 28~29, 31				
	8	1~3, 5~9, 11				
1993	8	10	EL. 341.49m	EL. 340.02m	1.47m	1 日
1994	7	4~7, 9~10, 12~24	EL. 340.34m	EL. 299.16m	41.18m	19 日
1995	6	30	EL. 303.35m	EL. 297.01m	6.34m	7 日
	8	8~10, 12~14				
1996	8	3	EL. 303.59m	EL. 300.25m	3.34m	1 日
1997	環境放流なし					
1998	環境放流なし					
1999	8	5~10, 14	EL. 341.47m	EL. 330.14m	11.33m	7 日
2000	7	12~24, 28~31	EL. 339.69m	EL. 297.44m	42.25m	19 日
	8	1~2				
2001	7	11~12, 14~15, 24~31	EL. 330.60m	EL. 298.77m	31.83m	13 日
	8	1				
2002	6	24, 26~28, 30	EL. 320.71m	EL. 298.84m	21.87m	9 日
	7	5~7, 26				

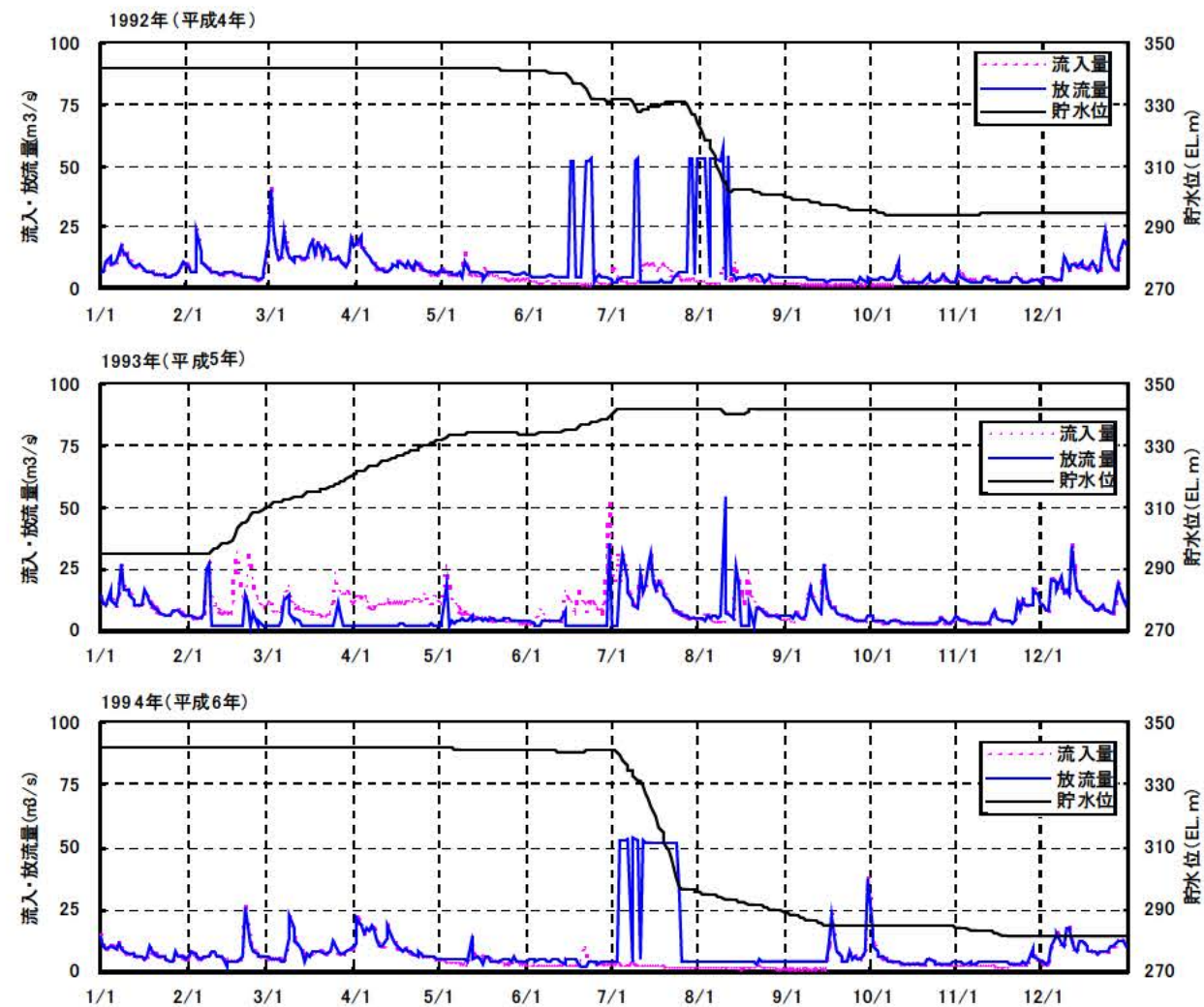


図 2.3.1 丹生ダム流入量、放流量、貯水位図 (1992~1994 年)

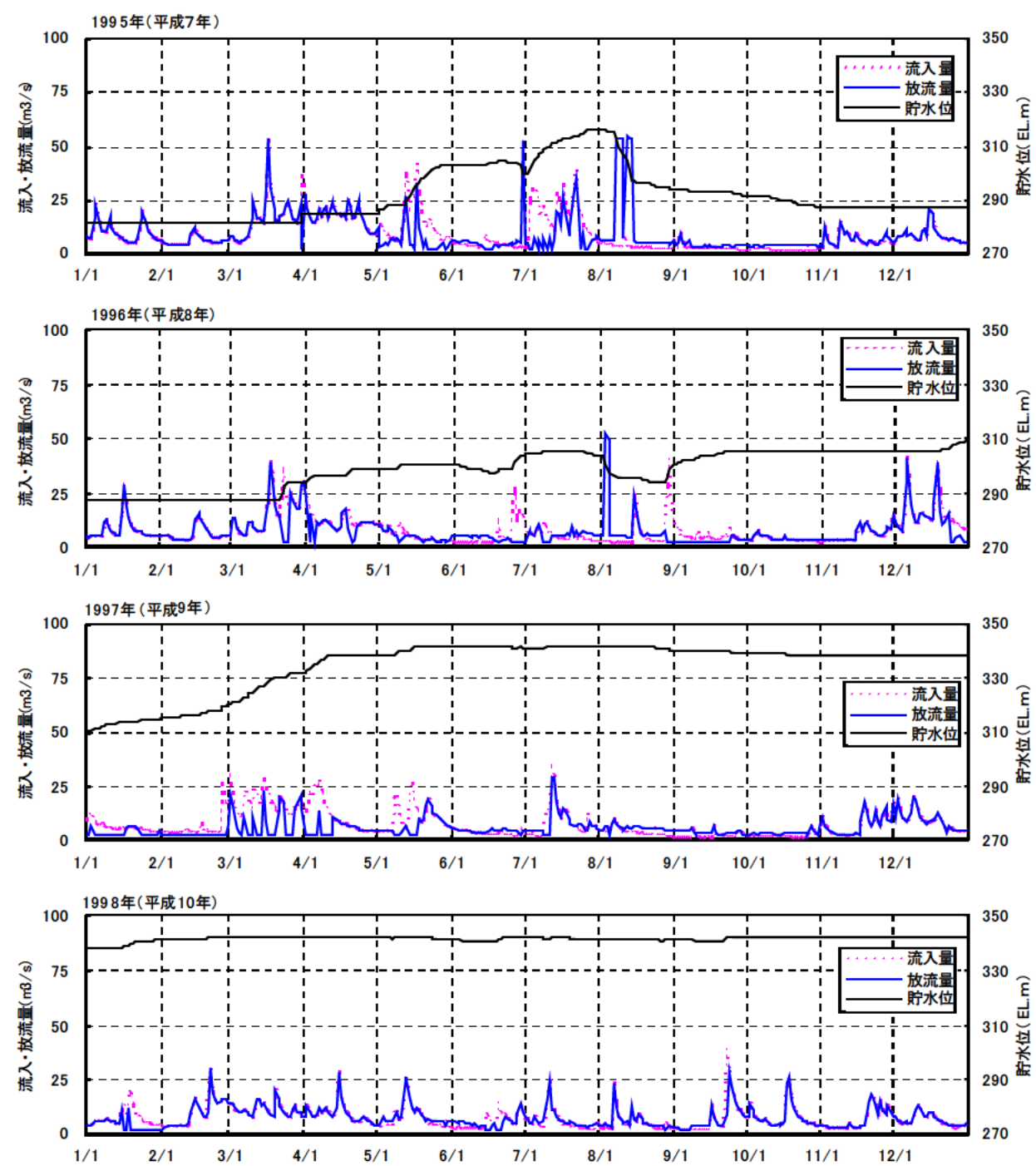


図 2.3.2 丹生ダム流入量、放流量、貯水位図 (1995～1998 年)

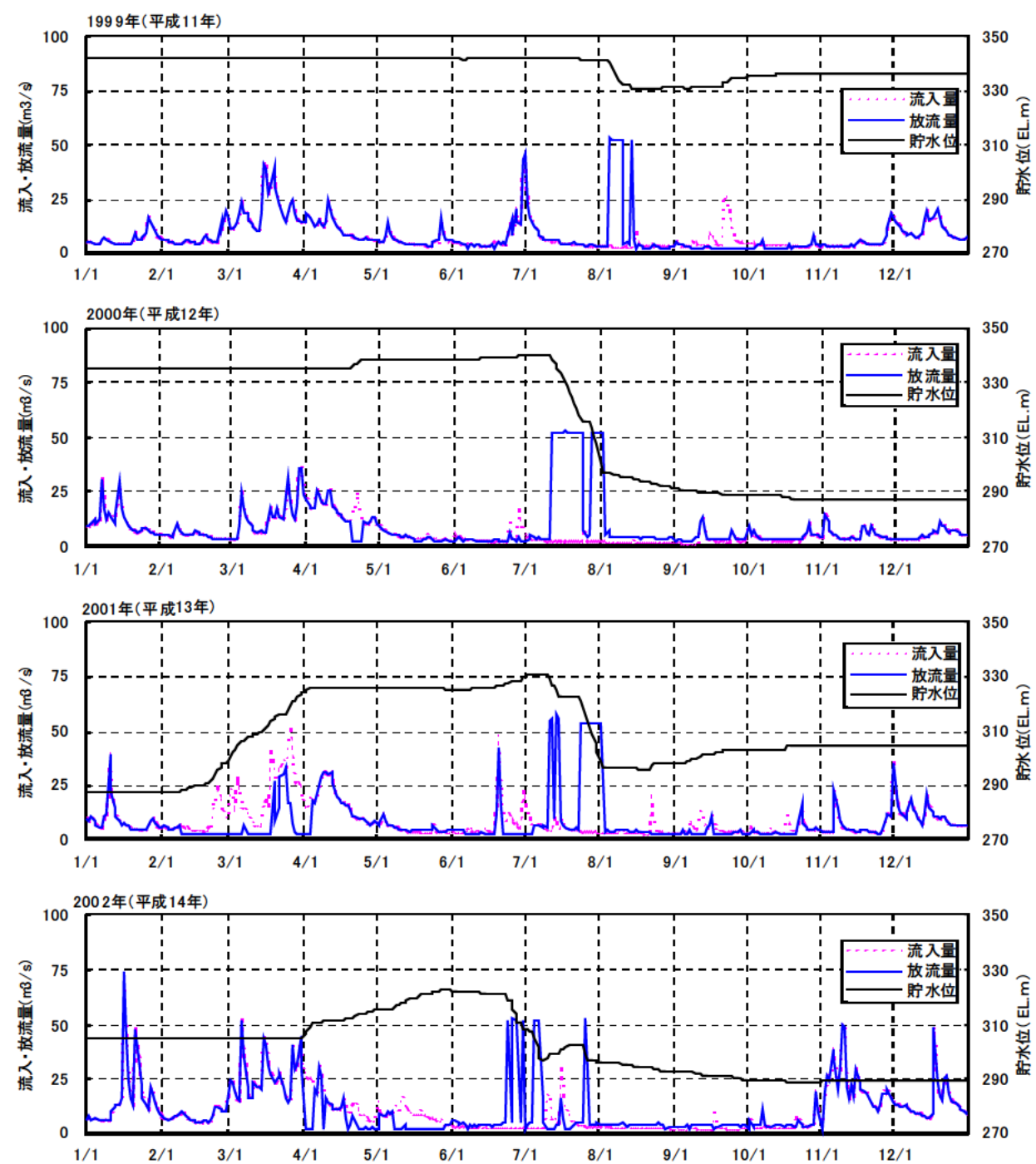


図 2.3.3 丹生ダム流入量、放流量、貯水位図（1999～2002 年）

■ 丹生ダム運用の例

表 2.3.3 丹生ダム貯水池水質保全施設等の運用（案）

施設等		(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 選択取水設備	取水可能範囲： 表層～EL270.8m	平常時	1/1		3/31										
			・取水条件 表層より取水		4/1	・取水条件：流入水温相当の位置より取水									12/31
		出水時	・取水条件：出水後に流入濁度が低下した場合は等水温層よりも 低濁度層の位置より取水する場合がある。												
			環境放 流時							6/16		8/15			
			・取水条件：表層より取水												
3. 曝気設備 (浅層曝気)	曝気水深 (m)	0	停止												
		10	◇運転条件 ・5/1～6/30												
		20	貯水位 WL ≥ EL315m												
		30	貯水位 WL < EL315m												
		40	・7/1～8/31												
		50	貯水位 WL ≥ EL300m												
		60	貯水位 WL < EL300m												
		70	停止												
						4/1	運転対象期間				8/31				
	環境放流運用								6/16		8/15				
◇運用条件 ・上記期間において琵琶湖水位 ≤ BSL-0.2m の場合に最大 50m ³ /s を放流															

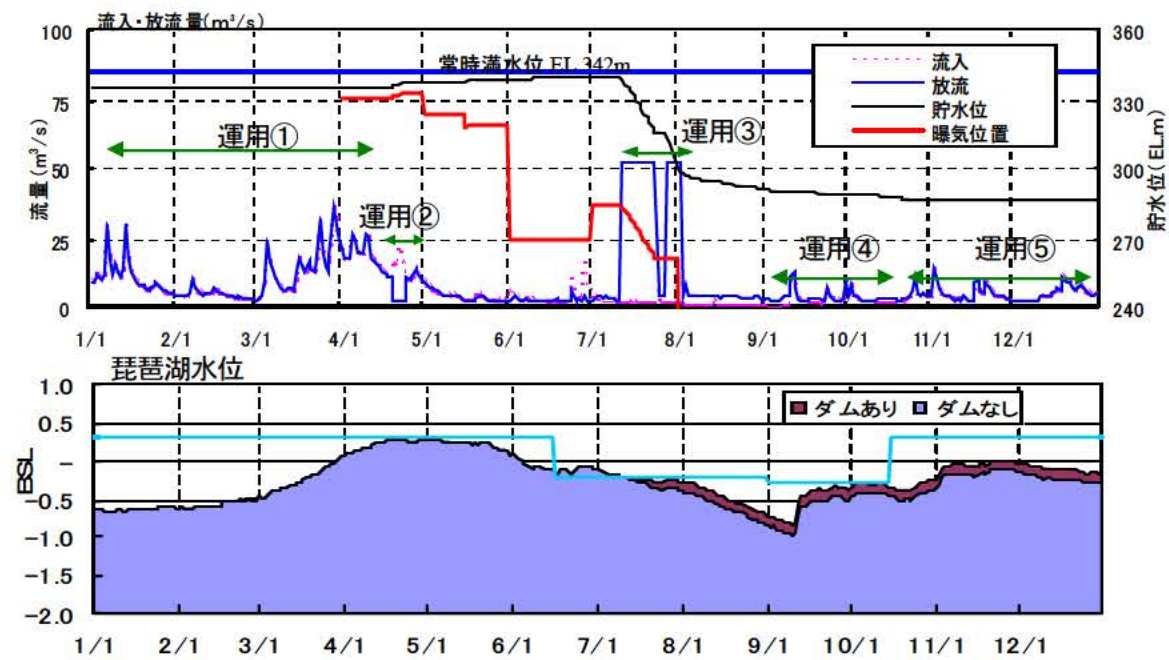


図 2.3.4 貯水位と曝気水深および琵琶湖水位の例（平成 12 年：2000 年）

【運用方法】

- 運用① : 琵琶湖水位が±0cm 以下のとき、丹生ダムから放流（流入量＝放流量）
- 運用② : 琵琶湖水位が±0cm 以上のとき、丹生ダムに貯留（維持流量分を放流、流入量と放流の差は貯留）
- 運用③ : 6月16日から8月15日の間で琵琶湖水位－20cm 以下のとき、丹生ダムから環境放流
- 運用④ : 9月1日から10月15日の間で琵琶湖水位－30cm 以下のとき、丹生ダムから放流（流入量＝放流量）
- 運用⑤ : 10月16日から6月15日の間で琵琶湖水位±0cm 以下のとき、丹生ダムから放流（流入量＝放流量）

貯水位と曝気水深および琵琶湖水位の例（平成10年：1998年）

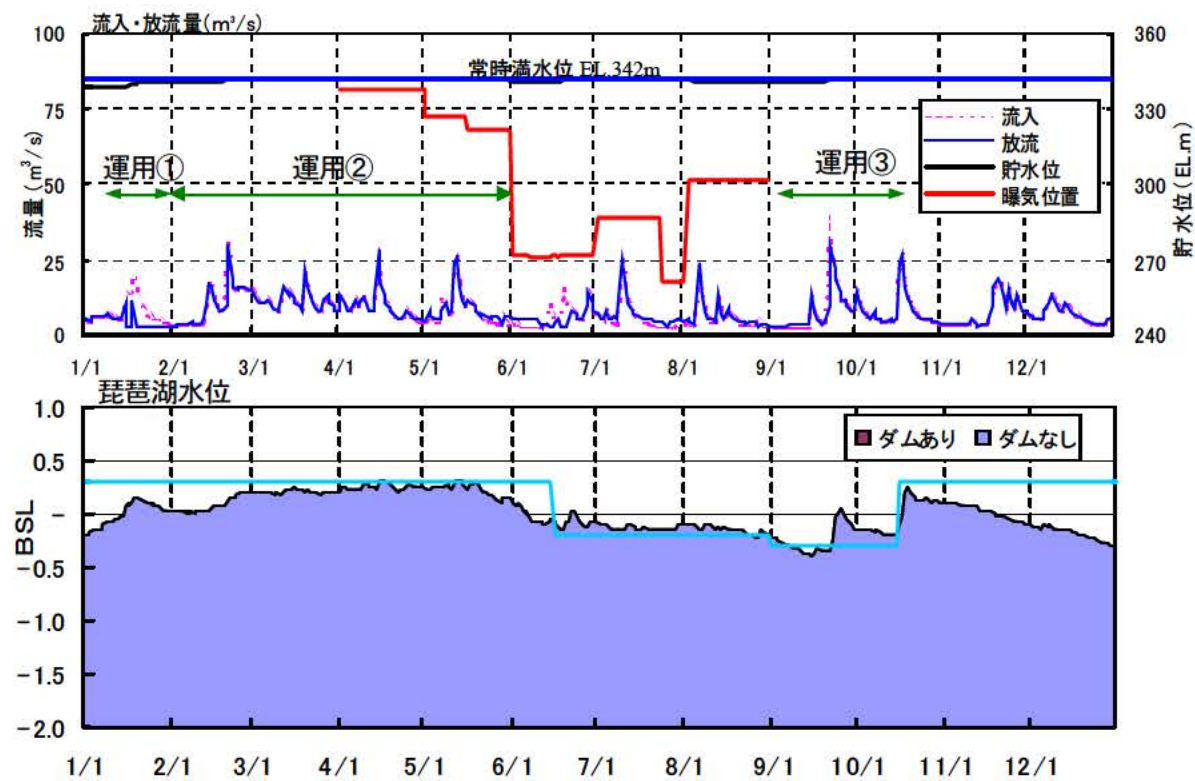


図 2.3.5 貯水位と曝気水深および琵琶湖水位の例（平成10年：1998年）

【運用方法】

- 運用① : 琵琶湖水位が±0cm 以上のとき、丹生ダムに貯留（維持流量分を放流、流入量と放流の差は貯留）
- 運用② : 琵琶湖水位が±0cm 以上のとき、丹生ダムに貯留するが、貯水位が常時満水位のため放流（流入量＝放流量）
- 運用③ : 9月1日から10月15日の間で琵琶湖水位－30cm 以下のとき、丹生ダムから放流（流入量＝放流量）、琵琶湖水位－30cm 以上のとき、丹生ダムに貯留（維持流量分を放流、流入量と放流量の差は貯留）

§ 3. 姉川・高時川融雪水の丹生ダム貯留による琵琶湖深層部DOへの影響について

3.1 調査結果およびそれらから推察される事項

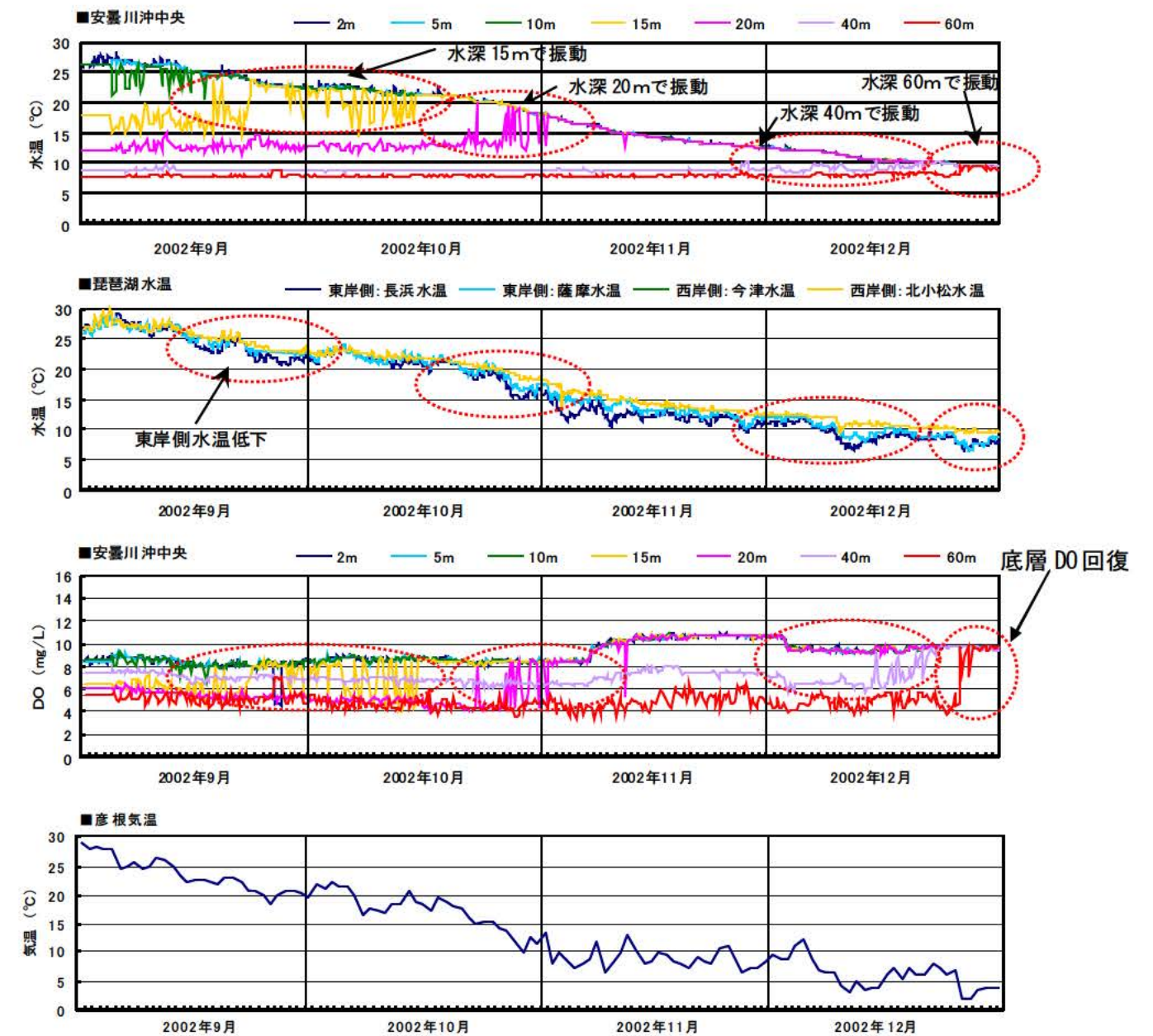
(1) 琵琶湖の循環のメカニズム

【調査結果（1995～2002年の琵琶湖水質連続観測データによる）】

琵琶湖表層（水温躍層より上部の循環層）では、おおむね9月末頃より湖面の冷却が始まる。冷却が進むにつれ、表層部の水温が低下し躍層の位置が上下に振動しながら下方に移動（循環層が下方に拡大）する。躍層の直下の水が循環層に取り込まれる際、それまでおおむね一定であった水温およびDOの値はともに一時的に振動した後、循環層の水温およびDOの値に移行する。このようにして徐々に循環層の水温は低下し、層厚は増大していく。なお、湖水の冷却は湖面全域でなされるが、秋～冬季は北西～北北西の季節風が卓越するため、経時的な水温低下は水深の浅い東岸域においてより顕著にみられる。

⇒【調査結果から推察されること】

全層循環に至る基本的メカニズムは、放熱・冷却によって形成される鉛直循環流が徐々に下方へ拡大し循環層厚が増大していくような機構であると考えられ、循環期のDO回復にはこのメカニズムが大きく寄与している。



【出典】安曇川沖自動観測データ：水資源機構、琵琶湖水温：滋賀県、彦根気温：気象庁

図 3.1.1 琵琶湖冷却期における水温・DOの動向（2002年9月～12月の例）

(2) 琵琶湖深層部DOの冬季の回復の支配要因

【調査結果（近30年程度の気象・琵琶湖水質観測データによる）】

深層部の水温（今津沖中央、安曇川沖中央）の経年変化の傾向は、気温（彦根）のそれと良い相関を示す。すなわち、循環期（1～2月）において気温が高いと底層水温が十分低下しないという関係がみられる。一般に琵琶湖のDO濃度が底層まで回復するのは2月であり、2月の底層DO濃度は、循環期の深層水温が低いほど、またその冬の気温が低いほど高くなる関係がみられる。

⇒【調査結果から推察されること】

深層部のDOが高いレベルに回復するためには、循環期の琵琶湖水温がいかに低下するか、すなわちいかに寒い冬であるかが重要である。DO回復の度合いは、回復時期（全層循環の開始・終了時期）の長さおよび水温に依存するため、冬季気温の影響は大であると考えられる。

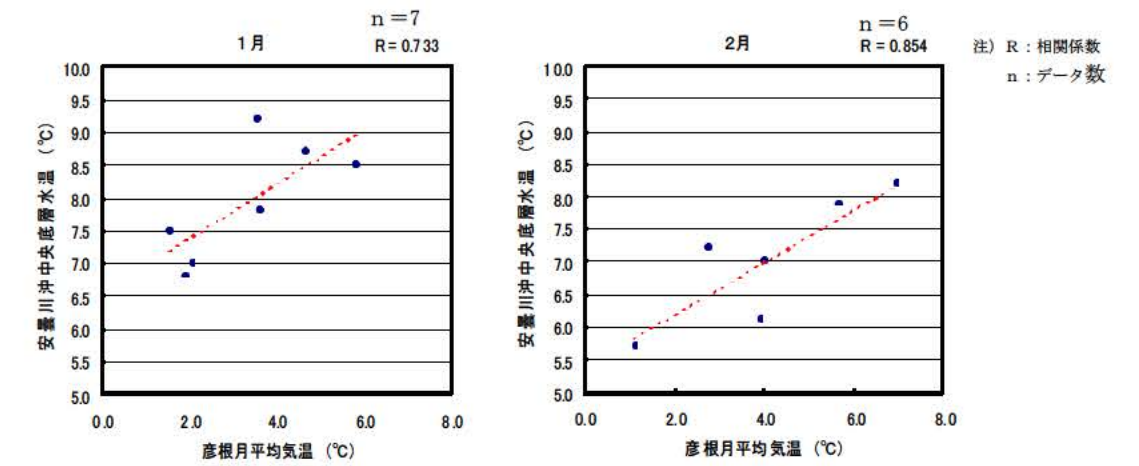


図 3.1.2 琵琶湖完全循環期（1～2月）における月平均気温と各地点底層水温の関係（その1）

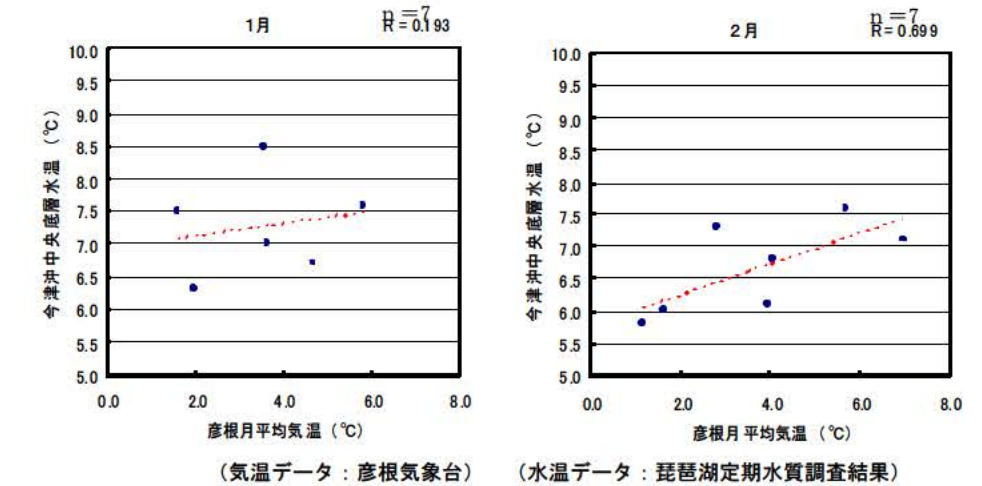


図 3.1.3 琵琶湖完全循環期（1～2月）における月平均気温と各地点底層水温の関係（その2）

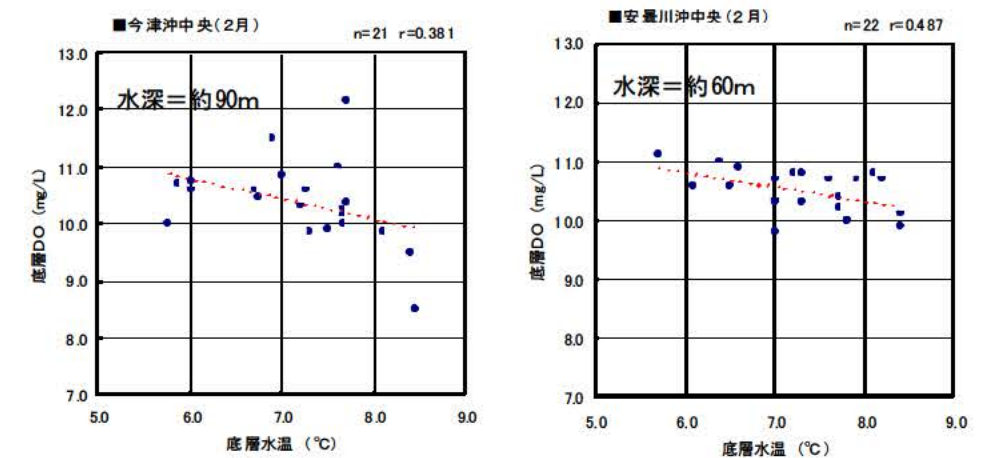


図 3.1.4 琵琶湖深層部における水温と溶存酸素の関係

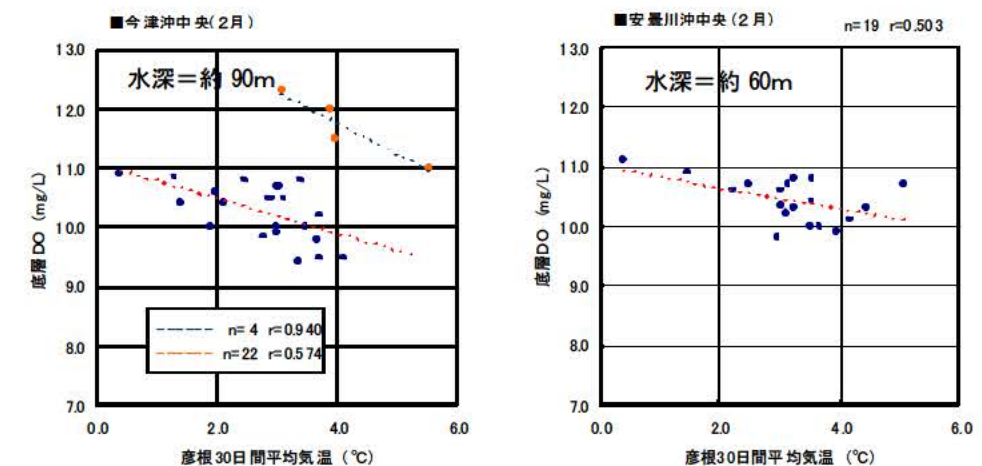


図 3.1.5 気温と琵琶湖深層部における溶存酸素の関係

(3) 琵琶湖深層部DOの回復と姉川からの融雪水流入の関係

【調査結果（1985～2002 年（1993 年は欠測）の琵琶湖水質・姉川流量観測データによる）】

琵琶湖深層部 DO は全層循環により 1～2 月に大きく回復する（上記期間中、2 月前半までに大幅回復を示した年は 17 年中 12 年、2 月前半～2 月後半の間に示した年は 17 年中 5 年）。一方、姉川からの融雪水の月別流量は 3 月が最大となる年が多い（上記期間中、1～4 月の月間流量が最大となる年は、1 月が 1 年、2 月が 4 年、3 月が 11 年、4 月が 1 年）。

また、3 月の姉川からの流入量の大小と翌年 2 月までの琵琶湖深層部 DO 変化との間には明確な関係はみられない。

⇒【調査結果から推察されること】

深層部の DO 回復は、姉川からの融雪水の主たる流入時期より前にあたる 2 月までに生起しており、姉川からの融雪水の流入には支配されていない。また、姉川からの融雪水の流入量の大小は、その後翌冬までの DO 変化に明確な影響を及ぼしていない。

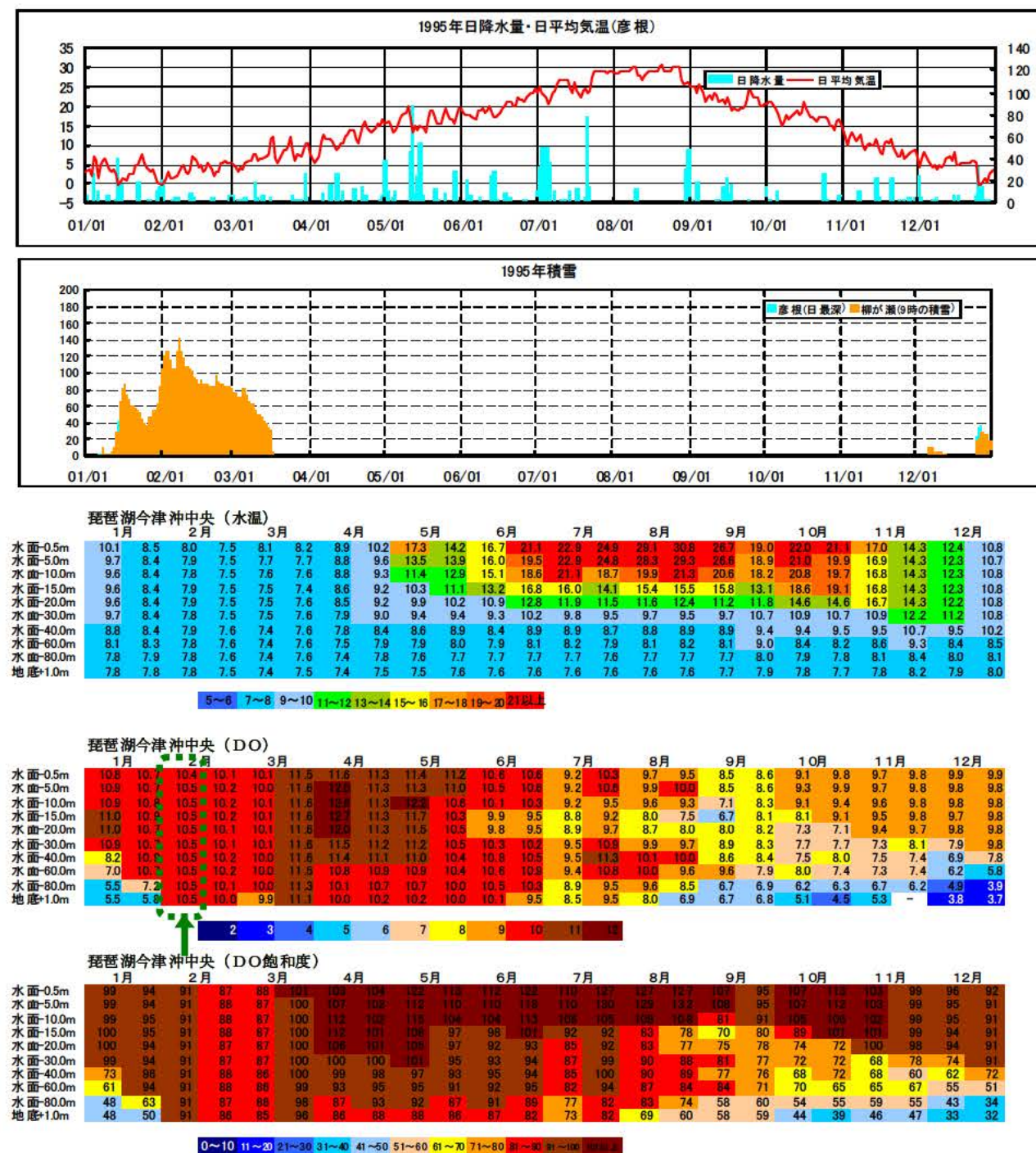


図 3.1.6 琵琶湖水温、溶存酸素と気象・水文の関係（1995 年）

(4) 水温からみた姉川河川水の潜り込みの可能性

【調査結果（1995～2004 の観測データによる）】

姉川からの流入水温と琵琶湖水温の関係をみると、1月下旬～2月は河川水温の方がおおむね2～3℃低く、3月の河川水温は琵琶湖水温より低い場合もあれば高い場合もある。琵琶湖表層水温の上昇(水温躍層の形成)は3月中旬～4月上旬頃から始まる。4月の河川水は琵琶湖の中・底層より高温である。

⇒【調査結果から推察されること】

水温差による密度流の観点からは、3月以降は、姉川からの流入水は必ずしも琵琶湖底層に潜り込むとはいえない。

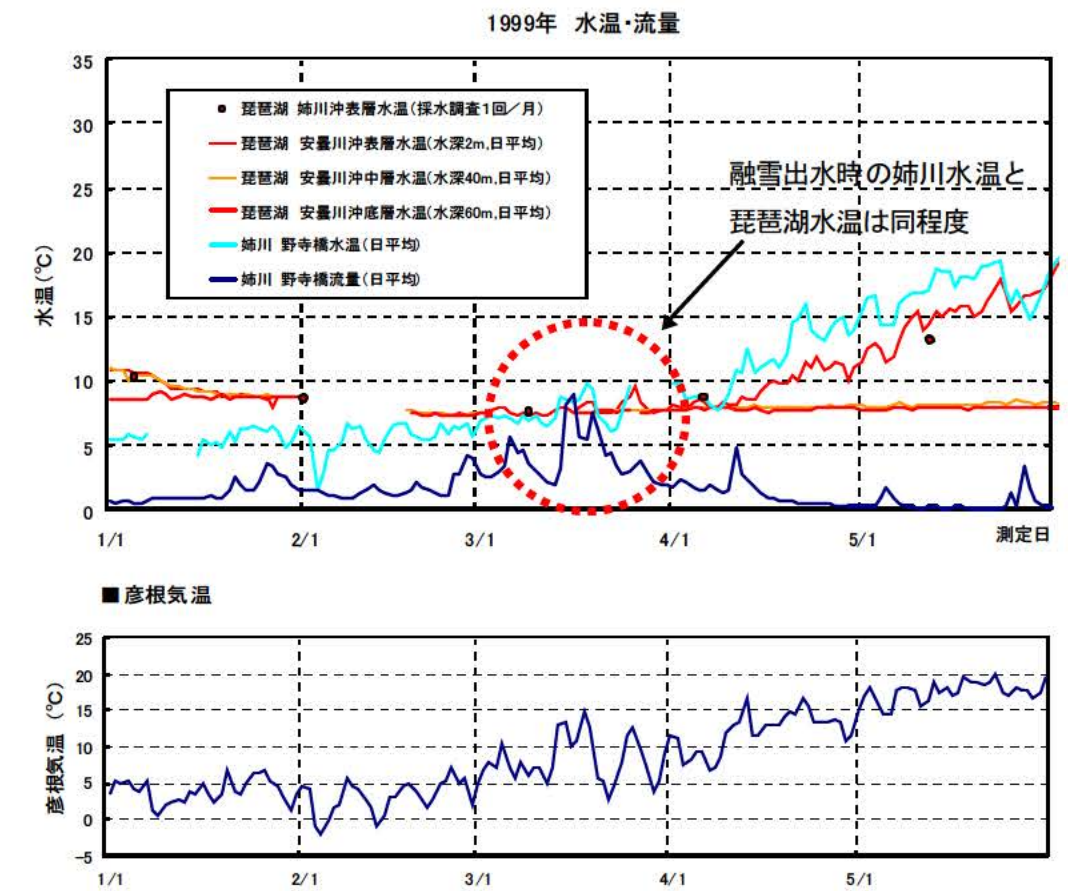


図 3.1.7 姉川水温と琵琶湖水温の関係（1999 年）

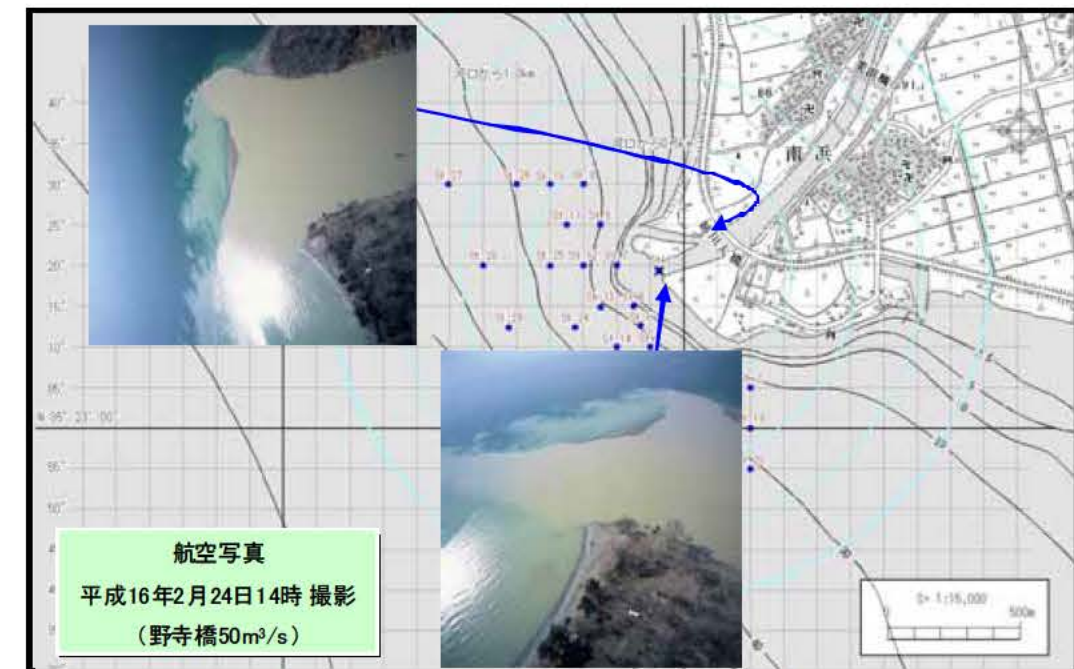
(5) 融雪出水の琵琶湖内への侵入・拡散状況

【調査結果（2002，2004 年の現地調査による）】

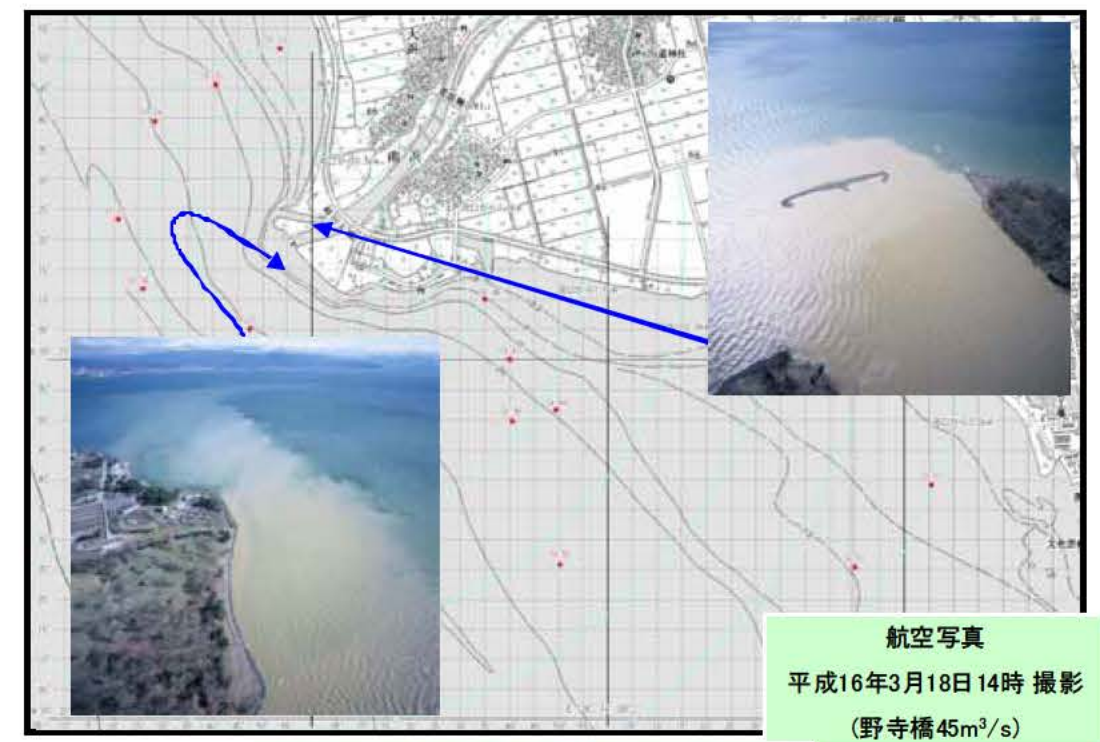
2 月下旬以降の融雪出水（琵琶湖水より低温）は、琵琶湖に流入後湖流の影響を受けて主として南～南東方向に移流・拡散しており、いずれの調査時においても、湖底に沿って深層部に侵入するような流れはみられなかった。

⇒ 【調査結果から推察されること】

2 月下旬以降の姉川からの融雪水が琵琶湖深層部に潜り込み DO を供給するような現象はみられない。



調査結果(第1回) 平成16年2月25日



調査結果(第2回) 平成16年3月19日

図 3.1.8 2004 年（平成 16 年）調査時の濁水流入状況

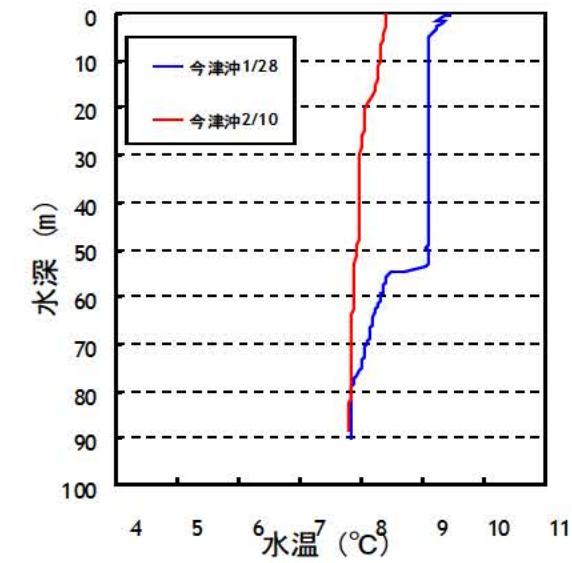
(6)循環により深層部に供給された DO 量

【調査結果（2005 年の姉川・琵琶湖水質連続観測データによる）】

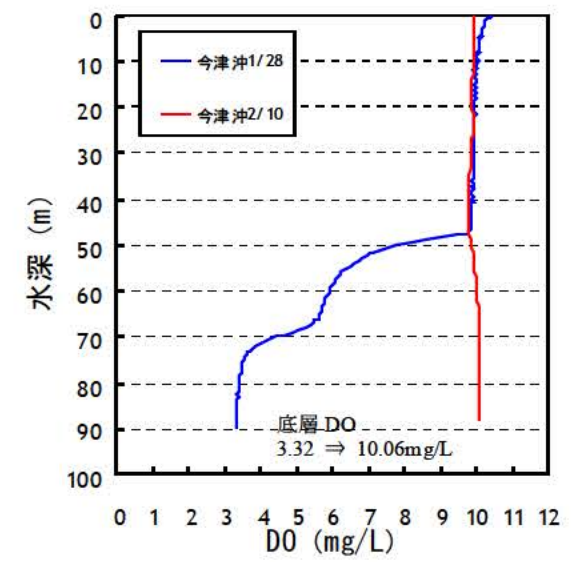
2005 年は、1 月 28 日時点では水深 50～60m 付近に水温躍層があったが、2 月 10 日時点では全循環が発生し深層部の低酸素層はほぼ解消していた。この間の琵琶湖北湖内の DO 増加量を試算すると、約 27,000ton 程度と算定される。なお、この期間に姉川から流入した DO 量は飽和濃度とすれば約 200ton と算定される。また、琵琶湖逆算流入量から推定すれば、この期間に琵琶湖流入全河川から流入した DO 量は約 2,300ton 程度と推定される（単位水量あたりの DO 量は姉川水質調査結果を使用して算定。）

⇒【調査結果から推察されること】

全層循環直前の約 2 週間に深層部に全層循環により供給された DO 量は、姉川からの流入 DO 量をはるかに凌ぐものであり、琵琶湖流入水量から推定される全流入 DO 量と比較しても 1 オーダー大きくなっている。このように、深層部の DO 供給に対しては湖水の全層循環が支配的な役割を果たしている。



循環前 (1/28) :	1,036,191 × 10 ⁶ MJ
循環後 (2/10) :	903,207 × 10 ⁶ MJ
減少熱量	105,984 × 10 ⁶ MJ



循環前 (1/28) :	245,358 ton
循環後 (2/10) :	272,454 ton
増加量	27,106 ton

図 3.1.9 琵琶湖北湖（今津沖中央地点）における水温・溶存酸素変化（第 2 回 1 月 28 日から第 3 回 2 月 10 日）

3.2 姉川・高時川融雪水の丹生ダム貯留による琵琶湖深層部DOへの影響に関するまとめ

【調査結果からいえること】

調査結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 琵琶湖水質連続観測データより、全層循環に至る基本的メカニズムは、放熱・冷却によって形成される鉛直循環流が徐々に下方に拡大し循環層厚が増大していくような機構であると考えられ、循環期のDO回復にはこのメカニズムが大きく寄与している。
- (2) 近30年程度の気象・琵琶湖水質観測データより、深層部のDOが高いレベルに回復するためには、循環期の琵琶湖水温がいかに低下するか、すなわちいかに寒い冬であるかが重要である。
- (3) 琵琶湖水質・姉川流量観測データより、深層部のDOの回復は、姉川からの融雪水の主たる流入時期より前にあたる2月までに生起している。このことは、DOの回復が姉川からの融雪水の流入によるものではないことを意味している。また、姉川からの融雪水の流入量の大小は、その後翌冬までのDO変化に明確な影響を及ぼすものではない。
- (4) 河川水温・琵琶湖水温観測データより、水温差による密度流の観点からは、3月以降は、現状では姉川からの流入水は必ずしも琵琶湖底層に潜り込むとはいえない。このことは、姉川からの融雪水が琵琶湖深層部に潜り込みDOを供給するメカニズムとして必ずしも作用していないことを物語っている。
- (5) 融雪出水流入状況の現地調査結果より、2月下旬以降の融雪出水は南～南東方向へ移流・拡散しており、いずれの調査時においても湖底に沿って深層部に侵入するような流れはみられなかった。
- (6) 2005年の姉川・琵琶湖水質連続観測データより、全層循環直前の約2週間に深層部に全層循環により供給されたDO量は、姉川からの流入DO量をはるかに凌ぐものであり、琵琶湖流入水量から推定される全流入DO量と比較しても、深層部のDO供給に対しては湖水の全層循環が支配的な役割を果たしている。

琵琶湖深層部へのDOの供給は湖水の冷却による全層循環によるものが支配的である。姉川からの融雪水の流入は、その生起時期および河川水の挙動（流入水）からみて深層部へのDO供給のメカニズムになっているとは考えられない。仮に琵琶湖全体に流入する河川水が深層部へDOを供給するものとしたとしても寄与はわずかであると考えられる。

よって、主として3月以降に発生する融雪水を丹生ダムで貯留しても琵琶湖深層部へのDO供給に影響を及ぼす可能性は、近年での水理・水文・気象・水質状況等を踏まえた現状ではほとんどないものと考えられる。

【引き続き解明すべき点】

- ① 冬季の琵琶湖深層部溶存酸素の回復は上記に述べた全層循環によるものが主要な機構と思われるが、さらに、その後の水温低下による飽和溶存酸素濃度が増加する機構もあるといわれている。このことから次の点に着目した調査を継続する必要がある。
 - ・全層循環が最深部に至った後の湖水（全層）の水温低下及び溶存酸素上昇の要因分析と姉川からの流入水が及ぼす影響
- ② 姉川からの流入水（融雪出水、夏～秋季出水等）による琵琶湖内DOの年間変化（供給および消費）への影響
- ③ 上記①②に対する、ダムによる河川流況・水質変化の影響

3.3 琵琶湖水の低酸素化対策の長期的な課題

琵琶湖における低酸素化現象は、①富栄養化の進行、②エネルギー需要の拡大、③地球温暖化の進行とともに、ますます加速することが予想される（平成 17 年 3 月 琵琶湖北湖低酸素化問題検討委員会：滋賀県琵琶湖研究所より抜粋）といわれている。

これらについては長期的な課題であり、関係する機関が連携しながら取り組む必要がある。

§ 4. 丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖水質への影響について

4.1 調査結果およびそれらから推察される事項

(1) 丹生ダムにおける水質問題発生の可能性について

【調査結果（11 年間（1992～2002 年）のダム貯水池水質予測結果による）】

以下の貯水池水質予測は、「§ 2. 丹生ダム運用方法（案）」に基づき、「一次元富栄養化モデル」を用い、11 年間（1992～2002 年）について行った。

1) 冷温水現象について

選択取水を前提にした放流を行う場合を予測検討した。環境放流（琵琶湖水位低下抑制のための丹生ダムからの放流：50m³/s を最大 20 日間：約 8,600 万 m³）を実施した場合の丹生ダム放流水温については、11 年間のうち環境放流量が多い 2000 年の流況条件において、7 月後半のダムからの補給水の水温は流入水温を下回る場合が予測された。

これに対処するための方策として、曝気循環を行いつつ、環境放流時以外は選択取水で放流し、環境放流時は表層取水で放流する場合を予測検討した。曝気循環を行うことにより温水が確保でき、放流水温が流入水温を下回らない運用が可能であることが予測された。ただし、曝気循環を行うと環境放流時や秋期では流入水温よりも放流水温が 3～5 度程度高くなることが予測された。

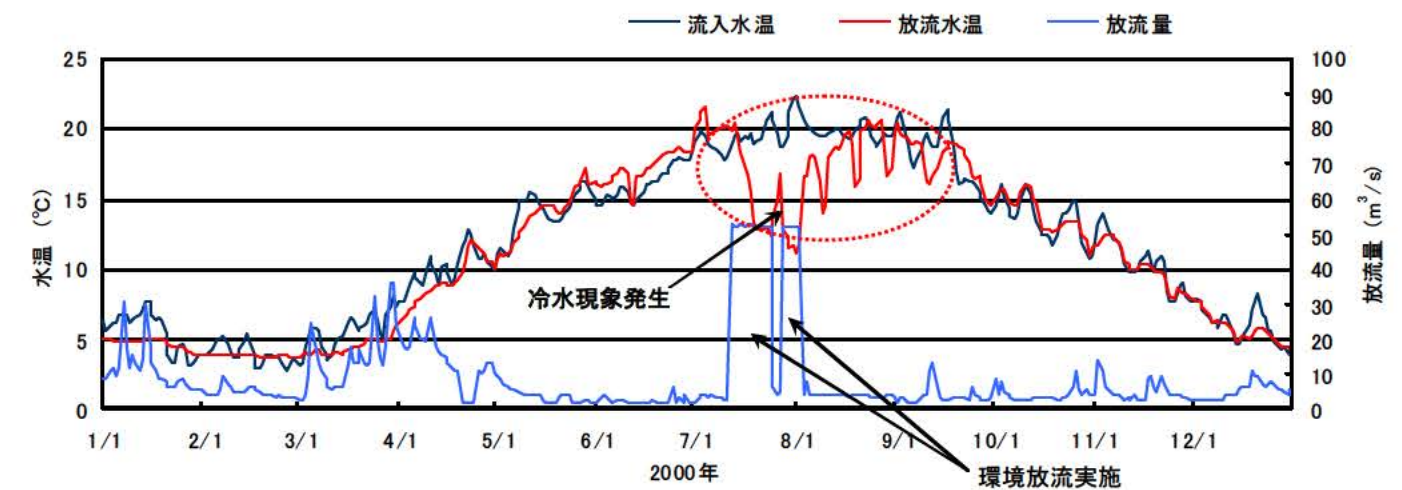


図 4.1.1 丹生ダムにおける水温の予測結果（2000 年）

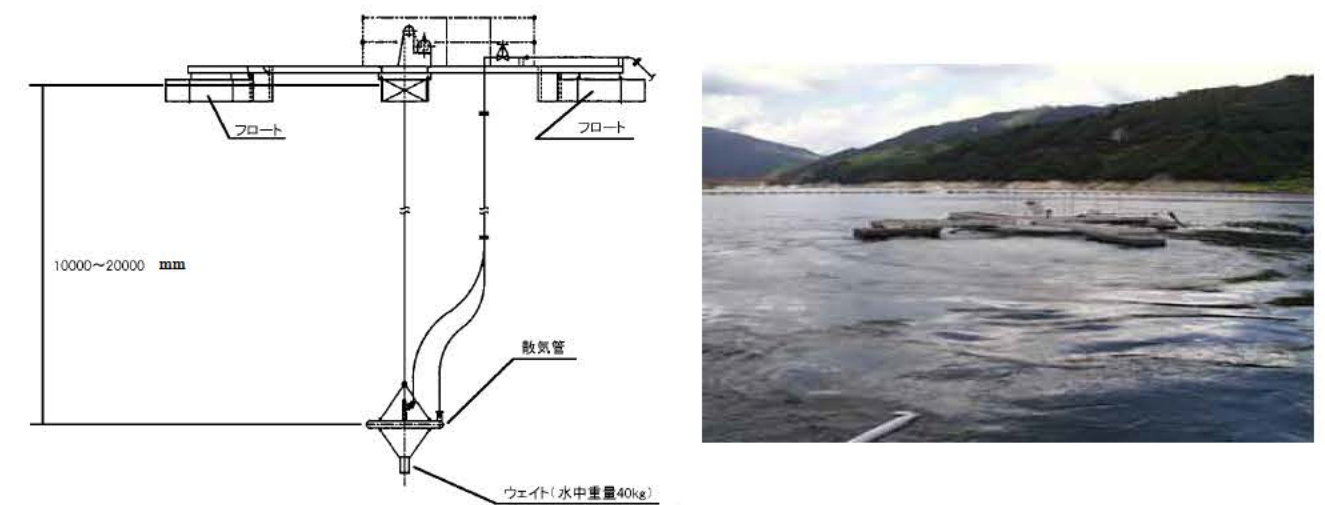


図 4.1.2 曝気装置概要図および曝気装置運転の様子（草木ダム）

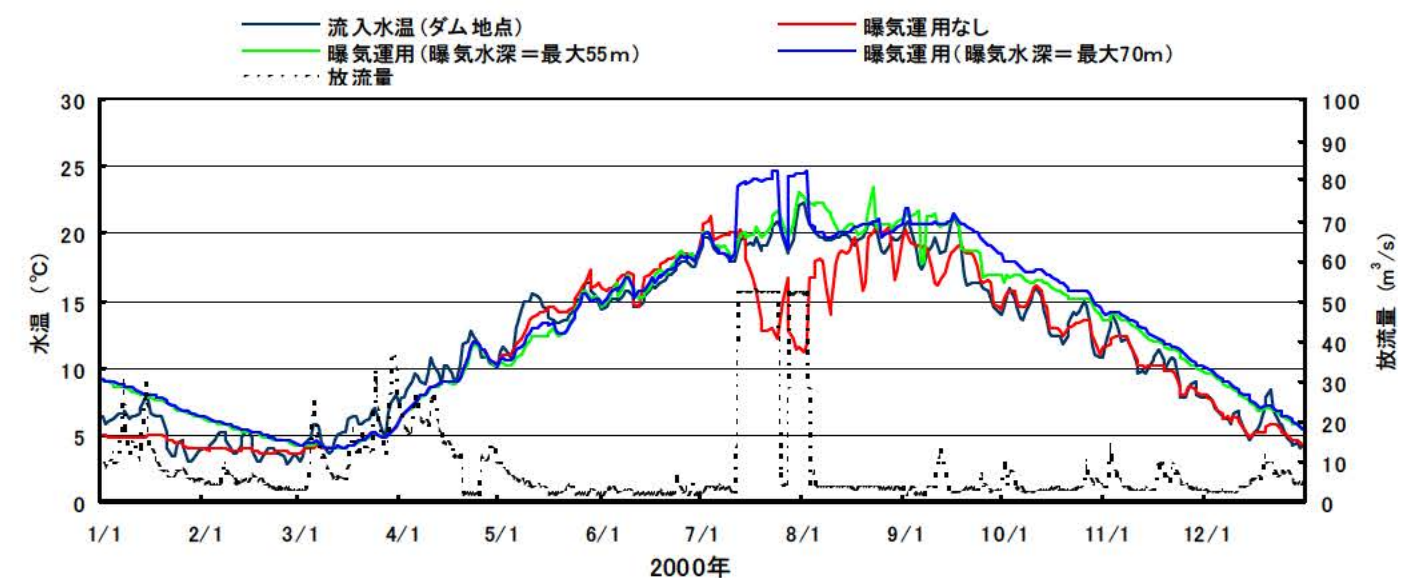


図 4.1.3 選択放流取水設備および曝気循環設備運用による水温の予測結果（2000 年）

2) 濁水の長期化現象について

貯水池が沈澱池的な役割を果たすことから概ね放流濁度は流入濁度よりも低くなっているが、出水後、濁度は低いものの放流濁度が流入濁度を上回る場合があることが予測された。

環境放流と濁水の長期化現象の関係については、出水後に環境放流を実施する場合に、貯水池内に残存している濁水を下流に放流することが懸念される。2002 年では7月中旬に出水があり、その後に環境放流を行うことが想定される。この場合のシミュレーション結果では、環境放流時は表層から取水するが、この規模の洪水では、貯水池の濁質は出水後すみやかに沈降し表層濁度は低くなることから、環境放流によって放流濁度が流入水濁度より高くなることはなかった。

また、曝気循環を行っている期間に出水がある場合の濁度を検討するため、既往最大規模の出水（1953 年7月に日平均 $159\text{m}^3/\text{s}$ の流入量）について予測したところ、放流濁度が出水後、半月以上に渡り流入濁度を上回る結果となった。このため濁水対策として、出水直後に選択取水設備の運用を流入水と水温が同等な貯留水を放流する水温優先から、流入水と濁度が同程度の貯留水を放流する濁度優先にすることにより、短期間で放流濁度を低下できる結果となった。ただし、この時の放流水温は流入水温より 3～4 度程度高くなる結果となった。選択取水設備の運用を水温優先とするか濁度優先とするかの運用条件（流量規模等）は今後検討が必要である。

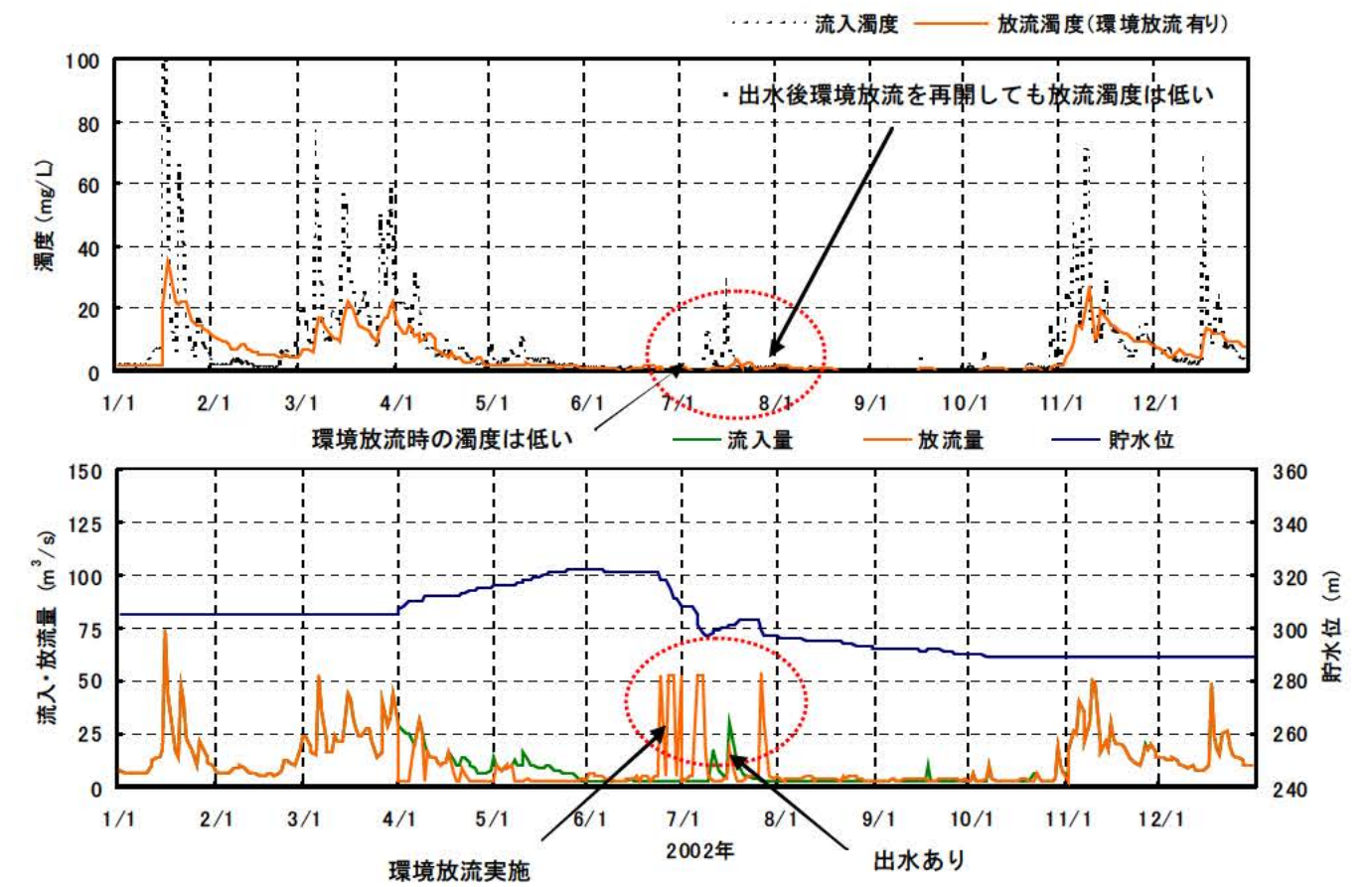


図 4.1.4 丹生ダムにおける環境放流を実施した場合の放流濁度の予測結果（2002 年）

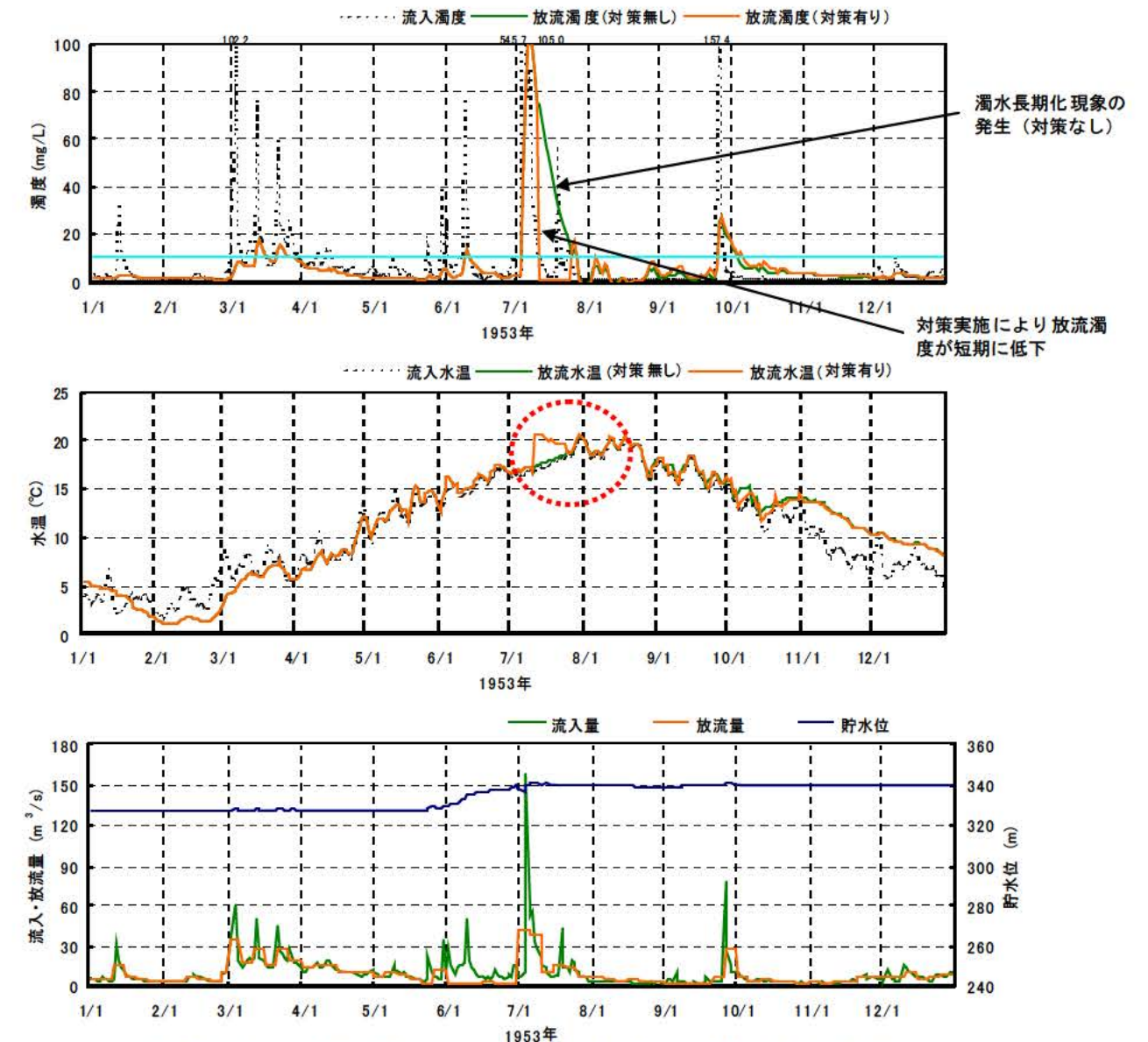
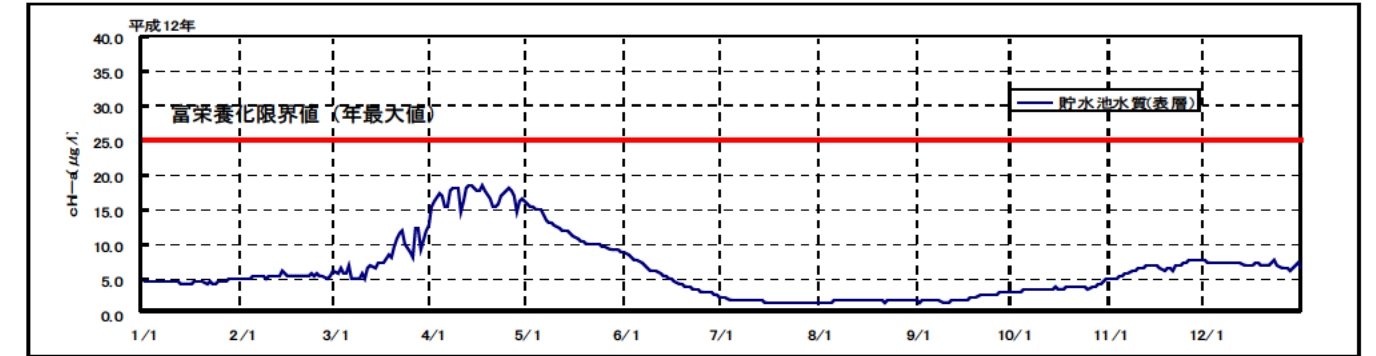


図 4.1.5 既往最大出水時における対策実施による放流濁度の変化

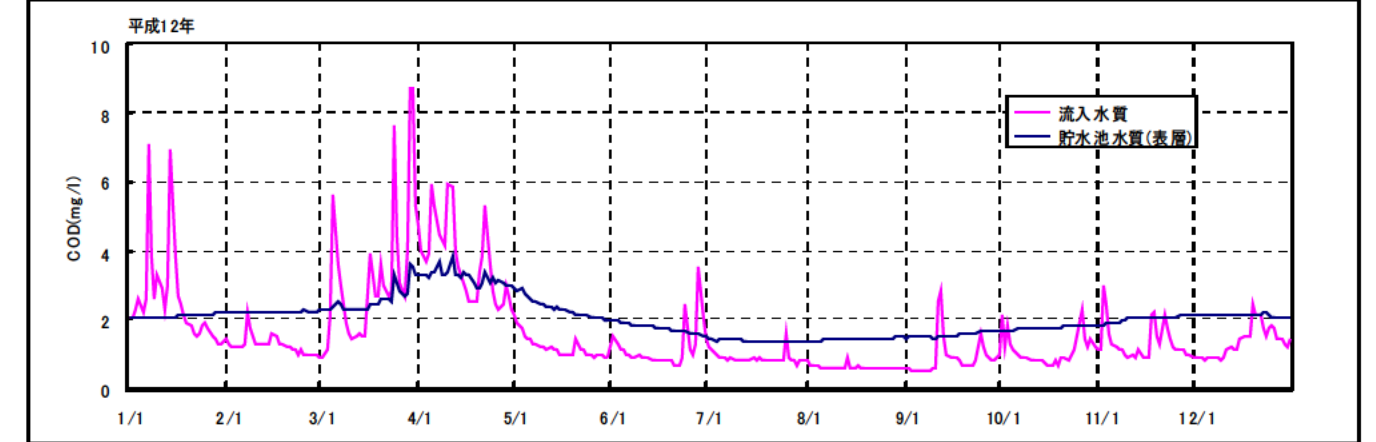
3) 富栄養化現象について

貯水池表層の植物プランクトンは、春先に急速な増殖が認められるが、夏期には急速な増殖が認められない結果となった。OECD の富栄養化の判定基準値からは中栄養（クロロフィル a：年平均値＝8 $\mu\text{g/L}$ 、年最大値＝25 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にある結果となった。同様に、窒素、リンについても OECD の富栄養化の判定基準値からは中栄養（T-N＝0.5mg/L、T-P＝0.025mg/L）の範囲にある結果となった。

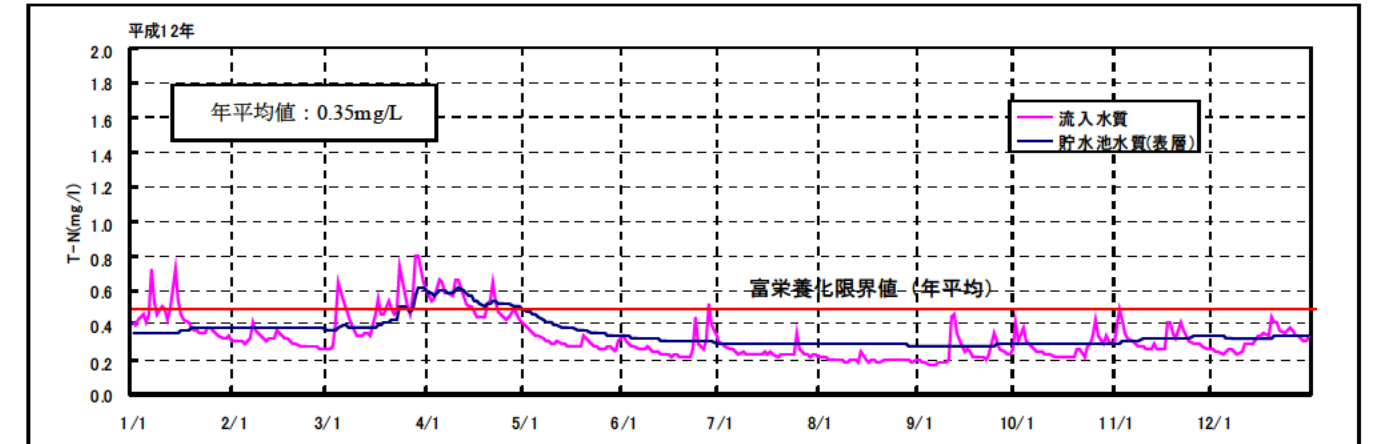
■クロロフィル a (Chl-a)



■COD



■総窒素 (T-N)



■総リン (T-P)

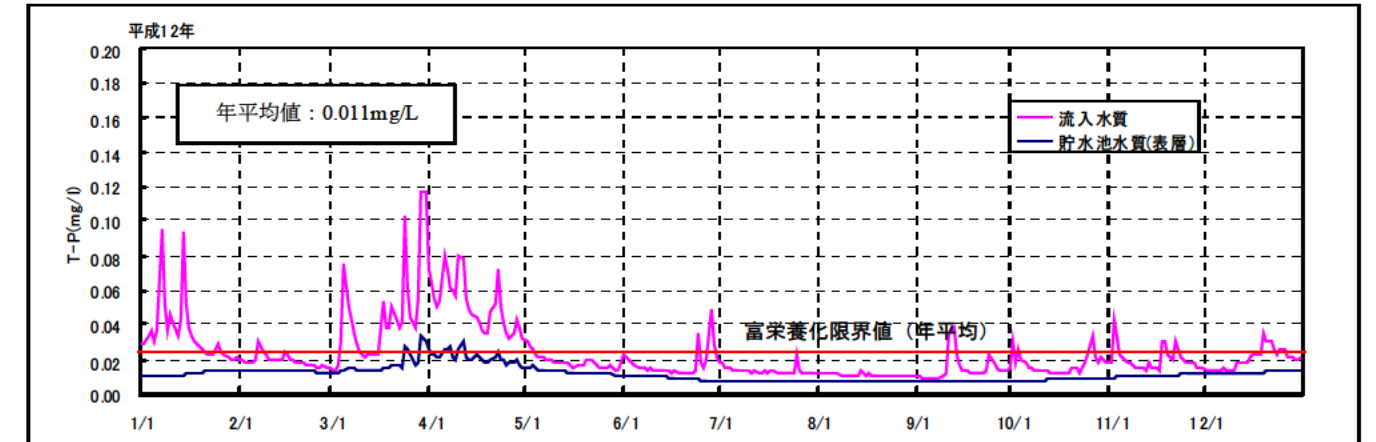


図 4.1.6 丹生ダム貯水池水質の予測結果の一例（2000 年）

また、放流水温の低下を防ぐための曝気を行うことによって、富栄養化を助長させる場合があるとの指摘がある。これに対して、曝気を実施しない場合と曝気を実施した場合の貯水池水質予測結果を比較すると、曝気によって表層のクロロフィルa濃度やCOD、栄養塩濃度（窒素、リン）が増加するような状況は認められない。むしろ曝気を行った方がクロロフィルa濃度が低下し、COD、窒素、リン濃度も低くなる予測結果となった。ただし、水質予測計算モデルでは、本対象ダムでの予測モデルの不確実性が存在し、植物プランクトンの貯水池表層での集積過程は考慮していないこと、曝気循環装置による抑制効果の他ダムでの再現性の検証が行われていないことに留意が必要である。

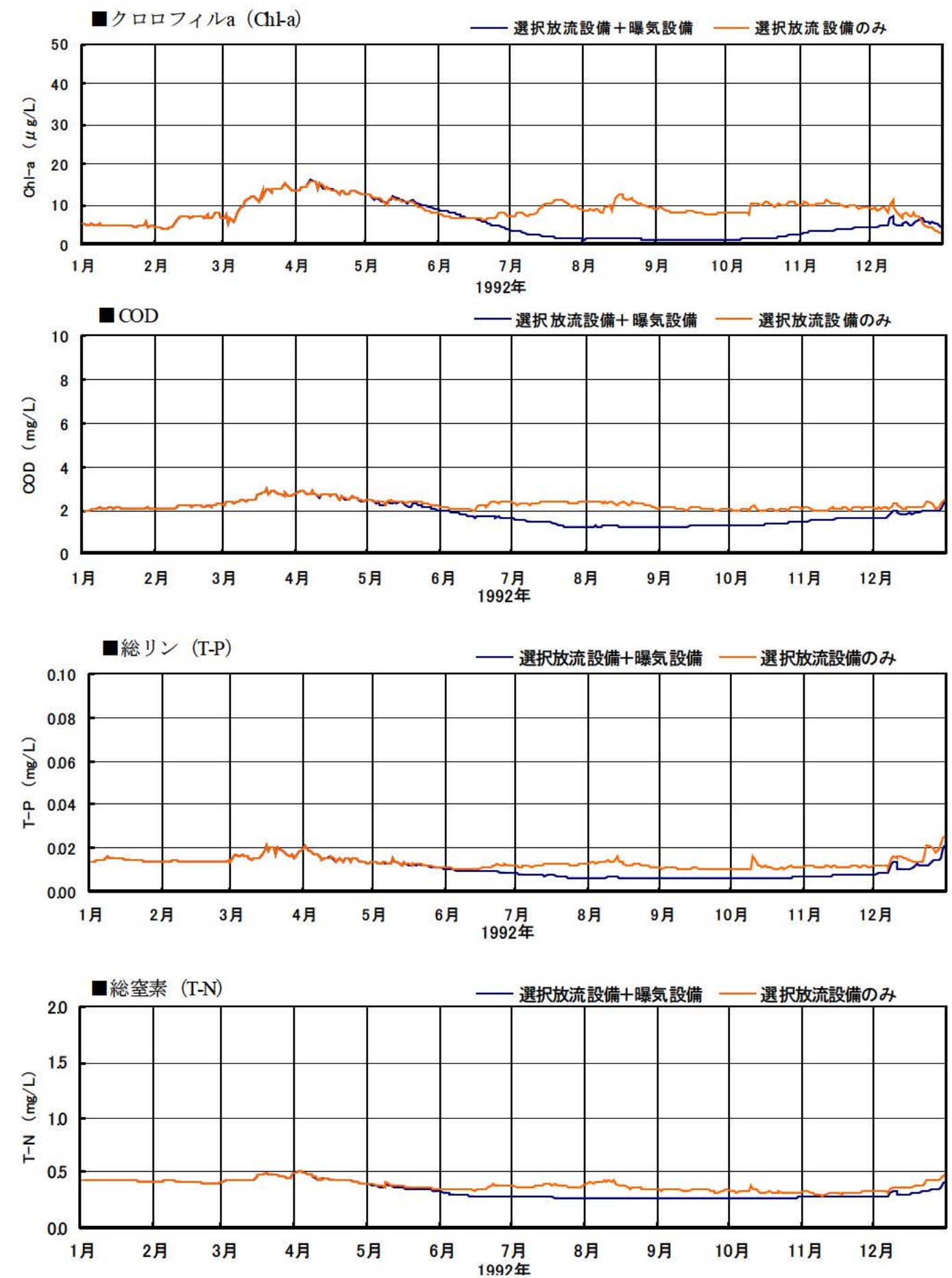


図 4.1.7 曝気を実施した場合の丹生ダム貯水池表層水質の変化（1992 年：環境放流あり）

⇒【調査結果から推察されること】

冷温水問題については、11 年間の予測結果では、曝気循環を行うことにより温水が確保でき、放流水温が流入水温を下回らない運用が可能であることが予測された。また、曝気循環によって環境放流時や秋期では、流入水温よりも放流水温が高くなることが予測された。

濁水の長期化現象については、11 年間の予測結果を経年的にみると、おおむね流入濁度よりも放流濁度の方が低くなることが予測された。環境放流時には表層取水するため、予測条件下では出水後に環境放流をした場合も放流濁度が高くないことが予測された。また、曝気循環を行っている期間に出水があった場合は、既往最大規模の出水の時、放流濁度が流入濁度を上回る期間があった。これは、出水後に濁度優先で放流することにより、放流濁度を短期に低下させることができる予測結果となった。この時、放流水温は流入水温より 3～4 度程度高くなる結果となった。

富栄養化現象については、11 年間の予測結果では、植物プランクトンは春先を除いて大きな増殖は示さない結果となり、クロロフィル a、窒素、リン濃度の予測結果より中栄養と予測された。また、曝気を行うことによって、貯水池における富栄養化現象は軽減される可能性があると推察される。なお、対策効果の妥当性について、他事例の収集やモデルの検証などをさらに行うことが必要であるとともに、水質予測計算に含まれる計算条件の不確実性が排除できないため、その妥当性についてさらに検討を加えることが必要である。また、11 年間で見られなかった出水時の検討をさらに進めるとともに、既往最大出水時における水温、SS、COD については今後検討する必要がある。

(2)丹生ダム放流に伴う下流河川水質変化について

【調査結果（11年間（1992～2002年）の下流水質予測結果による）】

以下の貯水池水質予測は、「§ 2 . 丹生ダム運用方法（案）」に基づき、「下流河川水質予測モデル」を用い、11年間（1992～2002年）について行った。

全窒素・全リンの流入負荷量と放流負荷量を比較すると、ダムがある場合は平常時、出水時とも放流負荷量はダムがない場合に比べて少なくなるが、環境放流時には放流量が多いため放流負荷量はダムがない場合よりも多くなる。年間の負荷量を累計すると11年間でダムに貯留された全窒素・全リンの量はそれぞれ99（t/11年）、73（t/11年）であり、ダムに貯留された割合は流入負荷量のそれぞれ7.7%,57.0%となり、全窒素は流入負荷量の一部が貯留され、全リンは流入負荷量の半分以上が貯留される結果となった。

表 4.1.1 貯水池水質予測結果（1992～2002年）全窒素負荷量比較

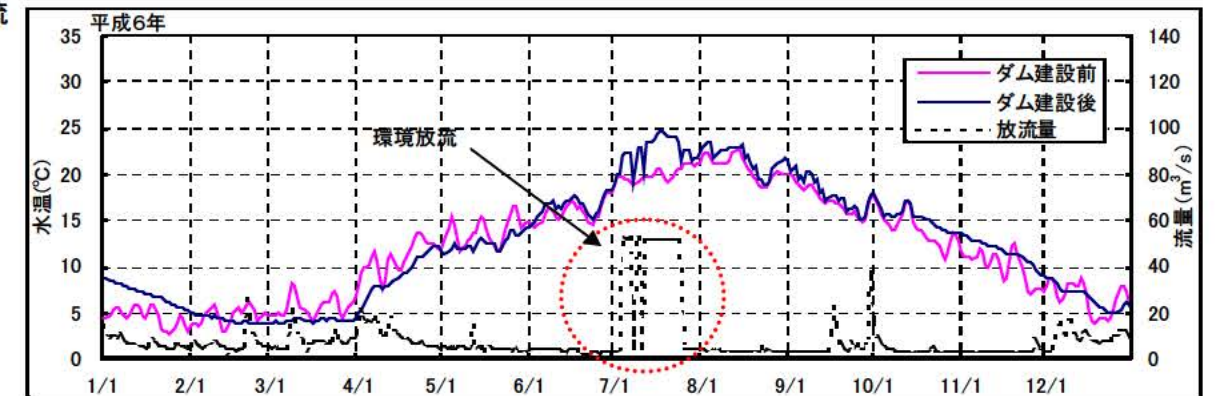
	流入（ダム建設前） 負荷量（t /年）	放流（ダム建設後） 負荷量（t /年）	貯留された負荷量 流入-放流（t /年）	貯留された 負荷量の割合
1992 年	83	102	△ 19	-22.9%
1993 年	147	91	56	38.1%
1994 年	68	94	△ 26	-38.2%
1995 年	144	135	9	6.3%
1996 年	115	98	17	14.8%
1997 年	108	77	31	28.7%
1998 年	103	90	13	12.6%
1999 年	111	107	4	3.6%
2000 年	88	104	△ 16	-18.2%
2001 年	139	113	26	18.7%
2002 年	187	183	4	2.1%
合計	1,293	1,194	99	7.7%

表 4.1.2 貯水池水質予測結果（1992～2002年）全リン負荷量比較

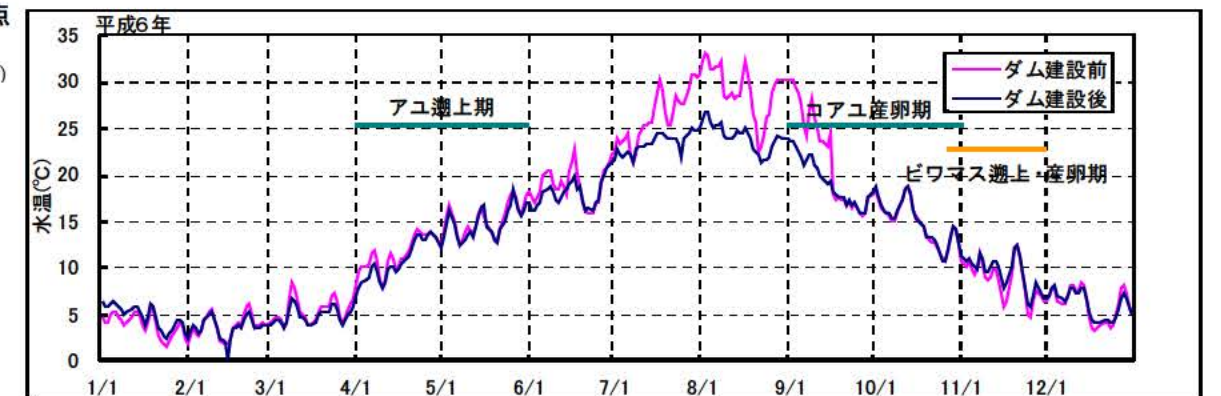
	流入（ダム建設前） 負荷量（t /年）	放流（ダム建設後） 負荷量（t /年）	貯留された負荷量 流入-放流（t /年）	貯留された 負荷量の割合
1992 年	7	4	3	42.9%
1993 年	14	4	10	71.4%
1994 年	5	3	2	40.0%
1995 年	15	7	8	53.3%
1996 年	11	5	6	54.5%
1997 年	10	3	7	70.0%
1998 年	9	4	5	55.6%
1999 年	11	5	6	54.5%
2000 年	8	4	4	50.0%
2001 年	15	5	10	66.7%
2002 年	23	11	12	52.2%
合計	128	55	73	57.0%

ダム放流に伴う下流河川の水質変化について、水温については、年間を通じてみると環境放流時も含めて、ダムサイト地点では流入水温と放流水温の差が3～4度程度ある場合もあるが、この計算条件下ではダムから約14km下流の川合橋地点ではダムの有無による水温差は最大で2.8℃となる予測結果となった。ただし、ダムなしの場合に瀬切れが生じるような時には、高時川の流量が少なく水温が高いため、ダムの有無による水温差が大きくなる予測結果（最大7.2℃）となっている。平成6年の7月～8月にかけては顕著にこの現象が予測されている。ダムから約28km下流の野寺橋地点では、環境放流時にダムのない場合に比べ水温が2度程度低くなる予測結果となった。

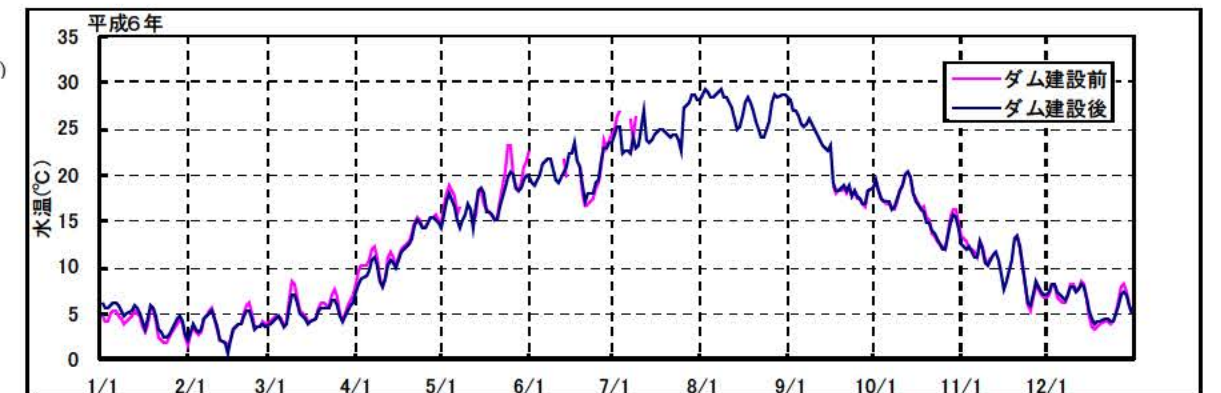
ダム直下流
地点



川合橋地点
(ダム下流
約14km地点)



福橋地点
(ダム下流
約22km地点)



野寺橋地点
(ダム下流
約28km地点)

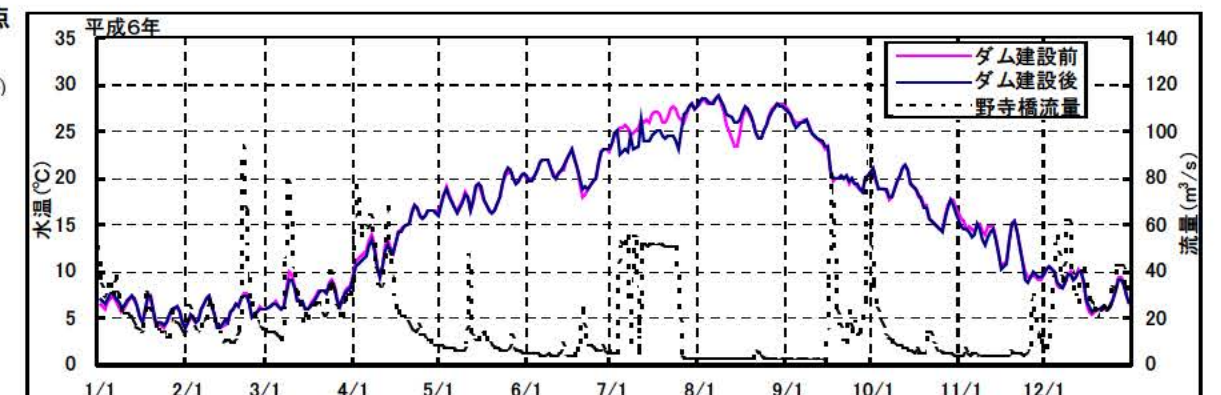
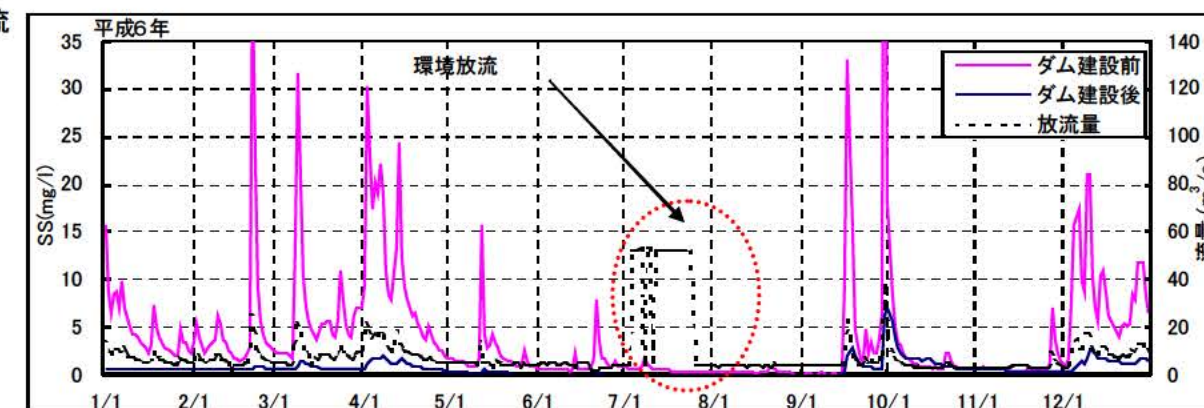


図 4.1.8 ダム下流河川水温予測結果（1994 年：選択取水・曝気あり、環境放流実施）

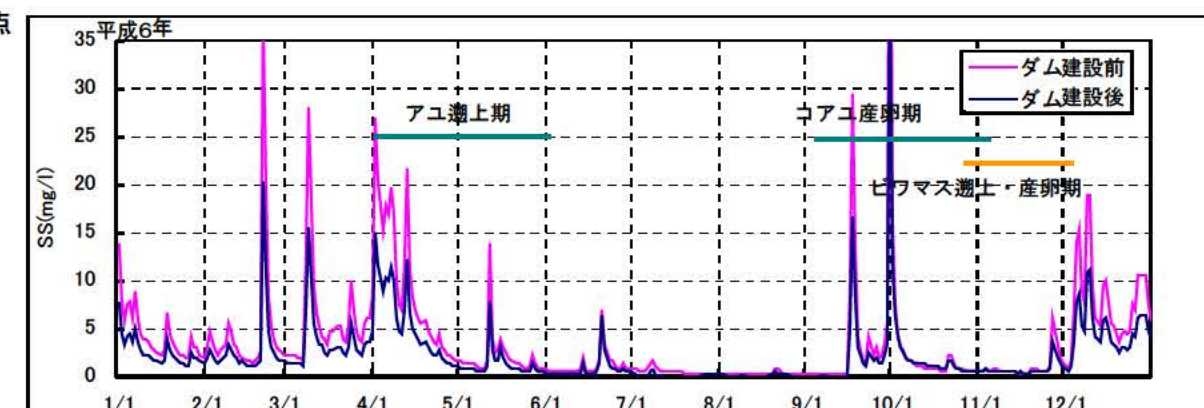
SSについては、年間を通じてみるとダム貯水池が沈澱池の役割を果たすことから、ダム貯水池への流入水よりも放流水の方が低くなり、ダム下流の河川では、ダムがない場合に比べダムがある場合の方が全体として濃度レベルは低くなっている。さらに、下流に流下するに伴ってダムの有無による差はほとんどなくなる結果となった。環境放流時には貯水池表層から放流する運用であるため、濃度の高い水を放流することはない結果（SS 1mg/L 以下）となった。ただし、水質予測計算モデルでは、放流される河川への植物プランクトンに起因する SS は考慮していない。

ダム直下流地点



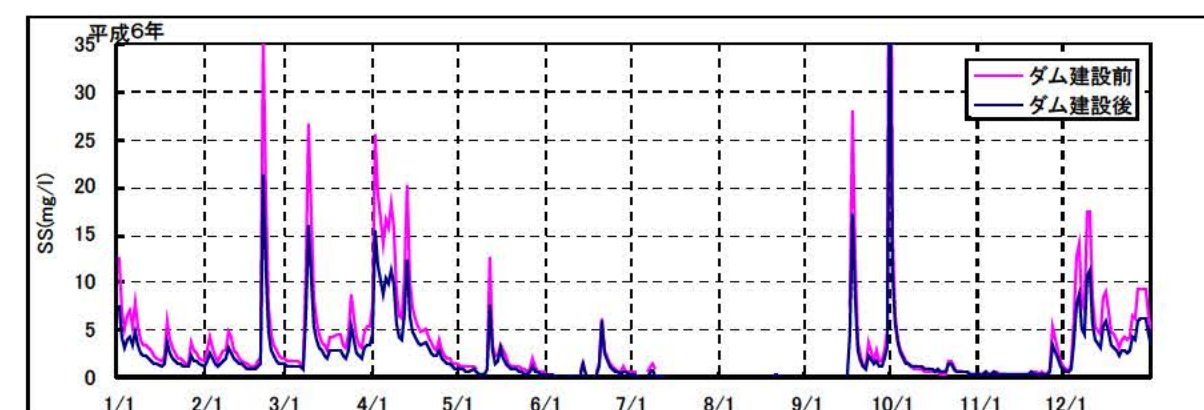
川合橋地点

(ダム下流
約 14km 地点)



福橋地点

(ダム下流
約 22km 地点)



野寺橋地点

(ダム下流
約 28km 地点)

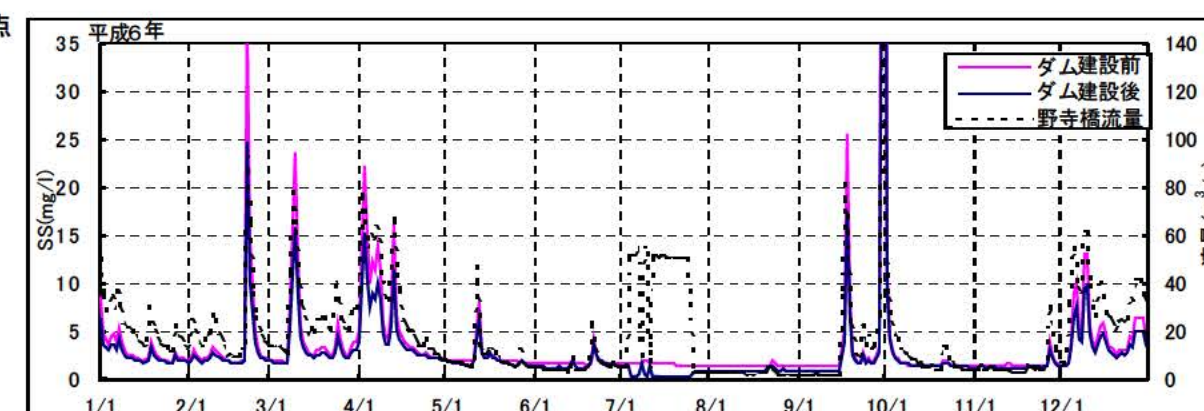
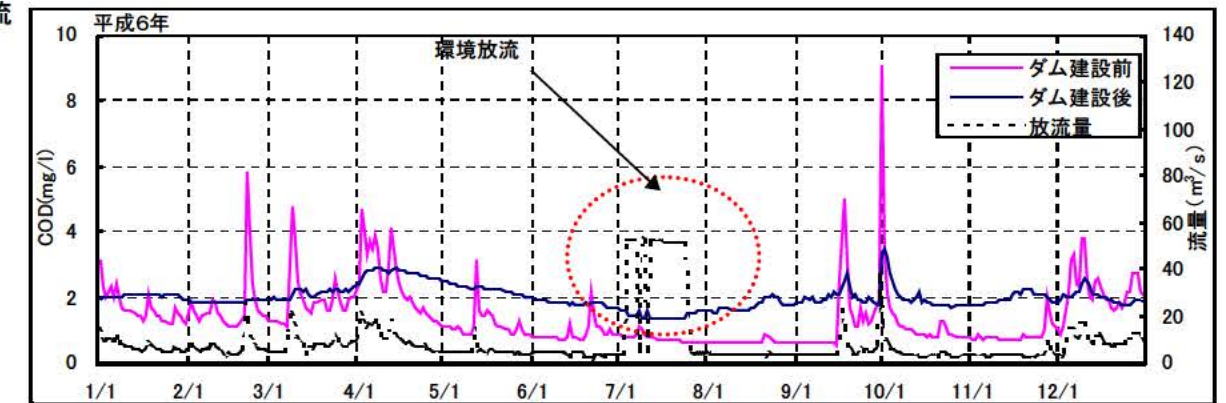


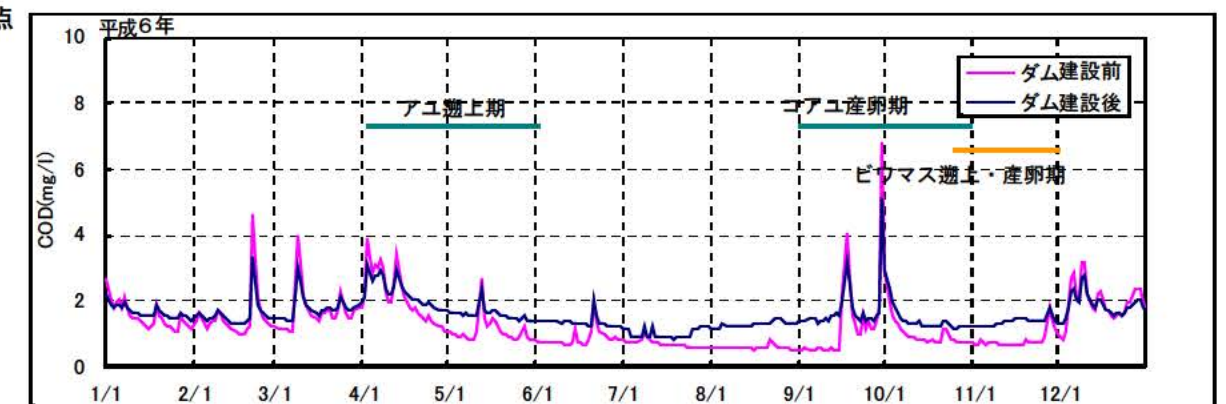
図 4.1.9 ダム下流河川 SS 予測結果 (1994 年：選択取水・曝気あり、環境放流実施)

COD については、出水時には、ダムがある場合は、ない場合に比べて貯水池が沈澱池の役割を果たすことから、流入水よりも放流水の濃度が低くなるが、平常時には、ダムがある場合は、貯水池における内部生産によってダムがない場合に比べ流入水よりも放流水の濃度は高くなることが予測された。また、年間を通じてみると、ダムがある場合は、ない場合に比べて濃度の変化が小さく安定化する傾向が認められる。ダムから約 14km 下流の川合地点での年平均 COD 濃度は、ダムがない場合 1.7mg/L、ダムがある場合は 1.8mg/L となることが予測された。しかし、姉川下流部の野寺橋地点ではダムの有無による差はほとんどなくなる予測結果となった。環境放流時についても、今回のダムの運用条件では、約 22km 下流の福橋地点においてはダムの有無による差がほとんどなくなる結果となった。

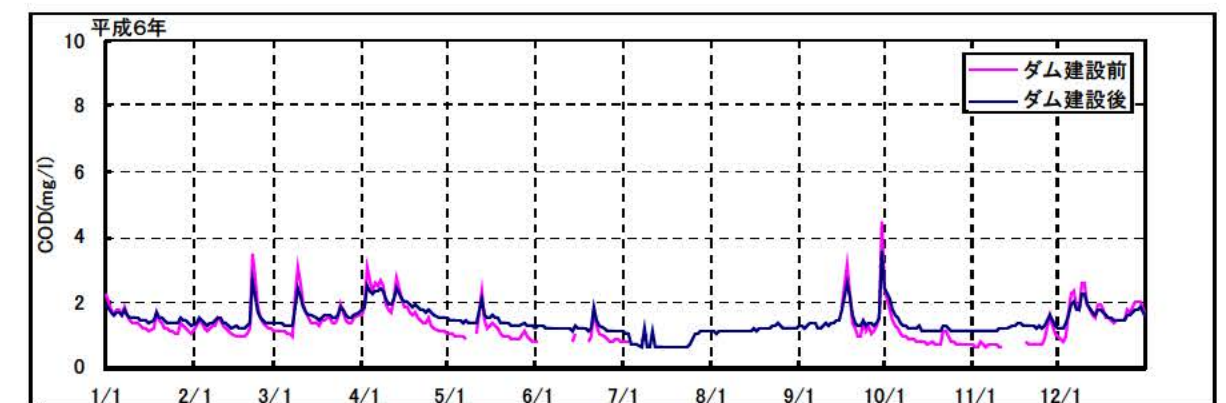
ダム直下流
地点



川合橋地点
(ダム下流
約 14km 地点)



福橋地点
(ダム下流
約 22km 地点)



野寺橋地点
(ダム下流
約 28km 地点)

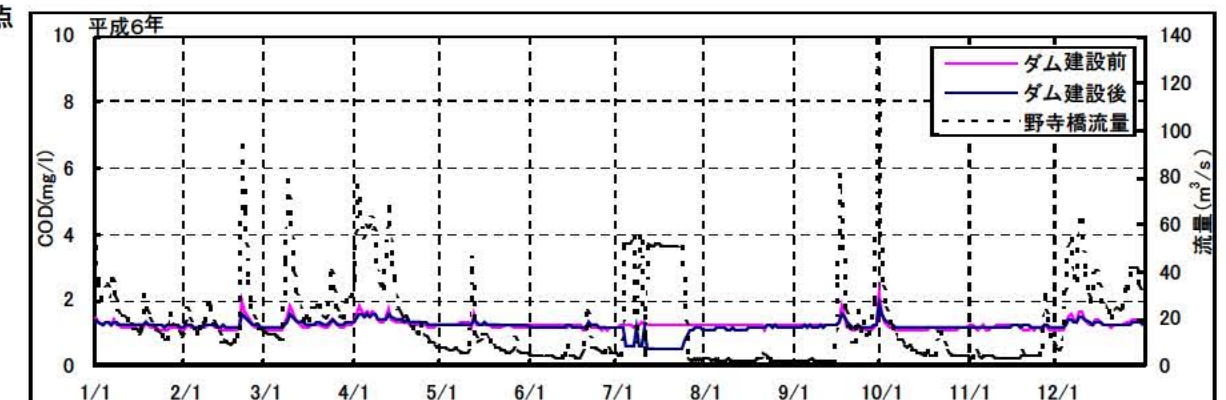


図 4.1.10 ダム下流河川 COD 予測結果 (1994 年: 選択取水・曝気あり、環境放流実施)

下流河川の魚類等の生物生息環境にとって、水温は重要な要因である。4～5 月のアユ遡上期、9～11 月のアユの産卵、ビワマス遡上・産卵期についてダムから約 14km 下流の川合橋地点の水温をみると、4～5 月期ではダムがない場合は平均 12.8℃、ダムがある場合は平均 12.6℃、9～11 月期ではそれぞれ 14.0℃、14.2 度と変化は 0.2 度程度となっている。

表 4.1.3 期間別平均水温（川合地点）（℃）

年	4-5 月期		9-11 月期	
	ダム無し	ダム有り	ダム無し	ダム有り
1992	12.2	11.8	14.5	14.1
1993	11.8	11.9	13.1	13.3
1994	13.3	12.8	15.1	14.5
1995	12.1	12.1	13.0	13.2
1996	11.6	11.4	13.1	13.5
1997	12.4	12.4	13.6	13.4
1998	14.8	14.3	15.0	15.3
1999	12.6	12.2	14.9	15.3
2000	13.1	13.2	15.1	15.2
2001	13.2	13.0	13.6	14.1
2002	13.3	13.7	13.6	14.0
平均	12.8	12.6	14.0	14.2

水温と同様に川合橋地点における 4～5 月期および 9～11 月期のダムの有無による平均 SS 濃度を比較すると、4～5 月期はダムなし 8.8mg/L、ダムあり 6.3mg/L、9～11 月期はダムなし 3.5mg/L、ダムあり 2.3mg/L となっている。

表 4.1.4 期間別平均 S S 濃度（川合地点）（mg/L）

年	4-5 月期		9-11 月期	
	ダム無し	ダム有り	ダム無し	ダム有り
1992	5.0	2.9	0.9	0.5
1993	7.1	6.3	3.6	2.2
1994	5.5	3.2	2.6	1.8
1995	18.4	13.1	1.6	0.9
1996	6.3	4.5	2.2	1.6
1997	10.5	9.1	2.2	1.3
1998	6.6	3.9	6.2	4.1
1999	6.0	3.6	3.0	2.4
2000	10.1	6.8	1.9	1.1
2001	11.1	7.2	3.5	2.3
2002	10.6	8.8	11.1	7.1
平均	8.8	6.3	3.5	2.3

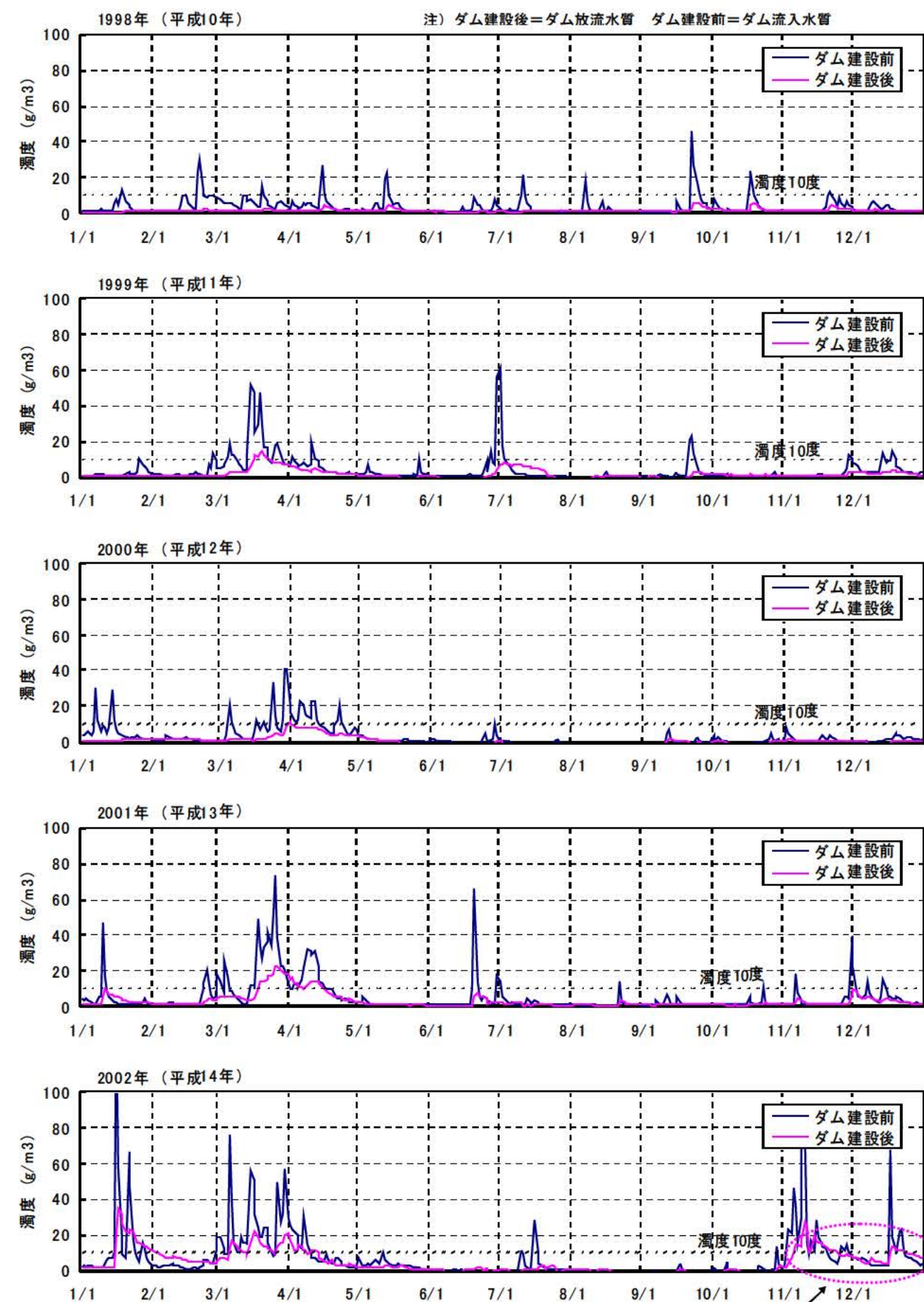
一方、他ダムにおける調査結果によると、濁度 10 度以上が 30～90 日程度続く場合は、魚類（アユ、アマゴ等）への影響があるとの知見が得られている。4 月～5 月期、9～11 月期の濁度は流入濁度よりも放流濁度が高くなる場合もあるが、出水後の濁度が 30 日以上 10 度を超える状況は生じない予測結果となった。

⇒【調査結果から推察されること】

11 年間の予測結果ではダムによる全窒素負荷量の貯留はわずかであるが、全リン負荷量は半分以上貯留されており、これらの貯留分が流出しない限り、貯水池は下流への栄養塩供給を低減させるものと推察される。また、環境放流時には放流量が多いために琵琶湖に流入する栄養塩負荷量は増加するが、年間を通じてみるとダムに貯留される量が多いために、琵琶湖に流入する負荷量はトータル的に減少すると推察される。ただし、長期的に見た場合、底層の貧酸素化によってダムに貯留された栄養塩が溶出する可能性も指摘されており、このことも含めて、長期的な予測についても今後検討する必要がある。

ダム放流に伴う下流河川に対する直接的な水質変化が見られる範囲はダムから約 22km 下流の福橋地点までであり、同範囲における水質変化も、今回のダムの運用条件下での水質予測結果による限り、小さいと推察される。このため、内水面保護区域（ダムから約 24km～姉川河口）ではダムの直接的影響は小さいと考えられる。さらに、ダムから約 28km 下流の野寺橋地点（姉川河口から 2km 上流）においては、ダムの直接的な影響はより小さくなり、11 年間の水質予測結果では、琵琶湖へ流入する水質は直接的にはダムの有無でほとんど変化しないと推察される。しかしながら、環境放流時における河川での流下過程での変化がどの程度妥当であるか、現況での下流河川での出水時の変化をさらに検討する必要がある。また、11 年間で見られなかった出水時の検討をさらに進めるとともに、既往最大出水時における水温、SS、COD については今後検討する必要がある。

なお、ダムがある場合は、ない場合に比べて放流 COD 濃度の変化が小さく安定化する傾向に対して、長期的には下流河川において河床への有機物の沈着によるアユ等の食餌条件の変化など生物生息環境の変化が懸念されるとの指摘があり、これに関してはモニタリング等を実施しダム放流水質の長期的な濃度変化に対する下流河川への影響について検討する必要がある。



出水後、放流濁度は流入濁度よりも高くなっているが、30 日以上連続して 10 度を超えることはない。

図 4.1.11 丹生ダム水質計算結果（濁度：1998～2002 年）

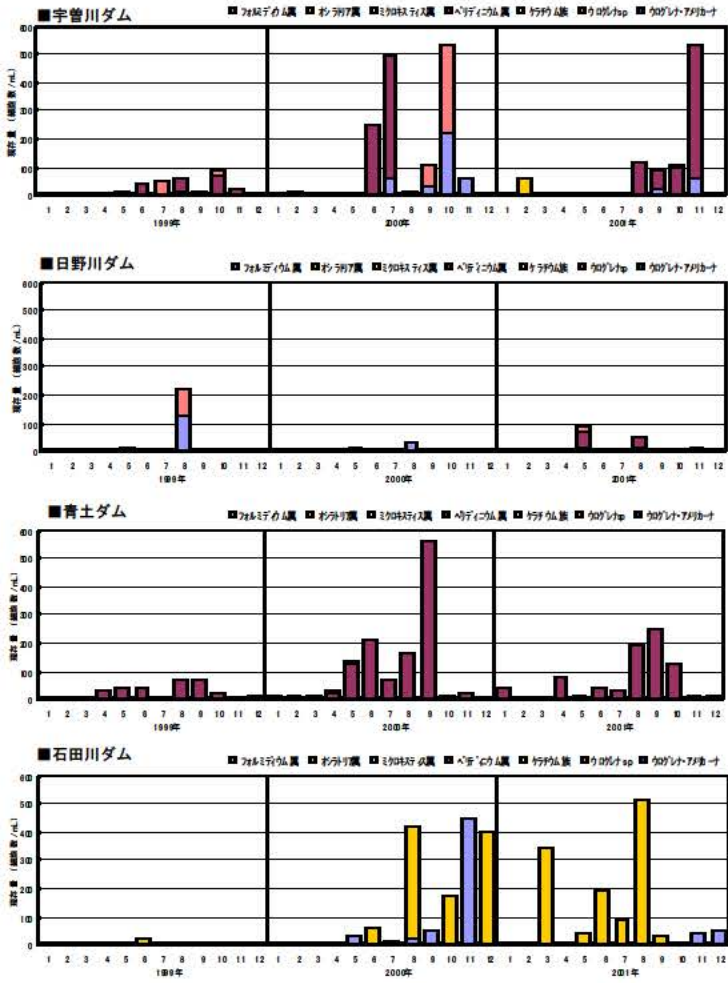
(3) 琵琶湖流域の既存ダムにおける水質変化と下流河川・琵琶湖への影響

【調査結果（日野川ダム、宇曽川ダム、青土ダム、石田川ダム、姉川ダムの近年 10 ヶ年の調査結果）】

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。近年 10 ヶ年の調査結果からは、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、年 3 回の調査結果では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認められない。

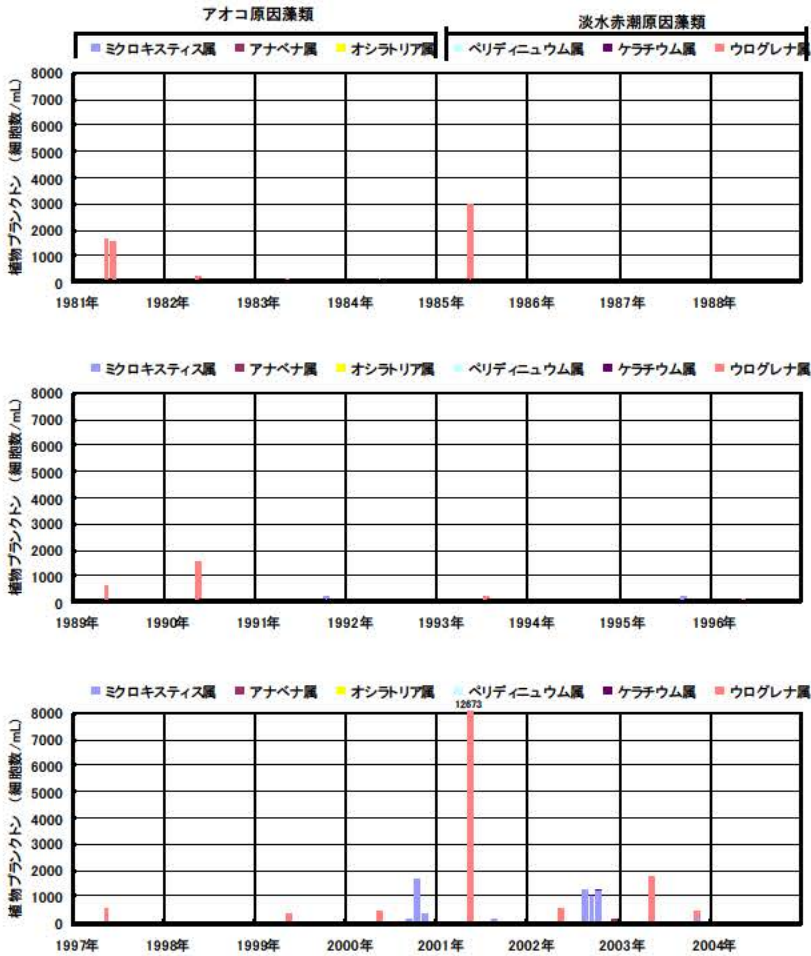
既存ダム貯水池においても、ダム貯水池での淡水赤潮の原因となる種は量的に少ないが確認されている。しかしながら、各河川が流入する琵琶湖では、同種（ケラチウム属、ペリディニウム属）による淡水赤潮の発生は認められない。

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ため、下流河川水質に及ぼすダムの影響は明確でない。



(データ出典：滋賀県)

図 4.1.12 既存ダムにおけるアオコ・淡水赤潮の発生に関わる藻類の現存量の推移



(データ出典：国交省琵琶湖河川事務所)

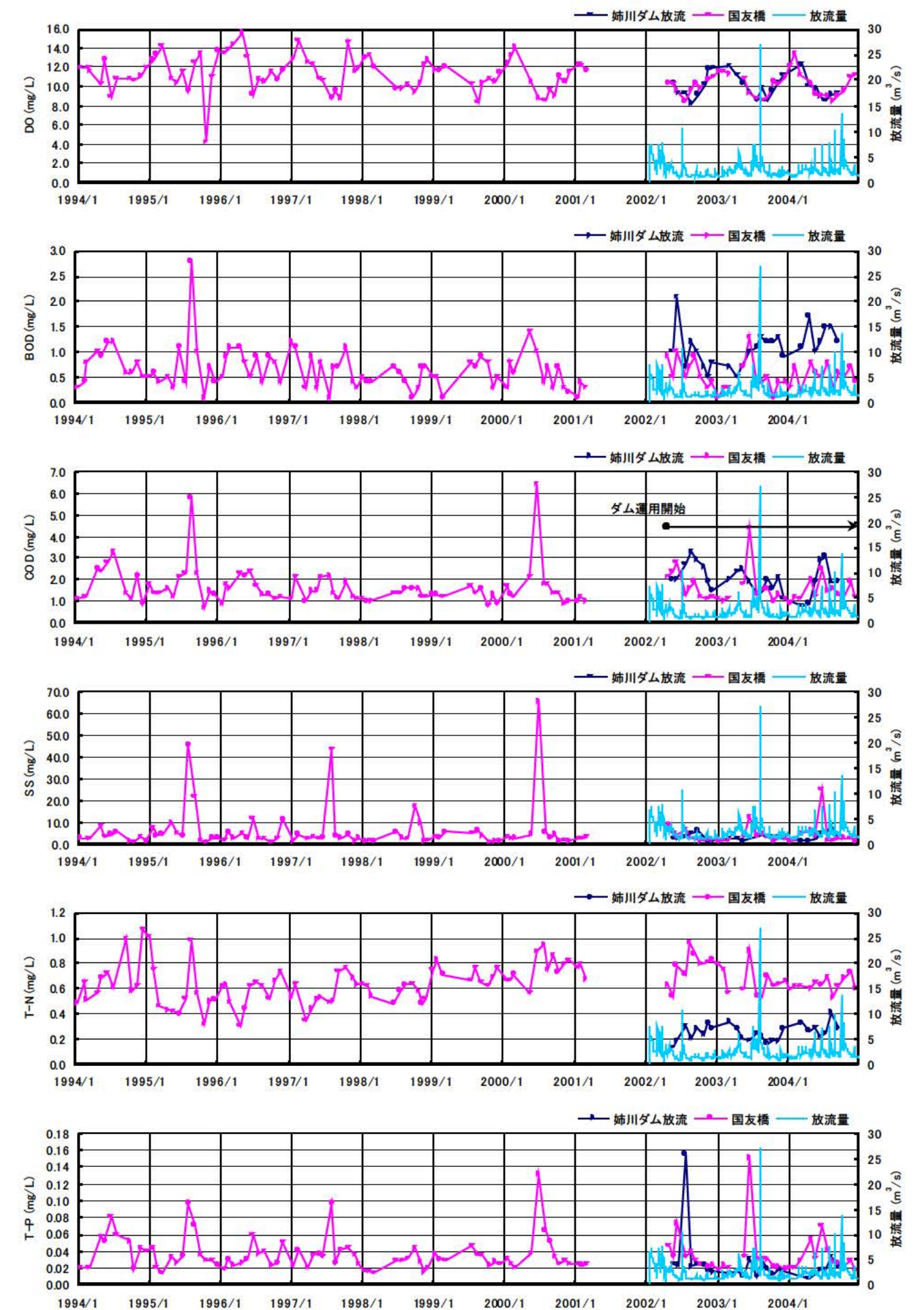
図 4.1.13 北湖安曇川沖中央地点におけるアオコおよび淡水赤潮の原因となる種の現存量の推移（表層）

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。

⇒【調査結果から推察されること】

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ダム下流 18.3km の国友橋地点では水質が悪化するような傾向はうかがえない。



(データ出典：姉川ダム＝滋賀県、国友橋水質＝水資源機構)

図 4.1.14 姉川ダム放流水質と姉川下流水質（国友橋）の関係

(4) 他水域における貯水池と下流河川等における植物プランクトンの状況

【調査結果（木津川上流ダム群等における 2002、2003 年調査結果等による）】

室生ダム貯水池（網場表層）と 6km 下流の鹿高井堰地点を比較すると下流地点の植物プランクトン現存量は約 1/100 程度となっており、浮遊性の藻類もほとんど見られない結果となった。

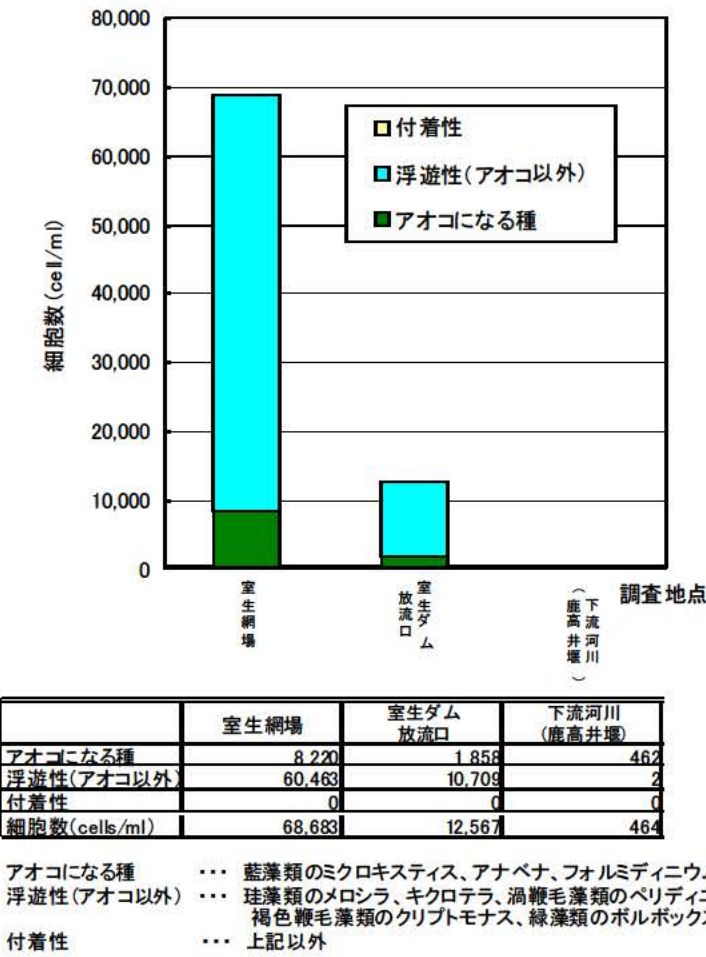


図 4.1.15 ダム貯水池表層と下流河川における植物プランクトン現存量の比較 (H14 年 9 月 24 日調査結果)

また、同じ川の上流と下流に位置するダム貯水池における植物プランクトンの関連性については、近年供用が開始された富郷ダム、比奈知ダムの植物プランクトンを考察した。これにより富郷ダム下流の新宮ダムと比奈知ダム下流の高山ダムでは、富郷ダム、比奈知ダムで発生したプランクトンが繁殖する現象は確認できなかった。

⇒ 【調査結果から推察されること】

貯水池内で増殖した浮遊性の藻類は放流に伴って流出するが、流下するに従いその現存量は大きく減少する。この結果は、流れ場である河川では浮遊性の藻類は増殖しにくいことを示すものと考えられる。

上流貯水池と下流貯水池における植物プランクトンの発生は、上流ダム貯水池での発生状況よりもむしろ下流ダム貯水池での他の要因（水理・水質・気象など）により決定される部分が多いと考えられる。

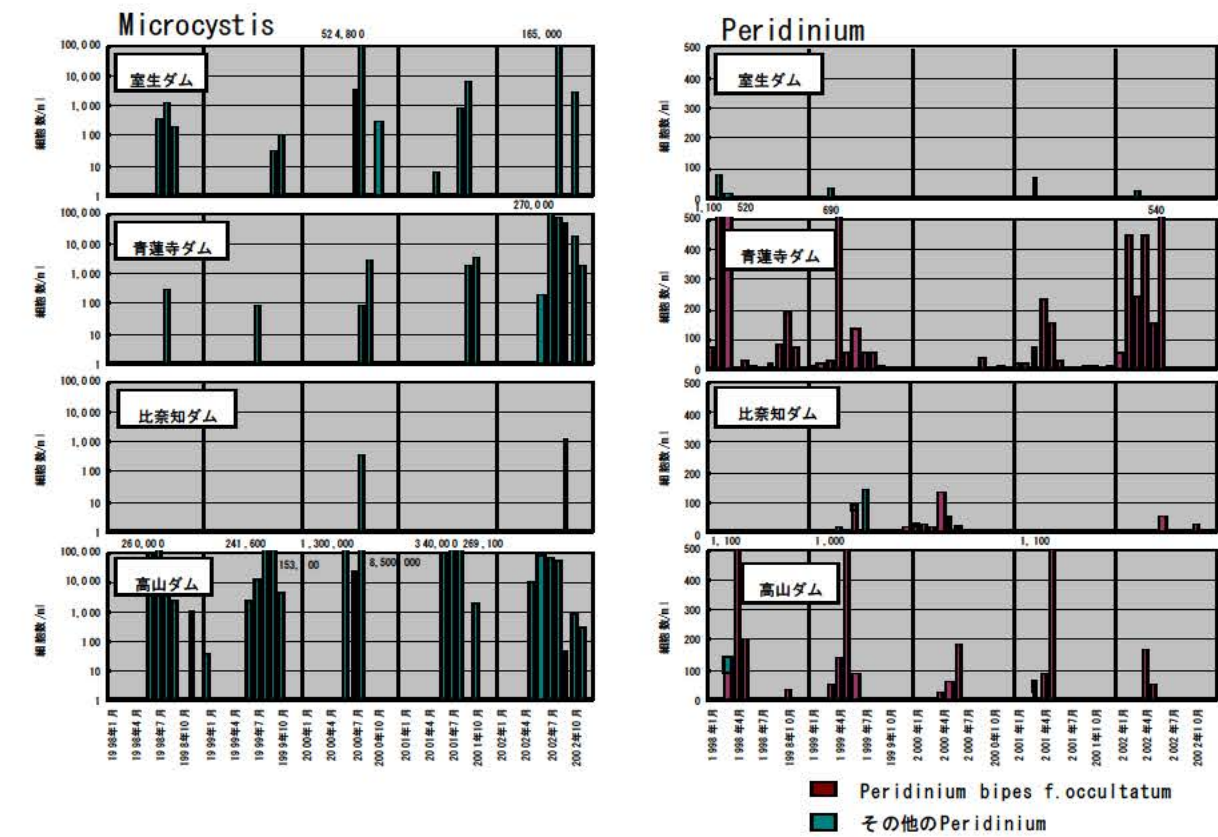


図 4.1.16 室生・青蓮寺・比奈知ダムー高山ダムの Microcystis、Peridinium 発生状況

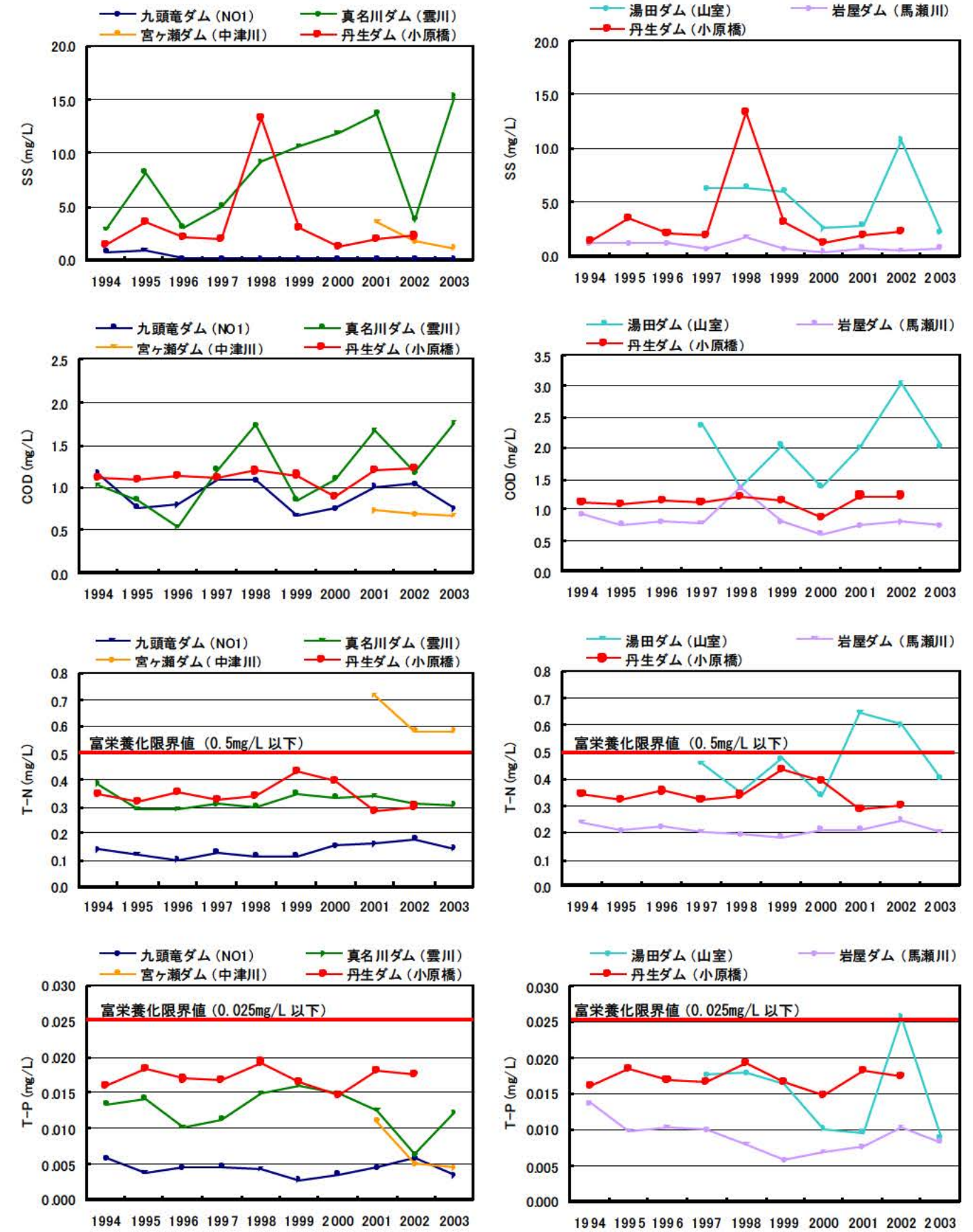
(5) 丹生ダムと規模、流入水質レベル等が類似するダムの水質状況

【調査結果（湯田ダム、真名川ダム、岩屋ダム 1994～2003 調査結果）】

真名川ダム、岩屋ダムの貯水池回転率はそれぞれ、3.63 回/年、4.60 回/年であり、丹生ダム（2.32 回/年）と若干差はあるが、いずれのダム貯水池も植物プランクトンの増殖には十分な湖水の滞留状況となっている。また、これらのダムは貯水池容量、湛水面積が丹生ダムに類似している。さらに、真名川ダムは流入 COD、栄養塩レベルも概ね丹生ダムと同レベルとなっている。なお、岩屋ダムの流入水質は丹生ダムよりも濃度レベルはやや低い。

また、湯田ダムは丹生ダムと概ね同程度の貯水池容量を有するとともに流入栄養塩レベルは同等もしくはやや高めである。一方、貯水池回転率は 15.87 回/年と大きいが植物プランクトンの増殖には十分な湖水の滞留状況である。これら既設 3 ダム貯水池では、富栄養化によるアオコの発生もなく、全般的にクロロフィル a 濃度も低く富栄養化現象は生起していない。

ただし、真名川ダムおよび岩屋ダムでは淡水赤潮発生の可能性が示唆されるが、この現象による直接的な被害の報告はない。



（データ出典：岩屋、丹生ダム以外は国土交通省、岩屋、丹生ダムは水資源機構）

図 4.1.17 各ダム貯水池の流入水質レベルの比較（年平均値の動向）

⇒ 【調査結果から推察されること】

丹生ダムは既存の真名川ダムに最も類似し、ついで岩屋ダムおよび湯田ダムとも比較的特性が類似している。このことから、丹生ダム建設後の貯水池水質はこれら類似ダムの現状水質と同程度になると推察され、アオコが発生するような富栄養化現象は生じないものと考えられる。

なお、類似ダムでは淡水赤潮の発生が示唆されることから、丹生ダムにおいても同現象発生の可能性は否定できない。

4.2 丹生ダム建設に伴う琵琶湖水質への影響に関するまとめ

【調査結果からいえること】

①冷温水現象発生の可能性

冷温水現象については、11 年間の予測結果では、曝気循環設備の運用により、環境放流時に放流水温が流入水温を下回らない運用が可能であることが予測された。また、環境放流時も含めて、ダムサイト地点では流入水温と放流水温の差が 3～5 度程度ある場合もあるが、ダムから約 14km 下流の川合橋地点ではダムの有無による水温差はほとんどなくなる予測結果となった。

②濁水の長期化現象発生の可能性

濁水の長期化現象については、11 年間の予測結果を経年的にみると、おおむね、流入濁度よりも放流濁度の方が低くなることが予測された。曝気循環をしつつ出水後に環境放流を実施した場合、表層からの放流を前提すると、環境放流時にも流入濁度よりも放流濁度が高くないことが予測された。また、曝気循環を行っている期間に出水があった場合は、既往最大規模の出水の時、放流濁度が出水後、半月以上に渡り流入濁度を上回ったが、出水後に濁度優先で放流することにより、放流濁度を短期に低下させることができる予測結果となった。ただし、この時の放流水温は、流入水温より 3～4 度程度高くなる結果となった。

③富栄養化現象の発生の可能性

・丹生ダム貯水池の富栄養化について

富栄養化現象については、11 年間の予測結果によると、植物プランクトンは春先をのぞいて大きな増殖は示さない結果となり、クロロフィル a、窒素、リン濃度の予測結果より中栄養と予測された。また、曝気を行うことによって貯水池における富栄養化現象を軽減する可能性は低いものと推察される。また、貯水池水質予測結果や他ダムの事例より、淡水赤潮発生の可能性は否定できない。

・丹生ダム貯水池の有無によるダム下流河川の有機物・栄養塩の濃度変化について

丹生ダム貯水池における有機物については、11 年間の水質予測結果では、平常時はダムがない場合よりも放流水の COD 濃度は内部生産のためやや高くなるが、出水時はダムがない場合よりも低くなるものと推察される。また、年間を通してみると、濃度変化が小さく安定化するものと推察される。

ダムから約 14km 下流の川合地点での年平均 COD 濃度は、ダムがない場合とダムがある場合とで 0.1mg/L の差があるが、姉川下流部の野寺橋地点では、ダムの有無による差はほとんどなくなると推察される。環境放流時の COD 濃度についても、約 22km 下流の福橋地点においてはダムの有無による差がほとんどなくなると推察される。

また、全窒素・全リンの流入負荷量と放流負荷量を比較すると、ダムがある場合は平常時および出水時とも放流負荷量はダムがない場合に比べて少なくなるが、環境放流時には放流量が多いため放流負荷量はダムがない場合よりも多くなると推察される。11 年間の年間負荷量を累積すると、全窒素は流入負荷量の一部が貯留され、全リンは流入負荷量の半分以上が貯留されると推察される。これらの貯留分が流出しない限り、貯水池は下流への栄養塩供給を低減させるものと推察される。

④丹生ダム貯水池から放流される有機物・栄養塩によって琵琶湖水質に及ぼす影響について

11 年間の予測結果では、ダムの有無による姉川下流部での COD の差は小さいため、琵琶湖へ流入する COD は直接的にはほとんど変化しないと推察される。また、全窒素・全リンの流入負荷量と放流負荷量の 11 年間の年間負荷量を累積すると、全窒素は流入負荷量の一部が貯留され、全リンは流入負荷量の半分以上が貯留されると推察されることから、琵琶湖に流入する栄養塩はダムによって減少するものと推察される。

⑤丹生ダム貯水池で発生した藻類の琵琶湖への流入について

丹生ダム貯水池で増殖した植物プランクトンが琵琶湖に流入する可能性は否定できないが、既設ダム下流

河川での現地調査結果により、植物プランクトンは流下過程で現存量が減少すること、また、既存ダム貯水池においてダム貯水池での淡水赤潮の原因となる種は量的に少ないものの確認されているが、琵琶湖では、これまで同種による淡水赤潮の発生は認められないことから、丹生ダム由来の植物プランクトンによって、琵琶湖で淡水赤潮が発生する可能性は低いと推察される。

以上により、1992 年～2002 年の 11 年間のデータを用いた予測計算結果等では、丹生ダム貯水池からの放流が、直接、琵琶湖へ流入する水質に重大な影響を及ぼすことはないものと推察される。

【引き続き調査すべき点】

- ① 丹生ダム放流に伴う下流河川・琵琶湖への影響の検討に資するため、現地調査を実施しデータの蓄積を図る。
- ② 11 年間の予測対象期間内で起こらなかった出水時での検討、例えば濁水の長期化が発生するような大出水が生じた後に環境放流する場合などについても、①の調査結果等にもとづき、丹生ダム放流に伴う下流河川・琵琶湖への影響についての検討の充実を図る。
- ③ ダムによって栄養塩が貯留されることによる貯水池内の挙動や、底層の貧酸素化によってダムに貯留された栄養塩が溶出する可能性も含めた長期的な予測について検討する。
- ④ 放流水質の長期的な濃度変化に対する下流河川への影響について検討する。特に環境放流時での下流河川での変化に関する知見と予測を検討する。
- ⑤ ダム建設後の水質、水量の変化がどのように琵琶湖に影響するかについて、定量的な検討を行っていないため、さらなる検討が必要である。
- ⑥ 丹生ダム貯水池水質および下流河川水質の変化は、限られた他のダム貯水池事例と水質予測計算結果を前提としており、また曝気などの水質保全対策の効果の予測についても検証が十分でないなど、予測の不確実性は払拭できない。したがって、現時点での水質保全対策技術でもって最大限の保全に努めるために、下記の具体的な検討の実施により最適なダム操作運用を今後も検討していく。
 - (1) 選択取水設備の具体的な検討（規模、タイプ等）
 - ①冷温水放流の解消
 - ②出水後の放流濁度の低減
 - (2) 浅層曝気装置（任意の水深で運用が可能なタイプ）の具体的な検討（設置台数、設置位置、運用方法等）
 - ①冷温水放流の解消
 - ②藻類等の異常増殖防止※高山ダム貯水池では、富栄養化の進行に伴うアオコの発生に対処するため、散気式の浅層曝気設備を導入しており、2002～2004 年の調査結果によれば、浅層曝気設備の運用によりアオコやカビ臭の原因藻類の発生を抑制できることが確認されている。
 - (3) 深層曝気装置の具体的な検討（規模等）
 - ①貯水池底層の貧酸素化防止

§ 5. 丹生ダム建設に伴う高時川流砂系への影響について

5.1 調査結果およびそれらから推察される事項

(1) 高時川の流砂系の現状

【調査結果（H6年・H11年の横断測量結果、S51～H16年までの河床材料調査結果による）】

横断測量のデータがそろっている H6 年・H11 年までの河床の変動状況を整理した結果は、次のとおりである。なお、河口から丹生ダム建設予定地までは約 30km であり、高時川頭首工（河口から 13.8km）より上流を山地部、下流を平野部としている。主な支川である杉野川は、河口から 16.5km で合流し、流域面積 55.7km² である。合流地点での本川の流域面積は 130.6km² である。

1) 河床高の変動（横断測量による平均河床高）

横断測量の測線毎（約 0.2～0.4km 間隔）に比較を行った結果、H6 年からH11 年の 6 年間に限っては、本川筋（河口から丹生ダム建設予定地。約 30km）における平均河床高の変動高の範囲は±50cm 程度になっている。

2) 河床高の変動（区間ごとの河床変動土量からの算定）

河床変動を支川合流点などに着目して区間ごとに単位距離当たりの河床変動土量を整理し、これを基にそれぞれの区間の河床変動量を算定した。その結果、H6 年からH11 年の 6 年間に限っては、各区間ともやや堆積傾向にあるものの、平均的な河床上昇量は 5cm 未満（+0.3～+4.7cm）であり、顕著な河床の変化は見られない。

3) 河床材料（河床材料調査結果）

河床材料の代表粒径（D₆₀）は、平野部では約 20mm、山地部では平野部よりも粒径が粗くなっており、また、表層と下層で大きく異なり、表層は 100mm～200mm 程度、下層は 20mm～60mm 程度である。



図 5.1.1 流域図

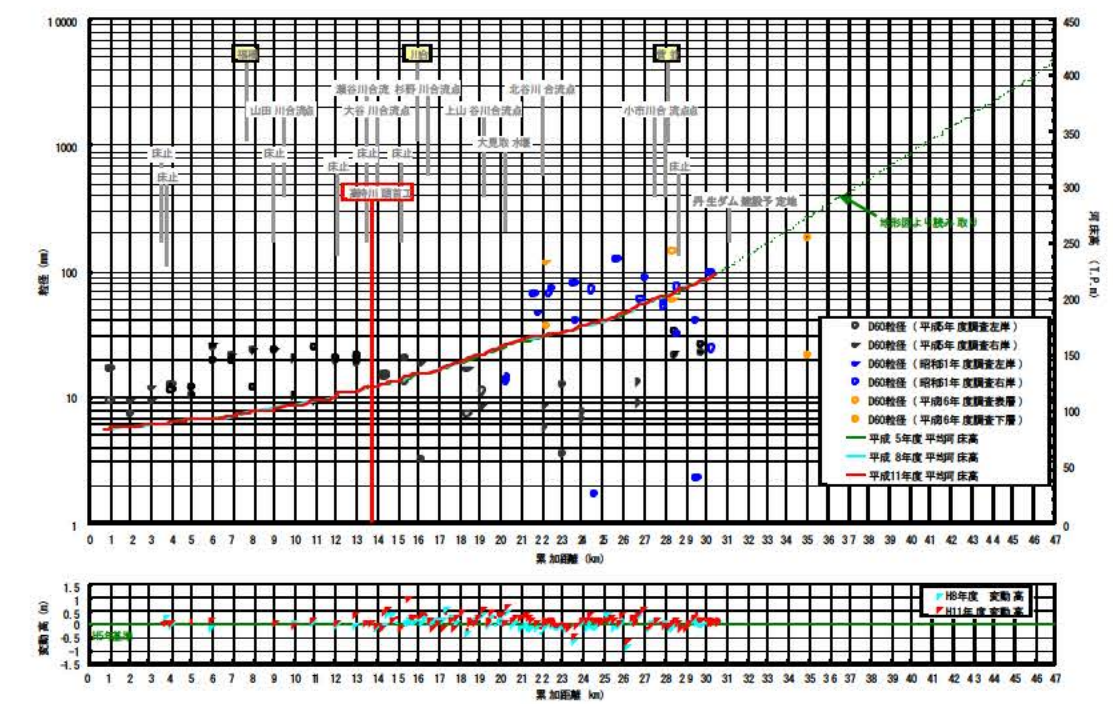


図 5.1.2 平均河床高と代表粒径の縦断図

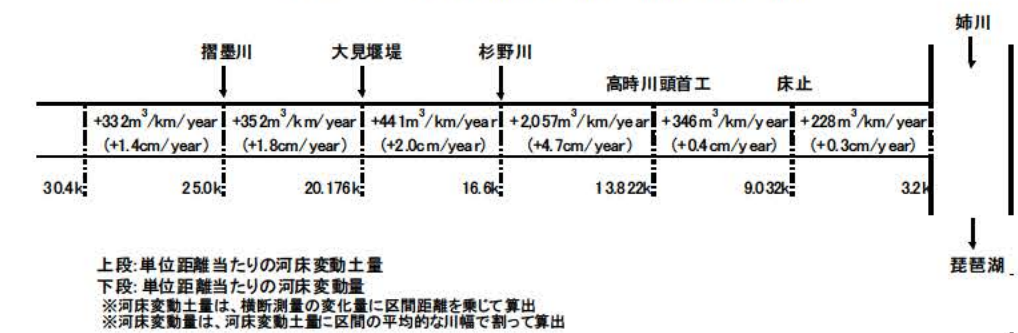


図 5.1.3 単位距離当たりの年平均河床変動土量

(2) 中小出水時における丹生ダムの影響

【調査結果（土砂移動予測結果による）】

現況河道を初期河床とする 30 年後の土砂移動予測計算を行った結果、以下に示す結果が得られた。

なお、ダムの洪水調節については、土砂移動の遮断による影響と、洪水調節（流量低減）による影響を把握するために、極端な 2 ケース（洪水全量カット、洪水調節なし）を設定した。洪水全量カットは、土砂移動の遮断による影響と、洪水調節による影響量の最大値を把握するためのケースである。洪水調節なしは、土砂移動のみ遮断するケースである。これら 2 ケースと、ダムなしケースとの比較により、各々の影響による影響量の把握を行っている。

①河床変動

平野部については、ダムの有無による明確な河床高の違いは予測されなかった。これは、本川の土砂輸送能力が低下するため上流からの土砂供給は減少するものの、支川杉野川からの土砂供給があり、合流後の低減した流量による土砂輸送能力との関係から、結果的に明確な違いが生じなかったものと推察される。

一方、山地部の河床高は、ダムの有無で明確な違いが見られた。大見堰堤（河口から 20.2km、T14 年完成）の影響により河床勾配が緩やかなため、ダムなしの場合は、一部を除き顕著な堆積傾向となるが、ダムありの場合は、ダムによる土砂遮断により堆積傾向を抑制する結果となった。

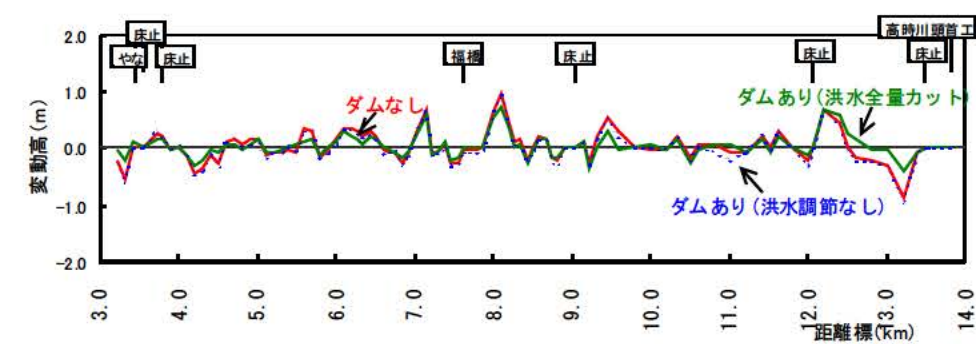


図 5.1.4 平野部における河床変動高予測結果（30 年間の予測計算）

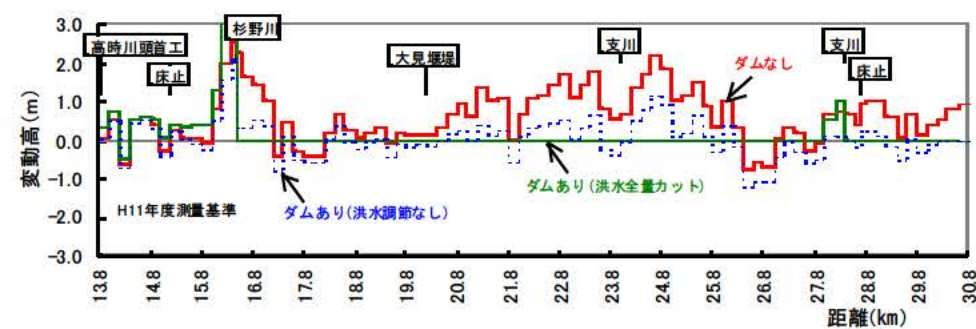


図 5.1.5 山地部における河床変動高予測結果（30 年間の予測計算）

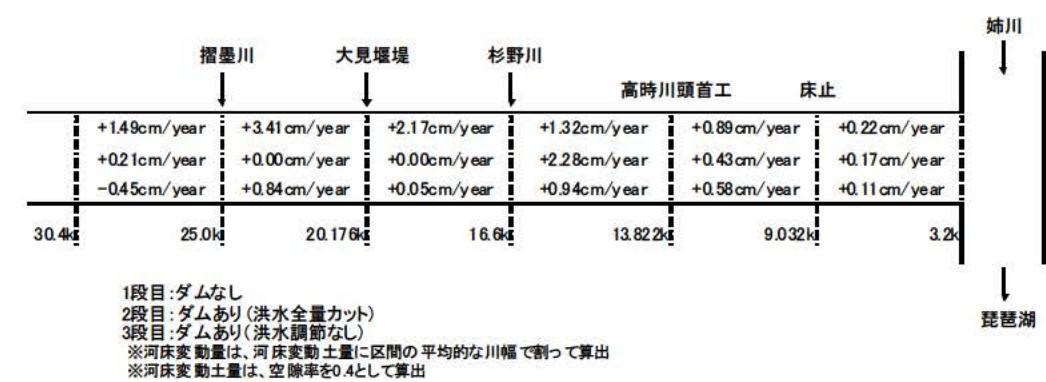


図 5.1.6 年平均の河床変動量（30 年間の予測計算）

②通過土砂量

下流平野部への通過土砂量は、ダムにより最大で約 60%減少する（ダムあり洪水全量カット）。更に要因を分析すると、減少する土砂の約 85%はダムによる土砂流出の遮断による影響であり、残り約 15%が洪水調節による流量低減によって土砂輸送能力が低下したことによる影響であった。

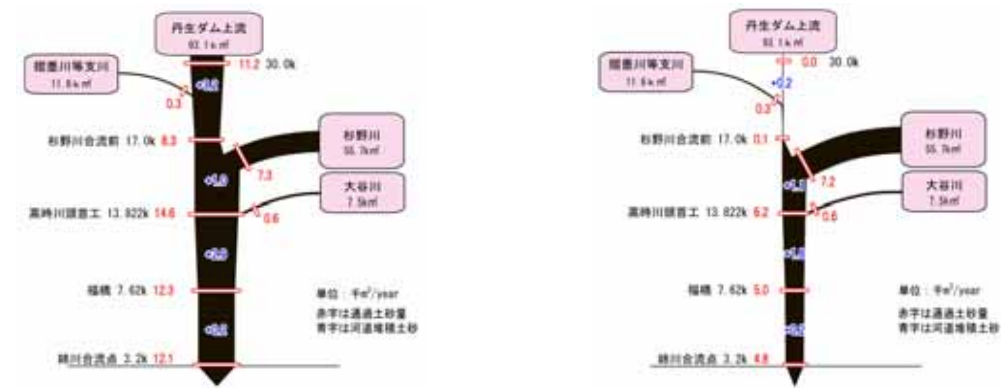


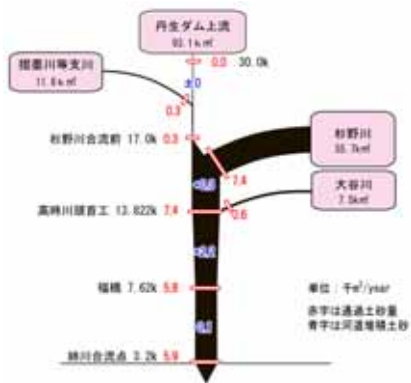
図 5.1.7 丹生ダムなし（全流砂）

この差がダムによる土砂流出抑止の影響

図 5.1.8 丹生ダムあり（洪水全量カット）（全流砂）

この差がダムによる土砂移動の遮断による影響

この差が洪水調節による土砂移動の抑止影響



【参考】丹生ダムが洪水調節をしなかった場合（全流砂）

③河床材料の粒度構成

平野部については、ダムありの場合、本川の土砂輸送能力が低下するため上流からの土砂供給は減少するものの、杉野川からの土砂供給によって、平野部の河床材料の粒度構成は、ダムなしと比較してほとんど変化しないことが予測された。

山地部については、ダムありの場合、細砂成分が選択輸送されることにより、河床材料は粗粒化する傾向が予測された。

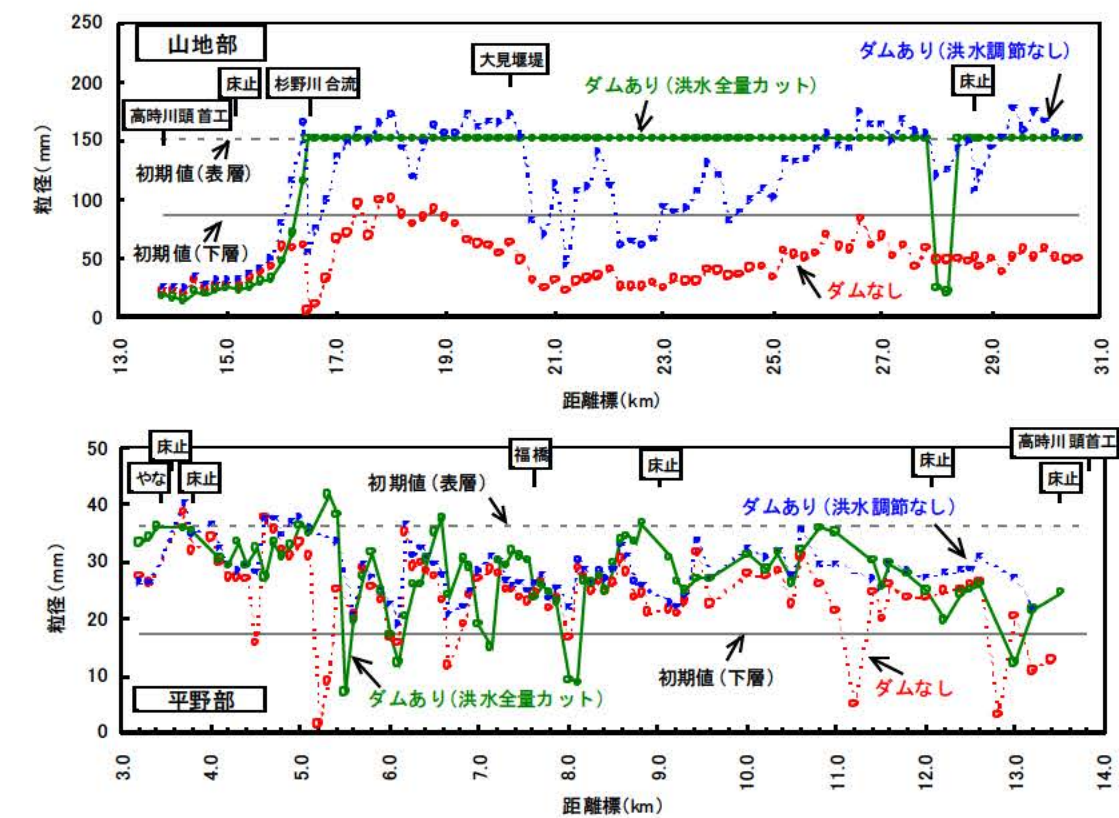
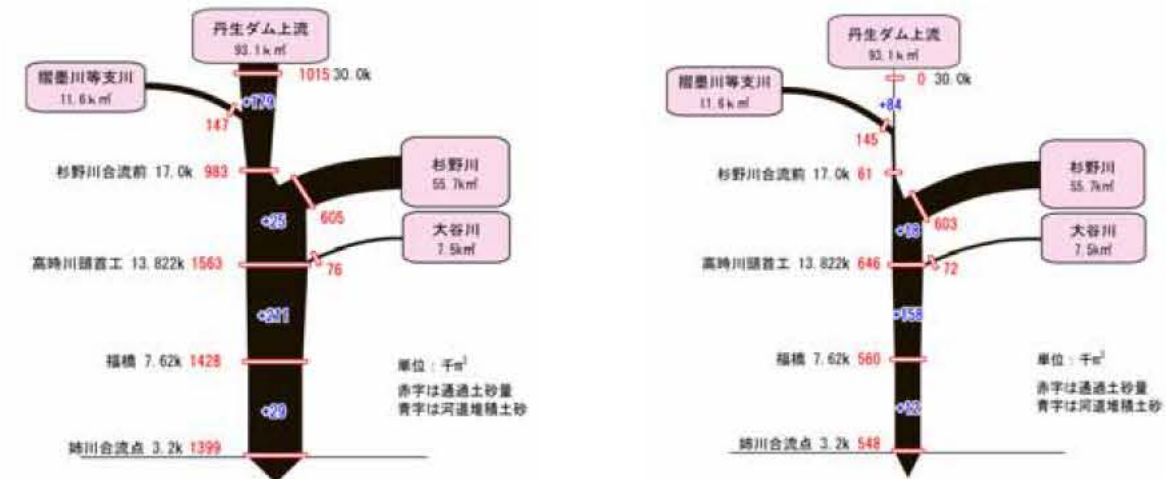


図 5.1.9 平均粒径縦断図 (30 年間の予測計算)

(3)大規模出水時における丹生ダムの土砂流出抑制効果

【調査結果（土砂移動質予測結果による）】

既往最大規模の降雨が発生した場合、ダムなしの場合では、下流平野部の河床は平均的に約 0.4m 上昇するが、ダムによる土砂流出抑制効果によって、河床上昇を約 0.2m に抑えることが予測された。また、山地部では、河床は平均的に約 1.1m 上昇するが、ダムによる土砂流出抑制効果によって、河床上昇を約 0.4m に抑えることが予測された。



この差がダムによる土砂流出抑制効果

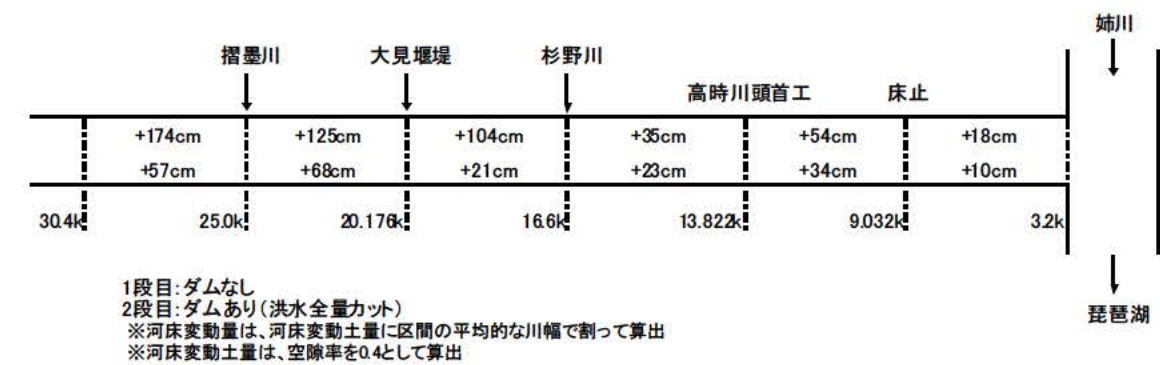


図 5.1.12 大規模出水による河床変動量

5.2. 丹生ダム建設に伴う高時川流砂系への影響に関するまとめ

【調査結果から推察されること】

①中小出水時

30年間の予測計算結果からは、下流平野部の河床変動および河床材料について、ダムの有無による明確な変化は認められないと予測された。

一方、山地部の河床変動高は、今回の計算結果からは、ダムの有無により明確な差が見られており、大見堰堤の影響によりダムなしの場合に見られる顕著な堆積傾向は、ダムありの場合には抑制されることが予測された。また、河床材料は、ダムありの場合に粗粒化する傾向が予測された。

②大規模出水時

ダムによる洪水調節・土砂遮断が、土砂流出抑制効果として現れ、河床上昇を半分以下に抑えることが予測された。これは治水対策上、特記すべき事項といえる。なお、大規模出水による河床上昇を抑えることは、長期的には環境面でマイナスの影響があるとの指摘がある。

【引き続き解明すべき点】

ダムがある場合は、ない場合に比べて下流への土砂供給量の減少や洪水時の流量低減により、長期的には、河川環境への影響が懸念されるとの指摘がある。これに関しては、高時川流砂系のあるべき望ましい姿を踏まえたうえで、土砂管理の目標を設定し、実態把握を行っていき、必要な対策を行っていく必要がある。

具体的には、次の調査を実施して、河床の変化状況のモニタリングを行いデータの蓄積を図る。これらの調査結果を踏まえ、適切な流砂系を維持していくために、必要に応じて対策を行っていく。

- ・河床変動の把握
- ・河床材料の変化状況の把握
- ・魚類産卵環境のモニタリング
- ・河道内植生のモニタリング
- ・底生生物のモニタリング

【考えられる対策案】

現時点で考えられる対策としては、ダム堆砂の下流への運搬・置砂、ダムのフラッシュ放流等があり、各地で試験的に実施されている。

今後、高時川における土砂移動の連続性の確保の観点から、対策について、上記モニタリング情報の蓄積の下で、例えば、運搬・置砂の場合では、量・質・場所・タイミング等について詳細に検討を行っていく。

§ 6. 丹生ダム建設に伴う琵琶湖湖底の泥質化への影響について

6.1 調査結果およびそれらから推察される事項

(1) 泥質化のメカニズム

【調査結果（1969、1995、2002 の水産試験場の調査結果による）】

琵琶湖湖岸に沿って 55 箇所の基点を定め、各基点において水深 1m 毎に 7m 深度までの各 6 地点、計 330 地点において実施された調査結果を整理した結果は、次のとおりである。

- ・琵琶湖全周で見ると泥の面積比率が高くなっている。
- ・琵琶湖全周を深度別で見ると、深度 3～5m の範囲でその傾向が比較的顕著である。
- ・地区別で見ると、底質の泥化、粗粒化の傾向がみられる地点は比較的分散しており、流入河川との関連においては、一概には傾向が把握できない。
- ・地点別でも、泥化、粗粒化について、一概に傾向は把握できない。
- ・調査期間中（1969～2002 年）に、新しくダムの完成等があった場合でも、泥化もしくは粗粒化との明確な因果関係や傾向は窺えない。

【調査結果から推察されること】

琵琶湖全周においては泥化の傾向が窺えるものの、地区別、地点別の観点ではどちらにおいても、泥化、粗粒化の一方の傾向が顕著に見られるところは少なく、一定の傾向は見られない。例えば、湖南では比較的、泥化の傾向が多く見られるものの、粗粒化の見られるところもある。各々の地点での深度別でも、泥化、粗粒化が前後して見られる所が多い。

湖底の泥質化という現象は、大きくは、粗粒分が減少することにより細粒分が相対的に卓越することによる現象と、湖内でのプランクトンの遺骸、農業排水に混じった微細砂などの有機物の蓄積による現象の 2 つが重なったものと考えられるため、礫底の上に微粒状有機物が堆積する等、泥化、粗粒化が同時に起きることも考えられる。

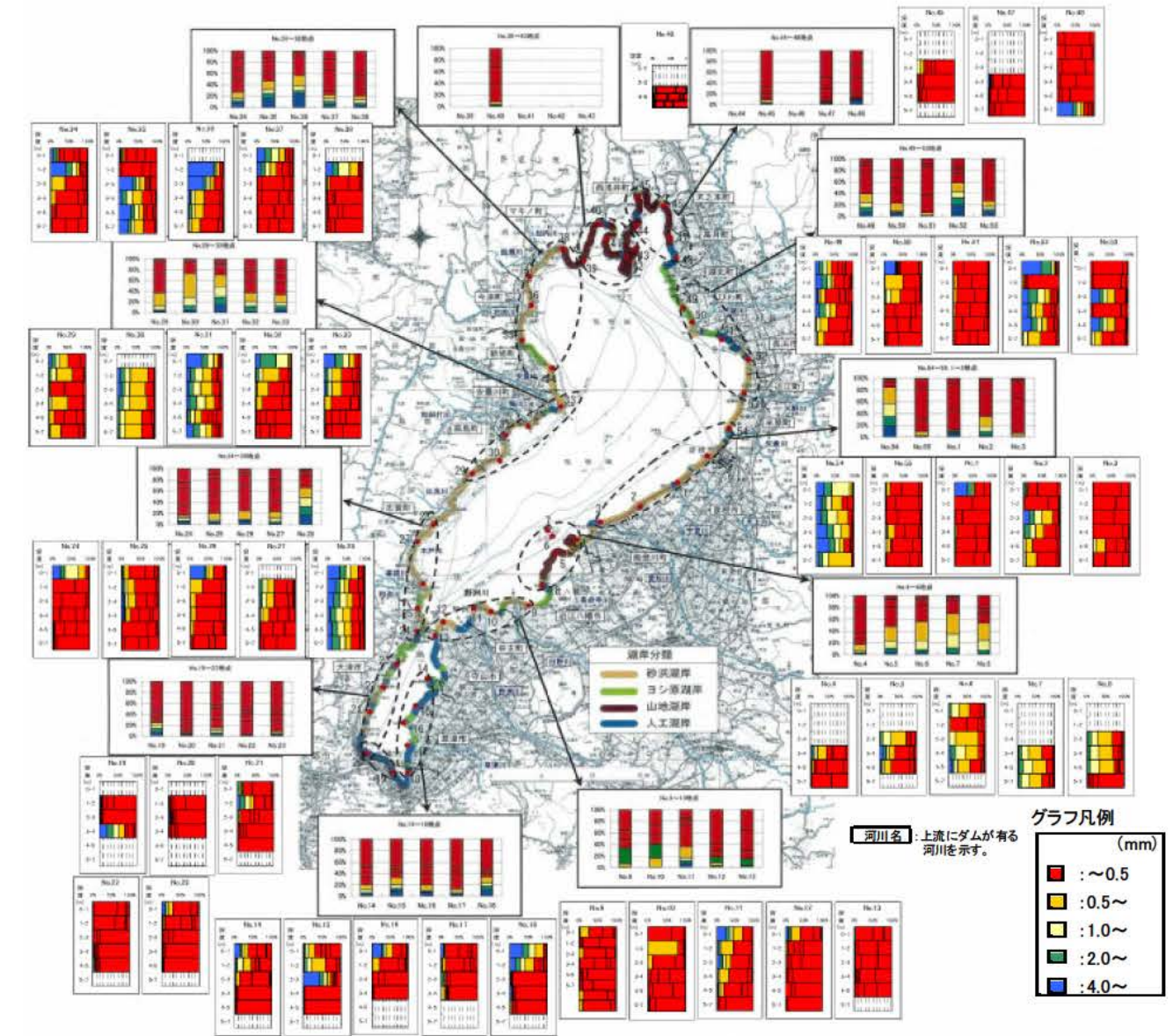


図 6.1.1 粒度組成 調査結果（2002 年の例）

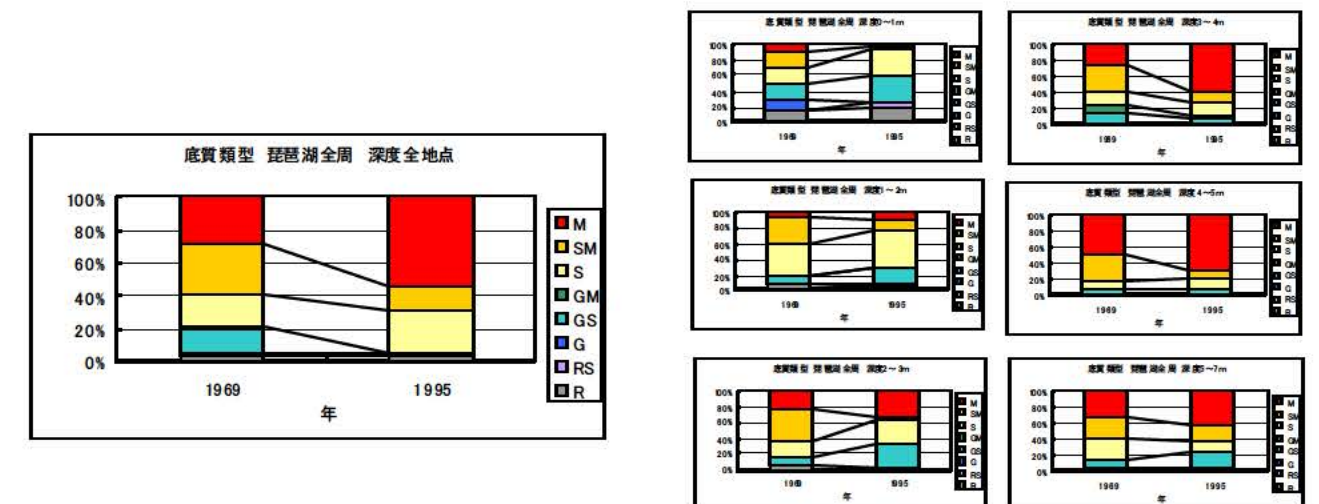


図 6.1.2 琵琶湖全周（底質面積の変化）

表 6.1.1 琵琶湖沿岸帯における底質の経年変化とその周辺状況

調査点	泥(粒径0.5mm以下)の粒度組成			底質の経年的な傾向				傾向の見られる深度(m)							近傍の湖岸形状		近傍ダムの有無			大規模河道改修の有無			備 考
	1969年	1995年	2002-3年	泥化		粗粒化		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7	自然湖岸	人工湖岸	1969年	1995年	2002年	1969年	1995年	2002年		
				69→95	95→02	69→95	95→02																
湖東	No.49	30.9%	47.9%	61.1%	○	◎			◎	◎	◎◎	○	○	—	ヨシ								
	No.50	84.1%	85.2%	77.7%											ヨシ				姉川ダム				
	No.51	75.3%	93.9%	93.8%	○				○	○						人工							
	No.52	43.6%	59.5%	41.8%	○			◆	◆	○	◆		◆		砂浜	人工							
	No.53	88.4%	73.8%	73.1%			■					■	■	■	砂浜								
	No.54	24.7%	18.3%	15.8%			■	◆	◆	■		◆		■	砂浜								
	No.55	65.2%	82.8%	90.8%	○				—	○	○		○		砂浜		犬上ダム	犬上ダム			犬上川		
	No.1	83.3%	94.6%	87.8%	○					○					砂浜		犬上ダム	犬上ダム			犬上川		
	No.2	64.6%	60.3%	65.2%											砂浜			宇曾川ダム					
	No.3	99.9%	90.4%	93.6%			■				■	■	■		砂浜			永源寺ダム					
湖西	No.4	59.6%	84.9%	82.7%	○				—	—	—	○	○		ヨシ	山地							
	No.5	35.9%	46.7%	52.5%	○	◎			—	—	—	○	○	—	山地								
	No.6	7.9%	50.9%	44.1%	○			◆			○	○	○	—									
	No.7	26.2%	68.7%	30.7%	○			◆	—	—	—	○	◆	○	◆								
	No.8	22.5%	25.4%	46.7%	○	◎			—	—	○	○	○	○	山地	人工							
	No.9	85.5%	88.1%	93.1%											砂浜		日野川ダム	日野川ダム					
	No.10	97.2%	96.3%	84.3%				◆		◆	◆				砂浜								
	No.11	68.3%	71.9%	64.7%				◆	◆	◆	◆	◆	◆		砂浜		野洲川ダム	野洲川ダム			野洲川		
	No.25	98.5%	89.8%	79.9%				◆	◆	◆		◆	◆		砂浜	ヨシ							
	No.26	91.8%	92.7%	75.9%				◆	◆	◆		◆	◆		砂浜								
湖南	No.27	62.1%	56.0%	77.0%		◎	■		—	■	■	○			砂浜								
	No.28	21.4%	15.9%	33.9%		◎	■		○	○	○		■	○	砂浜								
	No.29	48.0%	44.4%	63.1%		◎						○			砂浜								
	No.30	41.1%	38.3%	27.5%				◆		◆	◆	◆	◆		砂浜								
	No.31	14.8%	52.2%	30.0%	○			◆	○	◆	○	◆	○		砂浜	人工							
	No.32	41.0%	26.7%	62.7%		◎	■			■	■	■	■	■	○	砂浜							
	No.33	10.4%	29.9%	66.1%	○	◎			○	○	○	○	○	○	砂浜								
	No.34	56.7%	98.3%	73.4%	○			◆	◆	○	◆	○	◆	○	砂浜								
	No.35	39.1%	35.5%	54.1%		◎	■				■	○	○	○	ヨシ	砂浜							
	No.12	81.8%	94.0%	91.9%	○				○				○		砂浜		野洲川ダム	野洲川ダム			野洲川		
湖北	No.13	78.1%	86.2%	97.6%		◎			○						ヨシ	人工							
	No.14	58.0%	49.0%	80.0%		◎	■			■	○	■	■	—	ヨシ	人工							
	No.15	66.5%	99.0%	67.6%	○			◆	—	○	◆	○	—		ヨシ	人工						草津川	
	No.16	99.0%	96.0%	80.5%				◆	◆	◆					ヨシ							草津川	
	No.17	41.5%	84.4%	87.5%	○						○	○	—	—		人工							
	No.18	41.3%	44.0%	66.6%		◎			○							人工							
	No.19	82.5%	47.5%	74.8%		◎	■		—	—	■	○	■	—		人工							
	No.20	50.7%	62.6%	94.6%	○	◎			—	○	○	○	○	—		人工							
	No.21	94.7%	46.3%	85.0%		◎	■		■	○	■	○		—	砂浜	ヨシ							
	No.22	75.4%	80.5%	97.1%		◎			○	○					砂浜	ヨシ	人工						
No.23	74.6%	76.9%	91.1%		◎			○	○					砂浜	人工								
No.24	96.4%	99.2%	84.2%				◆	◆						ヨシ	人工								
No.36	51.9%	25.6%	43.2%		◎	■		—	○		■	○	■	○	砂浜		石田川ダム	石田川ダム			石田川		
No.37	58.3%	45.3%	77.7%		◎	■		○	○				■	○	砂浜								
No.38		61.0%	79.9%	-	◎	-					○	○	○	砂浜	山地								
No.39	10.3%			-	-	-	-							山地									
No.40	51.0%	69.0%	91.9%	○	◎			—	—	—	—		○	砂浜	山地	人工							
No.41				-	-	-	-							山地									
No.42				-	-	-	-							山地		人工							
No.43				-	-	-	-							山地									
No.44				-	-	-	-							山地									
No.45	93.9%	74.2%	92.5%		◎	(■)		—	—	○			—	ヨシ	山地								1969年の方に、1995年の粗粒層に対応する層のデータがないため比較できない
No.46	14.0%			-	-	-	-							砂浜	山地								
No.47	34.8%	18.4%	94.6%		◎	■		—	—	—	—	○	■	山地									
No.48	67.0%	84.0%	87.5%	○									○		人工								

凡例

- 砂浜

砂浜湖岸
- ヨシ

ヨシ原湖岸
- 山地

山地湖岸
- 人工

人工湖岸

- :1969→1995の間に泥化のみられた地点
- ◎:1995→2002の間に泥化のみられた地点
- :1969→1995の間に粗粒化のみられた地点
- ◆:1995→2002の間に粗粒化のみられた地点

注1) 上記の記号は、時間軸を基準として付けているものであり、泥化や粗粒化の「程度」を示すものではないことに注意する

注2) 表中の「—」は2つの調査のうち、一方もしくは両方のデータがなく、比較できないことを示す

■ 泥化・粗粒化の傾向

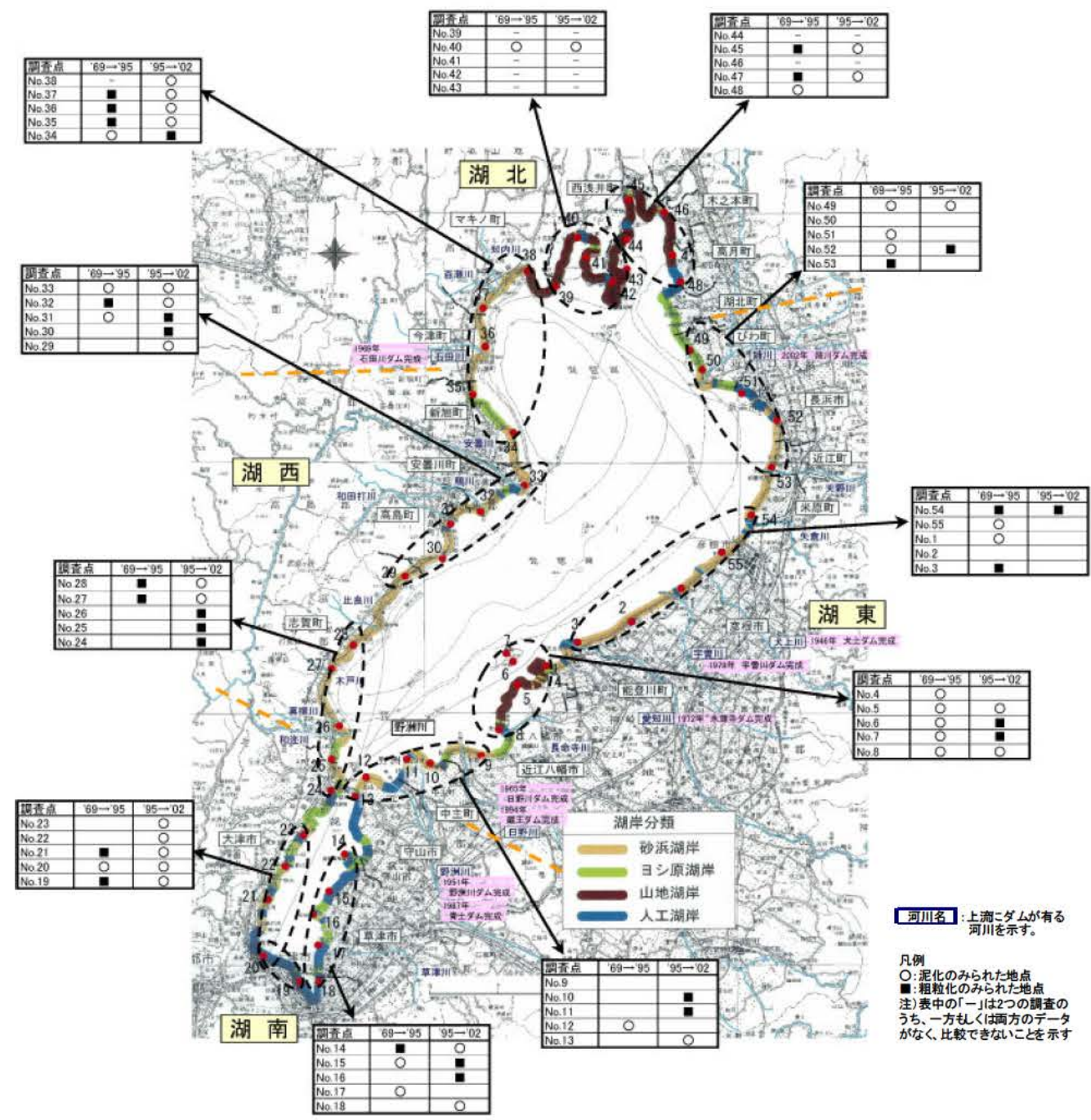


図 6.1.3 泥化・粗粒化の傾向

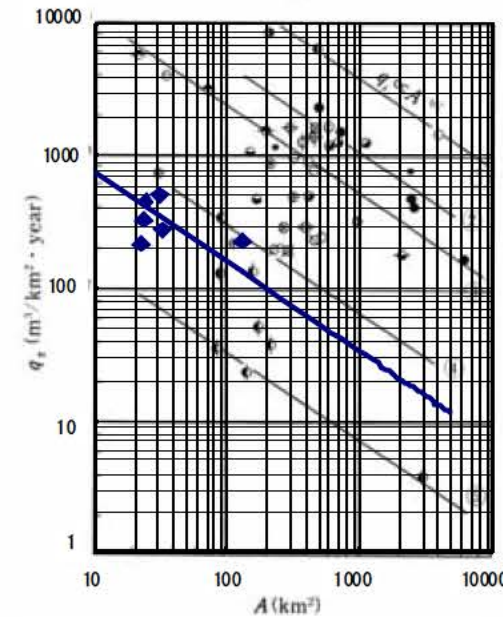
(2) 琵琶湖に流入する河川の状況

【調査結果（文献調査）】

- 琵琶湖流域（3,848km²）に対して、代表的な流入河川の流域（1,472.90 km²=野洲川、姉川、安曇川、日野川、愛知川）の占める割合は、約 38.3%である。
- 代表的な流入河川におけるダム流域が占める割合は約 6.4%である(計 247.9 km²=野洲川:野洲川ダム 32.5、青土ダム 23.8、姉川:姉川ダム 28.3、安曇川:ダムなし、日野川:日野川ダム 22.4、蔵王ダム 9.4、愛知川:永源寺ダム 131.5)。
- 県内のダム堆砂状況(8ダム=前出の6ダム+犬上ダム、宇曽川ダム)から算定した比流出土砂量は、約 200～610m³/km²・年の範囲である。例えば、貯水池規模最大の永源寺ダムの堆砂量は、約 87 万 m³（30 年経過時、堆砂率 3.8%）である。
- 県内ダムの堆砂状況から、比流出土砂量を流域面積と年平均比流出土砂量の関係図（土木学会編水理公式集(H11 年度版)）で見ると、各ダム地点における比流出土砂量は、「流出土砂量が少ない中国地方の河川のもの」の範囲にある。
- この県内ダムの堆砂状況から平均的な土砂流出と流域面積の関係を、琵琶湖流入河川の平均的な土砂流出量と想定して、琵琶湖流入河川からの流出土砂量を概算すると、概算値は 77 万 m³/年となった。この値に対する既設ダムへの流出土砂量の比率は 10.6%となった。
- 放射線鉛法により琵琶湖湖底の堆積年代を算定した結果から、底泥堆積厚は、オーダーとしては、年間平均 0.1～0.6cm 程度の範囲にあると推測された。

【調査結果から推察されること】

全国レベルで見た場合に琵琶湖流入河川は流出土砂量が少ない河川の範囲にあること、また、琵琶湖流域面積に占める既設ダム流域面積の割合を考え合わせると、既設ダムによる土砂流出の遮断、洪水流量低減による土砂輸送能力低下だけでなく、山林、農地、河岸等、流域全体からの土砂供給の変化による影響が大きいものと考えられる。



①：最大の流出土砂量を示す黒部川、天龍川、大井川など、②～③：阿賀野川、庄川、吉野川、本管川、耳川、熊野川など、流出土砂量が多いとされる河川、④～⑤：流出土砂量が少ない中国地方の河川のもので、④群はその上限、⑤群はその下限を示し、そのほかの地域も④～⑤群に入るものが多い。

※出典：土木学会編水理公式集(平成 11 年版)，p140

◆：県内ダム堆砂状況から算出した各ダムの比流出土砂量と流域面積の関係
—：県内ダム堆砂状況から算定した平均的な比流出土砂量と流域面積の関係

図 6.1.4 流域面積と年平均流出土砂量の関係

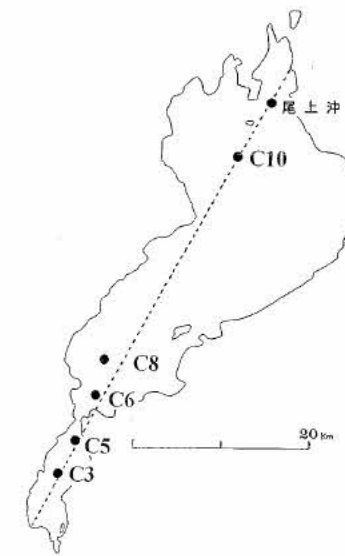


図 6.1.5 年代算定対象地点

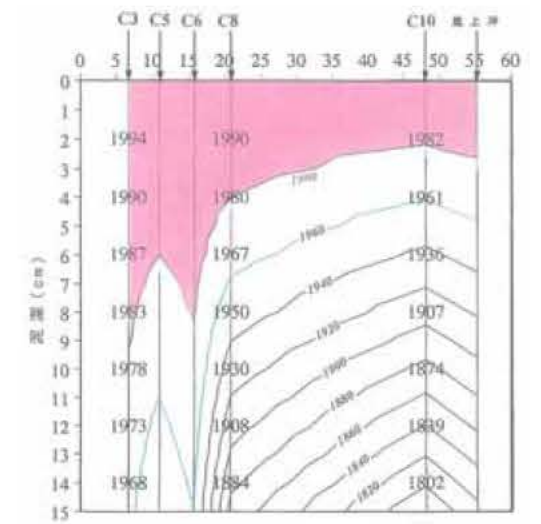


図 6.1.6 堆積年代算定結果

※出典：『底質の保全に関する基礎的研究 —琵琶湖の堆積環境の概況—』（琵琶湖研究所所報第 15 号，pp24-26）

6.2 丹生ダム建設に伴う琵琶湖湖底の泥質化への影響に関するまとめ

【調査結果から言えること】

琵琶湖全周では、泥の面積比率が高くなっており、深度別では、深度 3～5m の範囲でその傾向が比較的顕著である。地区別・地点別で見た場合には、一定の傾向は見受けられず、地区別・地点別での傾向は一概に把握できない。

既設ダムの完成前後の比較からダム等が完成した場合でも泥化もしくは粗粒化との明確な因果関係や傾向は伺えないこと、また、琵琶湖流入河川は、流出土砂量が少ない河川の範囲にあることから、丹生ダム設置に伴う土砂移動の遮断が、湖底の泥質化に大きなインパクトを与えるということはないと考えられる。

【引き続き解明すべき点】

湖底の泥質化という現象は、大きくは、粗粒分が減少することにより細粒分が相対的に卓越することによる現象と、湖内でのプランクトンの遺骸、農業排水に混じった微細砂などの有機物の蓄積による現象の 2 つが重なったものと考えられる。

すなわち、湖底の泥質化という現象は、琵琶湖をとりまく流域における土砂流出の量的・質的变化、湖内の有機物の増加、河川からの有機物の流入量の増加などを原因とする、以下に示すような要因が複合したものと考えられる。このため、琵琶湖湖底の泥質化についての影響に関しては、総合的な視点の下で、関係する機関が連携して、引き続き解明していく必要がある。

- ・河川および農地から供給される流砂の量と質
- ・琵琶湖沿岸域における土砂動態
- ・琵琶湖流域全体における有機物の動態と琵琶湖への流出
- ・琵琶湖の内部生産によるプランクトンの増殖

「丹生ダム建設に伴う姉川・高時川および琵琶湖への影響について」の各章については、下記専門家の指導・助言の結果を踏まえ、とりまとめたものである。 （敬称略）

- § 3 姉川・高時川河川環境 WG および井上和也京都大学名誉教授、京都大学大学院 細田尚教授
- § 4 姉川・高時川河川環境 WG および龍谷大学 宗宮功教授
- § 5 姉川・高時川河川環境 WG
- § 6 姉川・高時川河川環境 WG

※姉川・高時川河川環境 WG メンバー：

※：チーフ

氏 名	所属・役職等
池上 甲一	近畿大学農学部 教授
※江頭 進治	立命館大学理工学部 教授
熊谷 道夫	滋賀県琵琶湖研究所 総括研究員
寶 馨	京都大学防災研究所 教授
竹門 康弘	京都大学防災研究所 助教授
田中 宏明	京都大学流域圏総合環境質研究センター 教授
鳥塚 五十三	南浜漁業協同組合 組合長
前畑 政善	滋賀県立琵琶湖博物館 総括学芸員
渡邊 紹裕	総合地球環境学研究所 教授

（所属・役職等は平成 17 年 6 月時点）

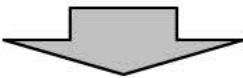
第2編 丹生ダム建設に伴う貯水池周辺の自然環境への影響について

【丹生ダム自然環境に関する調査検討状況】

丹生ダム建設に伴う貯水池及びその周辺の自然環境への影響について検討した結果を示す。

①環境調査

- ・丹生ダム事業予定地周辺における環境の現状を把握するために、昭和57年度から専門家の指導・助言を受けて環境調査を実施。
- ・平成2年度に「環境影響評価実施要綱」（昭和59年閣議決定）に基づく環境影響評価において、事業の実施に伴う環境への影響の予測・評価および環境保全対策の検討を実施。
- ・環境影響評価実施後も、環境保全対策を具体化していくために、専門家の指導、助言を受けて、調査・検討を実施。



②自然環境の現況把握

現地調査結果を整理し、自然環境の現況把握を実施。

環境基盤調査

- ・基礎調査（気象・流量）
- ・陸域、河川域環境基盤調査（地形・地質・水量・植生・河川形態等）

動植物調査

- ・生物相調査（出現種リストの作成、重要な種の抽出）
- ・重要な種の調査（分布状況、生育環境の調査等）

生態系調査

- ・上位性（イワシ・マサキ調査）
- ・代表（典型）性（陸域、河川域の環境区分、代表性の調査）

【生物相調査】

- ・動物相の確認種：哺乳類7目14科23種、鳥類14目38科123種、爬虫類2目5科10種、両生類2目6科13種、魚類7目9科20種、陸上昆虫類20目288科1909種、底生動物19目89科269種、陸産貝類4目13科46種
- ・植物相の確認種：植物141科1257種、付着藻類4綱18科117種

【重要な種の選定】

生物相調査の結果を踏まえ、天然記念物、レッドデータブック等により、学術上又は希少性の観点から調査対象とする重要な種を抽出した。

- ・動物の重要な種：哺乳類7種、鳥類79種、爬虫類6種、両生類12種、魚類13種、昆虫類27種、保全すべき昆虫群集1群集、底生動物1種、陸産貝類14種
- ・植物の重要な種：陸上植物65種、重要な植物群落1群落

表-1 調査実施状況

項目	和暦年度	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
西暦年度(19XX~20XX)		82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
動植物調査	気象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	流量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水質調査		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
生態系調査	動物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	植物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
上位性	希少猛禽類														○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	陸域																○	○						
典型性	河川域														○	○		○	○					

表-2(1) 重要な種の確認状況（動物）

No.	目 名	科 名	和 名	種の 保存 法	天然 記念 物	環境 省 RDB	環境 省 RL	滋賀県RDB	近畿版DB			
									近畿地区	滋賀県		
哺乳類												
1	モグラ	トガリネズミ	カワネズミ					絶滅危惧種				
2	サル	オナガザル	ニホンザル					要注目種				
3	ネズミ	リス	ホンドモモンガ					絶滅危惧種				
4			ムササビ					希少種				
5	ネズミ	ネズミ	スミスネズミ					その他の重要種				
6		ネコ	クマ	ツキノワグマ				希少種				
7	ウシ	ウシ	ニホンカモシカ		特天			希少種				
合計	5目	6科	7種	0種	1種	0種		7種				
鳥類												
1	コウノトリ	サギ	ミゾゴイ				NT	絶滅危機増大種	繁殖2	繁殖3		
2	カモ	カモ	オシドリ					希少種	繁殖3	繁殖3		
3				カワアイサ					希少種	越冬3	越冬3	
4	タカ	タカ	ミサゴ				NT	絶滅危機増大種	繁殖2	繁殖3、越冬3		
5				ハチクマ				NT	絶滅危機増大種	繁殖2		
6				オジロワシ	○	国天	EN		希少種	越冬3	越冬3	
7				オオワシ	○	国天	VU		絶滅危機増大種	越冬3	越冬3	
8				オオタカ	○		VU		絶滅危機増大種	繁殖3	繁殖3	
9				ツミ					希少種	繁殖3		
10				ハイタカ				NT	希少種	繁殖4	繁殖＋越冬4	
11				ノスリ					希少種	越冬3	越冬2	
12				サシバ					希少種	繁殖2	繁殖2	
13				クマタカ		○		EN		絶滅危惧種	繁殖2	繁殖＋越冬2
14				イヌワシ		○	国天	EN		絶滅危惧種	繁殖1	繁殖＋越冬2

表－２(2) 重要な種の確認状況（動物）

No.	目 名	科 名	和 名	種の 保存 法	天然 記念 物	環境 省 RDB	環境 省 RL	滋賀県RDB	近畿版RDB		
									近畿地区	滋賀県	
15	タカ	ハヤブサ	ハヤブサ	○		V	U	絶滅危機増大種	繁殖 3	繁殖 2、越冬 3	
16			チゴハヤブサ					希少種			
17			チョウゲンボウ					希少種	越冬 3	越冬 3	
18	キジ	キジ	コジュケイ					その他重要種			
19			ヤマドリ					その他重要種			
20	チドリ	チドリ	イカルチドリ					希少種	繁殖 3	繁殖＋越冬 3	
21		シギ	アオシギ					希少種	越冬 2	越冬 2	
22	ハト	ハト	アオバト					希少種			
23	カッコウ	カッコウ	ジュウイチ					希少種	繁殖 2	繁殖 2	
24			カッコウ					希少種	繁殖 3		
25			ツツドリ					希少種	繁殖 3	繁殖 3	
26			ホトトギス					希少種	繁殖 3	繁殖 3	
27	フクロウ	フクロウ	コノハズク					絶滅危機種	繁殖 2	繁殖 2	
28			アオバズク					希少種	繁殖 3	繁殖 2	
29			フクロウ					希少種	繁殖 3	繁殖＋越冬 2	
30	ヨタカ	ヨタカ	ヨタカ					絶滅危機増大種	繁殖 2	繁殖 2	
31	アマツバメ	アマツバメ	ハリオアマツバメ					希少種	繁殖 4	通過 3	
32			アマツバメ					希少種			
33	ブッポウソウ	カワセミ	ヤマセミ					絶滅危機増大種	繁殖 3		
34			アカショウビン					希少種	繁殖 2		
35			カワセミ					希少種	繁殖 3	繁殖＋越冬 2	
36		ブッポウソウ	ブッポウソウ				V	U	絶滅危機種	繁殖 1	繁殖 2
37	キツツキ	キツツキ	アオゲラ					希少種	繁殖 3		
38			アカゲラ					希少種	繁殖 3		
39			オオアカゲラ					希少種	繁殖 3		
40	スズメ	セキレイ	ビンズイ					希少種	繁殖 4	越冬 3	
41			タヒバリ					希少種			
42		サンショウクイ	サンショウクイ				V	U	希少種	繁殖 3	繁殖 3
43		レンジャク	ヒレンジャク					要注目種	越冬 4	越冬 4	
44		カワガラス	カワガラス					希少種	繁殖 3		
45		ミソサザイ	ミソサザイ					希少種	繁殖 3		
46		イワヒバリ	イワヒバリ					希少種			
47			カヤクグリ					希少種	繁殖 3		
48		ヒタキ	コマドリ					希少種	繁殖 3	夏期滞在 3	
49			コルリ					希少種	繁殖 3		
50			ルリビタキ					希少種	繁殖 3		
51			ノビタキ						繁殖 3		
52			マミジロ					希少種	繁殖 3	繁殖 3	
53			トラツグミ					希少種	繁殖 2		
54			クロツグミ					希少種	繁殖 3		
55			ヤブサメ						希少種		

表－２(3) 重要な種の確認状況（動物）

No.	目 名	科 名	和 名	種の 保存 法	天然 記念 物	環境 省 RDB	環境 省 RL	滋賀県RDB	近畿版RDB	
									近畿地区	滋賀県
56			メボソムシクイ					希少種	繁殖3	
57			エゾムシクイ					希少種	繁殖3	
58			センダイムシクイ					希少種	繁殖3	
59			キクイタダキ					希少種	越冬3	越冬3
60			キビタキ					希少種	繁殖3	
61			オオルリ					希少種	繁殖3	
62			エゾビタキ						通過3	
63			コサメビタキ					希少種		
64			サンコウチョウ					希少種	繁殖3	
65			シジュウカラ	コガラ					希少種	
66		ゴジュウカラ	ゴジュウカラ					希少種	繁殖3	
67		キバシリ	キバシリ					要注目種	繁殖3	夏期滞在+越冬2
68		ホオジロ	ミヤマホオジロ					希少種	越冬3	
69			ノジコ			NT		希少種	繁殖3	通過2
70			アオジ						繁殖3	
71		クロジ						希少種	繁殖3	
72		アトリ	ハギマシコ					希少種		
73			オオマシコ					希少種		
74			イスカ					希少種	越冬3	越冬3
75			ベニマシコ					希少種		
76			ウソ					希少種		
77			シメ					希少種		
78			コイカル						越冬3	越冬3
79		カラス	ホシガラス						通過3	
合計	13目	28科	79種	6種	3種	13種		74種	64種	36種
爬虫類										
1	トカゲ	トカゲ	トカゲ（ニホントカゲ）					要注目種		
2		ヘビ	ジムグリ					要注目種		
3			シロマダラ					要注目種		
4			ヒバカリ					要注目種		
5			ヤマカガシ					要注目種		
6		クサリヘビ	マムシ					要注目種		
合計	1目	3科	6種	0種	0種	0種		6種		
両生類										
1	サンショウウオ	サンショウウオ	ヒダサンショウウオ					希少種		
2			ハコネサンショウウオ					希少種		
3		イモリ	イモリ					要注目種		
4	カエル	ヒキガエル	ニホンヒキガエル					希少種		
5			ナガレヒキガエル					希少種		
6		アカガエル	タゴガエル					要注目種		
7	ヤマアカガエル					希少種				
8	トノサマガエル					要注目種				
9	アオガエル	ツチガエル				要注目種				
10		シュレーゲルアオガエル				要注目種				
11		モリアオガエル				要注目種				
12		カジカガエル				要注目種				
合計	2目	5科	12種	0種	0種	0種		12種		

表－ 2 (4) 重要な種の確認状況（動物）

No.	目 名	科 名	和 名	種の保存法	天然記念物	環境省RDB	環境省RL	滋賀県RDB	近畿版RDB	
									近畿地区	滋賀県
魚類										
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	スナヤツメ				V U		絶滅危機増大種	
2	コイ	コイ	アブラハヤ						要注目種	
3			タカハヤ						要注目種	
4		ドジョウ	ドジョウ						要注目種	
5			シマドジョウ						要注目種	
6			スジシマドジョウ（型不明）				E N 又は V U		絶滅危機種	
7			ホトケドジョウ				E N		絶滅危機増大種	
8	ナマズ	アカザ	アカザ				V U		希少種	
9	サケ	アユ	アユ						分布上重要種	
10		サケ	イワナ						要注目種	
11			アマゴ						要注目種	
12	カサゴ	カジカ	カジカ（大卵型）						希少種	
13	スズキ	ハゼ	ドンコ						要注目種	
合計	6目	8科	13種		0種	0種	4種		13種	
昆虫類（陸上昆虫類および水生昆虫類）										
1	トンボ	トンボ	コノシメトンボ						希少種	
2	バッタ	キリギリス	ヘリグロツユムシ						要注目種	
3		バッタ	クルマバッタ						分布上重要種	
4			ヒメフキバッタ						分布上重要種	
5			ミカドフキバッタ						分布上重要種	
6			キンキフキバッタ						分布上重要種	
7			ヤマトフキバッタ						分布上重要種	
8			セトウチフキバッタ						要注目種 分布上重要種	
			ミヤマフキバッタ属の一種						分布上重要種	
9	カメムシ	セミ	エゾハルゼミ						分布上重要種	
10			ハルゼミ						その他重要種	
11	コウチュウ	クワガタムシ	オニクワガタ						要注目種	
12		コブスジコガネ	マグソクワガタ						絶滅危機増大種	
13		カミキリムシ	イッシキモンキカミキリ						絶滅危機増大種	
14			フタオビミドリトラカミキリ						要注目種	
15	ハチ	スズメバチ	トウヨウホソアシナガバチ						要注目種	
16			モンスズメバチ						その他重要種	
17			オオスズメバチ						その他重要種	
18	ハエ	アミカモドキ	ニホンアミカモドキ					V U		
19	トビケラ	ナガレトビケラ	オオナガレトビケラ					N T		
20	チョウ	メイガ	フチムラサキノメイガ						要注目種	
21		セセリチョウ	キバネセセリ						希少種	
22			ヘリグロチャバネセセリ						希少種	
23			シジミチョウ	シルビアシジミ					I 類 絶滅危機種	
24		タテハチョウ	クモガタヒョウモン						希少種	
25			オオミスジ						分布上重要種	
26			オオムラサキ						N T 絶滅危機増大種	
27			スズメガ	スキバホウジャク					要注目種	
合計	8目	15科	27種		0種	0種	4種		25種	

表－３(1) 重要な種の確認状況（植物）

No.	門・綱	科	和 名	種の 保存法	天然 記念物	環境省 RDB	近畿RDB	滋賀県RDB
1	シダ植物門	イワヒバ	イワヒバ					絶滅危機増大種
2		ハナヤスリ	エゾフユノハナワラビ				絶滅危惧種B	希少種
3		コケシノブ	コケシノブ				準絶滅危惧種	その他重要種
4		ミズワラビ	ハコネシダ					その他重要種
5			カラクサシダ				準絶滅危惧種	希少種
6		オシダ	ヒロハヤブソテツ					希少種
7		ウラボシ	ヒメサジラン					希少種
8	種子植物門	カバノキ	アサダ				準絶滅危惧種	希少種
9	被子植物亜門	ニレ	ハルニレ				絶滅危惧種C	要注目種
10	双子葉植物綱	イラクサ	コバノイラクサ				絶滅危惧種B	分布上重要種
11	離弁花類	タデ	ウナギツカミ					要注目種
12			ノダイオウ			VU	絶滅危惧種C	その他重要種
13		モクレン	コブシ				絶滅危惧種C	
14		キンボウゲ	フクジュソウ			VU	絶滅危惧種C	分布上重要種
15			ミスミソウ			NT	準絶滅危惧種	希少種
16			コボタンソウ				絶滅危惧種B	
17			トリガタハンショウヅル					その他重要種
18			サンインシロカネソウ					分布上重要種
19			オキナグサ			VU	絶滅危惧種A	絶滅危惧種
20			カラマツソウ				絶滅危惧種B	要注目種
21		メギ	イカリソウ				準絶滅危惧種	その他重要種
22		ボタン	ヤマシャクヤク			VU	絶滅危惧種C	希少種
23		ケシ	ジロボウエンゴサク					要注目種
24			ヤマキケマン				準絶滅危惧種	
25		アブラナ	イワハタザオ					分布上重要種
26			オクヤマガラシ					分布上重要種
27		ユキノシタ	ヤシヤビシヤク			VU	準絶滅危惧種	絶滅危惧種
28			ハルユキノシタ				絶滅危惧種C	分布上重要種
29		バラ	エチゴツルキジムシロ				絶滅危惧種B	分布上重要種
30			シモツケ				準絶滅危惧種	分布上重要種
31		マメ	フジキ					希少種
32		カタバミ	オオヤマカタバミ			VU		
33		カエデ	カラコギカエデ					要注目種
34			メグスリノキ				絶滅危惧種A	その他重要種
35		スミレ	アケボノスミレ				絶滅危惧種A	要注目種
36		セリ	オオハナウド				絶滅危惧種A	要注目種
37			カノツメソウ				準絶滅危惧種	

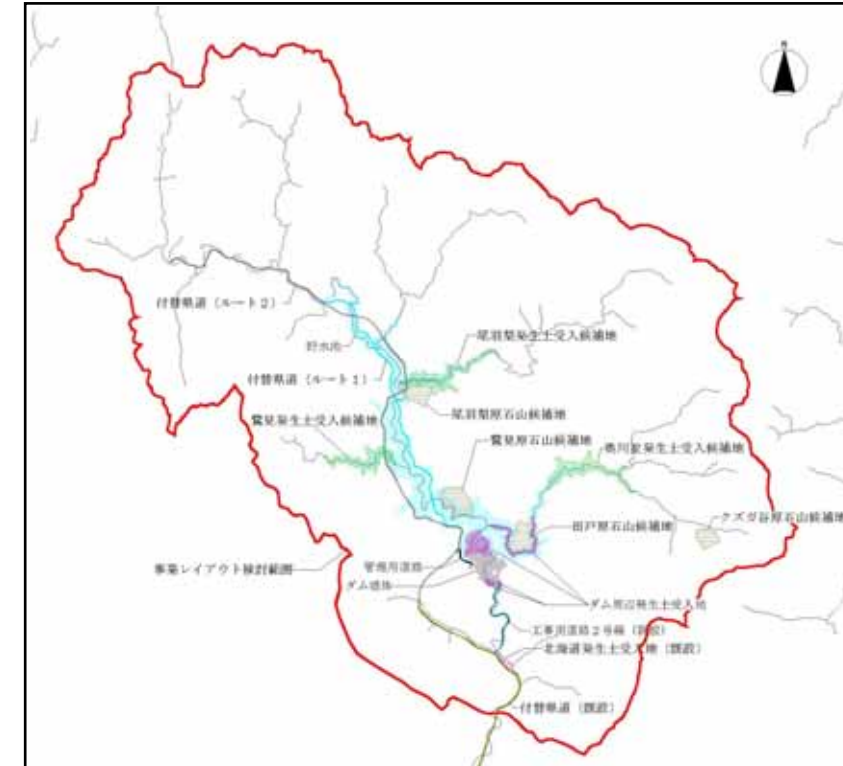
表－3(2) 重要な種の確認状況（植物）

No.	門・綱	科	和 名	種の 保存法	天然 記念物	環境省 RDB	近畿RDB	滋賀県RDB
38	種子植物門	ガガイモ	コイケマ					希少種
39	被子植物亜門	アカネ	オオキヌタソウ				準絶滅危惧種	要注目種
40	双子葉植物綱	クマツヅラ	クマツヅラ					要注目種
41	合弁花類	シソ	トラノオジソ				準絶滅危惧種	
42			ナツノタムラソウ				準絶滅危惧種	希少種
43			ハイタムラソウ					分布上重要種
44			ヤマタツナミソウ				絶滅危惧種A	要注目種
45		ゴマノハグサ	コシオガマ					希少種
46			オオヒナノウスツボ					希少種
47			クガイソウ					分布上重要種
48		キキョウ	バアソブ				絶滅危惧種A	
49			シデシャジン				絶滅危惧種C	
50		キク	タイミンガサ				準絶滅危惧種	分布上重要種
51			サワアザミ				絶滅危惧種B	分布上重要種
52			ワカサハマギク			VU		
53	種子植物門	ユリ	ヤマユリ				絶滅危惧種A	絶滅種
54	被子植物亜門		マイヅルソウ					分布上重要種
55	単子葉植物綱		ハナゼキショウ				準絶滅危惧種	希少種
56		ヒガンバナ	ナツズイセン				絶滅危惧種C	
57		ヤマノイモ	ウチワドコロ				絶滅危惧種B	分布上重要種
58		アヤメ	ノハナショウブ				絶滅危惧種C	その他重要種
59			アヤメ				絶滅危惧種C	その他重要種
60		サトイモ	ザゼンソウ					分布上重要種
61		カヤツリグサ	ビロードスゲ				絶滅危惧種C	分布上重要種
62		ラン	エビネ			VU		その他重要種
63			ナツエビネ			VU	絶滅危惧種A	その他重要種
64			ジガバチソウ				絶滅危惧種C	希少種
65			クモキリソウ					希少種
合計	—	37科	65種	0種	0種	10種	41種	55種

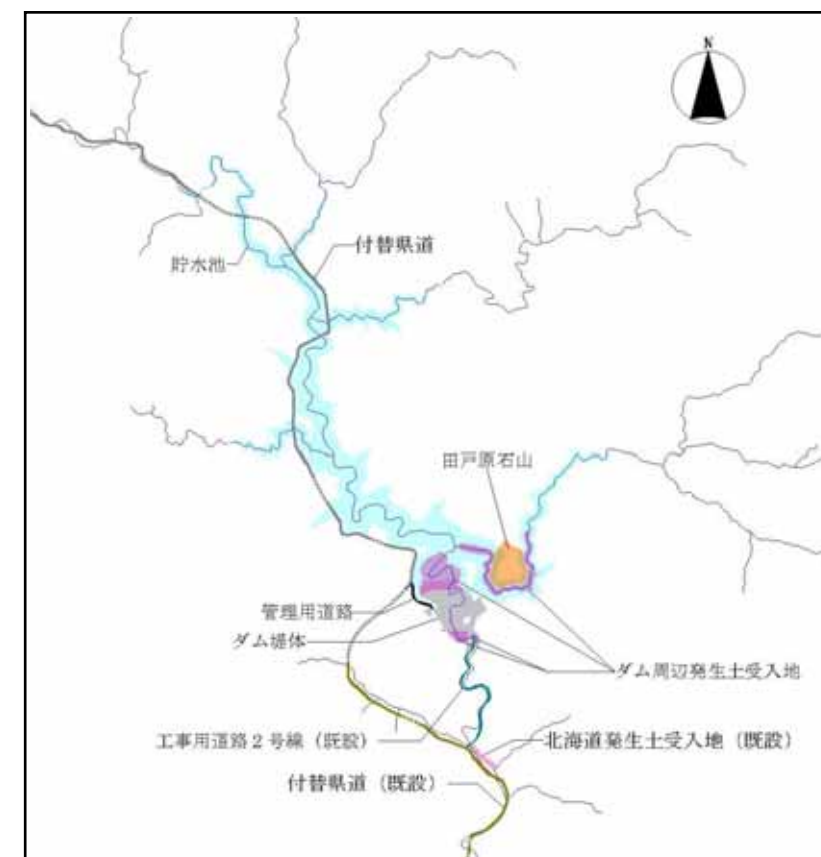
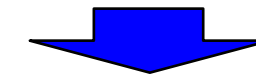


③事業レイアウトの検討

- ・生態系の上位性の観点や全体の改変面積を減らす観点（植生改変の観点）から、原石山、仮設備ヤード、道路ルート等の事業レイアウトを検討した。



図ー1 丹生ダム事業レイアウト検討案



図ー2 丹生ダム事業レイアウト

④予測対象種の選定

予測対象とした種は、環境省、滋賀県、近畿のレッドデータブック等により選定した重要な種の中から、自然環境の現況と事業レイアウトとを重ね合わせ、事業の実施により影響を受けると考えられる重要な種を選定した。また、生態系については上位性・代表（典型）性の視点から指標種を選定した。

【動物】

- ・予測対象とした動物の重要な種は、哺乳類 7 種、鳥類 44 種、爬虫類 6 種、両生類 12 種、魚類 9 種、昆虫類 16 種、保全すべき昆虫群集 1 群集、底生動物 1 種、陸産貝類 14 種。

【植物】

- ・予測対象とした植物の重要な種は 44 種、重要な植物群落 1 群落。

【生態系】

- ・イヌワシ・クマタカ（上位性）
 - ・食物連鎖の上位に位置し、生息環境の保全が下位に位置する生物の保全を含めた地域の生態系の保全につながる種
 - ・事業予定地周辺の山間地への依存度が高い種

⑤事業による影響の予測

予測対象種の分布、生息環境、生育環境の改変の程度を踏まえ予測した。予測結果より影響を受けると考えられる種を保全対象種として選定した。

【動物】

- ・直接改変による生息地の消失又は改変による生息環境の変化の影響を受けることが予測された動物の種は、哺乳類 1 種、鳥類 2 種、両生類 2 種、魚類 1 種、昆虫類 5 種、陸産貝類 2 種。

【植物】

- ・直接改変による生息地の消失又は改変による生息環境の変化の影響を受けることが予測された植物の種は 29 種。
- ・直接改変以外の生息環境の変化の影響を受けることが予測された植物の種は 6 種。

【生態系（上位性）】

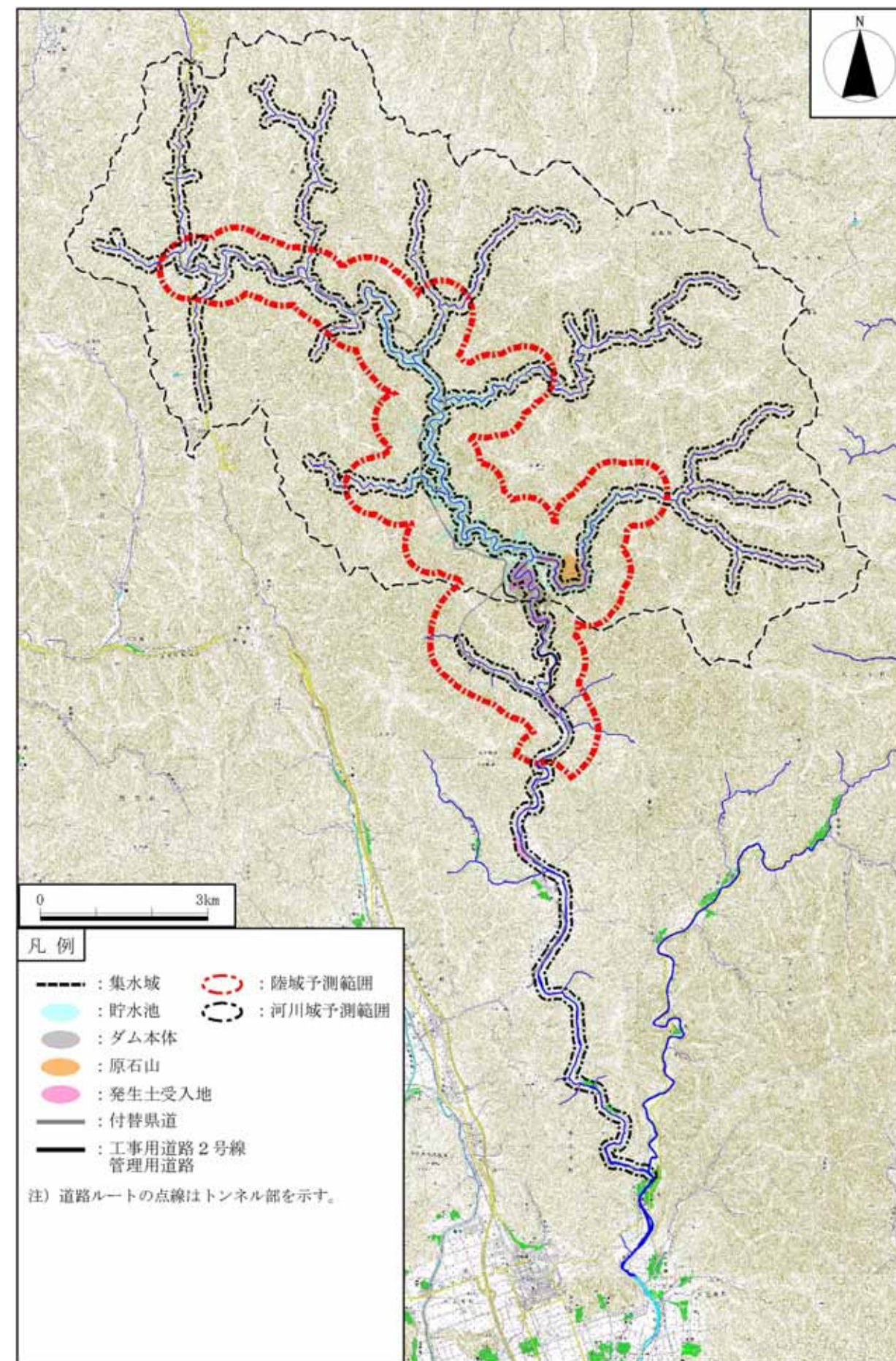
- ・予測対象は、事業予定地に係るイヌワシ 1 つがい（A つがい）及びクマタカ 7 つがい（A から G つがい）。

〔イヌワシ〕

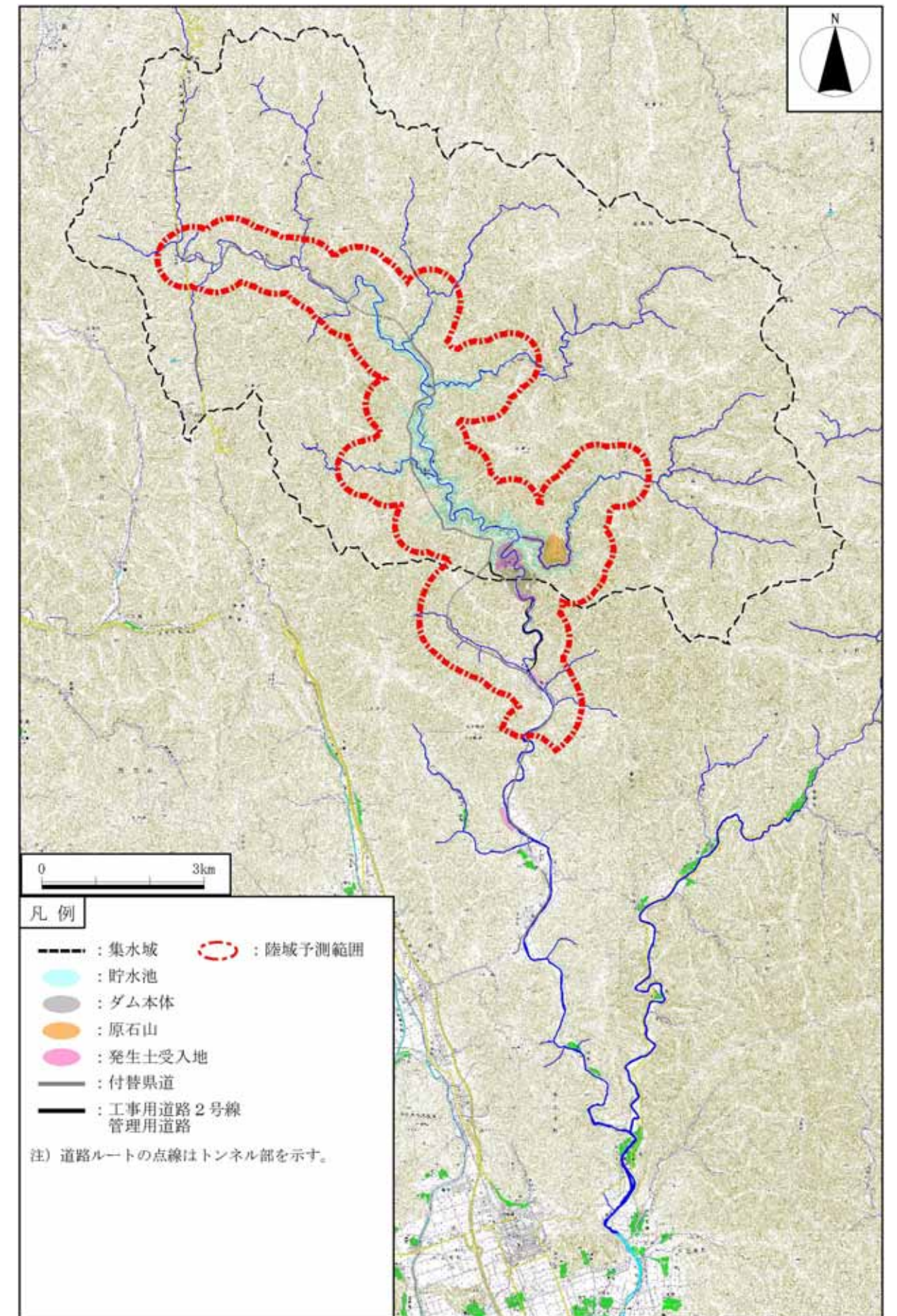
- ・1 つがいの行動圏と事業区域は重なるが、事業区域と営巣地・主な狩り場が遠いことから生息繁殖活動への影響は小さいと考えられる。

〔クマタカ〕

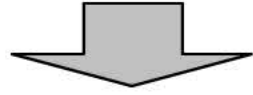
- ・ダム堤体工事のような大規模な工事の実施により、クマタカ 2 つがいの生息や繁殖活動に一時的に影響が及ぶと考えられる。
- ・このうち 1 つがいは、貯水池供用後にクマタカが 1 年間を通じてよく利用する範囲の一部が改変されるため継続的な生息や繁殖活動に影響が及ぶと考えられる。
- ・また、その他のつがいについても、道路付替工事等の小規模な工事がクマタカが 1 年間を通じてよく利用する範囲で行われた場合、工事期間中は一時的に繁殖活動が低下する可能性がある。



図－3 重要な種（動物）の影響予測範囲



図ー4 重要な種（植物）の影響予測範囲



⑥重要な種の環境保全対策の検討

予測結果より選定した保全対象種について、その影響を回避・低減するための保全対策を検討した。結果については以下の通りである。

影響予測の概要及び保全対策（案）の概要（動物）

種名 / 項目		予測結果の概要	環境保全対策メニュー
哺乳類	カワネズミ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した13地点のうち5地点の生息環境が消失又は変化する。また、確認地点と類似した環境が事業の実施により比較的広い割合で消失又は変化する。	・貯水池周辺及び水位変動域は極力、樹木等を伐採せず改変を行わない ・水際で発生した裸地には植栽を行い生息環境の復元を図る
	イヌワシ クマタカ	生態系(上位性)で示す	生態系(上位性)で示す
両生類	ニホンヒキガエル	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した6地点のうち5地点の生息環境が消失又は変化する。	・事業用地を利用し、浅い止水域を創出する
	カジカガエル	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した301地点のうち152地点の生息環境が消失又は変化する。	ダム下流の生息環境は以下の対策を実施し保全するが、生息環境が消失する個体については保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する。 ・工事中の濁水の抑制・貯水池水質の保全 ・ダムの運用方法の検討・ダム下流への土砂供給
魚類	アカザ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した10地点のうち3地点の生息環境が消失又は変化する。また、確認地点と類似した環境が事業の実施により広い割合で消失又は変化する。	以下の対策を実施し、ダム下流の生息環境を保全する。 ・工事中の濁水の抑制 ・貯水池水質の保全 ・ダムの運用方法の検討 ・ダム下流への土砂供給
昆虫類	マグソクワガタ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生息環境が消失又は変化する。また、滋賀県RDBにおいても丹生ダム建設事業による本種への影響が懸念されている。	・保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する
	イッシキモンキカミキリ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した3地点の全ての生息環境が消失又は変化する。また、滋賀県RDBにおいても丹生ダム建設事業による本種への影響が懸念されている。	・保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する
	ニホンアマカモドキ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した2地点のうち1地点の生息環境が消失又は変化する。	・保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する
	フチムラサキノメイガ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生息環境が消失又は変化する。	・保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する
	オオムラサキ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した14地点のうち11地点の生息環境が消失又は変化する。	・幼虫の食樹であるエノキの植際を行うが、詳細な内容については、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する
陸産貝類	ニクイロシブキツボ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した11地点のうち4地点の生息環境が消失又は変化する。また、滋賀県RDBにおいても丹生ダム建設事業による本種への影響が懸念されている。	・保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する
	ニッポンマイマイ属の一種(ココロマイマイ類(似種))	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生息環境が消失又は変化する。	・保全措置の具体的な知見が得られていないため、継続して生息の状況を把握し、専門家の指導を受けながら保全対策を適宜検討・実施する

影響予測の概要及び保全対策（案）の概要（植物）

種名 / 項目		予測結果の概要	環境保全対策メニュー
植物	ハコネシダ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した6地点の全ての生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	ヒメサジラン	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	アサダ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した4地点のうち1地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	ウナギツカミ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	サンインシロカネソウ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した2地点のうち1地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	ジロボウエンゴサク	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した2地点の全ての生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	シモツケ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した8地点の全ての生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	ヤマタツナミソウ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	ザゼンソウ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した6地点のうち3地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	クモキリンソウ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した1地点の生育環境が消失又は変化する。	・消失する個体を移植することによって保全する。
	コケシノブ カラクサシダ ノダイオウ トリガタハンショウヅル ヤマシヤクヤク イワハタザオ ハルユキノシタ エチゴツルキジムシロ オオハナウド オオキヌタウ シデシヤジン ワカサハマギク ウチワドコロ ビロードスゲ	本種は、工事の実施及び貯水池の出現により、確認した地点の一部の生育環境が消失又は変化する。とともに、一部が改変区域の近傍にあることから生育環境に影響を受ける可能性がある。	・消失する個体を移植することによって保全する。 ・改変区域の近傍に生息している個体は直接、生息環境が改変されないためモニタリングにより監視し、必要に応じて保全対策を行う。
	ミスミノウ メグスリノキ サワアザミ エビネ ナツエビネ	本種は、丹生ダム周辺において確認地点数が多く、工事の実施及び貯水池の出現により、生育環境が消失又は変化する確認地点もあるが、比較的多くの確認地点の生育環境は消失又は変化しない。しかしながら、確認地点の一部が改変区域の近傍にあることから、これについては生育環境に影響を受ける可能性がある。	・改変区域の近傍に生息している個体は直接、生息環境が改変されないためモニタリングにより監視し、必要に応じて保全対策を行う。
	エゾフユノハナワラビ コブシ カラマツソウ ハナゼキショウ ナツズイセン ノハナショウブ	本種は、丹生ダム周辺において確認地点数が少ないが、工事の実施及び貯水池の出現により、生育環境が消失又は変化する確認地点はない。しかしながら、確認地点の一部が改変区域の近傍にあることから、これについては生育環境に影響を受ける可能性がある。	・改変区域の近傍に生息している個体は直接、生息環境が改変されないためモニタリングにより監視し、必要に応じて保全対策を行う。

◆既に実施した保全対策の状況

道路工事による直接改変区域内で確認した重要な種については、専門家の指導を受けて移植または仮移植を実施した。保全対象種と移植などの保全対策を実施した状況については、次表のとおりである。

保全対象種と保全対策（移植等）の状況

種 名	保全対策内容及びその後の状況
オオハナウド	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成11,14年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて開花は確認できなかったが、順調に生育している。
ナツエビネ	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成12,13年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて、一部の株で開花を確認し、順調に生育している。
サワアザミ	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成13年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて、一部の株で開花を確認し、順調に生育している。
ワカサハマギク	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成13,14年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて、移植地の一部が土砂により埋まっていたが、開花を確認し、順調に生育している。
ハルユキノシタ	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成13年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて開花は確認できなかったが、順調に生育している。
カラマツソウ	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成13年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて移植地で本種を確認することができなかった。
ビロードスゲ	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成13年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて開花も確認し、順調に生育している。
ザゼンソウ	道路工事により、生育地が直接改変されるため、平成14,16年度に適地に移植を行った。移植後(平成16年度)のモニタリングにおいて開花も確認し、順調に生育している。



ワカサハマギク（移植後の状況）



ザゼンソウ（移植後の状況）

⑦生態系（上位性）の保全対策の検討

丹生ダム事業予定地及びその周辺には、大型の猛禽類であるイヌワシ・クマタカが生息しており、ミズナラ林をはじめとする夏緑広葉樹林にはこれらの餌となる中小動物が多く生息してる。また、このほかにも夏緑広葉樹林を生息環境とするツキノワグマ、ニホンカモシカ、その大木の洞などを住処にしているホンドモモンガ、人手の入ったミズナラ林に生息する国蝶オオムラサキ、森林と連続性を保った山間部の溪流に生息するカワネズミやサンショウウオ類、きれいな川にすむアカザなど、数多くの「重要な種」も生息してる。

このように生態系の生産性が高く、かつ生物多様性に富んでいる豊かな自然環境の保全を行うために、イヌワシ・クマタカを指標とした保全対策の検討を行った。

・調査の実施状況

丹生ダム流域における広範囲において、イヌワシ・クマタカの生息つがい数及び繁殖状況を把握するとともに、各つがいの生活史における土地の利用状況を把握するための調査を実施した。また、調査結果から丹生ダム周辺には、イヌワシ1つがいとクマタカ7つがいの生息を確認し、各つがいの繁殖状況を把握した。

・生態系（上位性）の環境保全対策の検討

これまでの調査結果及びイヌワシ・クマタカの内部構造の推定により事業と重ね合わせ影響の予測と、その影響を回避・低減するための保全対策を検討した。結果については以下の通りである。

影響予測の概要及び保全対策（案）の概要〔生態系（上位性）〕

項目	予測結果の概要		環境保全対策メニュー
イヌワシ	本種は、丹生ダム建設事業を実施した場合、事業の実施及びダム供用後に営巣地及び繁殖活動中の主要な狩り場は直接改変されず、また、工事区域は営巣地から遠い。このため、本種は工事期間中及びダム供用後も生息し続け、繁殖活動を継続すると考えられるが、事業区域と行動圏とが重なることにより生息環境の3%、繁殖活動中以外の主要な狩り場が1%未満とわずかに改変されることからこれに伴う影響の予測については不確実性が伴う。		本種は工事期間中及びダム供用後も生息し続け、繁殖活動を継続すると考えられるが、以下の保全対策に努める ・モニタリング調査により生息・繁殖状況を把握する ・改変跡地の植栽により餌となる下位に位置する生物の保全を図る
クマタカ		C 事業実施区域周辺に生息する7つがいのうち1(C)つがいは、コアエリア内でダム堤体等の大規模な工事が実施されるとともに改変される部分も比較的大きいことから一時的につがいの生息が困難になると考えられる。	工事完了後に早期に生息が可能となるように以下の保全対策を実施する ・モニタリング調査により生息・繁殖状況を把握する ・改変跡地は餌場環境としての早期復元を図るとともに、営巣木となる大木の保全を行う ・改変されない区域は人為的に手入れし、生息に必要な餌場環境を維持し保全を図る ・ダム本体に関わる工事工程の短縮を検討する
		B 事業実施区域周辺に生息する7つがいのうち1(B)つがいは、コアエリア内でダム堤体等の大規模な工事が実施され、一部が改変されることにより一時的に生息・繁殖活動に影響があると考えられる。	工事完了後に早期に繁殖活動が可能となるように以下の保全対策を実施する ・モニタリング調査により生息・繁殖状況を把握する ・改変跡地は餌場環境としての早期復元を図るとともに、営巣木となる大木の保全を行う ・ダム本体に関わる工事工程の短縮を検討する
		その他 事業実施区域周辺に生息する7つがいのうち5(A,D,E,F,G)つがいは、コアエリア内で道路工事の実施による小規模な改変が行われるがわずかであり、工事中に一時的に繁殖率は低下するものの継続的に生息すると考えられる。	工事中に一時的に繁殖率は低下するものの継続的に生息すると考えられるが、以下の保全に努める ・モニタリング調査により繁殖状況を把握する ・繁殖状況に応じて道路工事工程の調整を行う

⑧学識者のコメント

これまでに、専門家から得られた指導・助言について以下に示す。

- (1) 自然環境への影響や自然の摂理を科学的に正しく認識して、ダム事業による影響を最小化するとともに、供用後も環境保全のために順応的な管理を行うことの重要性を認識し、地域の歴史的変遷を考慮し、自然と人とのかかわりを重視した多様な生態系の保全を目指すこと。
- (2) 保全対策は、対策実施時点で終えるものではなく、実施後も継続的に対応が可能となるような方法・体制を考慮する必要がある。
- (3) モニタリングは、個々の種について実施する目的を明確にし、保全対策検討後の状況や保全対策実施後の状況の変化に対して、順応的な対応が可能となる調査内容を検討する必要がある。

⑨今後の対応方針

丹生ダムの自然環境保全への対応は、別紙の方針に基づいて、引き続き専門家の指導・助言を得ながら実施する。

- ・予測された影響については、回避・低減を原則とする保全対策を実施する。
- ・保全対策は、これまでに実施してきた保全対策、あるいは保全対策に関わる資料に基づいて実施し、保全対策の効果について検証しながら保全対策にフィードバックさせる。
- ・保全対策には、人との関わりや生物多様性の視点も考慮する。
- ・モニタリングは、保全対策実施後の状況変化に対して順応的な対応が可能となるよう、種毎に調査項目を検討する。

以　上

(別紙)

丹生ダム 自然環境保全のめざすところ

丹生ダム事業予定地周辺は日本海型気候を示し、年平均降水量は約 2,700mm と非常に雨の多い地域です。また、高時川流域の上流域に位置する中河内は滋賀県内でも有数の豪雪地域となっています。周辺には、安蔵山（標高 900m）、横山岳（標高 1,132m）、七々頭ヶ岳（標高 693m）等の山々がそびえ、壮年期の山岳地帯の地形を呈しており、大部分が大起伏山地と中起伏山地となっています。地質は大部分が玄武岩溶岩および火山砕屑岩や泥質混在岩からなっています。

このように事業予定地周辺の植生は、日本海型気候の多雪地にある山岳地帯であるという環境を反映して、標高が低いにもかかわらずブナ林が分布し、さらにそれより低いところにミズナラ林が広く分布していることが特徴です。また、河川沿いの急傾斜地にはケヤキ林が広く点在しています。ブナ林やケヤキ林は大径木が残存し、自然性の高い植生です。広範に見られるミズナラ林はブナ林の代償植生と考えられ、それを引き起こした主な要因として伐採などの人為的影響が考えられます。

事業予定地周辺のミズナラ林をはじめとする夏緑広葉樹林には中小動物が多く生息していてそのことが食物連鎖の頂点に位置する大型の猛禽類であるイヌワシ・クマタカの生息環境を昔から保証しています。

また、イヌワシ・クマタカ以外にも、夏緑広葉樹林を生息環境とするツキノワグマ、ニホンカモシカ、その大木の洞などを住処にしているホンドモモンガ、人手の入ったミズナラ林に生息する国蝶オオムラサキ、森林と連続性を保った山間部の溪流に生息するカワネズミやサンショウウオ類、きれいな川にすむアカザなど、数多くの「重要な種」も生息しています。さらにはアユや琵琶湖から産卵遡上するビワマスなどを育み、県下の重要な水産資源を涵養しています。これらのことは、丹生ダム事業予定地周辺の自然環境が極めて豊かで、また生態系の生産性が高く、かつ生物多様性に富んでいる証しだと考えられます。

一方、丹生ダム事業予定地周辺においては、昭和 30 年代以降薪炭用に供する木材の需要が激減したことや、住民の移転が終了したことなどから、これまで人の手が入ってきたミズナラ林が放置されています。このミズナラ林は永い年月をかけ自然に遷移し、豊かな生態系を支えるブナ林の原生林になると考えられます。

丹生ダム事業においては、現在、専門家の指導・助言を受けながら事業予定地周辺の自然環境への影響と自然の摂理を科学的に正しく認識し、保全対策の検討を行い、事業による影響を最小限にとどめます。

また、供用後も実施した保全対策を順応的に管理することの重要性を認識し、自然環境の保全に努めるとともに、併せて地域の歴史的変遷を考慮しつつ自然環境と人とののかかわりを重視し、丹生ダム事業予定地周辺の「豊かな生態系」の保全をめざします。

(参考)

「丹生ダム建設に伴う貯水池周辺の自然環境への影響について」は、下記専門家の指導・助言を踏まえ、とりまとめたものである。（敬称略）

(1) 丹生ダム環境保全対策懇談会（平成 17 年 3 月設立）

氏 名	所属・役職等
※小林 圭介	滋賀県立大学名誉教授
高柳 敦	京都大学大学院農学研究科講師
前畑 政善	滋賀県立琵琶湖博物館総括学芸員
松井 正文	京都大学大学院教授
保田 淑郎	宝塚造形芸術大学教授
山崎 亨	日本鳥学会鳥類保護委員

※：座長
（所属・役職等は平成 17 年 3 月時点）

(2) 丹生ダム生態系保全検討委員会（平成 9 年 2 月～平成 15 年 1 月）

氏 名	所属・役職等
阿部 學	ラプタージャパン理事長
池淵 周一	京都大学防災研究所教授
國松 孝男	滋賀県立大学環境科学部教授
小林 圭介	滋賀県立大学名誉教授
近 雅博	滋賀県立大学環境科学部助教授
※坂本 充	滋賀県立大学名誉教授
前畑 政善	滋賀県立琵琶湖博物館専門学芸員

※：委員長
（所属・役職等は平成 15 年 1 月時点）