

# 琵琶湖の水位操作について

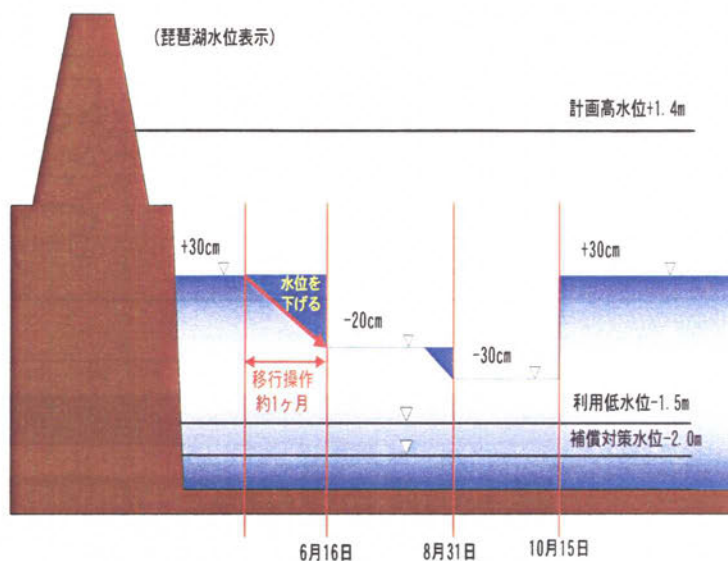
平成16年8月19日  
琵琶湖河川事務所

## 1. 瀬田川洗堰の操作

琵琶湖水位は瀬田川洗堰の開閉量により人為的に変動させています。瀬田川洗堰の操作規則による水位管理の概念図を下に示します。

琵琶湖の水位は、水利用の観点からだけ言えば出来るだけ高く維持した方が有益です。しかし、高く上げ過ぎると琵琶湖沿岸で浸水被害が発生します。従って、必要以上に琵琶湖の水位を上げすぎないようにする必要があります。

具体的には、10月中旬から6月中旬までの間は、琵琶湖沿岸の一部の低い農地などで、降雨状況によっては、浸水し始める水位である+30cmを常時満水位といい、この水位を超えているとき、又は超えることが予測されるときは、この水位以下に低下させ、又は上昇を抑制するようにしています。



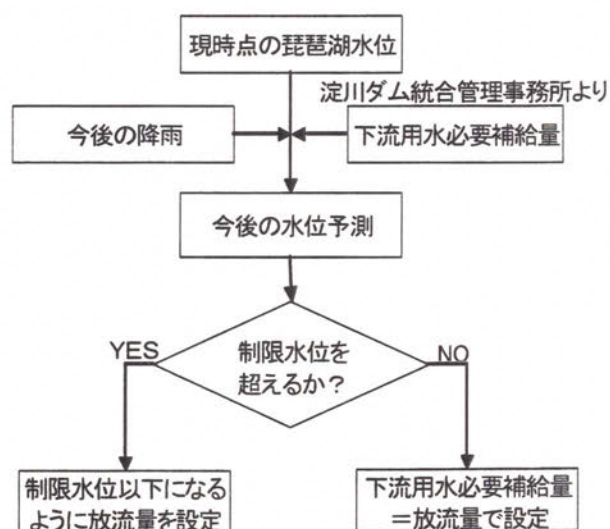
一方、6月中旬から10月中旬までの間は、梅雨前線や台風、

秋雨前線等の大雨により琵琶湖の水位が上昇し、琵琶湖周辺に浸水被害が発生する恐れがあることから、これを軽減するため、あらかじめ水位を低下させておきます。このあらかじめ下げておく水位を制限水位といいます。

この操作は昭和47年に実施された琵琶湖総合開発事業のうち、水資源開発公団が実施した琵琶湖治水と水資源開発事業が平成4年に完成し、この時から実施されることとなったものです。

瀬田川洗堰の放流量は右図に示すように、現時点の琵琶湖水、今後の降雨量、下流で必要とされる琵琶湖からの補給量（下流用水補給量）から、今後の水位予測を行い、放流量を設定しています。

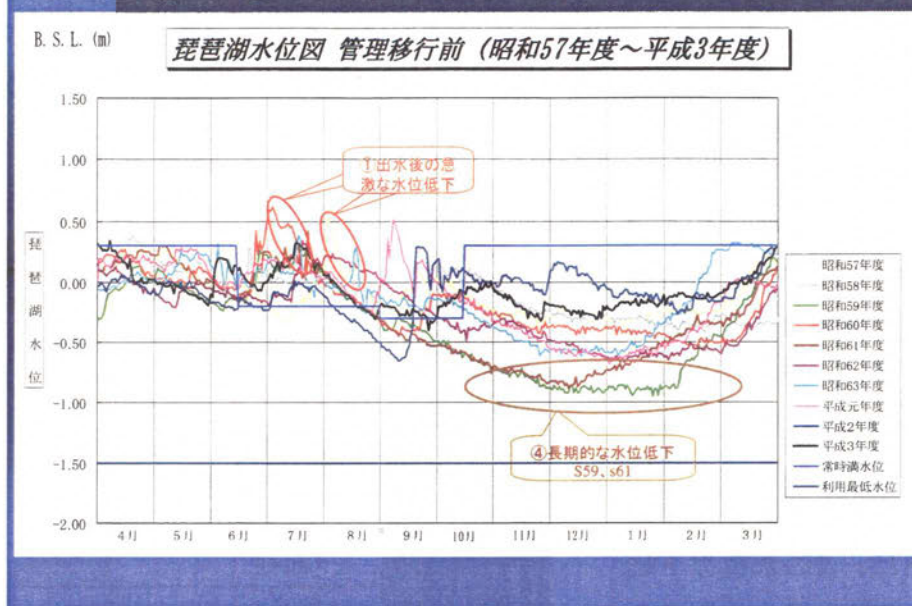
なお、下流用水必要補給量は、付与された水利権量の範囲で、淀川大堰地点及び高浜地点での必要補給量の過不足に各支川の流況変動を加味して、瀬田川洗堰からの補給量が決められています。



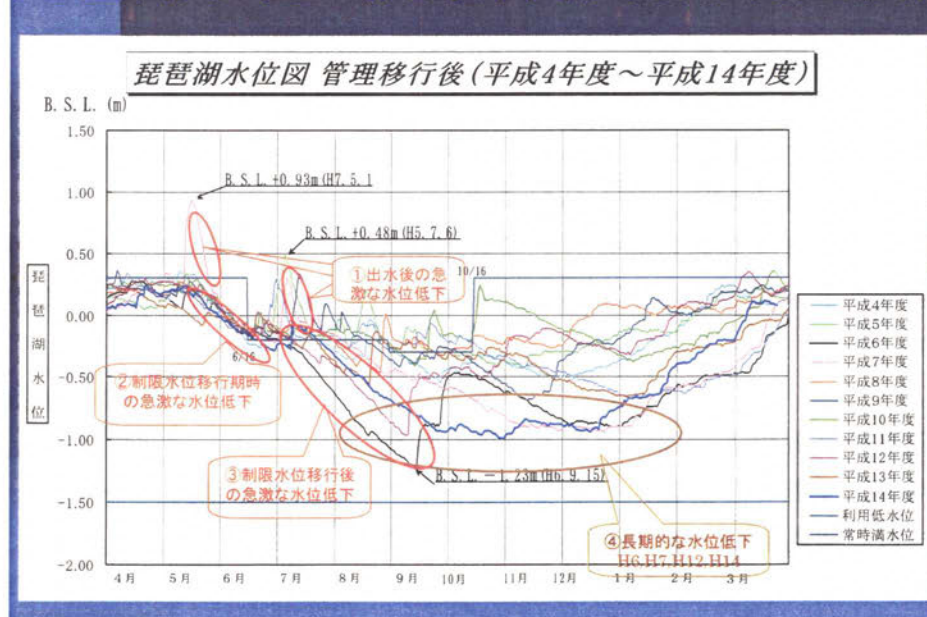
※非洪水期においては、管理水位を目安に放流量の設定を行っています。

## 2. 水位操作の課題

### 琵琶湖水位（洗堰操作規則制定前）



### 琵琶湖水位（洗堰操作規則制定後）



瀬田川洗堰操作規則制定前後10年間で、琵琶湖水位の変動を比較すると、右表のようになります。

水位低下の現象		規則制定前	規則制定後	備考
急激な水位低下	出水直後	あり	あり	①
	制限水位移行期	明確になし	明確にあり	②
	制限水位移行後	あり	より顕著	③
長期的な水位低下		あり	より頻繁且つ、より長期化	④



### 3. 対策

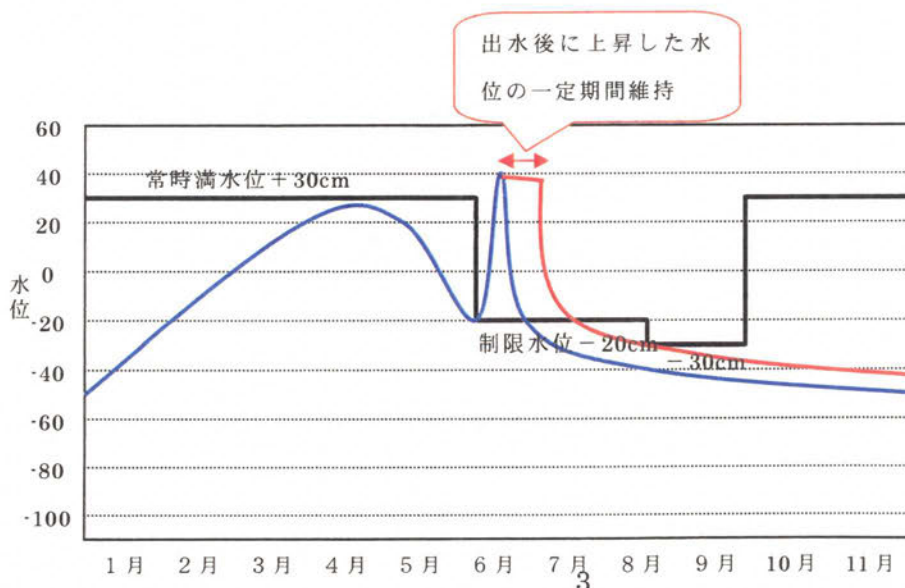
前項でとりまとめた課題に対して、対策とその実現の可能性を整理すると下表のようになります。

課題		対策		実現の可能性		備考
①	出水直後の急激な水位低下	水位維持		非洪水期	B.S.L.+30cm以下で可能	H16より実施【解説1】
				洪水期	制限水位+5cm程度以下で可能	H16より実施【解説1】
		緩やかな水位低下 (上記が出来ない場合の次善の策)		非洪水期	B.S.L.+30cm以下で可能	H16より実施
				洪水期	制限水位+5cm程度から可能	H16より実施【解説2】
②	制限水位移行期の急激な水位低下	緩やかな水位低下	下げ幅の縮小	春先の琵琶湖水位を下げる	利水に影響を与えない範囲で可能	H16より実施【解説3】
				制限水位を引き上げる	治水とのトレードオフ	【解説4】
			制限水位移行開始時期を早める	利水に影響を与えない範囲で可能(春先の水位を下げることと同じこと)	H15より実施	
③	制限水位移行後の急激な水位低下	緩やかな水位低下	流域の節水	啓発は可能	H16実施	
			洗堰、淀川大堰のきめ細かな操作	可能	H16より実施	
			貯留施設からの補給(振り替え)	調査検討中		
④	長期的な水位低下	制限水位を引き上げる		治水とのトレードオフ	【解説4】	
		流域の節水		啓発は可能	H16実施	
		洗堰、淀川大堰のきめ細かな操作		可能	H16より実施	
		貯留施設からの補給(振り替え)		調査検討中		

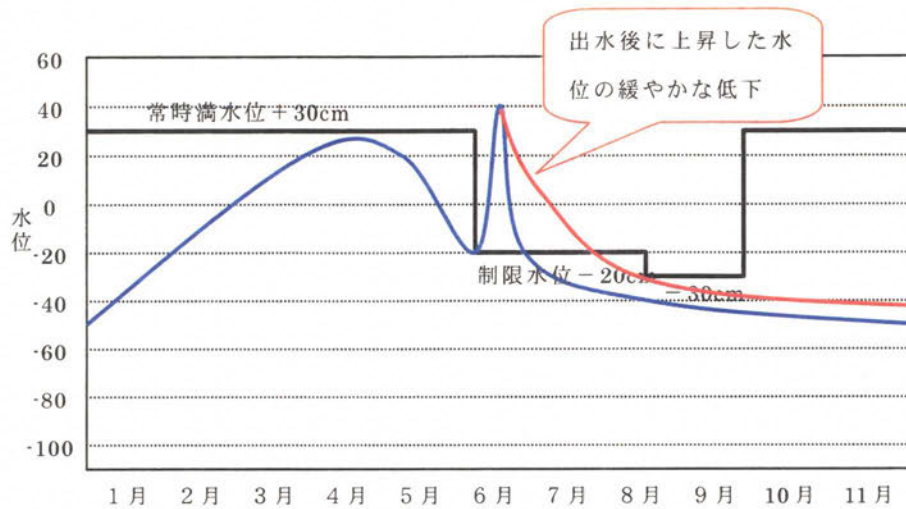
#### 対策のイメージ

「出水直直後の急激な水位低下」の対策

- ・ 水位維持

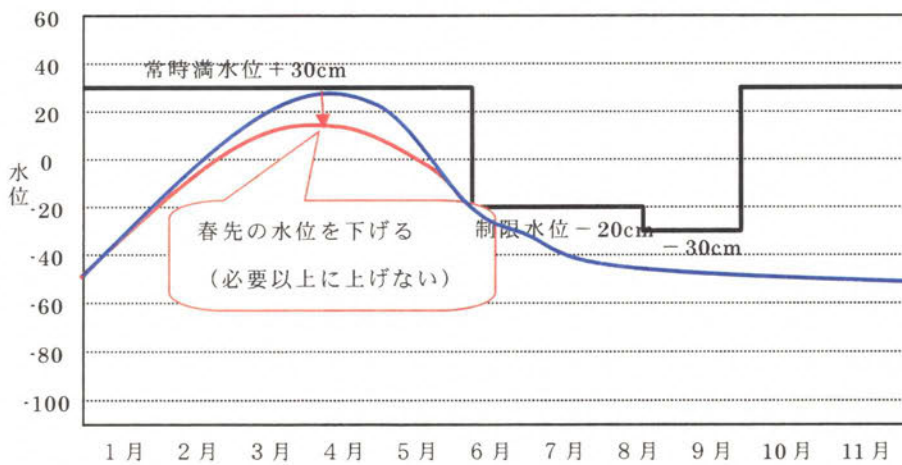


- ・ 緩やかな水位低下

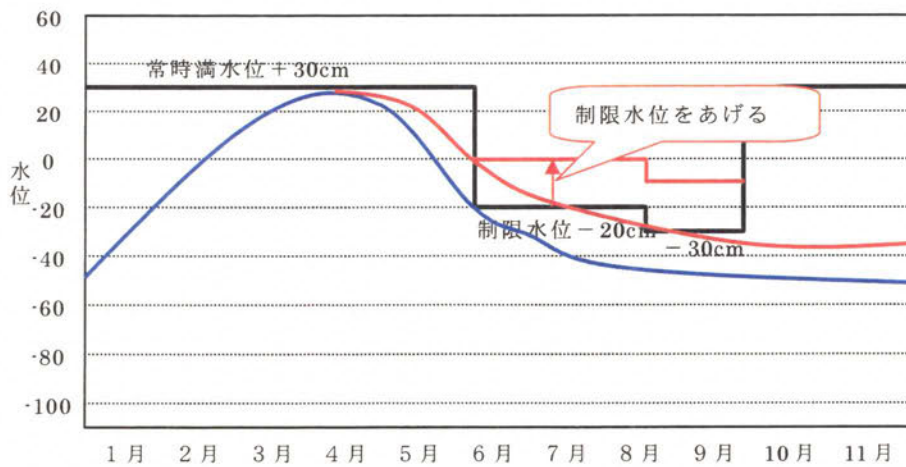


「制限水位移行期の急激な水低下」の対策

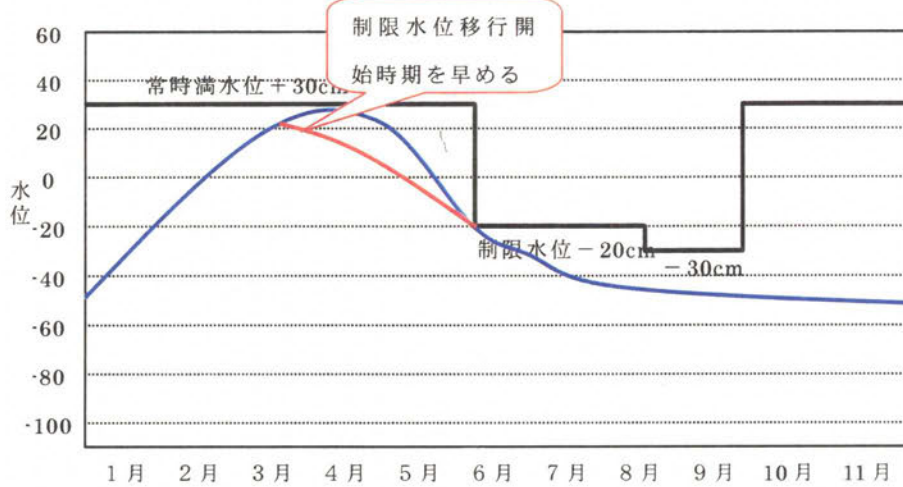
- ・ 春先の琵琶湖水位を下げる（必要以上に上げない）



- ・ 制限水位を上げる

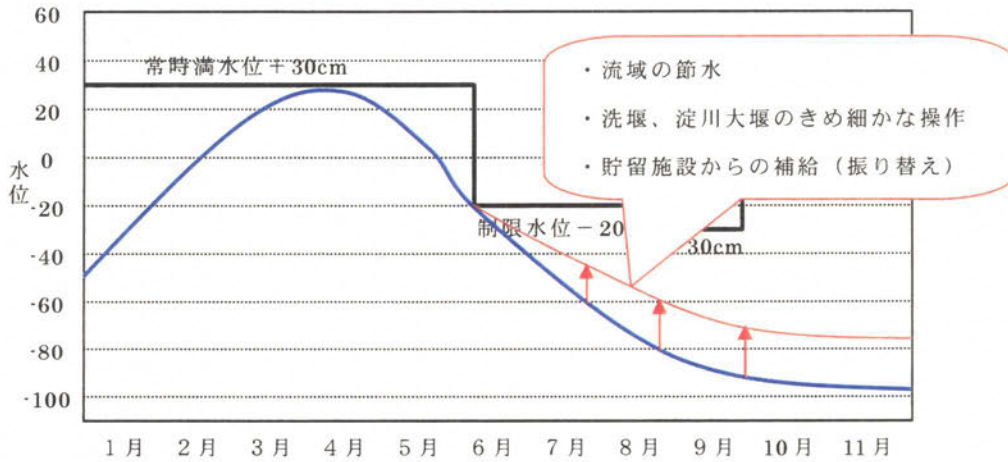


- ・ 制限水位移行開始時期を早める



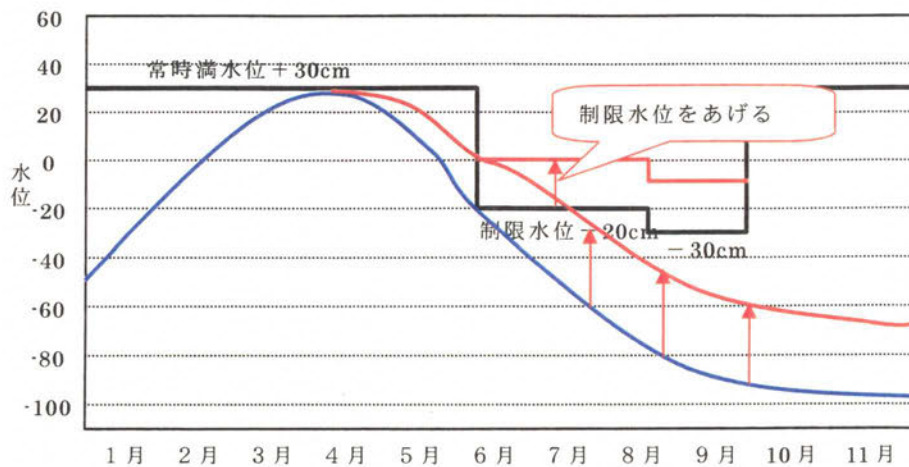
「制限水位移行後の急激な水位低下」「長期的な水位低下」対策

- ・ 流域の節水
- ・ 洗堰、淀川大堰のきめ細かな操作
- ・ 貯留施設からの補給（振り替え）



「長期的な水位低下」対策

- ・ 制限水位の引き上げ





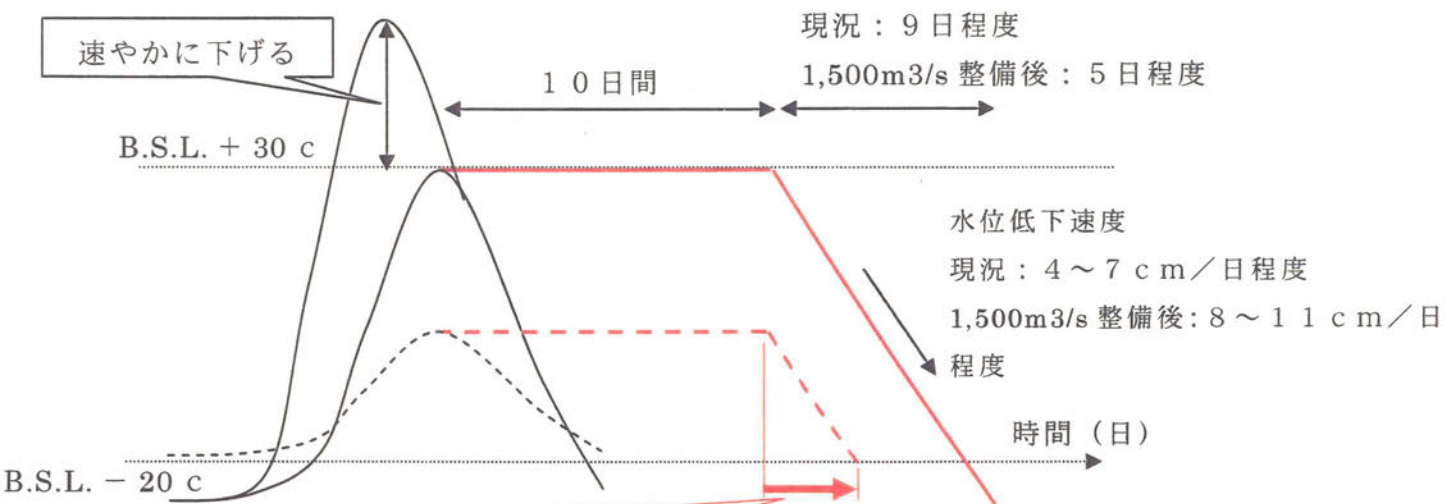
## 【解説1】

### 出水により上昇した琵琶湖水位をある一定期間維持させる

琵琶湖沿岸では、一部の農地などで琵琶湖水位が+30cmを超えると、浸水し始めるところが出てきます。(但し、農地が浸水していても、代掻き期などにおいては、浸水被害とはならない場合もあります。)従って、琵琶湖水位+30cm以上の水位上昇があった場合は、少なくとも+30cmまでは速やかに水位を下げる必要があります。

琵琶湖水位を+30cmまで低下させた段階で、その後、水位を一定に保つか、或いは、下流に必要な用水補給量のみを行いながら、緩やかに水位を低下させる方法が考えられます。ただし、これには次の降雨が発生しても、再び琵琶湖水位が+30cmを越えないことが前提となります。そのためには、精度の高い降雨予測が必要不可欠です。降雨予測により、水位を一定に保つことができるか、あるいは、逆に越えることが予想される場合は、速やかに制限水位まで下げるか決めることとなります。この際、降雨予測が大きく異なると、浸水被害を発生させてしまうこととなります。

また、出水後に上昇した水位を一定に保つためには、水位を一定に維持している期間は、日々降雨予測の把握を行い、仮に降雨が予想されるような場合は、速やかに制限水位まで水位低下させることができ、さらに、その水位を低下させるのに要する時間に相当する、先々の降雨予測が出来れば可能と考えられます。



制限水位まで下げるのに要する期間の先々の降雨予測が可能であれば、その降雨が予想される時点まで、水位を一定に維持することが可能であるが、現状では1日で制限水位まで下げられる範囲での実施が限界。

そこです、洗堰の操作によって下げられる水位について、平成15年の実績では、瀬田川洗堰を全開すると、その時の琵琶湖への流入量や琵琶湖水位にもよりますが、概ね4~7cm/日程度（出水によって異なります）、琵琶湖水位が低下しました。

これを既定計画どおり瀬田川~宇治川の流下能力を1,500m<sup>3</sup>/sにすると、その効果は琵琶湖水位等によって多少異なりますが、概ね300m<sup>3</sup>/s程度、流下能力がアップすることになります（上図）。これにより、整備後に瀬田川洗堰を全開すると、琵琶湖水位の低下速度は、概ね8~11cm/日程度になります。

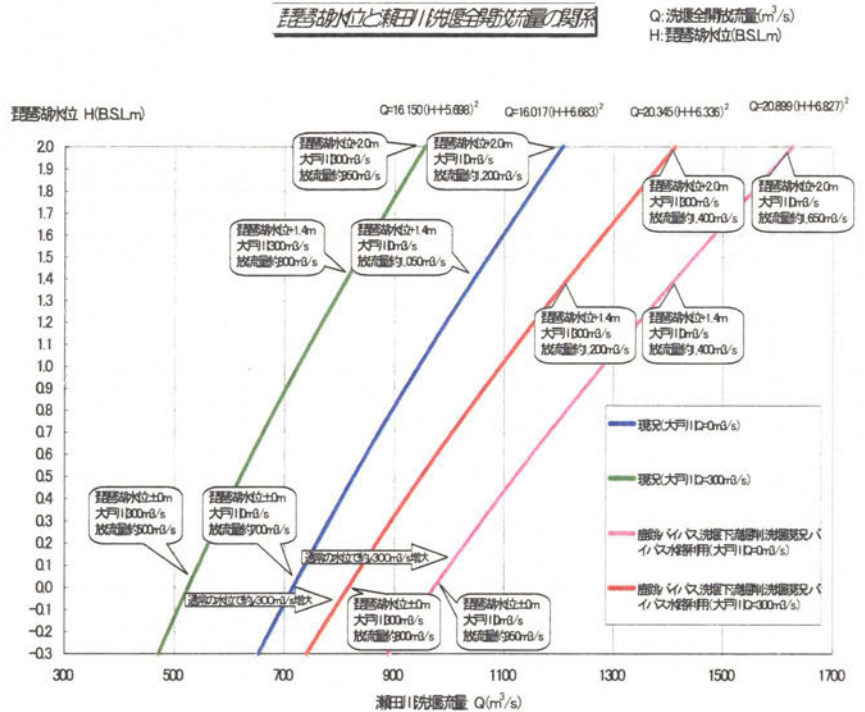
このため、琵琶湖水位+30cmで水位を一定に維持しようとする、制限水位である-20cmまで水位下げるだけでも、現状では9日、1,500m<sup>3</sup>/s整備後で5日程度かかることとなります。

次に、どの程度先までの降雨予測であれば、操作に必要な精度が期待できるかということになります。右図は、比較的精度が高いと考えられる2日先の予測雨量と実績雨量との関係を表したものです。

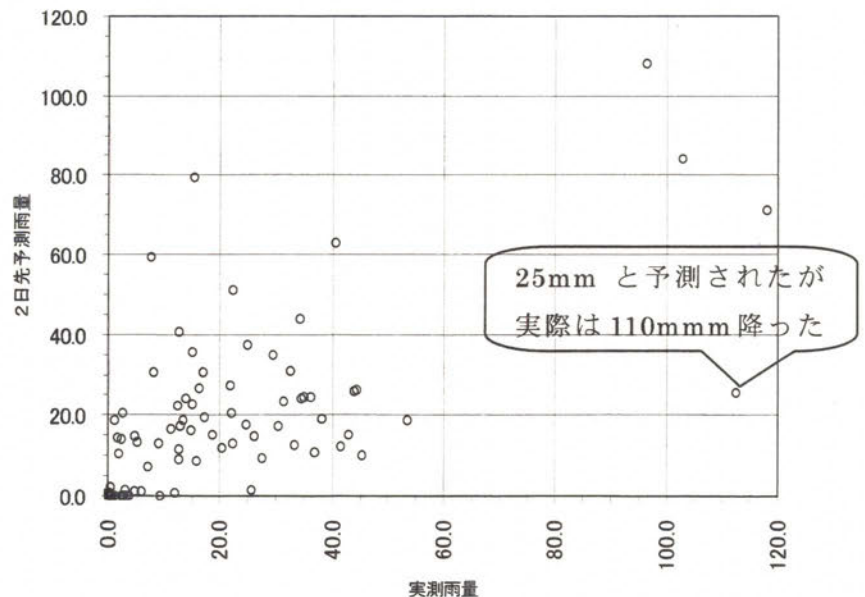
2日間で下げられる水位は、現況で8~14cmとなりますが、同じ量の水位上昇が見込まれる雨量はおおむね30mm~50mmとなります。

予測雨量が 25mm

琵琶湖水位と瀬田川洗堰全開放流量の関係



琵琶湖流域の2日先予測雨量と実績雨量との比較 (平成15年4月から8月まで)



※ 2日先雨量とは、当該日の18:00から翌々日の9:00までの雨量

※ 予測は当該日の16:00



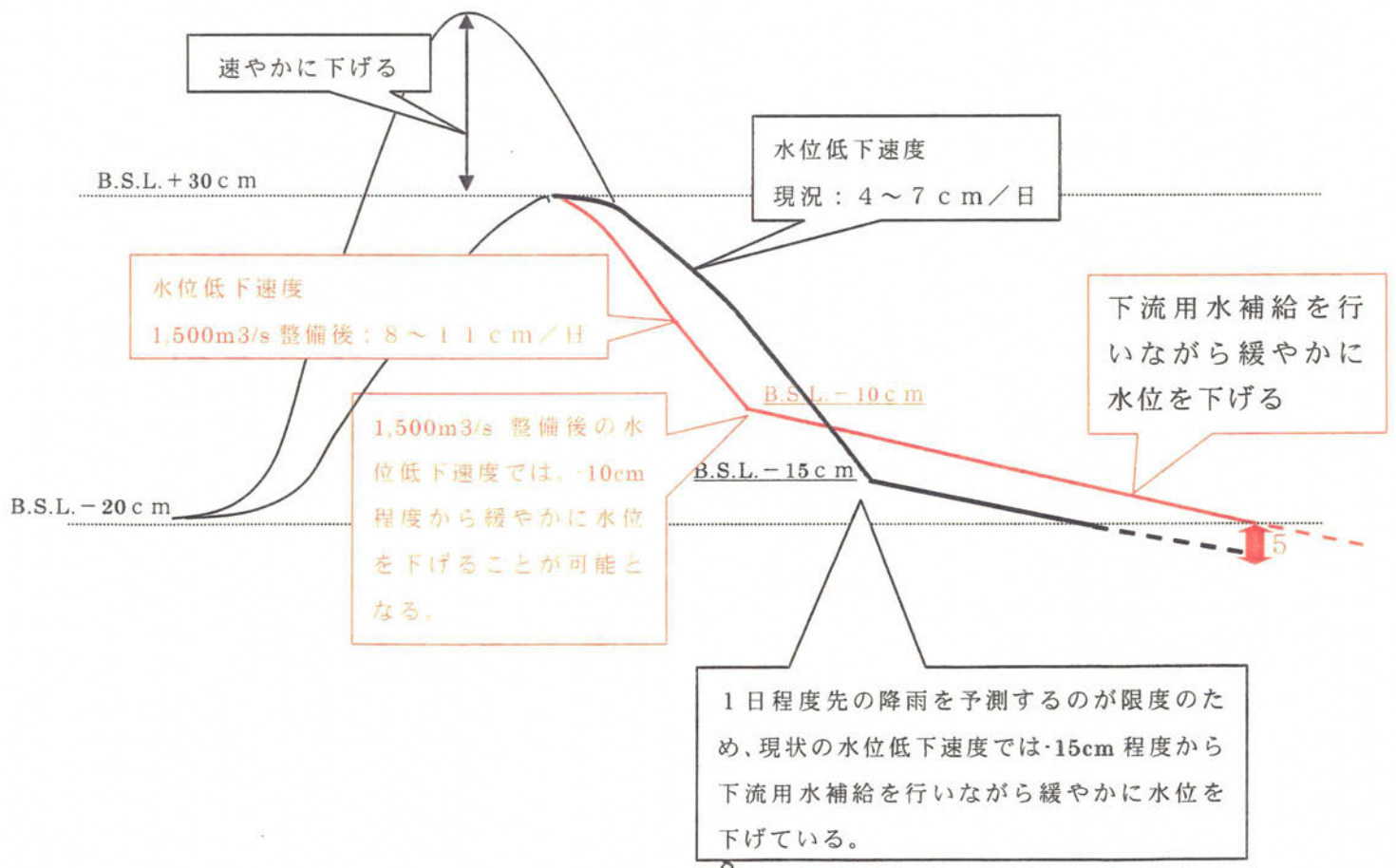
とされたのに対して、実績雨量は 100mm を超えてしまうような場合や逆にわずかな量しか降らない場合も見受けられます。従って、現時点の予測精度では、降雨予測にたよることなく、1日で制限水位まで低下させることが可能な制限水位 + 5 cm 程度で、水位維持を図るのが限界と言えます。なお、瀬田川～宇治川の流下能力を 1,500 m<sup>3</sup>/s まで高めることによって、1日で下げられる水位幅が大きくなり、制限水位 + 10 cm 程度で水位維持を図ることが可能となります。

### 【解説2】

#### 洪水期に出水により上昇した琵琶湖水位を緩やかに低下させる

洪水期において制限水位を上回っている場合は、次に発生する降雨に備え、速やかに制限水位まで下げることが要求されます。しかし、解説1でも記したように、現時点の降雨予測精度では、その降雨が発生するまでに制限水位まで水位を低下させることが出来る範囲であれば一定期間水位を維持させることが出来ます。しかし、それ以上水位が上昇した場合は、速やかに水位を低下させる必要があります。このようなときは次善策として、出来るだけ緩やかに水位を低下させることが考えられます。

現状の瀬田川～宇治川の河道状況では、解説1で述べたことをふまえると、出水後上昇した水位は、制限水位 + 5 cm 程度までは速やかにさげる必要がありますが、下流用水補給だけ琵琶湖から流出させることによって、それ以降は日々の降雨予測を把握しながら緩やかに水位を低下させることが可能です。なお、1,500 m<sup>3</sup>/s 整備後は、下流用水補給しながらの緩やかな水位低下への移行が、制限水位 + 10 cm 程度から可能となります。



なお、洪水時に出水により上昇した水位を制限水位まで速やかに低下させず、一定期間維持させたり、或いは、緩やかに低下させることによって、その分その後の水位低下の改善が図られることとなります。

### 【解説3】

#### 制限水位への移行期前の春先の管理水位の設定

制限水位へ移行する前の春先の琵琶湖水位を、利水上影響の無い範囲で低く設定し、制限水位移行期の下げ幅を縮小させることにより、この期間の緩やかな水位低下が可能となります。

#### 1. 移行期前の春先の管理水位の検討

##### 1-1 検討条件

年間を通じて確保すべき琵琶湖水位を下記の条件で検討しました。

##### 1) 検討期間

日平均高浜流量が記録されている 1970 年（昭和 45 年）から 2002 年（平成 14 年）までの、33 年間。

##### 2) 確保流量の設定

近年の実績取水量を基本としました。

##### (1) 上工水

近年 5 ヶ年の平成 9 年～13 年までの日取水量（報告取水量）より、月平均取水量を用いました。

##### (2) 農業用水

昭和 56 年 6 月～9 月、平成 7 年と平成 8 年の 1 月～12 月の月最大取水実績を用いました。

##### (3) 維持用水

神崎川 10m<sup>3</sup>/s、旧淀川 70m<sup>3</sup>/s、淀川大堰魚道放流量 5m<sup>3</sup>/s の実管理を反映して計 85m<sup>3</sup>/s としました。

以上より、枚方地点での確保流量を以下の表の通りとしました。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
取水量	140.7	141.6	141.5	147.8	150.3	152.8	155.6	155.2	152.6	149.1	142.7	142.9

\* 枚方地点≒高浜地点

## 1-2 確保水位の算出方法

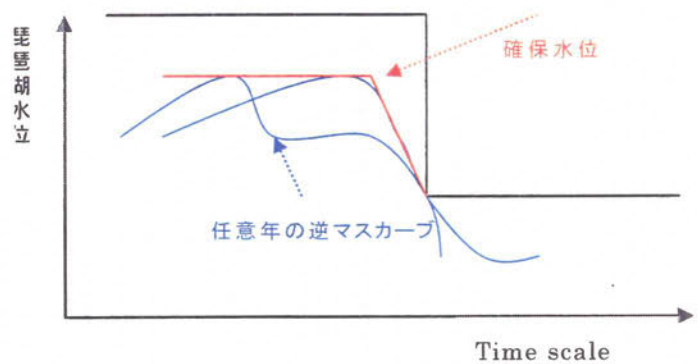
琵琶湖の水位管理において、洪水防御と下流用水の補給に支障が発生しないような任意の時点での確保水位の制定が必要となります。

洪水防御に関しては、洪水期においては制限水位、非洪水期においては常時満水位を超えない管理をすることにより達成されますが、下流用水補給に支障を与えないような、特に渇水時に配慮した任意の時点における、確保すべき水位を設定する必要があります。

そのためには、洪水期の6月16日の制限水位-20cmと9月1日の制限水位-30cmを確保することが必要となります。そこで、検討対象各年において、この時期を起点として逆マスカーブ法を用いて各年毎の確保水位を再現した上で、それぞれの年の確保水位を包絡させて、確保水位を設定することとしました。

### 【逆マスカーブ法】

逆マスカーブ法とは、時系列をさかのぼって水位を累積していく方法で、左のようなイメージ図になります。



## 1-3 確保水位検討結果

本検討計算は、

- 1) 実績流量に基づく確保水位及び
- 2) 水文観測の精度等を考慮し、琵琶湖水位逆算流入量を10%の安全を持たせた確保水位

の2ケースについてのシミュレーションを実施しました。

その結果を10~11頁に示します。

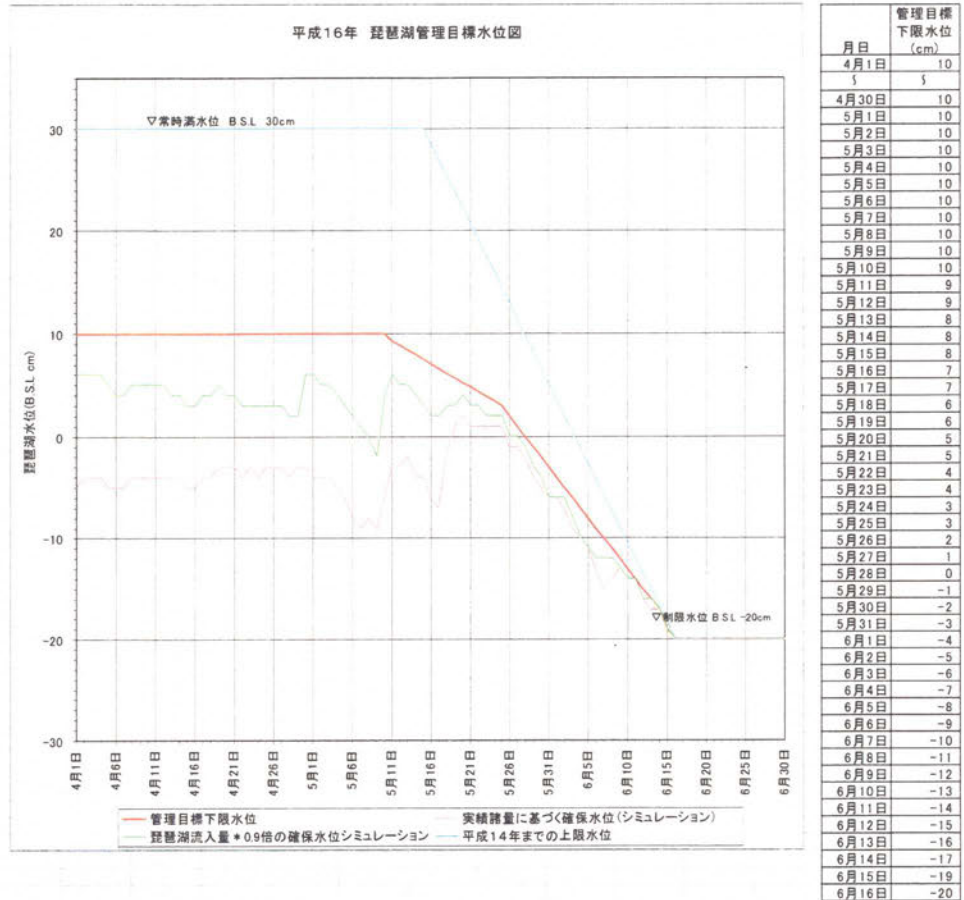
## 2. 4月1日から6月16日までの管理目標下限水位の設定

確保水位検討の結果

- 1) 実績諸量に基づくシミュレーションでは  
4月から5月中旬までは最大+1cm
- 2) 琵琶湖水位逆算流入量に10%の安全を確保した場合のシミュレーションでは  
4月から5月中旬までは最大+6cm  
5月中旬から6月16日は、制限水位-20cmに向かって低減



これを勘案した琵琶湖水位の管理目標（下限）水位を設定すると、以下の図のようになります。



### 3. 本検討対

#### 象期間での検討結果の検証

本検討に用いた検討対象期間は、1970年から2002年までの33年間としています。一方、琵琶湖の流域平均日雨量は1894年から存在します。従って、短期期間であるため、評価の妥当性の指標として琵琶湖流域平均雨量の確保水位設定期間の4月から6月までの3ヶ月の合計雨量からも計算期間を検証しました。

なお、6月は梅雨期であるため、念のためこの6月を除く4月から5月までの2ヶ月の合計雨量でも検証しました。

その結果、4月から6月までの合計雨量（下表参照）は、2002年より過去109年間で、3ヶ月雨量の最も少ない年は1987年（昭和62年）の286mmでした。

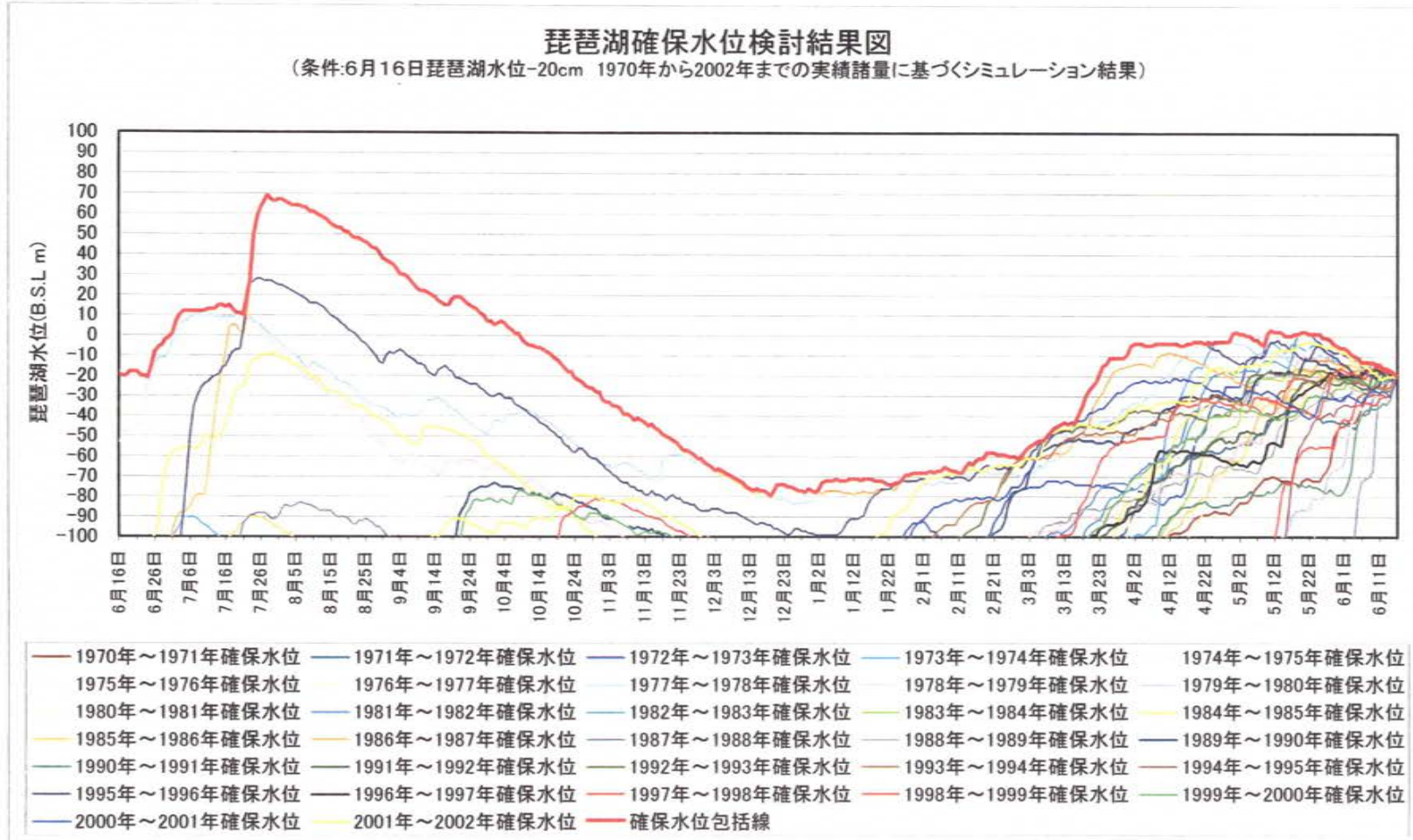
また、4月から5月までの合計雨量（下表参照）は、2002年より過去109年間で、2ヶ月雨量の最も少ない年は1996年（平成8年）の159mmでした。

順位	生起年	4月～6月までの 累積雨量 (mm)
1	1987	286
2	1922	305
3	1944	314
4	2002	320
5	1929	329
6	1939	341
7	1919	345
8	1948	347
9	1994	353
10	1900	353

順位	生起年	4月～5月までの 累積雨量(mm)
1	1996	159
2	1917	162
3	1895	164
4	2001	168
5	1919	185
6	1934	187
7	1987	189
8	1940	190
9	1922	191
10	1901	196

4月から6月までの3ヶ月合計雨量と4月から5月までの2ヶ月合計雨量の最小降雨生起年は、昭和45年から平成14年までの検討対象期間に含まれていることから本検討計算期間は、妥当と評価されます。

1. シミュレーション条件：実績諸量に基づくシミュレーション



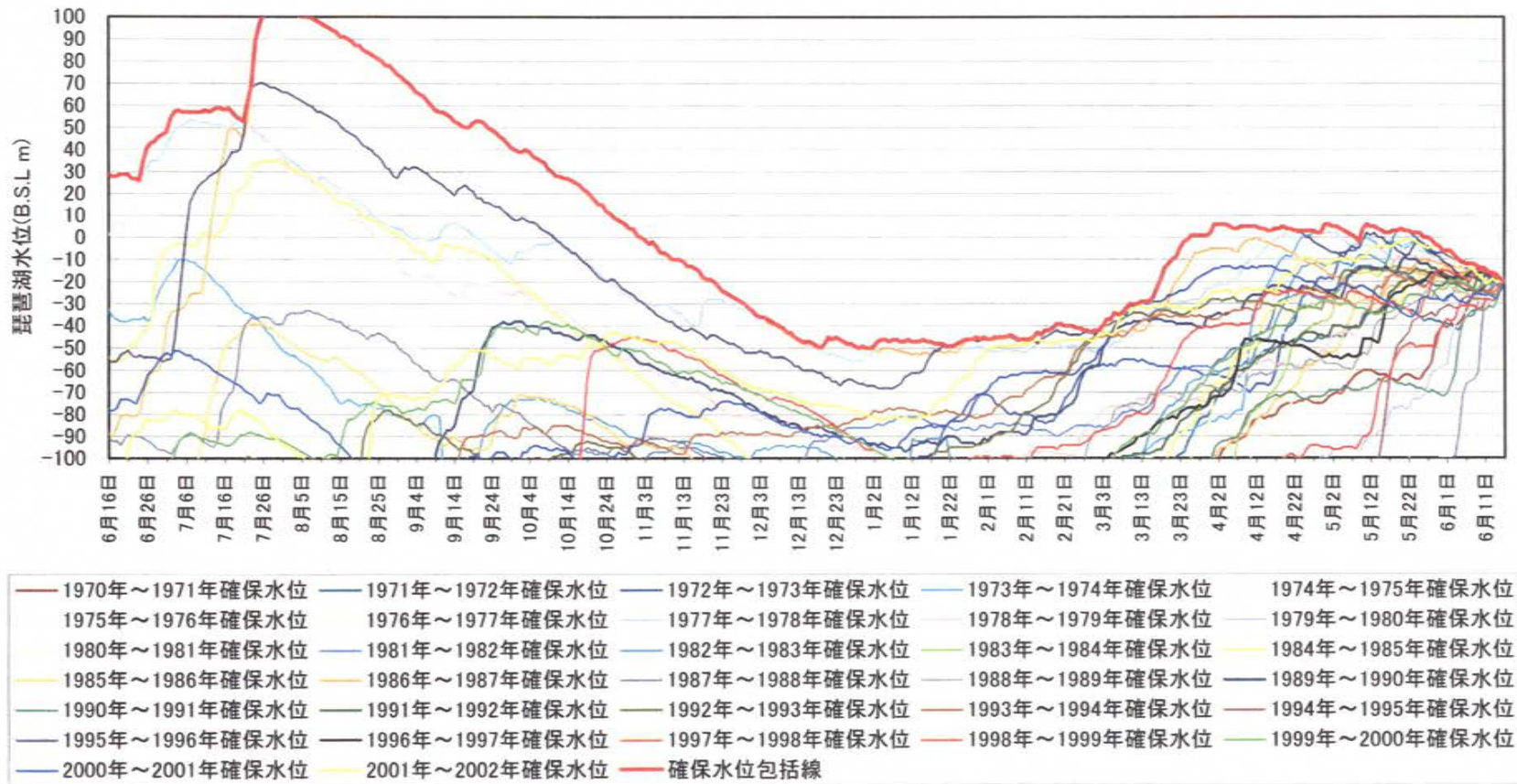
計算期間：1970年から2002年まで  
実績流量



2. シミュレーション条件：琵琶湖水位逆算流入量×0.9に基づくシミュレーション

琵琶湖確保水位検討結果図

(条件:6月16日琵琶湖水位-20cm 1970年から2002年までの実績諸量に基づくシミュレーション結果)

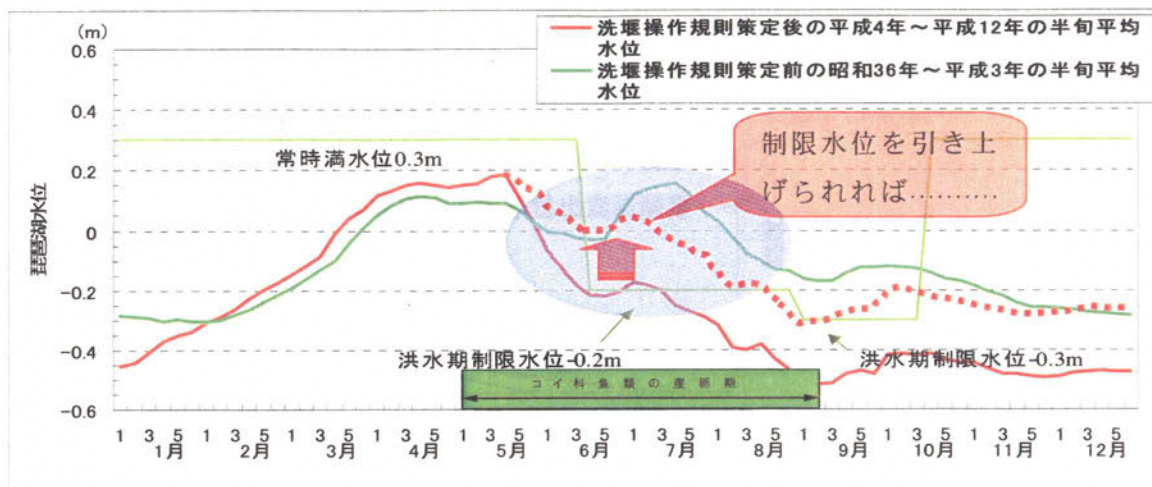


計算期間: 1970年から2002年まで  
琵琶湖流入量倍率: 0.9

#### 【解説4】

#### 制限の水位の引き上げは、治水とのトレードオフ

6月16日からの第1期の洪水期制限水位を-20cmから洗堰操作規則制定以前の±0cm程度に、或いは±0cmに近づけることが出来れば、従前の琵琶湖の水位変動に近づけることができ、琵琶湖環境改善に寄与できる可能性があります。



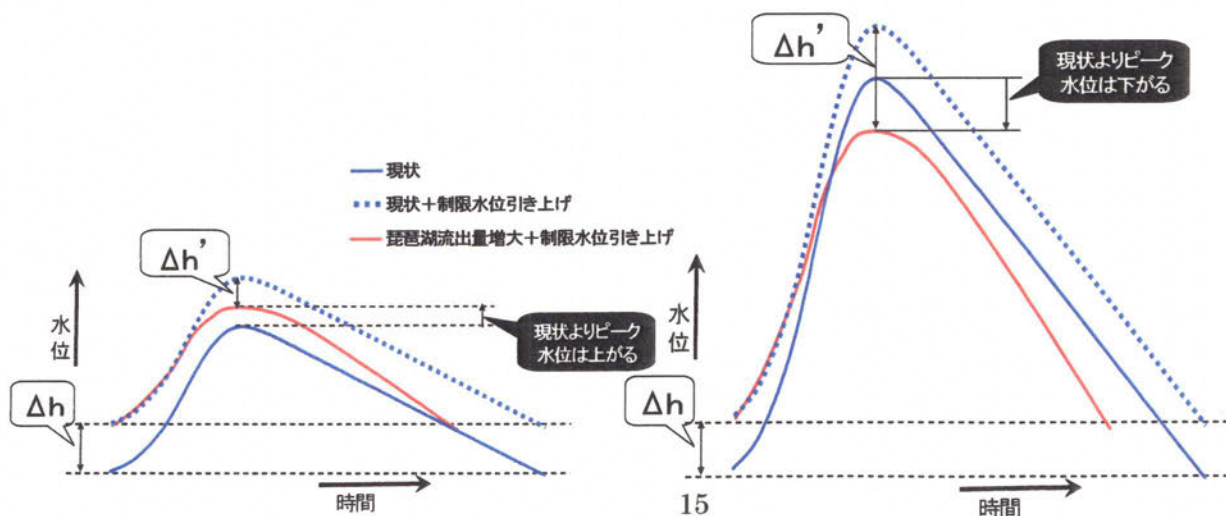
※半旬水位は5日間の平均水位であり、ここではその半旬水位の対象期間内の年平均値を算出した結果をしています。

しかし、現状で制限水位を引き上げると、降雨により水位が上昇した場合に引き上げた分だけ従前より水位が高くなり、現状より被害を拡大させることになります。

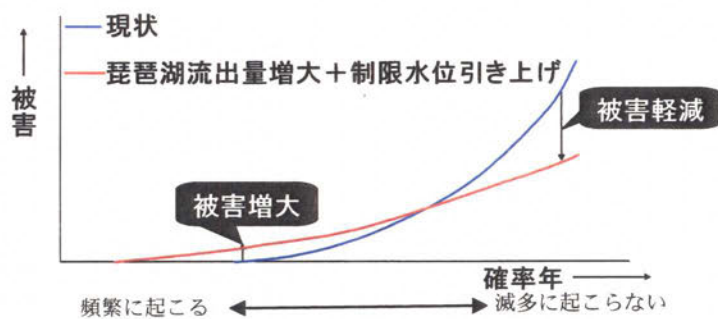
この課題を解消する方法として、琵琶湖からの流出量を増大させる方法があります。しかし、現在取り組んでいる瀬田川～宇治川の1,500m<sup>3</sup>/s対応は、既定計画においては、琵琶湖沿岸の浸水被害の軽減に寄与するものとして位置付けられています。従って、1,500m<sup>3</sup>/s整備によって直ちに制限水位が上げられるものではありません。この対応による効果分を、制限水位は従来そのままとして琵琶湖の水位上昇の抑制と速やかな水位低下のために充てる場合と、制限水位を引き上げて琵琶湖環境改善に寄与させる場合では、両者はトレードオフの関係にあります。そのため後者を選択する場合は、琵琶湖沿岸の浸水被害の回避・軽減を望まれている住民の方々の理解を得ることが必須になります。

小規模な洪水(発生確率:大)

大規模な洪水(発生確率:小)



また、瀬田川～宇治川の流下能力の増強による効果を、制限水位を引き上げることに使っても、規模の小さい洪水では琵琶湖のピーク水位が現況の河道の場合より高くなることがあります。逆に規模が大きくなるにつれて、ピーク水位が下がり、更に規模が大きくなると、現況の河道の場合よりピーク水位が下がることとなります。従って、制限水位の上げ幅にもよりますが、頻繁に発生するような規模が小さい洪水では、現況より被害（被害そのものは小さい）が増大します。



その一方で、そう頻繁には発生しないような規模が大きい洪水では、現況の河道の場合より被害が減少（規模が大きくなるに従い被害減少幅も大きくなる）します。

洪水の発生頻度（小さい規模ほど発生頻度が大きく、大きい規模に従い発生頻度は小さくなる）と、その時の被害の増減をどのように評価するかによって判断することになります。