

3. 利水補給

3. 利水補給

3.1 評価の進め方

3.1.1 評価方針

琵琶湖開発事業の実施により設置し、管理している施設の流量・水位等の操作により、渇水被害をどれだけ軽減できたのかの検証を行うことを基本的な方針とする。

3.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行う。評価のフローは図 3.1-1 に示すとおりである。

(1) 計画の整理

利水計画について整理を行う。

(2) 実績の整理

利水に関する管理実績の整理を行う。管理施設としては、瀬田川洗堰バイパス水路を管理していることから、水使用状況年表等により、管理実績等について整理する。

(3) 効果の評価

効果として、取水制限の軽減状況等により、評価を行う。

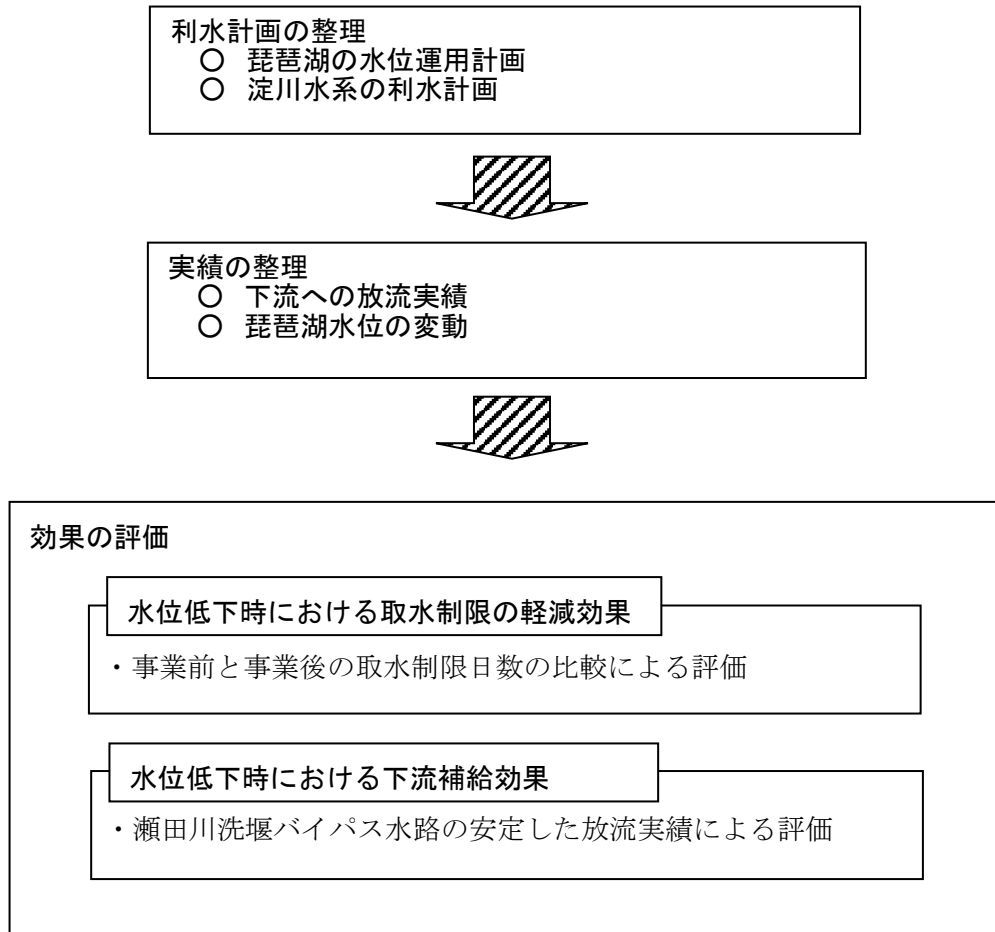


図 3.1-1 評価手順

3.1.3 必要資料(参考資料)の収集・整理

利水の評価に関する資料を収集し、「3.6 文献リスト」にてとりまとめるものとする。

3.2 利水計画

琵琶湖の水は、滋賀県を含め瀬田川・宇治川・淀川を通じて京都府、大阪府、兵庫県でも利用され、水道用水では近畿約 1,450 万人が利用する貴重な水資源となっている。

わが国の高度経済成長を背景に、1972 年度(昭和 47 年度)から 25 年にわたって、阪神地域の下流の逼迫する水需要に応じて琵琶湖の水利用を図るとともに、同時に琵琶湖の治水・自然環境の保全・住民の福祉の増進を図るための「琵琶湖総合開発事業」が行われ、琵琶湖は我が国の貴重な水資源としてその重要性が一層高まっている。

表 3.2-1 淀川水系における水資源開発基本計画の事業実施状況

事業名	事業目的 ※	工期
淀川大堰（長柄可動堰）	W, I	S37～38 年度、管理開始 S39. 9. 1
高山ダム	F, N, W, P	S35～44 年度、管理開始 S44. 8. 1
青蓮寺ダム	F, N, A, W, P	S39～45 年度、管理開始 S45. 7. 1
正蓮寺川利水施設	W, I	S40～46 年度、管理開始 S45. 7. 1
室生ダム	F, N, W	S40～48 年度、管理開始 S49. 4. 11
初瀬水路	W	S40～48 年度、管理開始 S49. 4. 11
一庫ダム	F, N, W	S43～58 年度、管理開始 S58. 4. 1
琵琶湖開発施設	F, W, I	S43～H3（概成）～H8 年度、管理開始 H4. 4. 1
布目ダム	F, N, W	S50～H3（概成）～H11 年度、管理開始 H4. 4. 1
日吉ダム	F, N, W	S46～H9（概成）～H18 年度、管理開始 H10. 4. 1
比奈知ダム	F, N, W, P	S47～H10 年度、管理開始 H11. 4. 1
川上ダム	F, N, W, P	S57～R4 年度、管理開始 R5. 4. 1

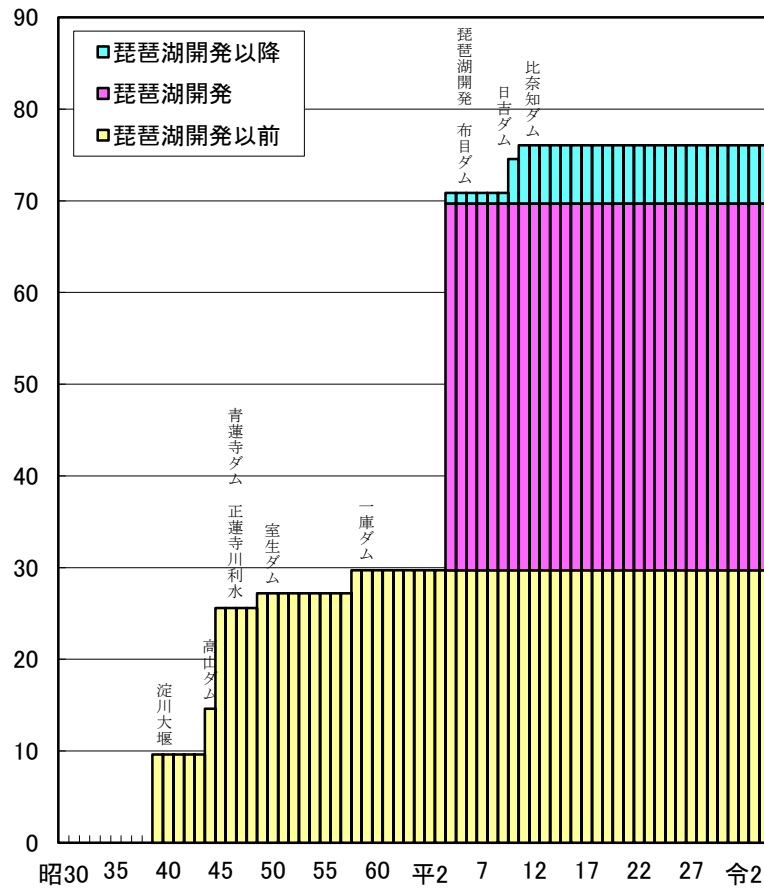
※F:洪水調節、N:河川の流水の正常な機能の維持、A:新規利水（農業用水）、W: 新規利水（水道用水）、
I: 新規利水（工業用水）、P:発電



図 3.2-1 琵琶湖・淀川水系における水利用の現況

出典：文献リスト No. 3-4

開発水量 [m³/s] 水資源開発基本計画施設の開発水量の推移(都市用水:全受益地)



都市用水開発水量(令和4年度時点)の内訳

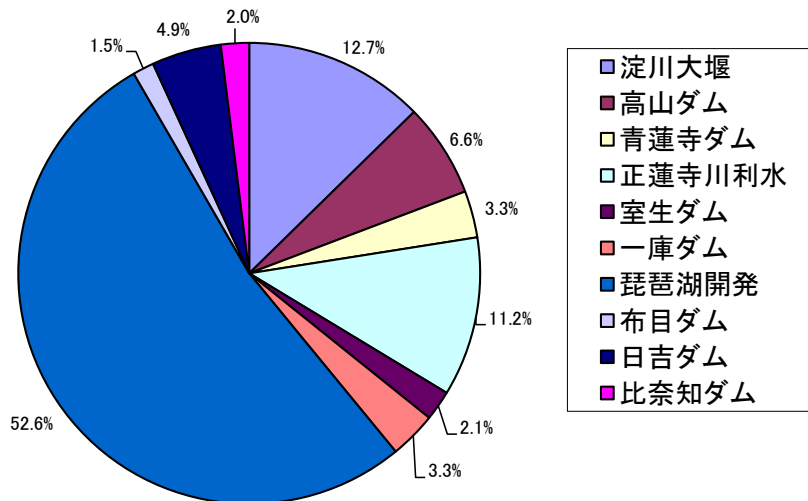


図 3.2-2 水資源開発基本計画施設の開発水量の推移 (都市用水) 1964 (昭和 39) 年~2022 (令和 4) 年

出典: 文献リスト No. 3-1

琵琶湖から流出する経路は、琵琶湖疏水（京都市）、宇治発電（関西電力）、瀬田川洗堰の3つである。琵琶湖疏水で取水された水は、京都市の水道やかんがいなどに利用された後、桂川（鴨川）及び、宇治川へ還元されている。また、宇治川発電で取水された水については、天ヶ瀬ダム下流地点へ還元されている。

瀬田川洗堰は琵琶湖からの流出量を調整する施設であり、淀川下流の枚方地点において水系全体の流況が把握され、瀬田川洗堰で流量調整が行われている。

淀川本川筋の利水概要図(イメージ図)

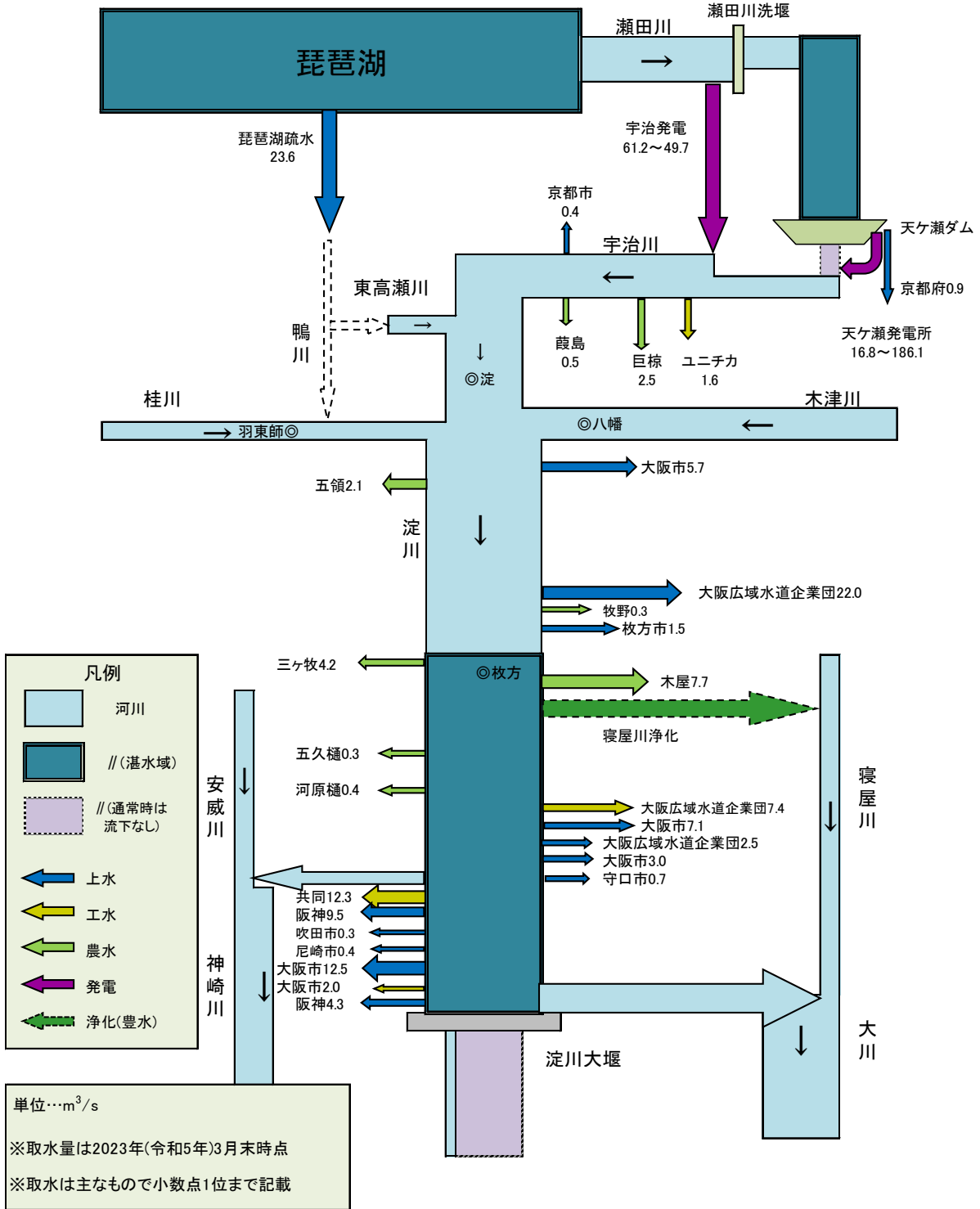


図 3.2-3 淀川本川筋の利水概要図

3.3 操作実績

琵琶湖開発事業では、琵琶湖の利用水位を B. S. L. -1.50m としているが、本堰ゲートの構造より、湖水位が B. S. L. -0.85m 以下に低下すると水理的に好ましい越流方式で放流できず、湖水位が B. S. L. -1.30m 以下になると越流での放流ができなくなる。本堰より放流するためには、ゲートを引き上げることになるが、この方法での正確な流量調節は困難なため、水位が低下しても下流で必要な流量を放流できるバイパス水路を瀬田川洗堰左岸側に設置し管理している。

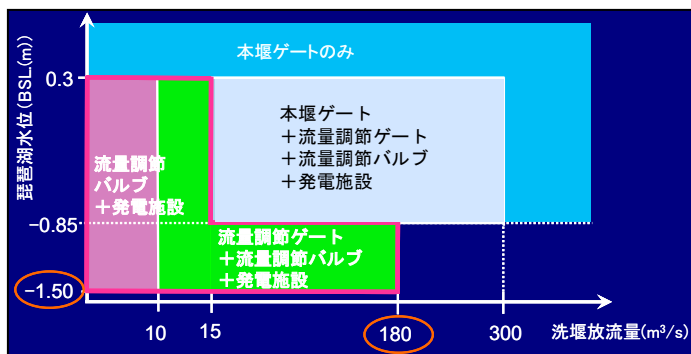


図 3.3-1 瀬田川洗堰の放流分担図

※赤線の囲みはバイパス水路 (BP 水路) からの放流分

図 3.3-2～図 3.3-12 に管理開始以降の琵琶湖水位変動及び瀬田川洗堰バイパス水路を含む琵琶湖から下流への流出量の変動を掲載した。

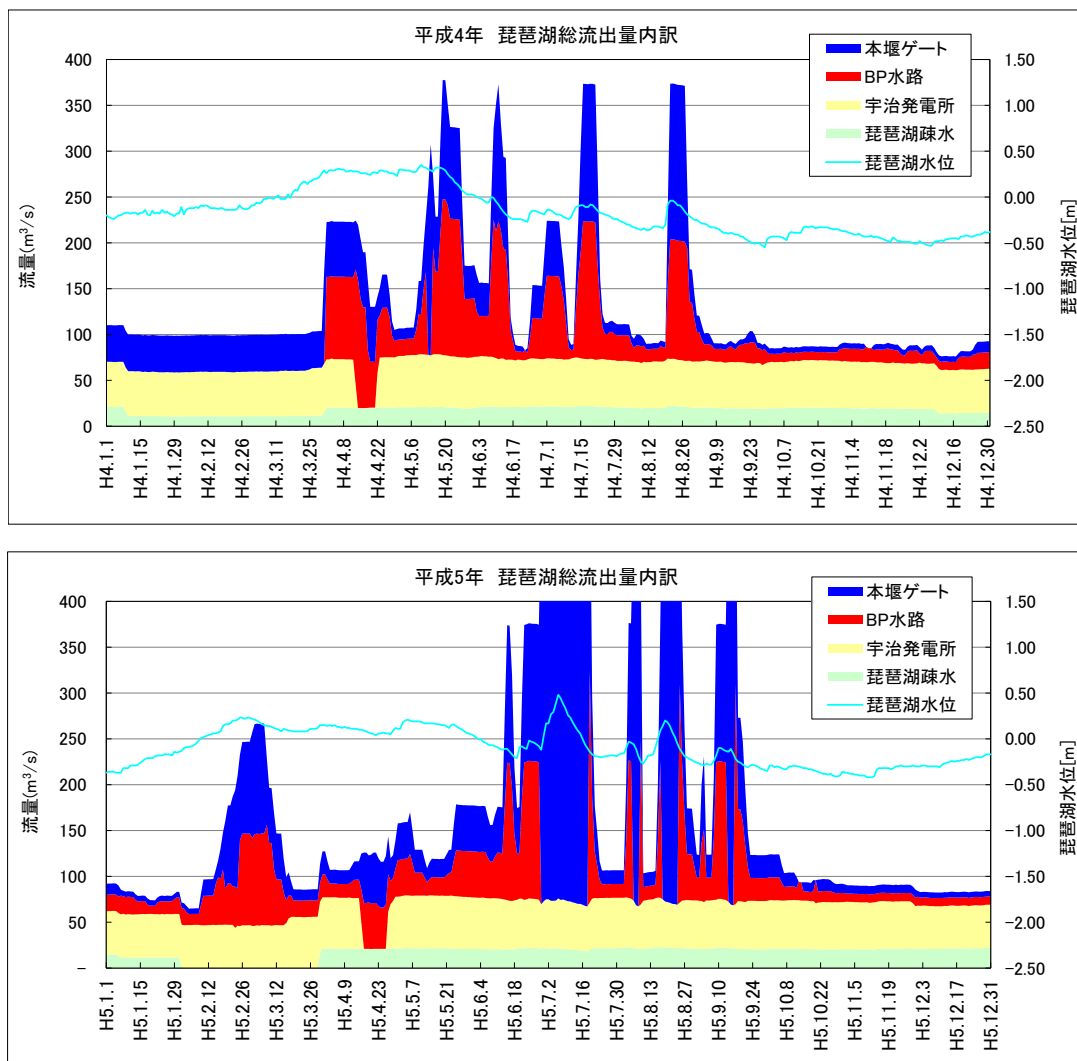


図 3.3-2 琵琶湖水位及び流出量内訳 (1992年(平成4年)～1993年(平成5年))

出典：文献リスト No. 3-2 及び No. 3-3 より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

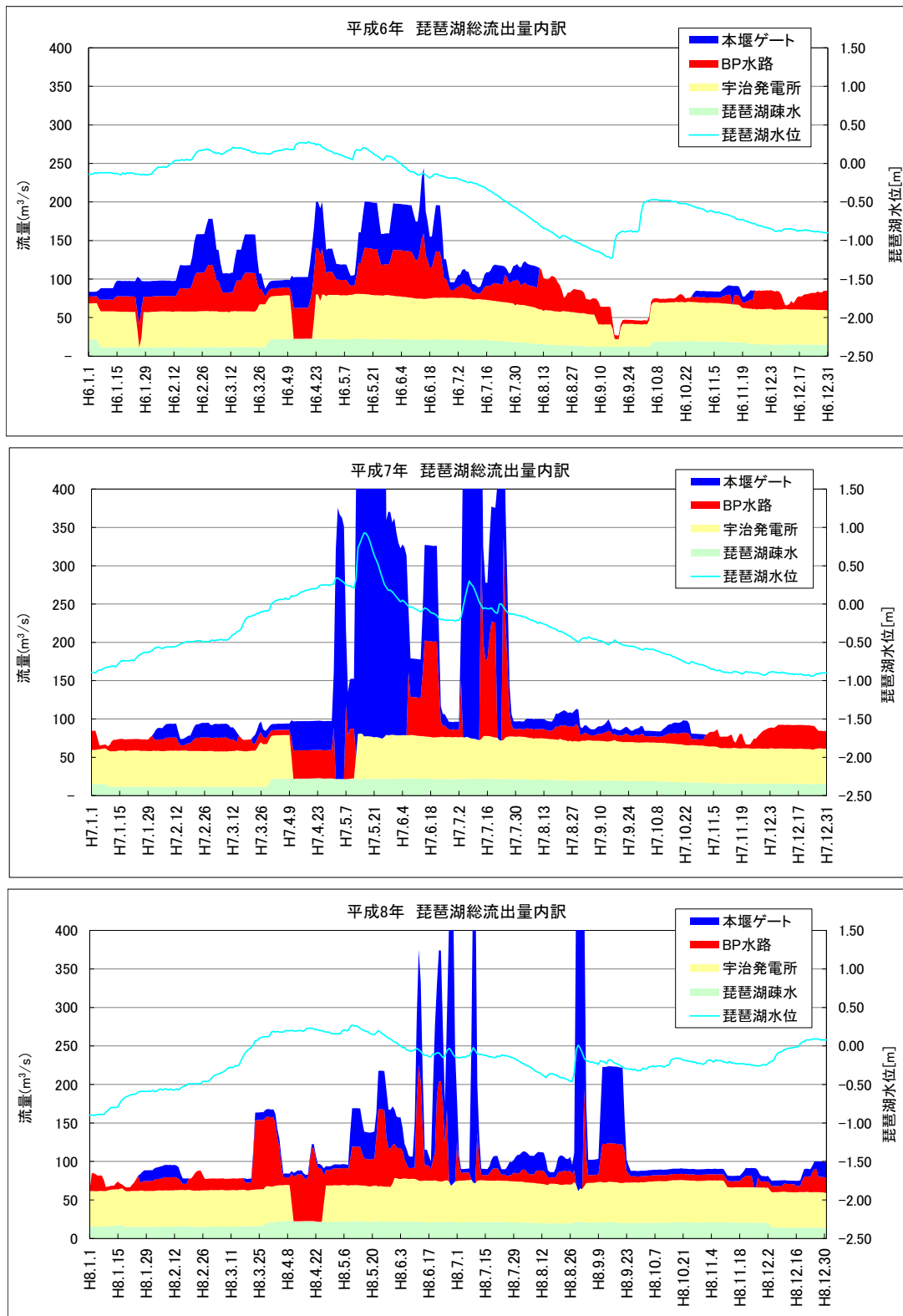


図 3.3-3 琵琶湖水位及び流出量内訳 (1994年(平成6年)～1996年(平成8年))

出典：文献リスト No.3-2 及び No.3-3 より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

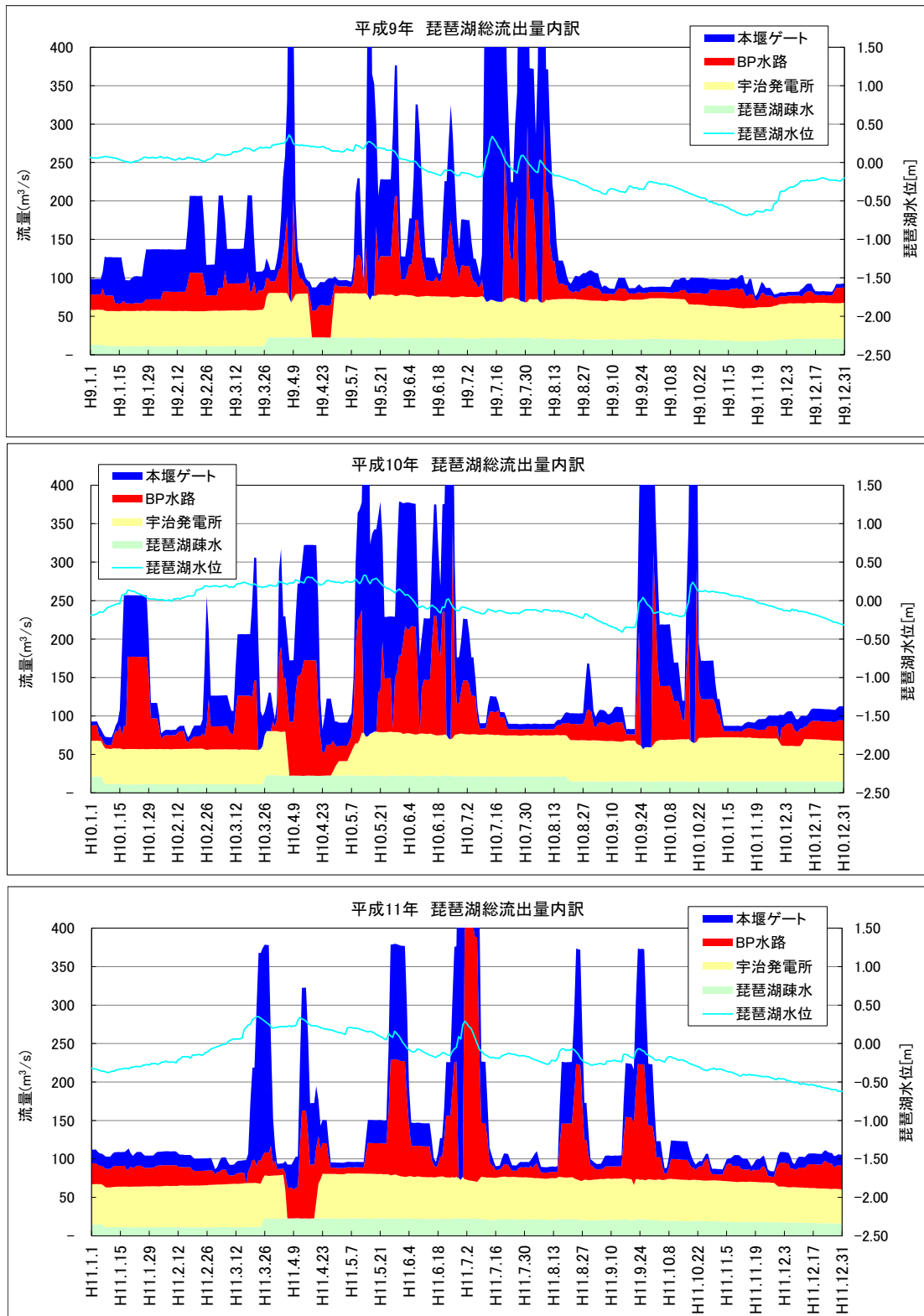


図 3.3-4 琵琶湖水位及び流出量内訳（1997年(平成9年)～1999年(平成11年)）

出典：文献リストNo.3-2及びNo.3-3より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

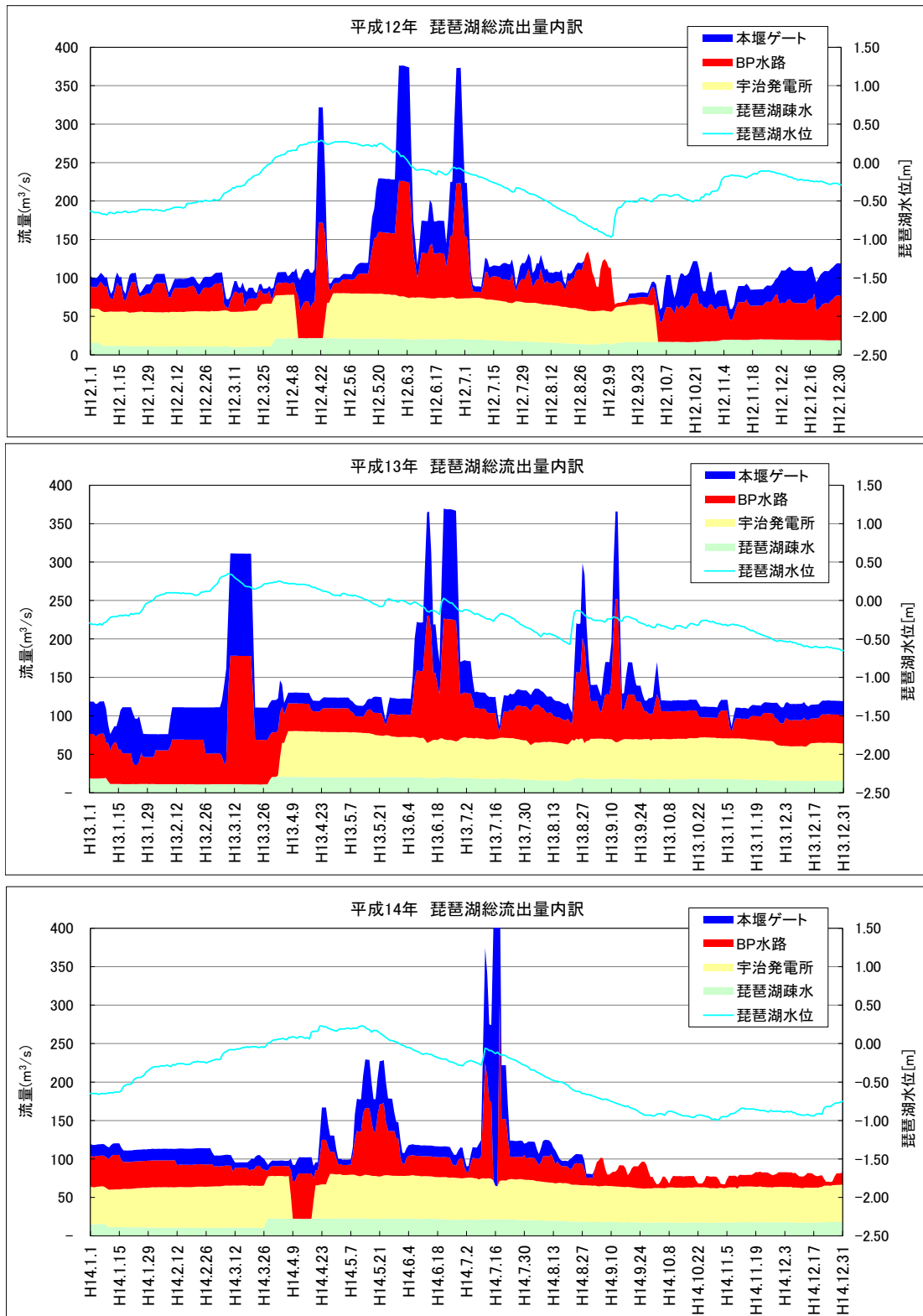


図 3.3-5 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2000年(平成12年)~2002年(平成14年))

出典：文献リストNo.3-2及びNo.3-3より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

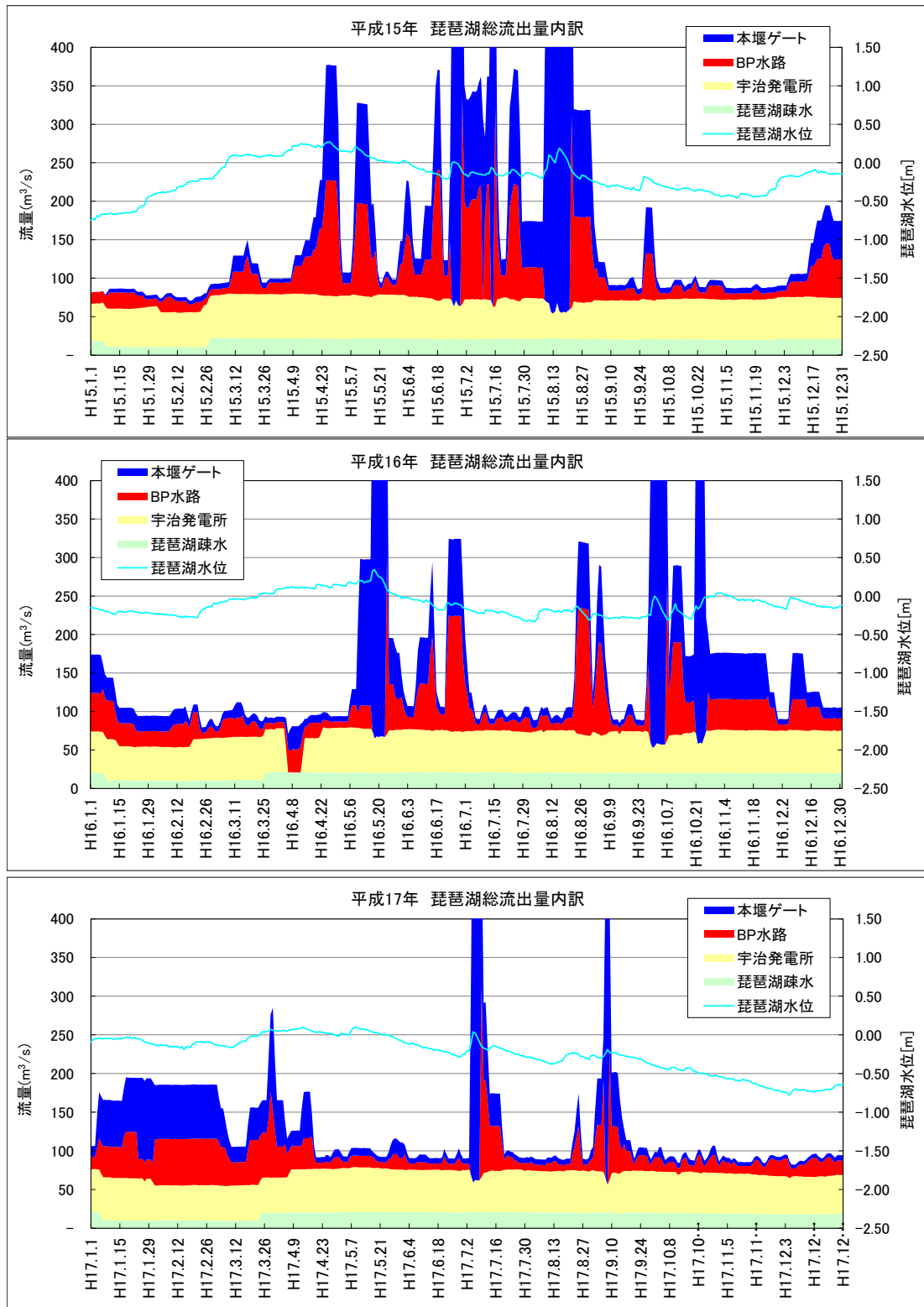


図 3.3-6 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2003年(平成15年)～2005年(平成17年))

出典：文献リストNo.3-2及びNo.3-3より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

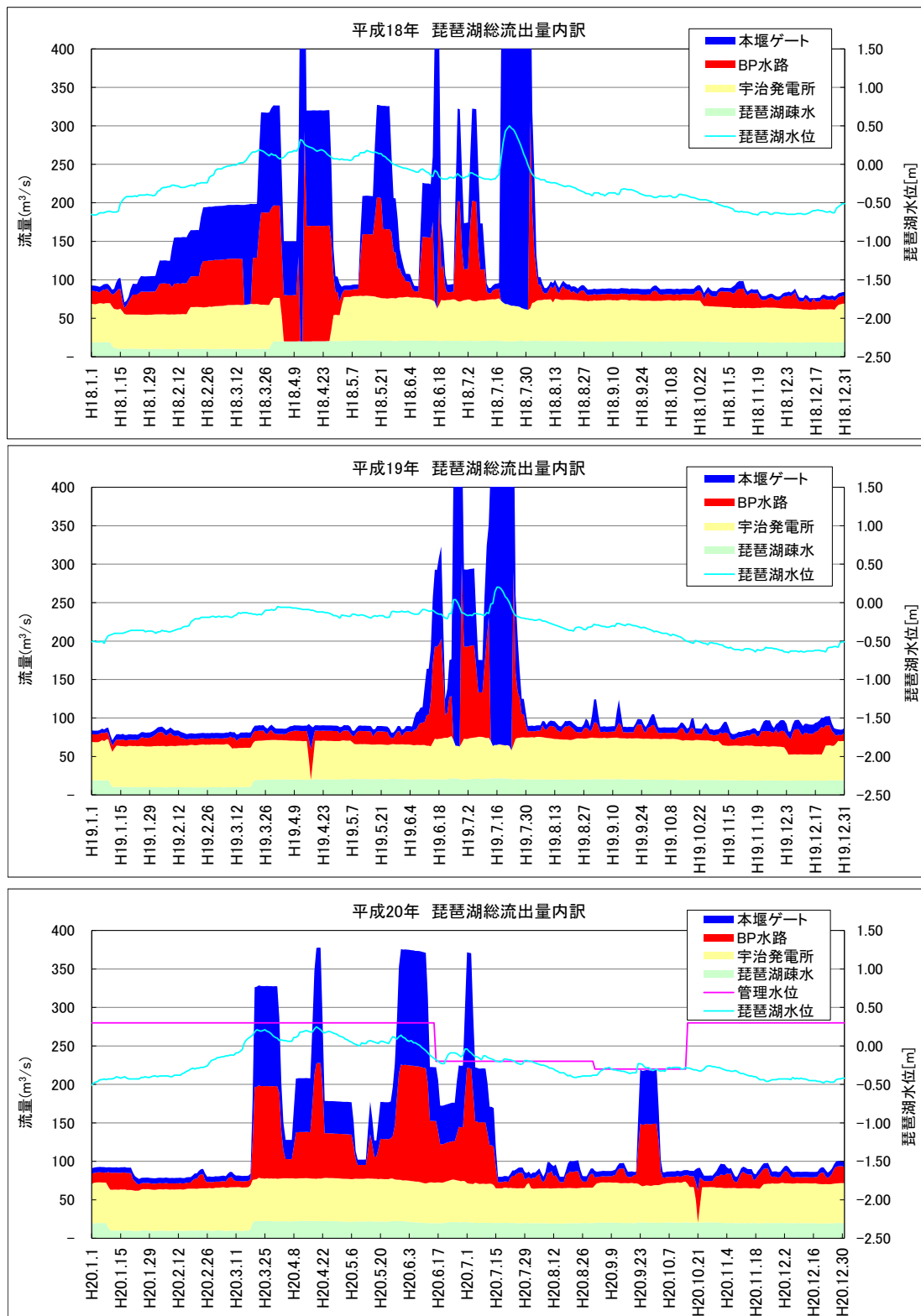


図 3.3-7 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2006年(平成18年)～2008年(平成20年))

出典：文献リストNo.3-2及びNo.3-3より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

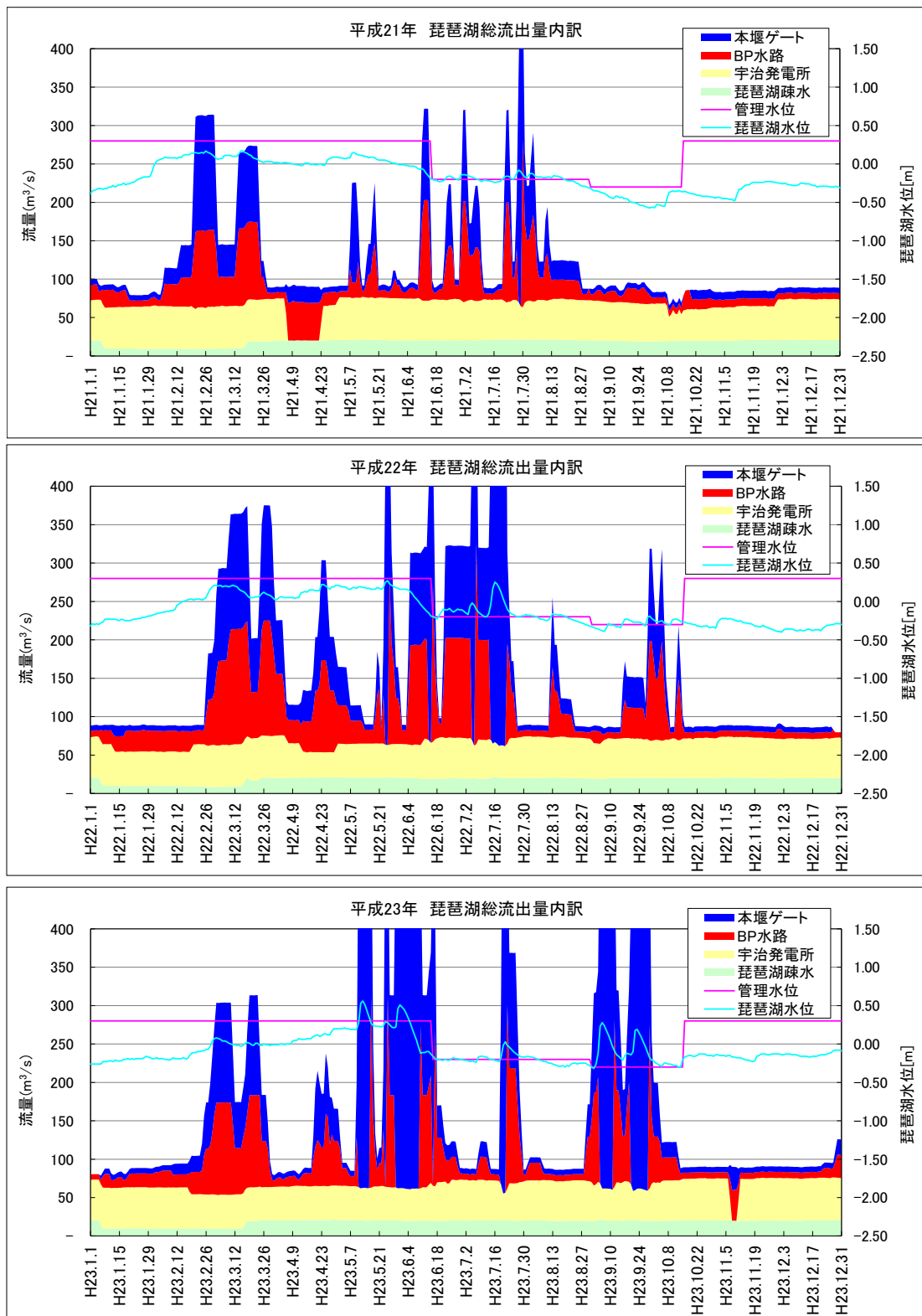


図 3.3-8 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2009年(平成21年)～2011年(平成23年))

出典：文献リストNo.3-2及びNo.3-3より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

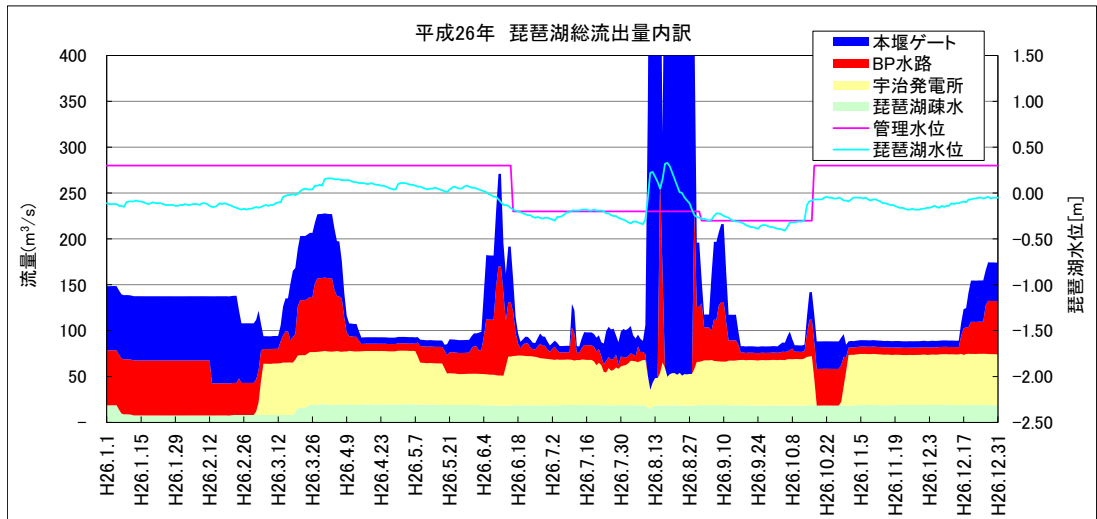
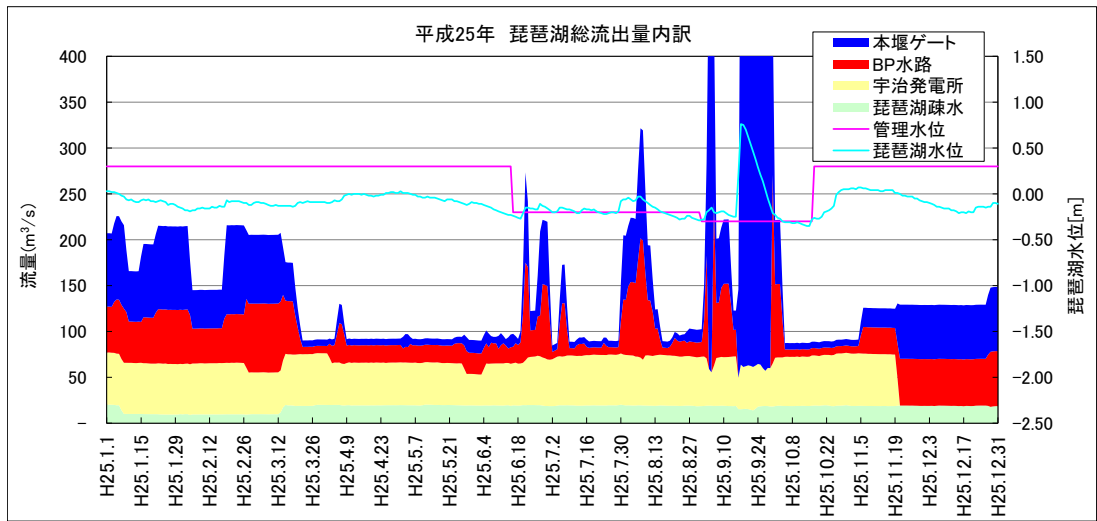
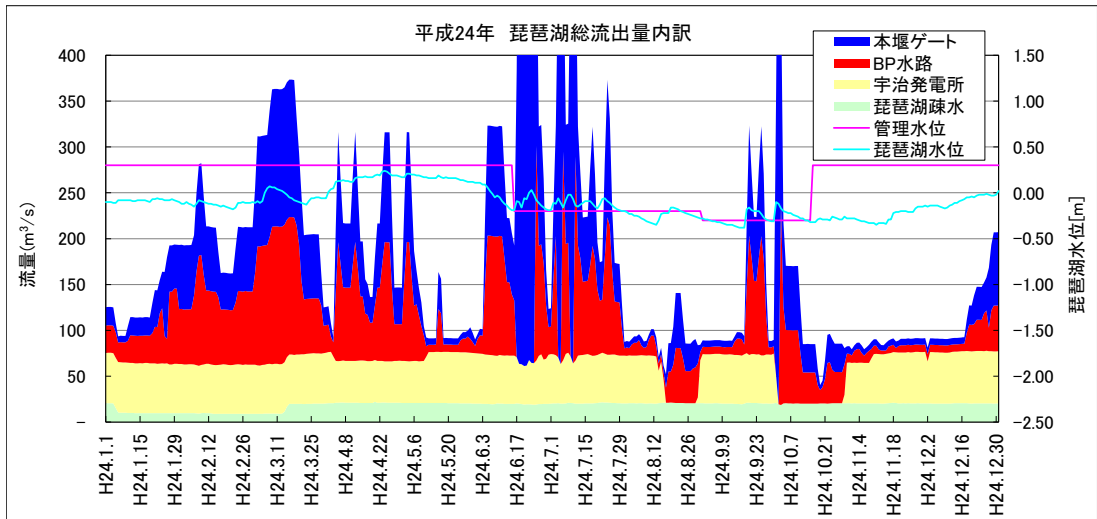


図 3.3-9 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2012年(平成24年)～2014年(平成26年))

出典：文献リスト No.3-2 及び No.3-3 より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

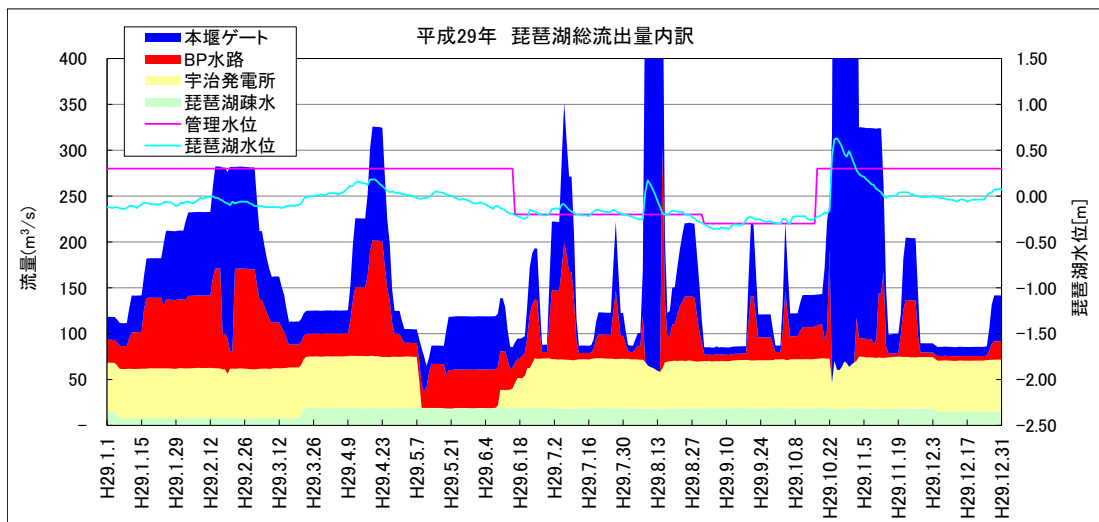
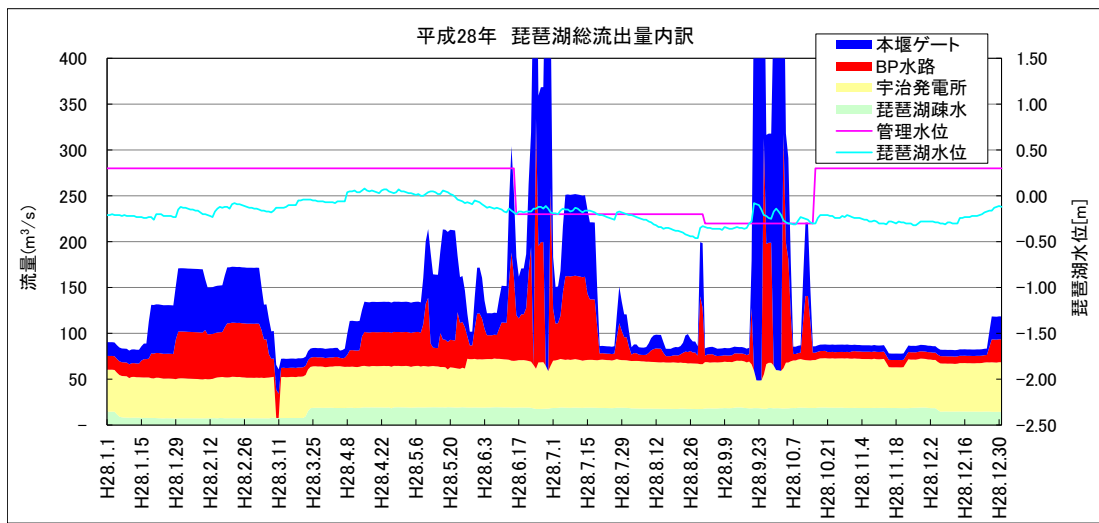
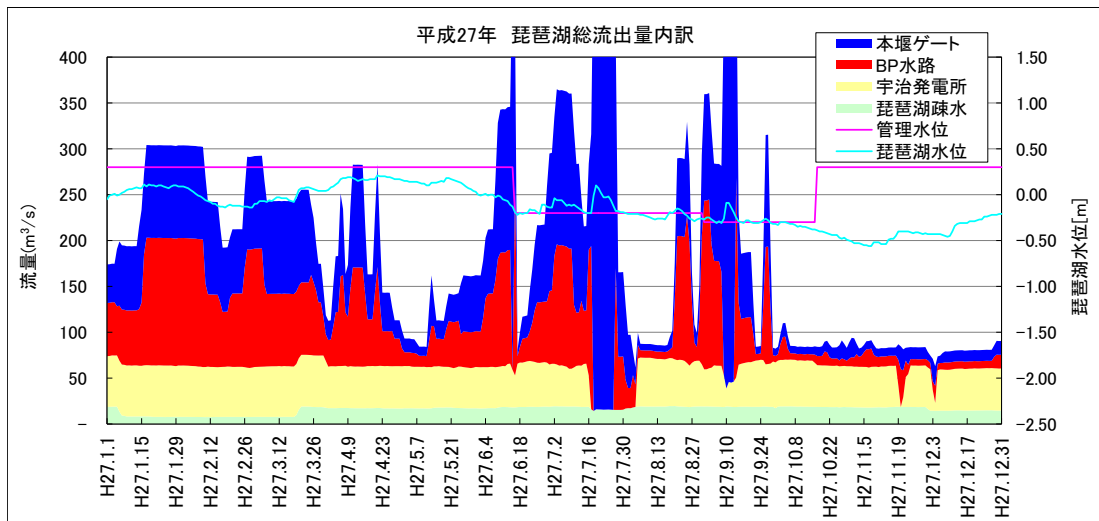


図 3.3-10 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2015年(平成27年)~2017年(平成29年))

出典：文献リスト No. 3-2 及び No. 3-3 より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

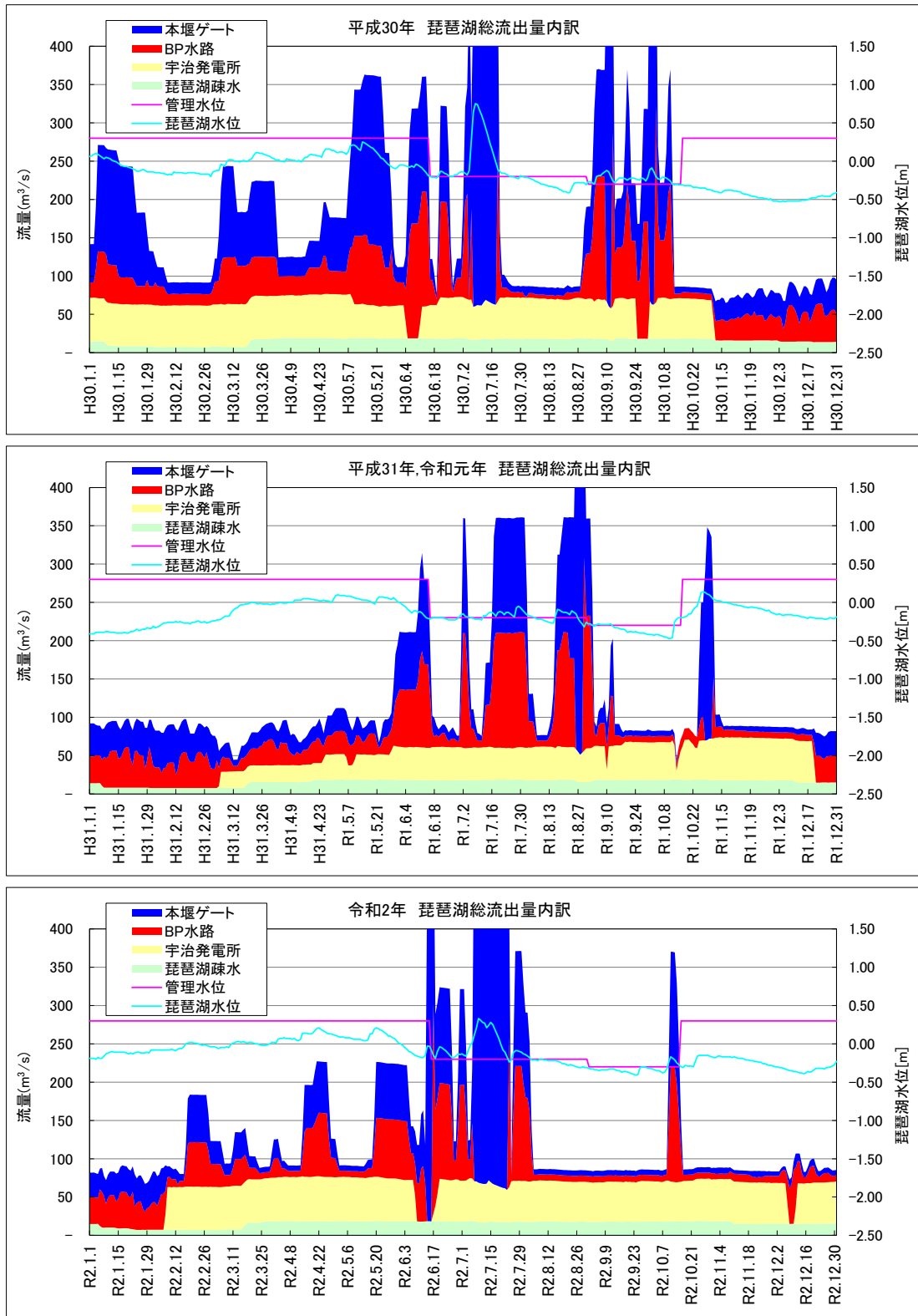


図 3.3-11 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2018年(平成30年)～2020年(令和2年))

出典：文献リスト No.3-2 及び No.3-3 より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

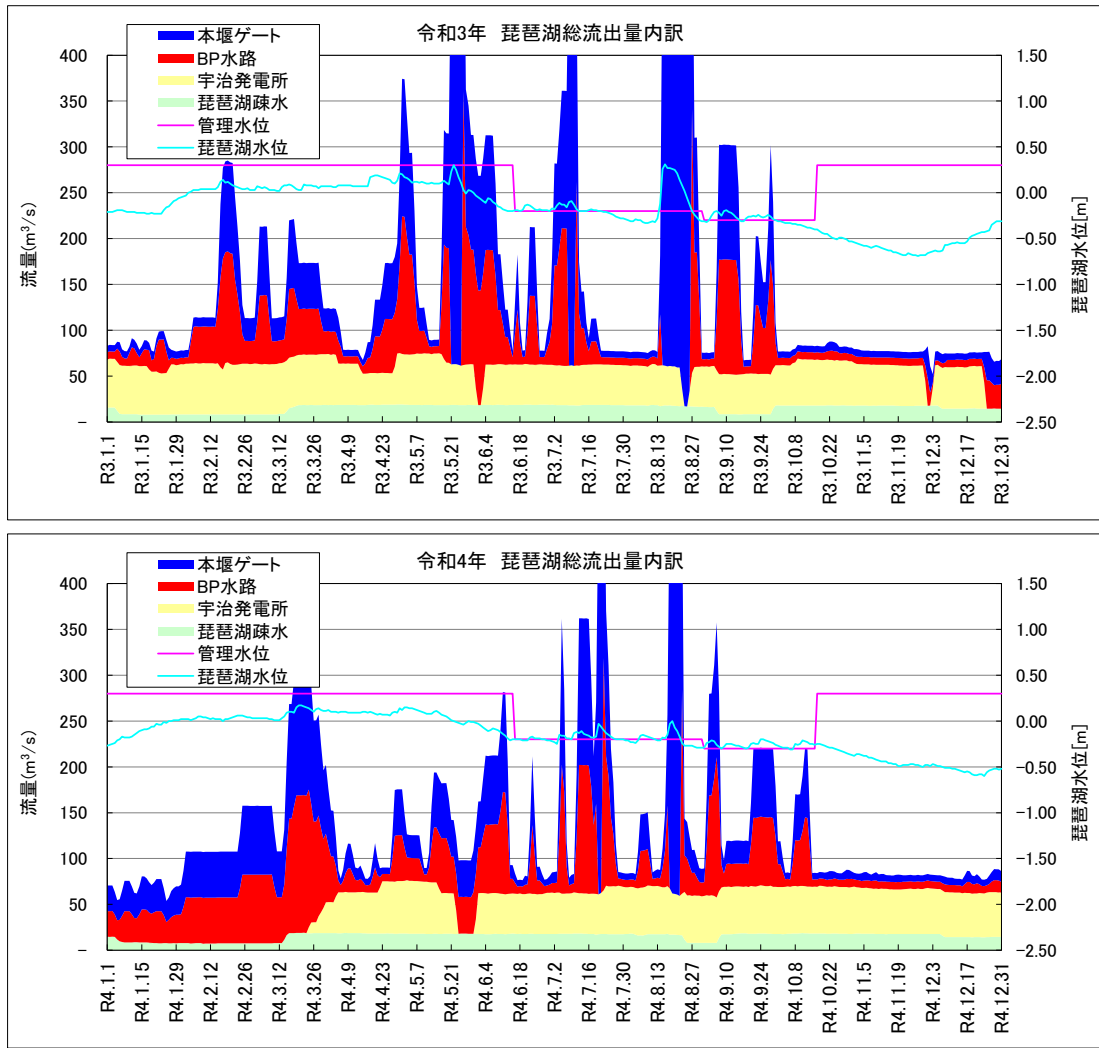


図 3.3-12 琵琶湖水位及び流出量内訳 (2021年(令和3年)～2022年(令和4年))

出典：文献リストNo.3-2及びNo.3-3より作成

※400m³/s以上の流量は非表示

3.4 利水の評価

琵琶湖開発事業による安定的な水利用への貢献状況を評価した。

3.4.1 水位低下時における琵琶湖・淀川での取水制限の軽減効果

(1) 取水制限の実施状況

琵琶湖開発事業完了後における取水制限は、表 3.4-1 に示すとおりであり、1992年(平成4年)～2022年(令和4年)の31年間で、1994年(平成6年)、2000年(平成12年)、2002年(平成14年)の3回実施されている。この中で最も琵琶湖水位が低下したのは、1994年(平成6年)の-123cmであり、管理開始以降、最も取水制限日数が長期化したのが2002年(平成14年)の101日であった。

また、平成15年以降渇水は発生していない。

表 3.4-1 1993年(平成5年)以降の淀川水系における取水制限一覧

水系名	水資源開発施設	調整状況		
		年月日	湯水調整内容	調整の根拠となった貯水量・貯水率等
淀川水系	琵琶湖	1994年(平成6年)8月22日	第一次取水制限(上水10%、工水10%、農水10%)琵琶湖周辺は自主節水	-93cm
		1994年(平成6年)9月3日	第二次取水制限(上水15%、工水15%、農水15%)琵琶湖周辺は8%	-104cm
		1994年(平成6年)9月10日	第三次取水制限(上水20%、工水20%、農水20%)琵琶湖周辺は10%	-114cm
		1994年(平成6年)9月16日	取水制限一時解除	降雨による回復 琵琶湖流域平均102.8mm
		1994年(平成6年)9月19日	第三次取水制限再開(上水20%、工水20%、農水20%)琵琶湖周辺は10%	-91cm
		1994年(平成6年)9月27日	第四次取水制限(上水15%、工水15%、農水15%)琵琶湖周辺は8%	-89cm 秋雨前線による降雨、琵琶湖流域164mm
		1994年(平成6年)9月29日	取水制限一時解除	台風26号による貯水量回復
		1994年(平成6年)10月4日	取水制限解除	
淀川水系	琵琶湖	2000年(平成12年)9月9日	第一次取水制限(上水10%、工水10%、農水10%)琵琶湖周辺は5%	-95cm
		2000年(平成12年)9月18日	取水制限解除	降雨による回復 琵琶湖流域平均197mm -50cm
淀川水系	琵琶湖	2002年(平成14年)9月30日	第一次取水制限(上水10%、工水10%、農水10%)琵琶湖周辺は5%	-93cm(9/27時点)
		2002年(平成14年)10月2日	取水制限一時中止	降雨による流量増加 -92cm
		2002年(平成14年)10月21日	取水制限継続	-94cm
		2003年(平成15年)1月8日	取水制限解除	降雨(雪)による回復 -67cm

表 3.4-2 管理開始前も含めた淀川水系における取水制限日数

水系名、施設名	管理状況	年	取水制限日数 (日)
淀川水系、 琵琶湖	管理開始前	1973年(昭和48年)	98
		1977年(昭和52年)	135
		1978年(昭和53年)	161
		1984年(昭和59年)	156
		1986年(昭和61年)	117
	管理期間	1994年(平成6年)	44
		2000年(平成12年)	9
		2002年(平成14年)	101

琵琶湖水位図

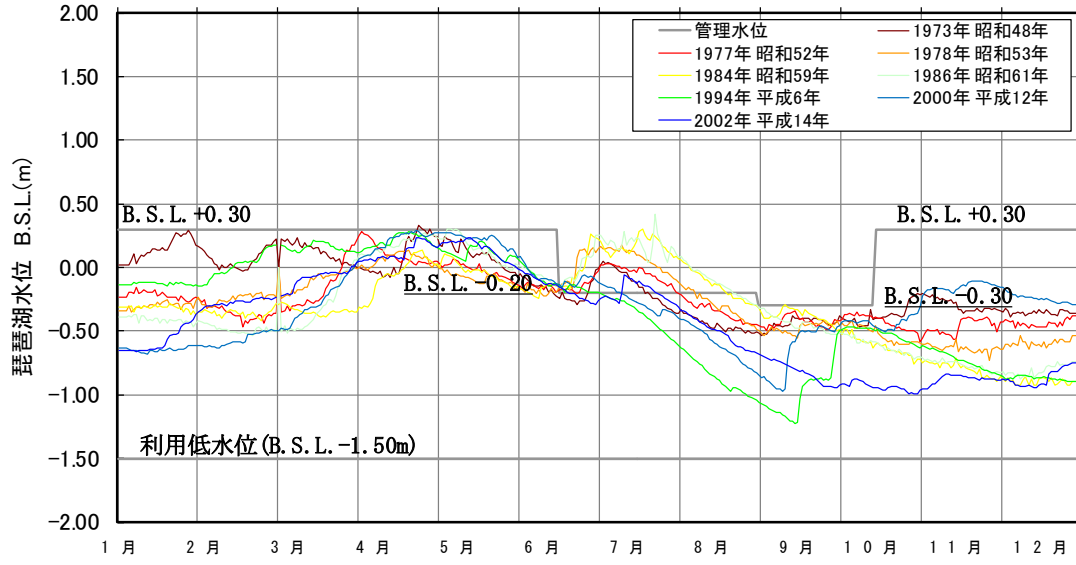


図 3.4-1 既往渇水時における琵琶湖水位年間変化

(2) 取水制限実施年の琵琶湖水位

1994年(平成6年)の彦根地方気象台の降水量は、7月は1894年(明治27年)に観測開始以来、最も少雨であり、6~8月の降水量を年超過確率で評価すると160年に1度発生する少雨に相当するものであった。

取水制限を実施した年の琵琶湖水位の状況(1994年(平成6年)、2000年(平成12年)、2002年(平成14年))は、図3.4-2に示すとおりであり、洪水期に入った後の6月半ばから9月半ばにかけての水位低下が著しい傾向にある。第一次取水制限は、琵琶湖水位-0.90mを下回った頃から、いずれの年も始めている。

2018年(平成30年)から2022年(令和4年)の至近5ヵ年での最低水位は、令和3年11月に発生したB.S.L. -0.69mであった。

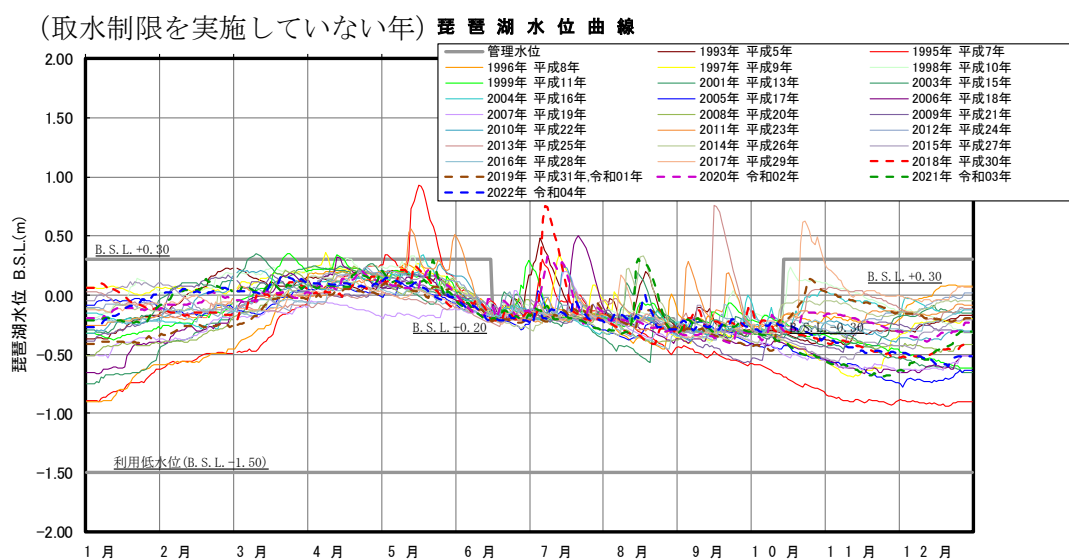


図 3.4-2(1) 琵琶湖水位の状況 (1993年(平成5年)~2022年(令和4年)のうち、取水制限を実施した1994年(平成6年)、2000年(平成12年)、2002年(平成14年)を除く)

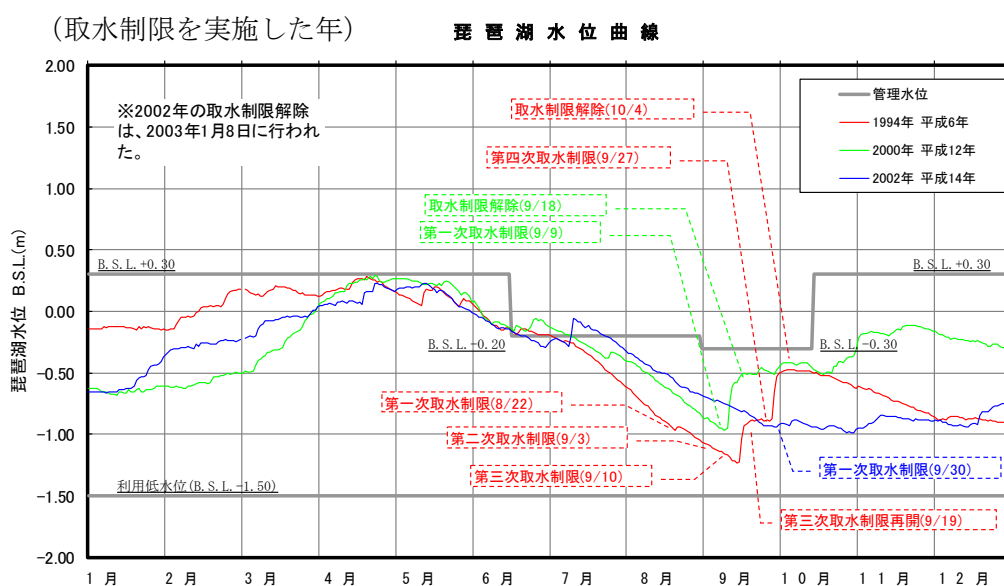


図 3.4-2(2) 琵琶湖水位の状況 (1994年(平成6年)、2000年(平成12年)、2002年(平成14年))

1) 1994年(平成6年) 渇水について

1994年(平成6年)の渇水では、8月22日から琵琶湖での取水制限が始まり、9月15日に最も低いB.S.L. -1.23mまで低下した後、まとまった降雨により水位が回復し、10月4日には取水制限が解除された。しかしながら、直接日常生活に支障をきたすような事態は生じなかった。

2) 2000年(平成12年) 渇水について

1994年(平成6年)に続く2000年(平成12年)の渇水では、最低水位がB.S.L. -0.97mまで低下した。取水制限に入った2～3日後にかけてまとまった雨が降ったため、取水制限日数は9日間で済み、水道水の断水といった事態は発生しなかった。

3) 2002年(平成14年) 渇水について

2000年(平成12年)に続く2002年(平成14年)の渇水では最低水位がB.S.L. -0.99mまで低下した。この年の渇水は低水位の継続期間が長期にわたったため、取水制限日数が増加した(9月30日から翌年1月8日までの101日間)。しかし、流域全体には影響はほとんどなかったことが報告されている。

(3) 琵琶湖開発事業による取水制限の軽減効果

表 3.4-3 に、渇水時における下流府県及び琵琶湖周辺での取水制限の開始日における琵琶湖水位を示す。

これによると、1994年(平成6年)の取水制限開始水位はB.S.L. -0.94mであり、琵琶湖開発事業前の渇水年(1973年(昭和48年)、1977年(昭和52年)、1978年(昭和53年)、1984年(昭和59年)、1986年(昭和61年))に比べてかなり低く、取水制限の開始日は1973年(昭和48年)の開始水位をあてはめた場合と比較して35日も遅いことが分かる。

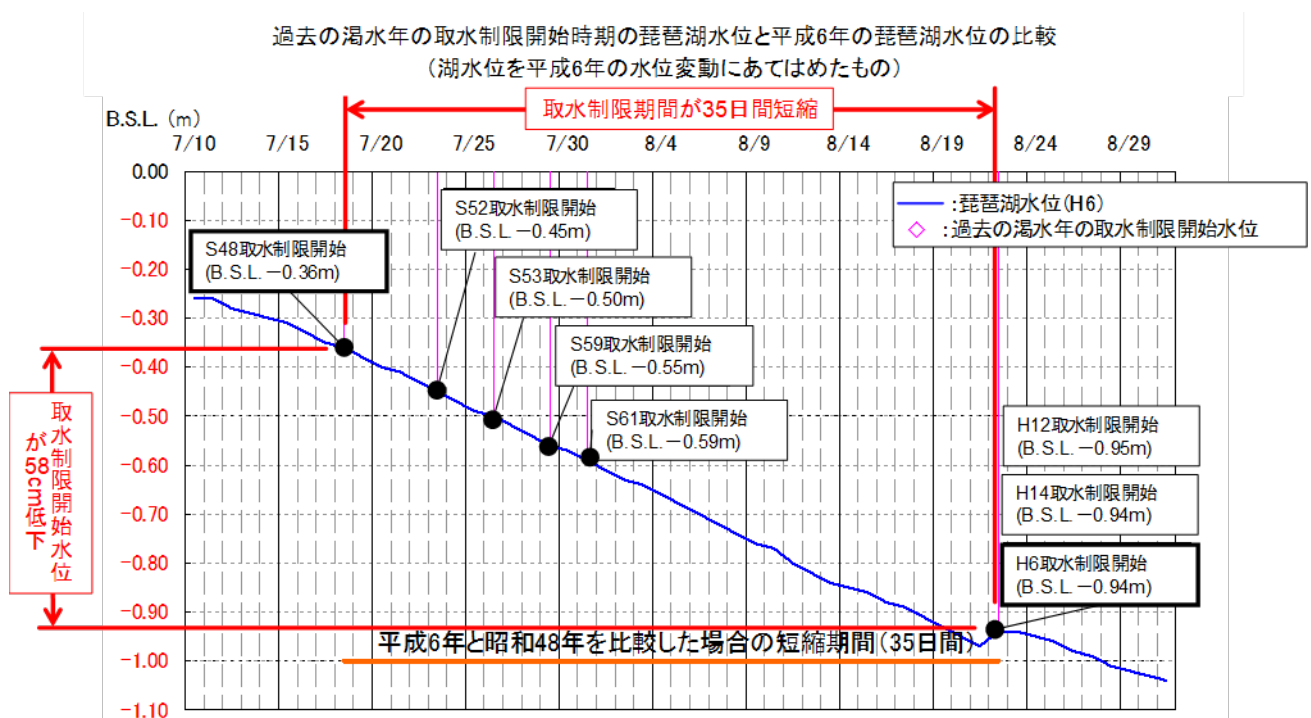


図 3.4-3 琵琶湖渇水時における取水制限の開始日の比較

表 3.4-3 取水制限開始日における琵琶湖水位

	取水制限開始時の琵琶湖水位 A(B.S.L. cm)	H6 渇水の取水制限開始時の水位差 A-(-94cm)	H6 渇水の取水制限開始時との日数差
昭和 48 年	-36cm	58cm	35 日
昭和 52 年	-45cm	49cm	30 日
昭和 53 年	-50cm	44cm	27 日
昭和 59 年	-55cm	39cm	25 日
昭和 61 年	-59cm	35cm	22 日
平成 6 年	-94cm	—	—
平成 12 年	-95cm	-1cm	-2 日
平成 14 年	-94cm	0cm	0 日

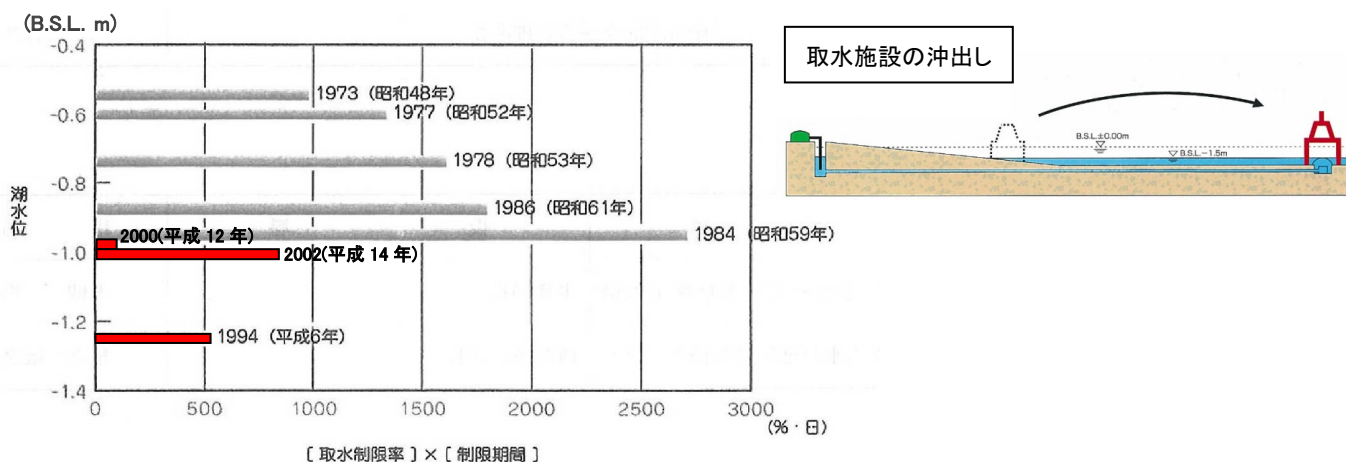
注) 1. 平成 6 年渇水の取水制限開始時の琵琶湖水位は、B. S. L. -94cm。
 2. 昭和 59 年渇水の取水制限開始時の琵琶湖水位は、取水制限決定時の琵琶湖水位。

図 3.4-4 に琵琶湖水位と淀川下流域での社会への影響度^注(=取水制限率×取水制限日数)を示す。

1973 年(昭和 48 年)は、琵琶湖開発事業前の渇水年の中で社会への影響度が最も軽かった年であり、取水制限期間は 98 日であったが、1994 年(平成 6 年)は 44 日と 50%以下にまで短くなっており、影響度も著しく減少している。これは、琵琶湖総合開発事業によって生活や産業等に及ぼす影響が大幅に改善され、関西圏においては大きな社会的混乱を招くことなく乗り切ることができたことを表している。

1994 年(平成 6 年)渇水では、琵琶湖から取水する取水施設の沖出しにより、水位が低くなくても湖の水を取水できるようになったため、滋賀県内の取水制限率は下流府県よりも軽くなっている(前出表 3.4-1)。また、洗堰のバイパス水路で、下流へきめ細やかに適切な放流が行えるようになったことなどで、琵琶湖流域のみならず淀川下流でも以前のような深刻な水不足は発生することなかった。なお、琵琶湖周辺の稲作も平年を上回る豊作となり、流域全体の暮らしに直接的な影響は生じなかった。

これらの図表より、琵琶湖開発事業の完了(1992 年(平成 4 年))以降の渇水時には、取水制限日数や渇水による社会への影響度が事業前に比べて緩和されていることが分かる。



注) 社会への影響度：上水道、工業用水、農業用水の利用者が受ける渇水被害は、取水制限率と取水制限日数の両方に比例するという感覚を元に、これらの積を“渇水による社会への影響度”と定義した。

図 3.4-4 琵琶湖水位と影響度 (取水制限率 × 取水制限日数)

3.4.2 利用水位範囲の拡大による効果

今までに、琵琶湖開発事業前の利用低水位（B. S. L. -1.00m）を下回る渇水（平成 6 年 B. S. L. -1.23m）が起こったが、琵琶湖開発事業を実施したことにより、供給不能とはならず、下流域においても断水等の被害が生じることはなかった。

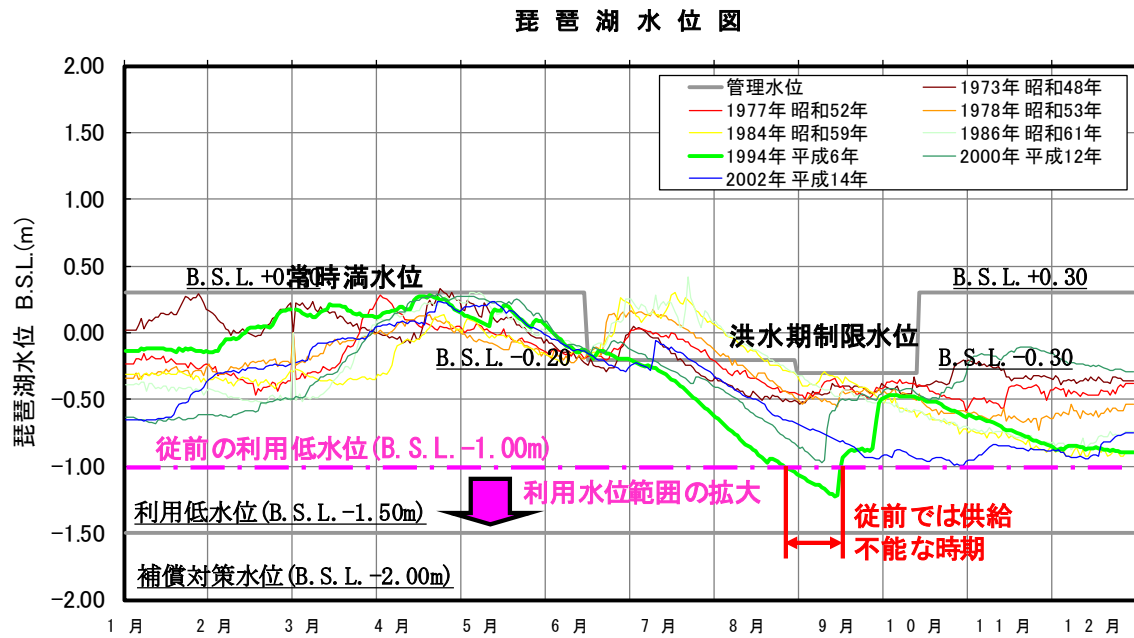


図 3.4-5 利用水位範囲の拡大による効果

3.4.3 水位低下時における下流補給効果

下流への利水補給は、琵琶湖の水位にあわせ、瀬田川洗堰にて調節して放流しているが、琵琶湖開発事業の実施に伴い、琵琶湖水位のコントロール幅を大きくするため、水位低下時においても精度高い放流調整能力を有するバイパス水路を設置し、管理してきている。

近年(1961年(昭和36年)以降)で最も琵琶湖水位が低下した1994年(平成6年)について見てみると、図3.4-6のようになり、水位がB.S.L. -0.85mより低下した期間(8~10月、11~12月)においても、バイパス水路流量調節ゲートを使うことで、きめ細やかな放流が可能となっている。

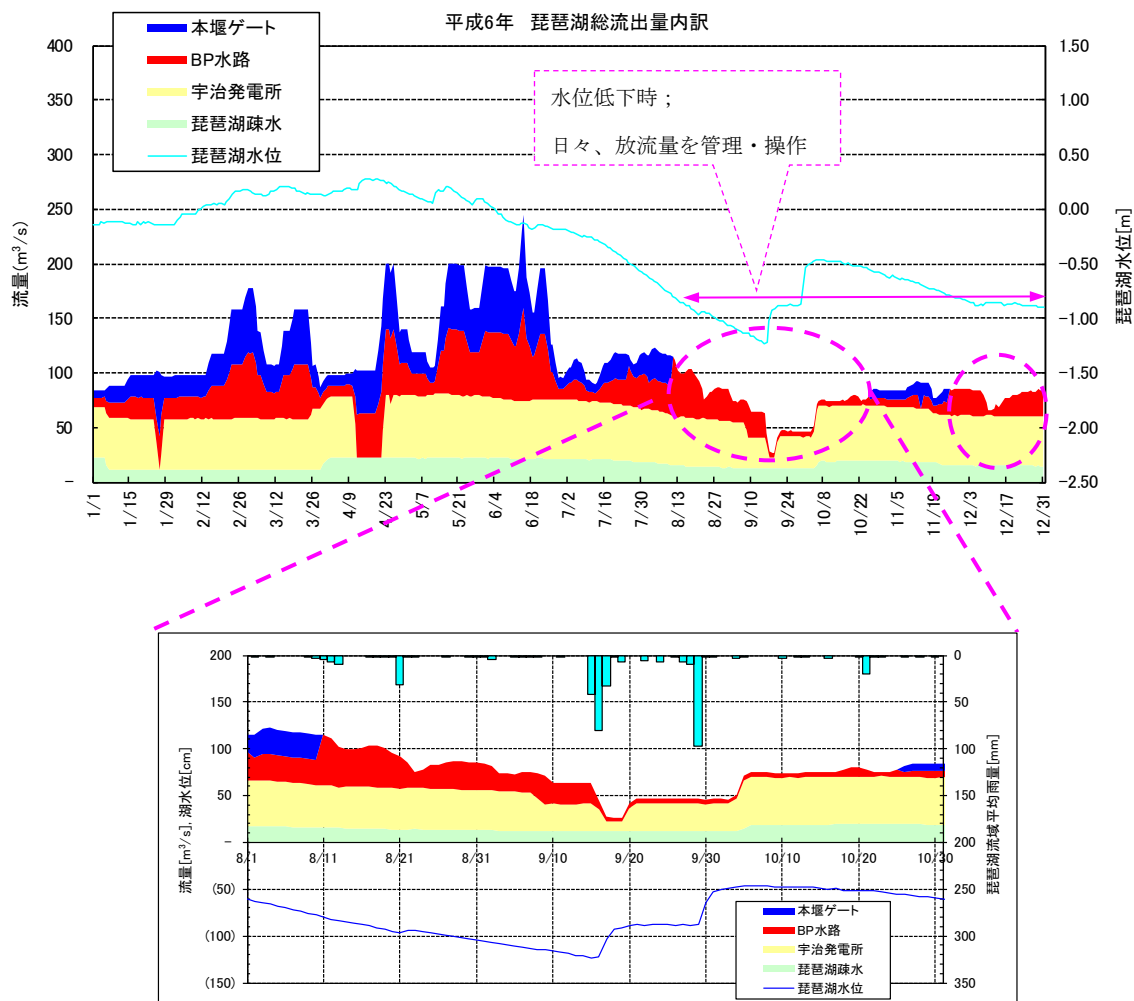


図 3.4-6 琵琶湖水位低下時におけるバイパス水路による放流量の微調整 (1994年(平成6年))

本堰では琵琶湖水位が B. S. L. -0.85m 以下に低下すると水理的に好ましい越流方式で放流できないため、バイパス水路を設置した。

バイパス水路の設置により流量調整能力が拡大し、琵琶湖水位が低下した時期にも安定した水量を放流することが可能となり、バイパス水路なしの試算結果では、無効放流ありの期間が生じることからも無効放流をなくし、琵琶湖貯水の高度利用に寄与している（図 3.4-7 参照）。

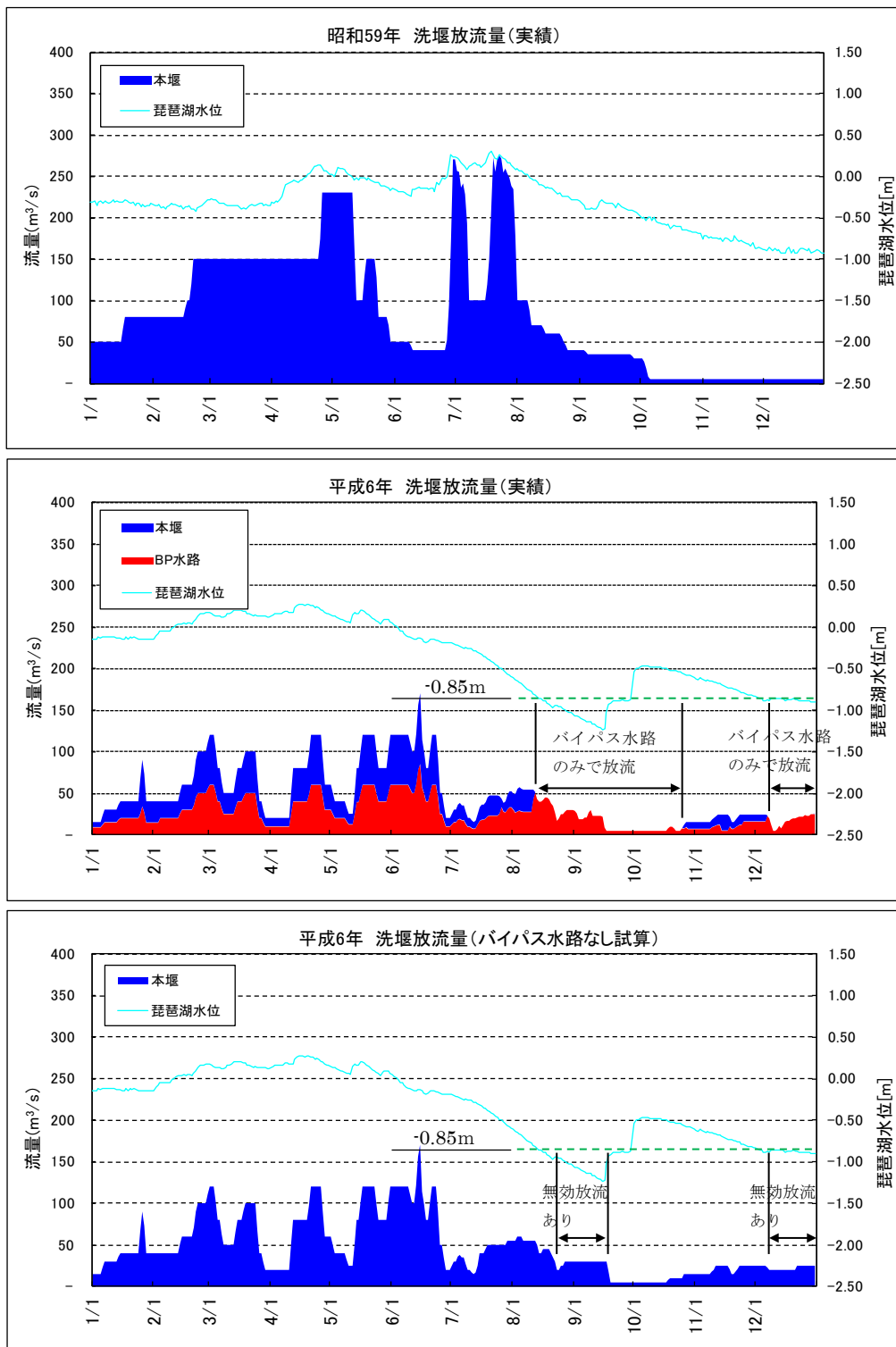


図 3.4-7 琵琶湖渇水時における精度の高い放流調整

3.4.4 新規用水の補給効果

(1) 下流府県への都市用水の補給効果

琵琶湖開発事業により、40m³/s の新規利水が下流の京阪神地域に安定的に補給されている (図 3.4-8 参照)。

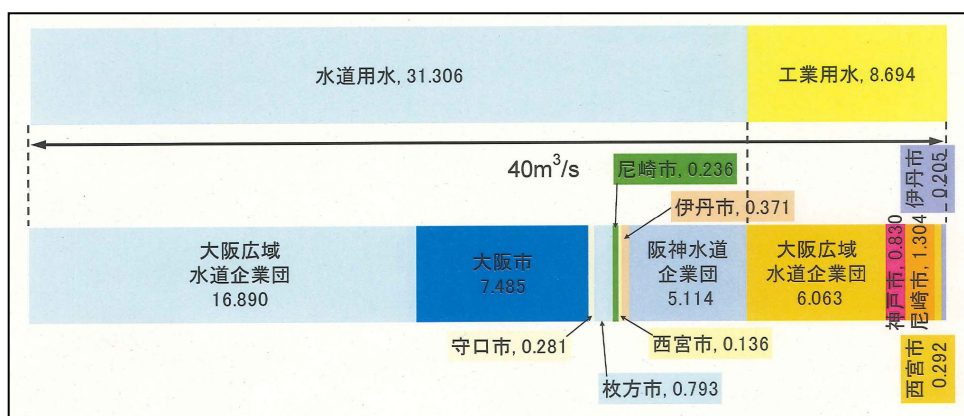


図 3.4-8 琵琶湖開発事業による淀川下流府県の新規開発水量の内訳 (単位: m³/s)

(2) 下流府県への都市用水の補給実績

琵琶湖開発事業の完了により、安定して水需要を賄うことを可能としている。なお、淀川下流部の水需要は、近年、減少傾向に転じているものの、2018年 (平成30年) から2022年 (令和4年) の至近5ヵ年では横ばい傾向である。

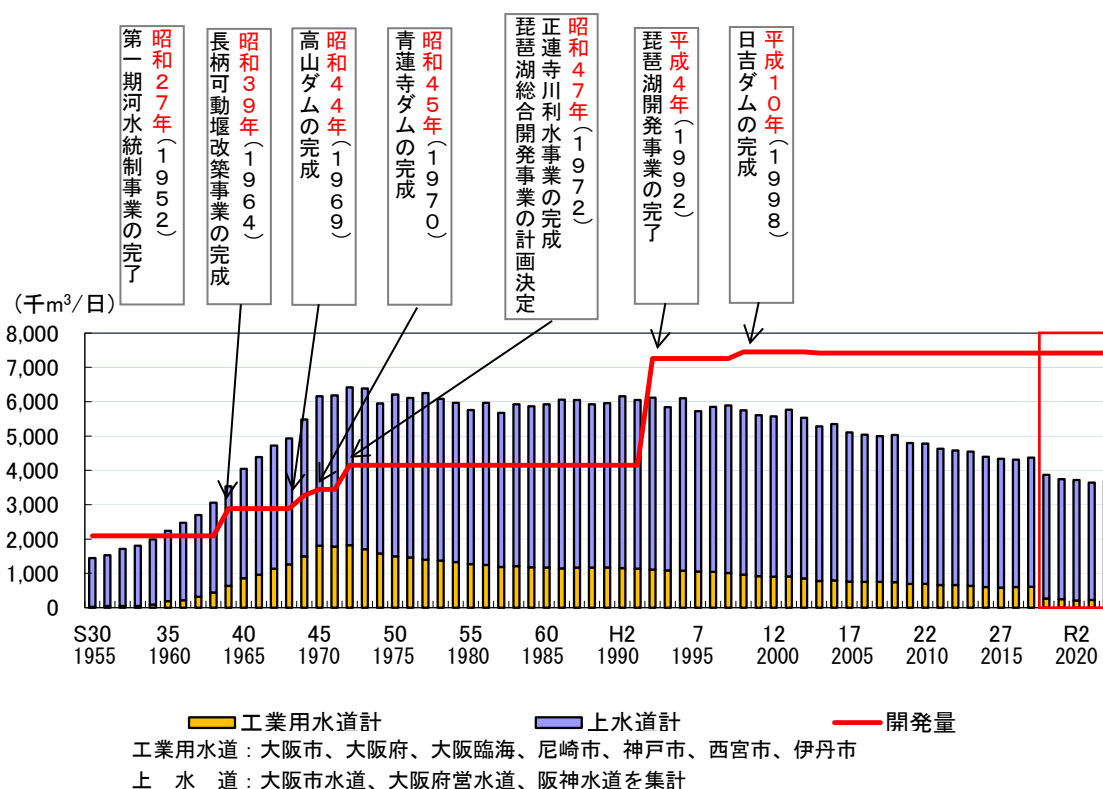


図 3.4-9 淀川下流府県への都市用水給水量の推移 (日最大供給量)*

*大阪臨海工水は、平成22年12月24日に大阪府営水道に転用 (1.137m³/s)。

大阪府 (工業用水) および大阪府営水道 (上水道) については、平成23年4月1日に大阪広域水道企業団に権利譲渡。

3.5 気候変動の琵琶湖水位等への影響

3.5.1 気候変動

(1) 気温

気温の経年変化について、彦根気象台での年平均気温の推移をみると、図 3.5-1 に示すとおり、1960 年以降は上昇傾向である。

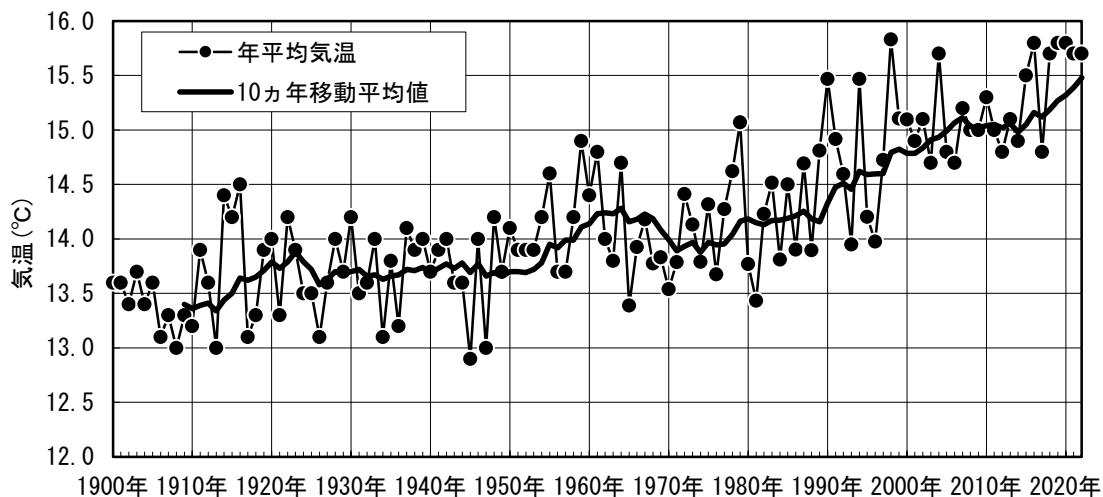


図 3.5-1 彦根気象台での長期的な気温の推移

(2) 流域平均降水量

流域平均降水量の経年変化について推移をみると、示すとおり、1960 年以降、上昇・下降を繰り返しながらも、長期的には減少傾向にあるが、2010 年以降は、やや上昇傾向にある。

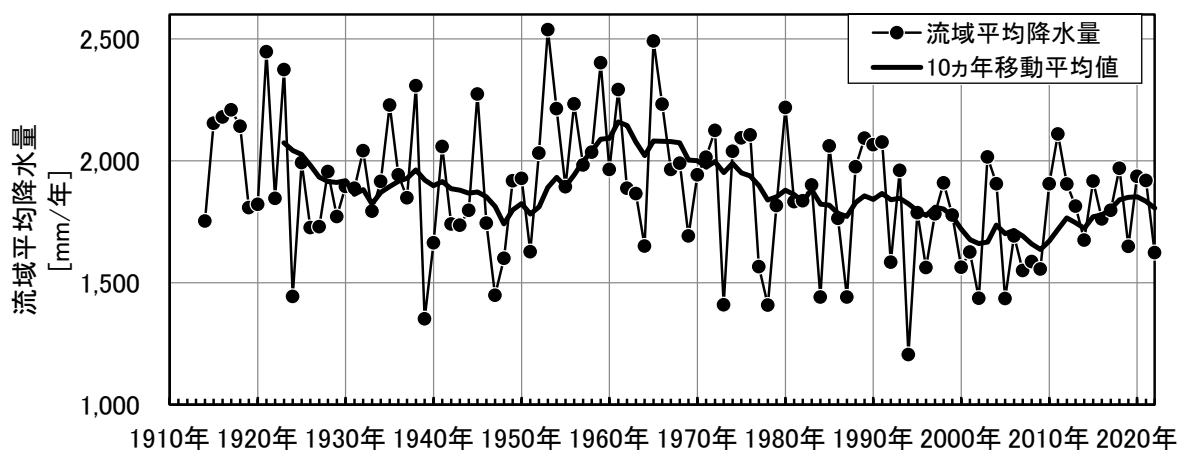


図 3.5-2 長期的な流域平均降水量の推移

(3) 積雪の経年変化

降雪の経年変化について、彦根気象台での最大積雪深の推移をみると、図 3.5-3 に示すとおり、長期的には明らかな減少傾向がみられ、特に 1980 年代後半からの積雪深が小さくなっている。1980 年代後半以降は、年によって変動が大きいが 10 年移動平均は横ばいである。

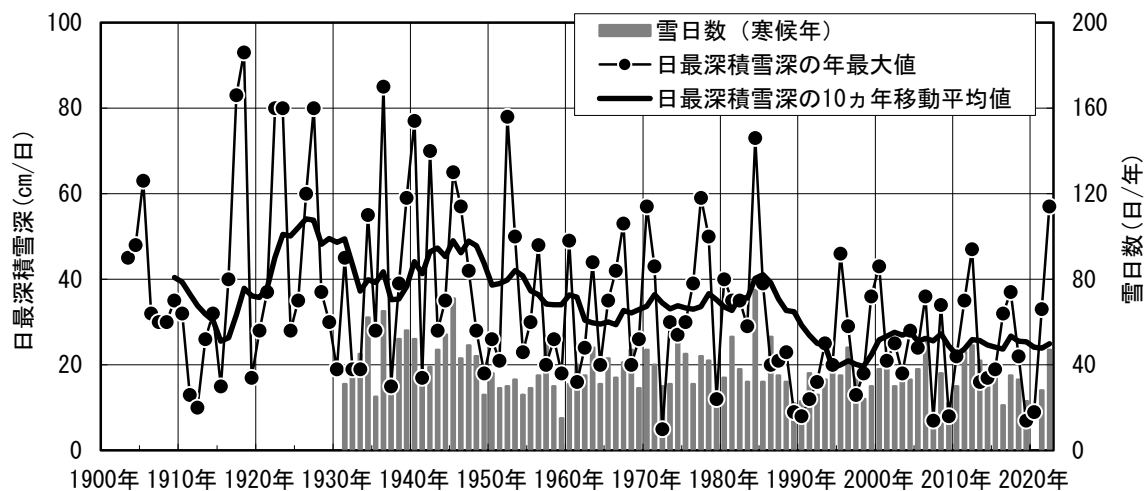


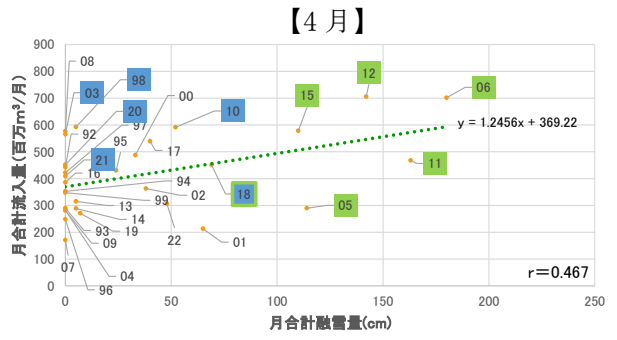
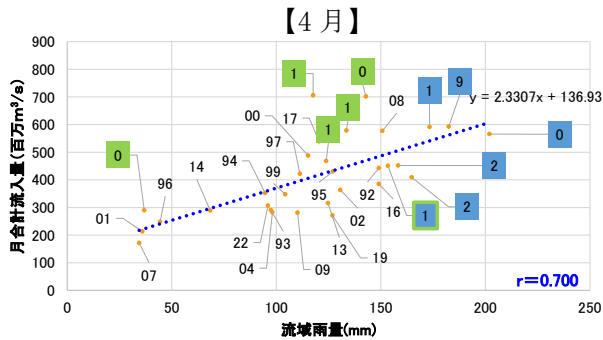
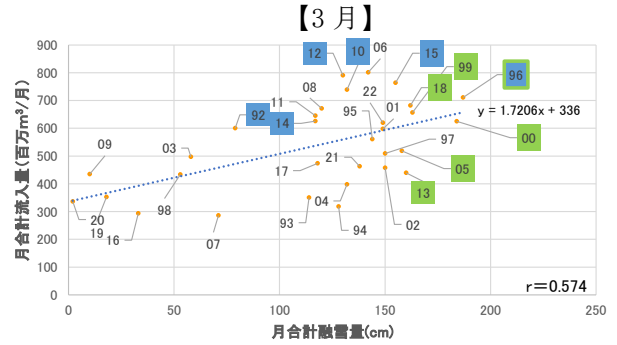
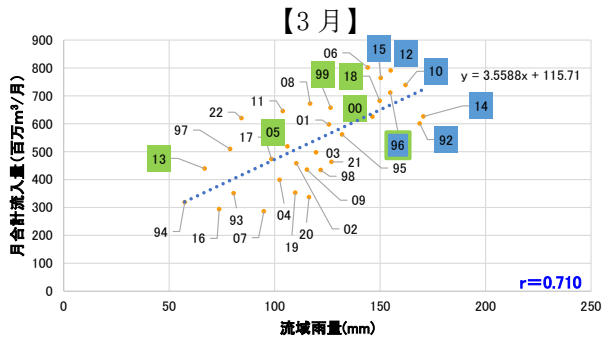
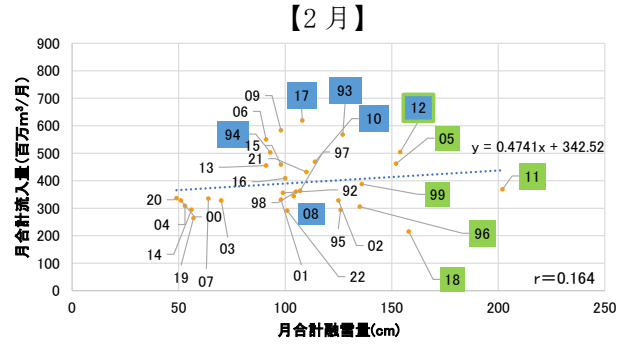
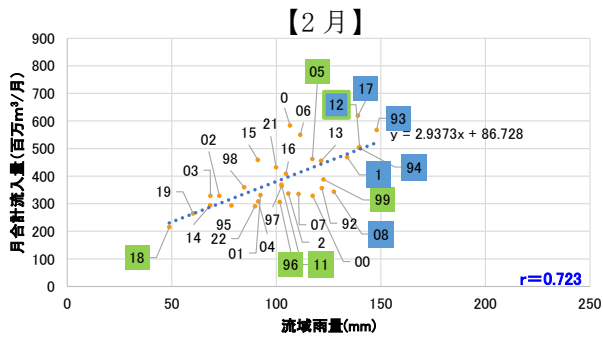
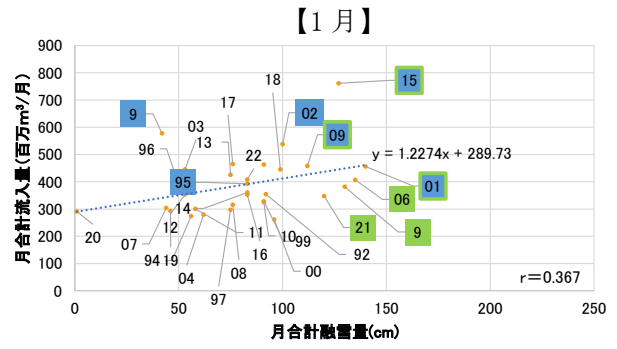
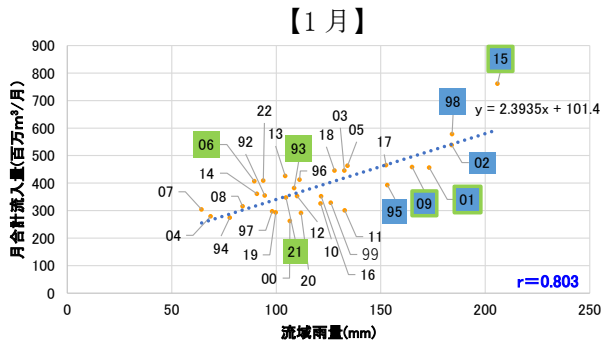
図 3.5-3 彦根気象台での長期的な積雪深の推移

3.5.2 融雪量と春の水位上昇との関係

(1) 融雪の流入量への影響

融雪量が流入量にどれだけ影響があるかを検討するため、管理移行（1992 年）後の月毎の流域雨量と琵琶湖への流入量、融雪量と琵琶湖への流入量の関係を整理し図 3.5-4 に示した。融雪量については、中河内の 1 日の積雪深の差（積雪深が減少した場合のみ）の合計を指標として整理した。

流入量と流域雨量および融雪量の関係は、1 月から 4 月において近似曲線が正に傾いており、流入量と強い正の相関（相関係数が 0.7 以上）が確認されたのは、1 月から 4 月の流域雨量であった。流入量との相関係数は、全ての月で流域雨量が高く、融雪によって流入量は増加するが流入量への影響は当月の雨量の影響が大きいと考えられる。



注) 相関係数は、0.7 以上を青字で示した。

- : 月別流域雨量の多い年 (上位 6 年)
- : 月別融雪量の多い年 (上位 6 年)



図 3.5-4 雨量及び融雪量と流入量の関係

(2) 積雪量が少ない年の水位上昇

積雪量の多少による水位の上昇の差異を確認するため、管理開始後の積雪が多い5ヵ年(2006年、2011年、2012年、2015年、2018年)を図3.5-5に、積雪が少ない5ヵ年(2003年、2007年、2016年、2019年、2020年)を図3.5-6に示した。

降雪量が多い年と少ない年では最大積雪深が5倍程度(240cm程度)あるが、水位の上昇状況に顕著な差異はみられなかった。これは、積雪が少ない年にも降雨より、水位が上昇しているためである。現時点では、1月から4月の降雪量の多少にかかわらず、水位は概ね同程度まで上昇しており、降雪量が少ない年でも、降雨による水位上昇が確認されている。ただし、2007年のように降雪量、降雨量が共に少ない年は、4月末時点での水位の上昇幅が小さくなることが確認されている。

また、図3.5-7に示すとおり、管理開始以降の水位の実績によれば、水位の上昇時期に変動はあるものの、春には2007年を除き水位上昇を抑える操作をし、制限水位を迎える6月16日にはB.S.L. -0.20mが概ね確保されている。

そのため、現時点で降雪量による春の水位上昇への影響は、小さいと考えられる。

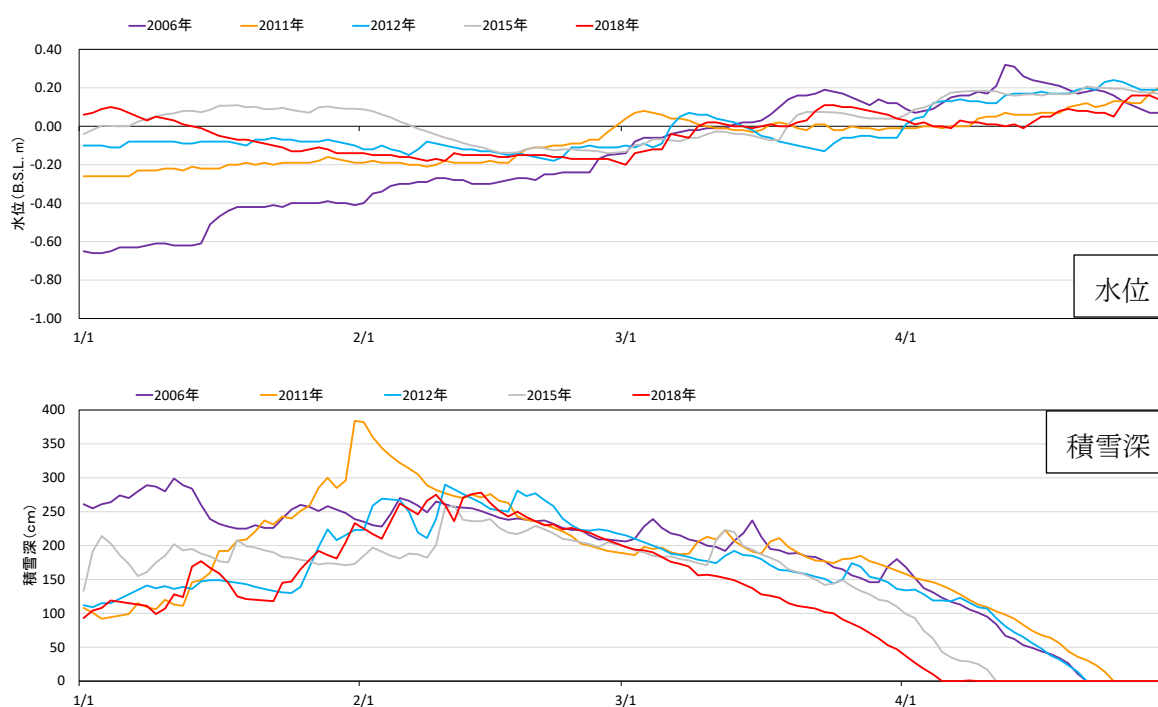


図 3.5-5 積雪深が高い年の水位と積雪深

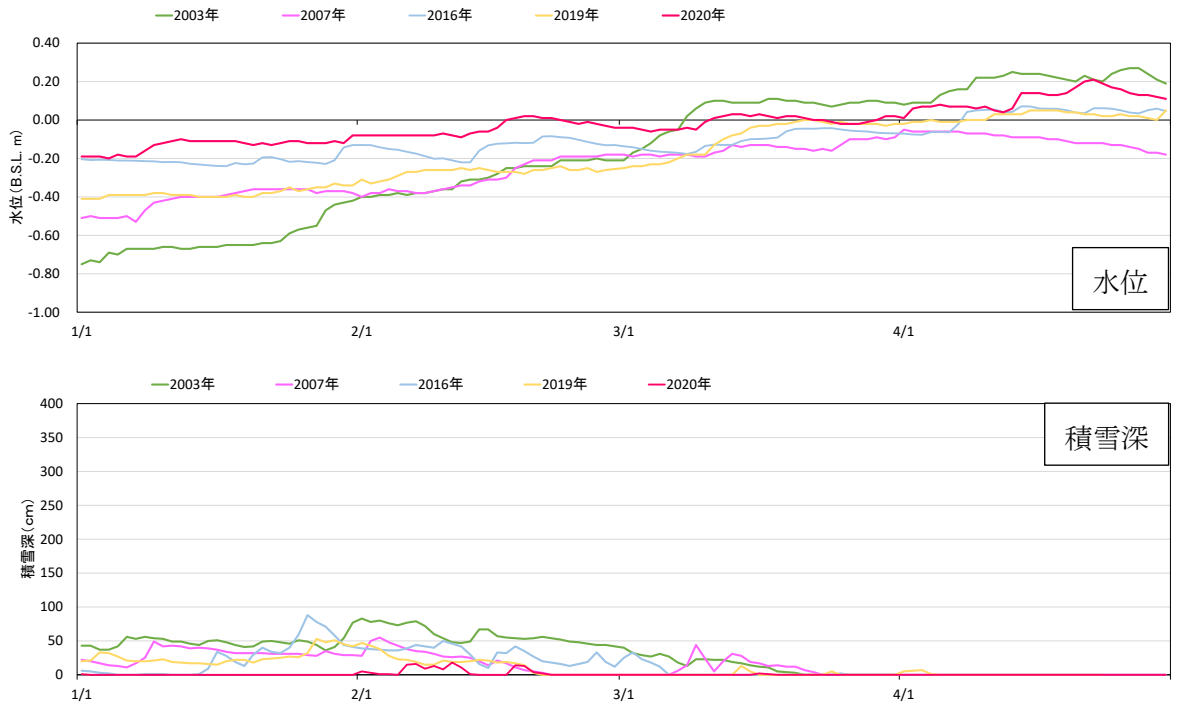


図 3.5-6 積雪深が低い年の水位と積雪深

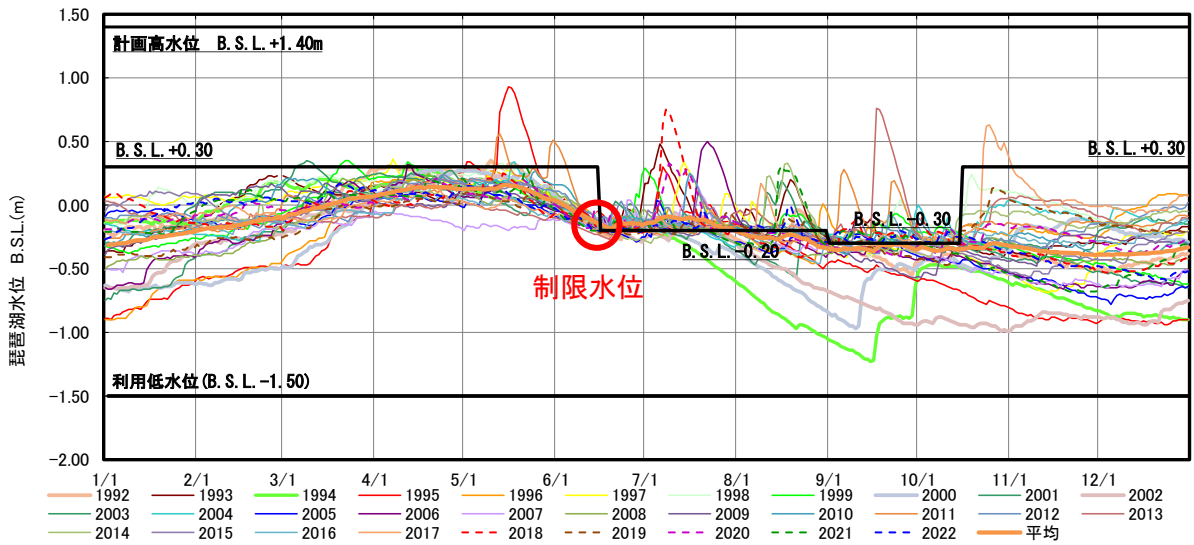


図 3.5-7 琵琶湖の水位の状況

3.5.3 降水量と夏の渇水との関係

管理開始以降、琵琶湖では1994年9月15日にB.S.L. -1.23m、2000年9月10日にB.S.L. -0.97m、2002年10月29日に-0.99mまで水位低下し、渇水が生じている。

各月の流域降水量を表3.5-1、図3.5-8に示した。制限水位まで水位を低下する6月から過年度に渇水が生じている9月の間に、2か月連続で100mm以下を記録した年は1994年、1995年、2000年、2002年の4年間であった。そのうち、1995年を除く3年は渇水が生じていた。水位の変化は図3.5-9に示すとおり、降水量が少ないと水位の低下が生じている。1995年は、降水量が少ない8月および9月の直前である7月に大雨があり、水位が高かったために渇水にならなかったと考えられる。

以上より、6月から9月の流域降水量が100mm未満が2か月継続することで、渇水となる可能性が高いと考えられる。

表 3.5-1 各月の流域降水量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平成4年	1992年	94.5	121.8	168.8	149.0	134.9	164.1	143.7	189.4	101.8	125.1	61.0	130.5
平成5年	1993年	108.6	148.0	80.6	97.4	102.0	324.2	271.6	261.6	233.8	90.8	114.0	128.7
平成6年	1994年	77.8	139.5	57.4	94.7	139.1	118.7	23.9	65.2	305.1	36.8	53.0	95.8
平成7年	1995年	153.2	78.6	132.0	127.1	371.3	118.4	357.8	79.1	82.8	79.4	103.1	105.4
平成8年	1996年	111.2	101.7	154.8	44.4	114.6	207.3	110.4	233.5	137.1	128.1	97.7	122.2
平成9年	1997年	98.1	102.6	78.9	111.3	202.9	144.4	420.2	111.9	177.7	40.3	191.2	103.3
平成10年	1998年	184.2	84.7	121.9	182.5	245.8	230.8	117.0	109.8	288.0	250.0	32.0	63.3
平成11年	1999年	126.1	122.6	126.5	104.3	159.1	330.7	92.6	187.1	238.2	127.3	96.3	66.7
平成12年	2000年	106.5	117.4	146.4	115.2	161.9	174.6	59.2	40.3	276.6	151.2	131.7	83.0
平成13年	2001年	173.2	92.4	125.7	35.9	132.1	227.3	95.9	239.2	151.7	159.0	74.9	118.8
平成14年	2002年	184.0	72.8	110.3	130.6	104.7	83.8	216.9	58.1	80.4	136.2	140.1	118.2
平成15年	2003年	132.6	68.5	119.7	202.0	119.5	222.2	292.6	332.5	138.0	75.1	196.3	116.7
平成16年	2004年	68.6	91.4	102.4	98.1	263.9	172.3	102.1	238.6	242.7	302.2	83.5	140.2
平成17年	2005年	134.1	117.3	106.1	36.8	81.4	78.5	242.2	167.1	130.5	121.7	54.2	166.0
平成18年	2006年	89.5	111.5	144.2	142.9	135.6	156.1	380.1	38.4	143.2	102.0	102.3	129.8
平成19年	2007年	64.3	110.7	94.9	34.4	152.3	228.3	306.2	113.9	106.1	92.6	100.0	146.9
平成20年	2008年	83.9	127.6	116.8	150.7	191.3	212.8	119.6	104.4	177.7	104.8	89.8	107.1
平成21年	2009年	165.0	106.6	115.3	110.1	100.1	164.1	227.0	104.4	59.9	152.9	160.2	89.3
平成22年	2010年	121.2	133.9	162.1	173.3	134.1	189.1	324.3	91.7	242.5	147.7	44.9	140.8
平成23年	2011年	132.8	102.7	103.9	123.8	382.9	128.7	218.2	93.9	462.2	137.7	96.0	126.5
平成24年	2012年	110.0	139.9	155.0	117.6	94.2	262.8	259.0	123.0	253.6	92.8	143.5	153.1
平成25年	2013年	104.3	121.4	66.8	124.7	59.7	145.7	207.8	133.2	415.6	203.7	91.7	139.3
平成26年	2014年	90.8	68.4	170.5	68.4	85.2	74.2	132.8	434.1	98.6	187.8	83.7	179.9
平成27年	2015年	205.9	91.2	150.3	133.5	87.8	221.8	301.3	161.6	233.2	41.7	144.7	144.0
平成28年	2016年	121.5	104.6	73.7	149.0	122.5	235.0	165.3	121.9	306.8	133.0	92.4	135.4
平成29年	2017年	152.6	139.1	98.5	120.5	68.1	156.6	180.4	261.7	147.7	458.2	93.5	115.1
平成30年	2018年	127.9	48.8	149.8	153.4	220.9	180.1	328.7	132.1	374.8	56.1	53.1	143.1
令和元年	2019年	99.8	60.2	109.8	126.9	90.9	169.0	253.0	265.9	46.3	281.4	43.9	102.5
令和2年	2020年	111.9	105.8	116.3	158.3	122.3	253.9	434.5	50.0	162.6	205.1	66.6	148.7
令和3年	2021年	104.7	99.9	127.0	164.8	222.8	130.6	193.4	343.6	189.7	51.4	85.1	205.9
令和4年	2022年	93.8	89.9	84.3	96.0	99.7	111.1	279.6	245.2	211.3	99.4	101.7	111.2

注) ハッチングは、100mm以下を示す。

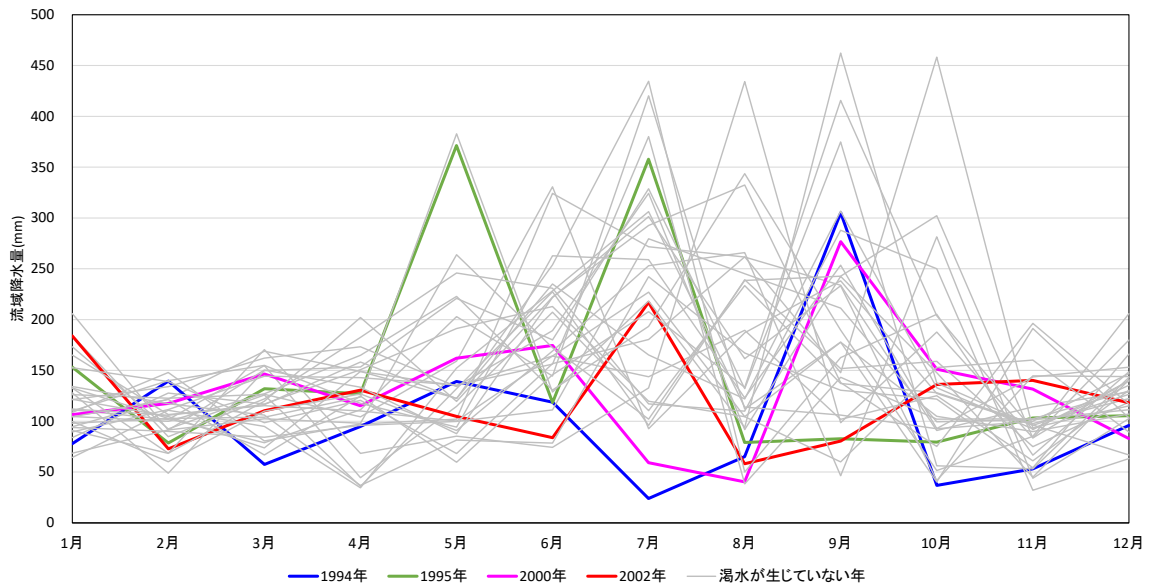


図 3.5-8 流域平均雨量

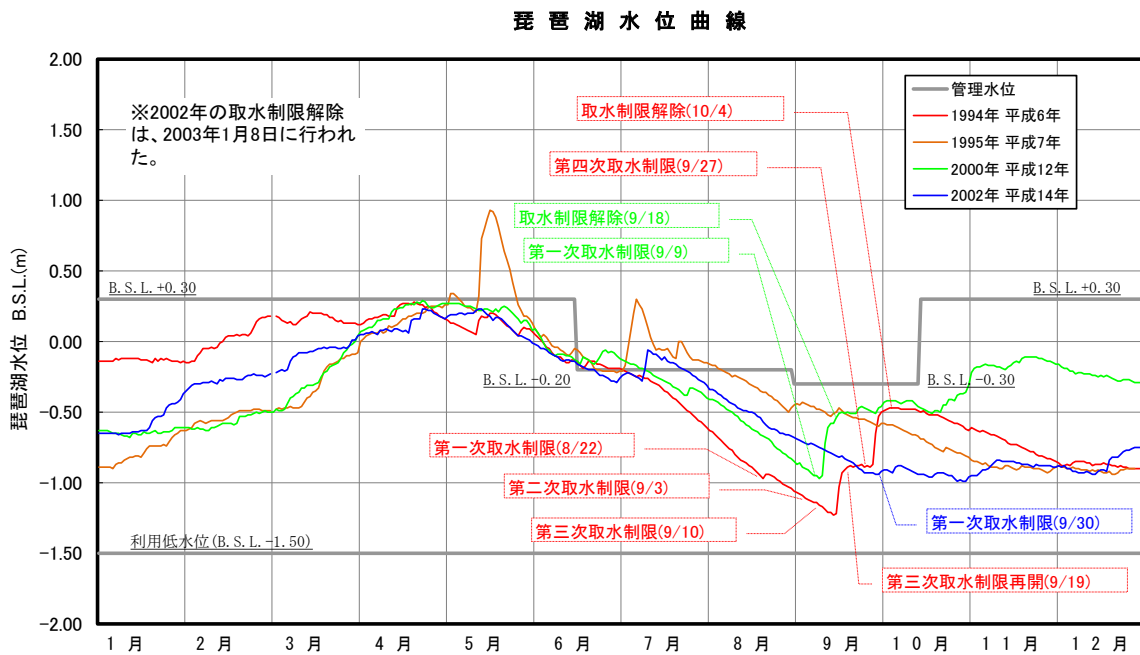


図 3.5-9 琵琶湖水位の状況 (1994年(平成6年)、1995年(平成7年)、
2000年(平成12年)、2002年(平成14年))

3.5.4 全層循環への影響

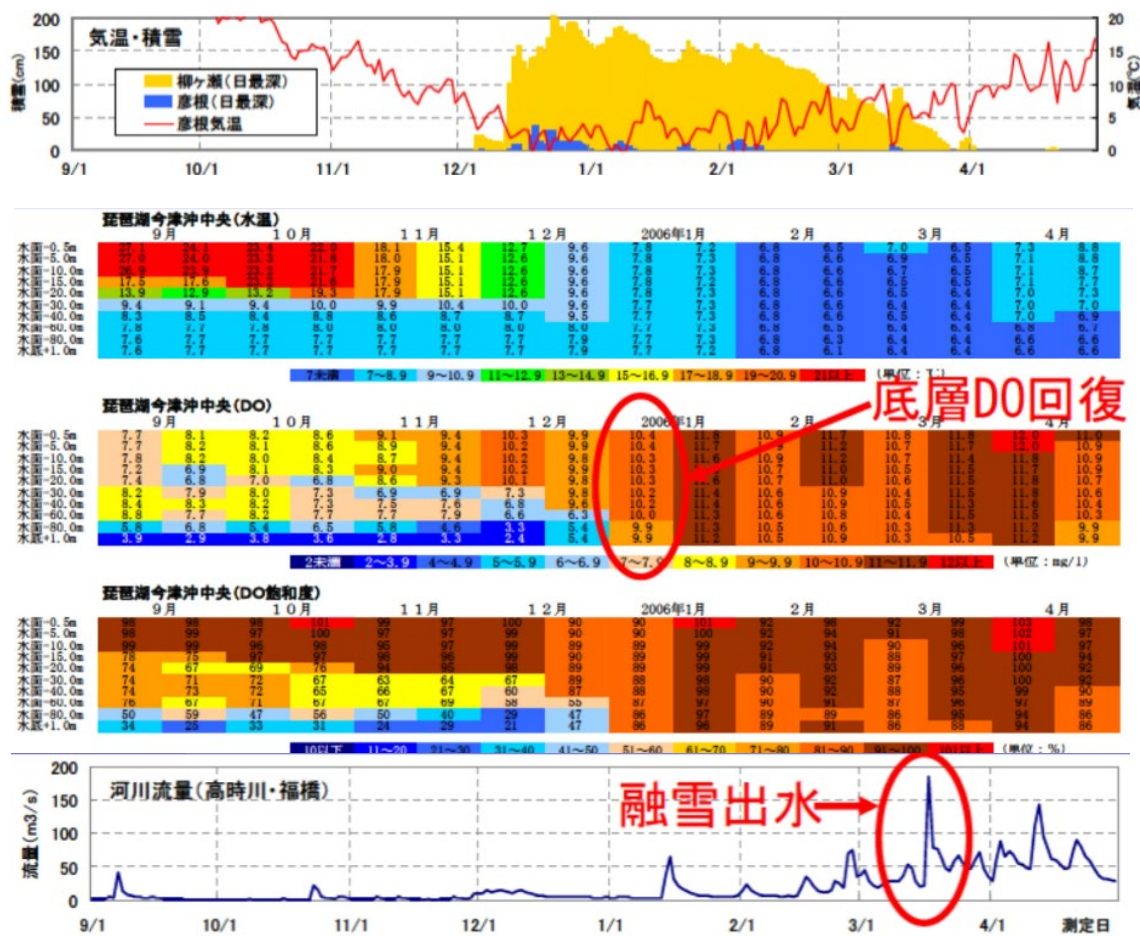
(1) 融雪水と全層循環のタイミングの影響

琵琶湖北湖では、春から夏にかけて水温躍層が形成され、冬に全層循環が生じる現象が確認されている。冬に全層循環が生じることから、融雪水と全層循環の関係性を検討した。

2006年1月から3月の全循環と姉川の融雪出水の時期を、D0分布を指標としてみると、全循環は融雪出水の時期よりも早く生じている。また、1985年から2006年における底層D0回復時期と融雪水の発生時期が一致していない。

2005年1月28日から2月10日の全循環発生時におけるD0増加量は、約27,000トと試算され、この期間に琵琶湖流入全河川から流入したD0試算量約2,300トと比べて著しく大きかった。

以上より、融雪水が全循環のタイミングに与える影響は小さいと考えられる。



出典：文献リスト No. 3-5 より作成

図 3.5-10 全層循環と融雪出水の発生時期 (2006 年)

表 3.5-2 底層 DO の回復時期と融雪水の発生時期

項目 年	底層DO回復時期 (琵琶湖今津沖中央)						融雪水の発生時期		
	1月		2月		3月		1月	2月	3月
	前	後	前	後	前	後			
1985			●					●	
1986			●					●	
1987				●				●	
1988				●				●	
1989			●				欠測		
1990			●				雪解け出水なし		
1991			●					●	
1992				●				●	
1993			●						
1994			●						
1995			●					●	
1996		●						●	
1997			●					●	
1998				●			雪解け出水なし		
1999				●				●	
2000			●					●	
2001	●							●	
2002			●				●		
2003			●				雪解け出水なし		
2004				●				●	
2005				●				●	
2006	●							●	

出典：文献リスト No. 3-5

(2) 気温と全循環の関係

全層循環は、管理開始以降毎年確認されていたが、平成30年度および令和元年度は全層循環が確認されなかった。

平成12年度以降の底層D0の回復時期を表3.5-3に、彦根における月平均気温との差を表3.5-4に示した。全層循環が確認されなかった平成30年度および令和元年度は、11月以降に気温が高く暖冬であった。

平成30年度および令和元年度以外に11月以降に暖冬であった年度は、平成18年度および平成27年度であり、全層循環が3月に確認された。上記の暖冬の年度以外は、1月から2月に全層循環が確認されており、暖冬では例年より全層循環が確認される時期が遅かった。

上記より、全層循環は気温が高くなると時期が遅れる、または全層循環が確認されなくなると考えられ、近年は気温上昇の傾向がみられることから、今後も暖冬により全層循環不全が生じる可能性が懸念される。

表 3.5-3 底層D0の回復時期

年度	1月		2月		3月	
	前半	後半	前半	後半	前半	後半
H12	●					
H13			●			
H14			●			
H15				●		
H16				●		
H17		●				
H18						●
H19			●			
H20				●		
H21			●			
H22		●				
H23			●			
H24		●				
H25				●		
H26			●			
H27					●	
H28		●				
H29		●				
H30	全層循環なし					
R1	全層循環なし					
R2			●			
R3		●				
R4			●			

表 3.5-4 月平均気温（平成12年度～令和4年度の23年間の平均）との差（℃）（彦根）

年度	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
4月	-0.92	0.18	1.38	0.18	0.98	0.68	-1.62	-0.62	0.18	0.18	-1.32	-1.72	-0.12	-0.82	-0.32	1.08	1.28	0.58	1.68	-0.62	-1.32	0.68	1.98
5月	0.40	0.80	-0.40	0.40	0.80	-1.00	-0.60	-0.60	0.10	-0.10	-0.90	-0.20	-0.70	-0.40	0.10	1.70	1.20	1.40	0.40	0.90	0.70	0.10	0.30
6月	-0.19	0.21	-0.09	-0.79	1.01	1.21	-0.29	-0.09	-0.99	0.11	0.51	1.11	-0.59	0.81	1.21	-0.29	0.11	-0.89	0.31	0.21	1.51	0.61	1.51
7月	1.16	1.26	1.16	-3.14	1.36	-0.54	-1.04	-2.24	1.26	-0.54	0.46	1.16	0.36	0.96	0.26	-0.06	0.16	-1.26	2.36	-0.84	-1.54	1.06	0.86
8月	0.78	-0.42	-0.12	-1.02	-0.62	-0.32	0.68	0.38	-0.32	-1.32	1.78	0.58	0.98	0.78	-0.92	-0.12	0.58	0.08	0.98	0.88	1.78	-0.62	0.78
9月	0.59	-1.21	-0.21	0.59	0.69	0.89	-0.61	1.49	-0.61	-1.01	1.39	0.69	1.69	-0.11	-1.01	-1.51	0.99	-0.91	-0.81	1.79	1.19	-0.01	1.39
10月	-0.01	-0.21	-0.51	-1.61	-0.21	0.69	0.69	0.39	0.09	-0.21	0.59	0.09	0.19	1.59	0.09	-0.51	1.09	-0.51	0.19	1.69	-0.41	1.19	-0.31
11月	0.69	-1.01	-2.91	1.59	1.39	-0.71	0.79	-0.41	-0.31	-0.01	-0.61	1.29	-0.91	-0.61	0.39	1.59	-0.21	-1.41	0.99	0.69	0.99	0.59	1.49
12月	-0.19	-0.39	-0.59	0.41	1.21	-2.99	0.71	0.71	0.31	0.31	0.51	-0.49	-1.59	-0.49	-1.39	2.11	0.91	-1.49	1.11	1.21	0.01	-0.09	-0.29
1月	-0.93	0.57	-1.03	-0.33	-0.33	-0.93	1.17	-0.03	0.07	-0.13	-1.93	-0.53	-0.63	-0.33	-0.03	0.97	-0.03	-0.63	0.57	3.07	0.07	-0.53	0.17
2月	-0.31	0.39	0.39	0.89	-0.41	-0.41	1.79	-1.61	1.29	1.09	0.49	-1.21	-0.91	-0.01	0.49	1.19	-0.51	-1.01	1.49	1.49	1.99	-1.01	0.69
3月	-0.78	1.02	-1.18	-0.18	-1.08	-1.48	-0.18	0.52	0.12	-0.38	-1.98	-0.68	0.42	-0.28	0.42	0.82	-0.48	1.32	0.72	1.62	2.32	1.12	2.72

注) ■ : 月平均気温より1度以上高い、■ : 月平均より0.5度以上1度未満高い、■ : 月平均気温より0.5度以上低い

3.6 まとめ(案)

- ・ 淀川下流部の水需要に対し、琵琶湖開発事業の完了により、安定した水供給がなされている。
- ・ バイパス水路の設置により流量調整能力が拡大し、琵琶湖水位が低下した時期にも安定したきめ細やかな水量を放流することが可能となっており、このことは、無効放流をなくし、琵琶湖貯水の高度利用に寄与している。
- ・ 琵琶湖水位の利用幅が B. S. L-1.5m まで確保されたことにより、琵琶湖水位低下に伴う取水制限の開始水位が大幅に低く改善された。従って、琵琶湖周辺並びに淀川下流の住民生活に影響を与えるような渇水被害は生じていない。
- ・ 取水施設の沖出しにより、水位低下時でも琵琶湖沿岸域の安定取水を可能としている。
- ・ 気候変動による琵琶湖流域での降雪量（融雪水）の減少が、春の琵琶湖水位（利水）等へ与える影響は、今のところ小さいと考えられる。

<今後の対応>

- ・ 今後とも安定した水供給のため、引き続き適正な維持管理・操作に努める。

3.7 文献リスト

表 3.7-1 「3. 利水」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者	発行年月	文献の引用頁
3-1	業務概要 2018 年度版	(独) 水資源機構 琵琶湖開発総合管理所	2018 年(平成 30 年)5 月	P31 ~36
3-2	瀬田川洗堰ゲート操作月表 (1992 年(平成 4 年)~ 2022 年(令和 4 年))	(独) 水資源機構 琵琶湖開発総合管理所	1992 年(平成 4 年)~ 2022 年(令和 4 年)	—
3-3	琵琶湖水位・流量月報 (1992 年(平成 4 年)~ 2022 年(令和 4 年))	(独) 水資源機構 琵琶湖開発総合管理所	1992 年(平成 4 年)~ 2022 年(令和 4 年)	—
3-4	琵琶湖ハンドブック三訂版	滋賀県 琵琶湖環境部 琵琶湖保全再生課	2018 年(平成 30 年)3 月	P213
3-5	淀川水系流域委員会第 37 回琵琶湖部会、第 42 回委員会資料		2005 年、2006 年 (平成 17、18 年)	