

3. 7. 4 琵琶湖について

(1) 琵琶湖流域の概要

1) 地勢、特徴

琵琶湖は淀川水系の最上流部に位置している。琵琶湖の流域面積は、瀬田川洗堰より上流で約3,800 平方キロメートルあり、これより下流の三川（宇治川、木津川、桂川）合流部から上流の淀川流域面積の約3,200 平方キロメートルより大きな面積を持っている。（図3-7-4(1)）

また、琵琶湖は、湖面積が約670 平方キロメートルと広く、貯水量は琵琶湖水位1cmで約670万立方メートル、貯水総量は約275億立方メートル（天ヶ瀬ダム総貯水容量2,628 万立方メートルの約1,000 倍）と膨大である。

琵琶湖は、琵琶湖流域の洪水を一旦貯留することから、下流の京都府や大阪府の洪水被害の軽減に役立っている。さらに、京阪神等の貴重な水資源の供給源として、湖岸周辺だけでなく、下流域の産業や文化の発展に大きく寄与している。

また、琵琶湖は、世界でも有数の古い湖でもあり、ビワマス、セタシジミなど50種を超える固有種を含む千数百種以上の動植物が生息・生育している。湖辺空間は学術研究の場、豊かな水産業の場であるとともに、滋賀県民はもとより内外から多くの人々が訪れる観光地で、湖面を利用した多様なレクリエーションを楽しめる空間となっている。

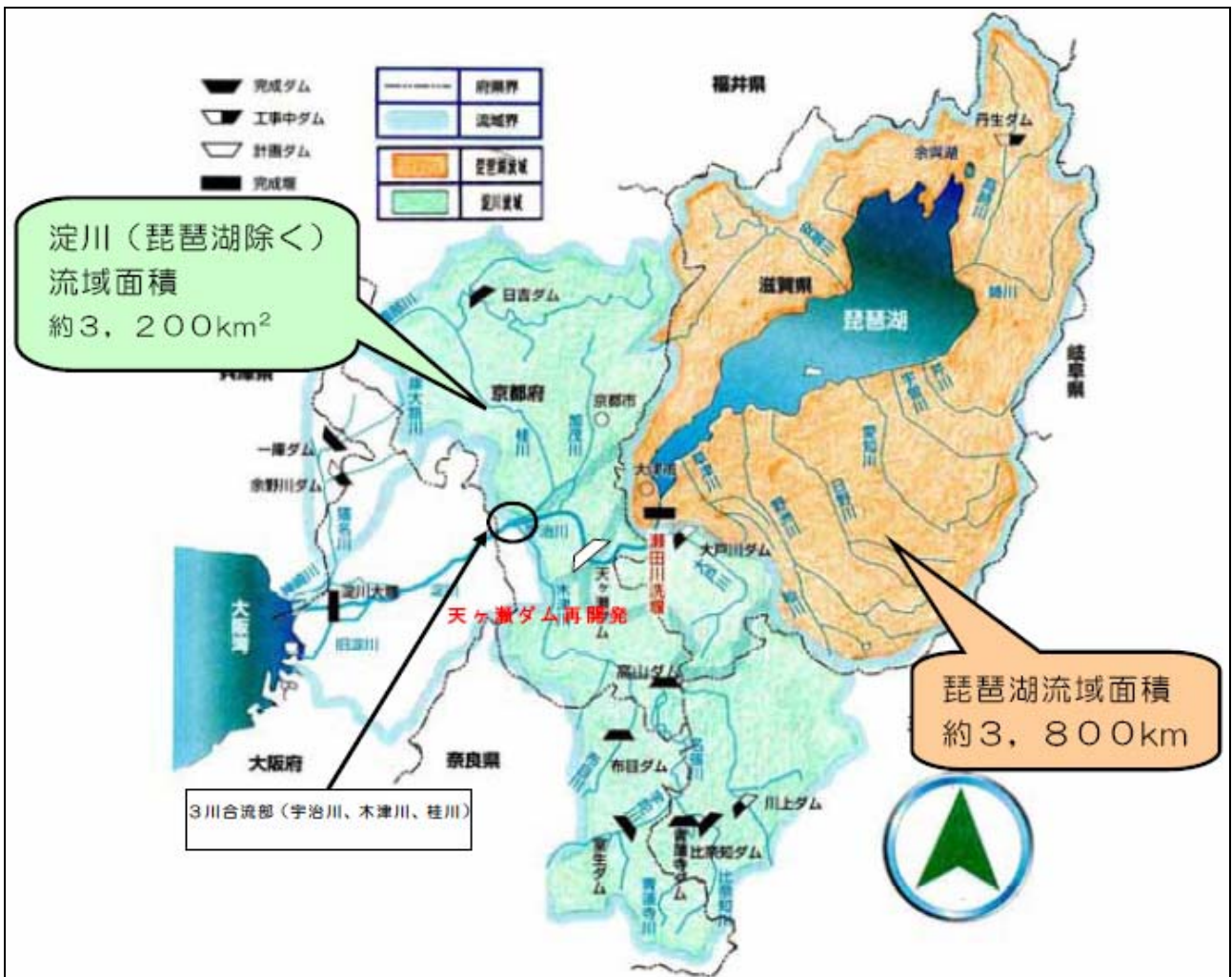


図 3-7-4(1) 琵琶湖淀川流域図

2) 琵琶湖からの流出地点

現在、琵琶湖の水は、次の4地点から下流へ流出している。

- ①瀬田川洗堰→瀬田川
- ②琵琶湖第一疏水→京都市内→宇治川
- ③琵琶湖第二疏水→京都市内→宇治川
- ④宇治発電所水路→発電所→宇治川

流出地点における構造物の竣工年月および水利権量は、次のとおりである。(写真 3-7-4(1))

(竣工年月順に記載)

	竣工年月	現存	水利権量など
第一疏水	明治 23 年(1890)3 月竣工	○	8.35m ³ /s
南郷洗堰	明治 38 年(1905)竣工	×	(人力桁ゲート)
第二疏水	明治 45 年(1912)3 月竣工	○	15.3m ³ /s
宇治発電所水路	大正 2 年(1913)7 月竣工	○	61.22m ³ /s
瀬田川洗堰	昭和 36 年(1961)3 月竣工	○	(電動ゲート)

琵琶湖疏水(第一、第二)

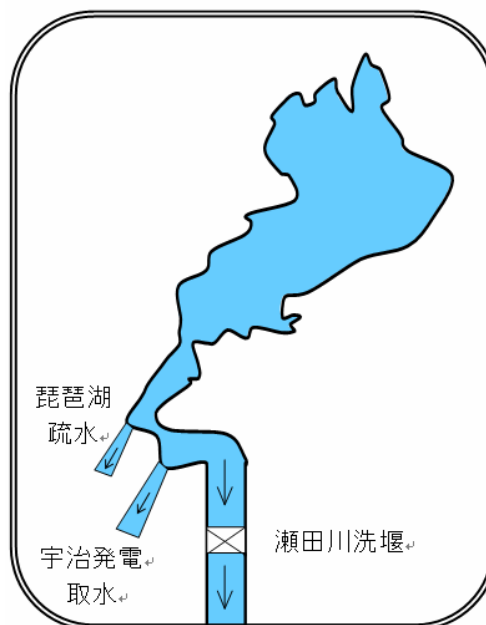


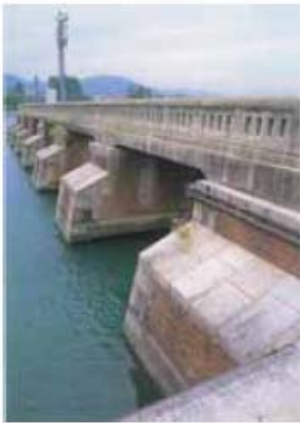
写真 3-7-4(1) 琵琶湖疏水及び宇治発電所

(2) 瀬田川洗堰の概要

瀬田川洗堰は、琵琶湖周辺の洪水防御、琵琶湖の水位維持、洗堰下流の宇治川・淀川の洪水流量の低減及び流水の正常な機能の維持並びに水道用水、工業用水及び農業用水の供給を目的に設置された施設である。(写真3-7-4(2))

現在の瀬田川洗堰は昭和36年に築造された2代目の施設である。

初代の南郷洗堰は明治38年に築造されている。初代の南郷洗堰は、明治29年から明治43年にかけて行われた淀川改良工事の中で、瀬田川の浚渫とともに重要な事業として位置づけられたものである。それは、瀬田川浚渫により流れがよくなり、琵琶湖沿岸の浸水被害の軽減に寄与する一方で、何の制御もなしに流れやすいままでは下流淀川が洪水を起こしやすくなるほか、長い間雨が降らないと琵琶湖の水位が下がり、逆に渇水になってしまうなど、洪水と渇水という相反する2つの事柄を解決するために設置されたものである。



南郷洗堰



瀬田川洗堰



瀬田川洗堰

写真 3-7-4(2) 瀬田川洗堰

(3) 琵琶湖における過去の水害

琵琶湖において発生した主な水害については、表3-7-4(1)及び図3-7-4(2)のとおりである。

表3-7-4(1) 琵琶湖における過去の水害

年月日	原因	ピーク水位	氾濫状況※2)	被害状況※2)
		琵琶湖水位※1) B. S. L. +m		
明治29年 9月13日	台風 前線	3.76	9/3~9/12に1008mmの豪雨 浸水日数 238日 浸水面積16,594ha	浸水家屋 28,000戸
大正6年 10月29日	台風	1.43	浸水日数 68日 浸水面積 6,193ha	床上浸水 555戸 床下浸水 2,984戸
昭和28年 9月27日	台風	1.00	浸水日数 17日 浸水面積 4,000ha	床上浸水 9,390戸 床下浸水 29,284戸
昭和34年 8月16日	台風	1.00	浸水面積 1,020ha (田畑の水没面積)	床上浸水 2,434戸 床下浸水 17,081戸
昭和34年 9月30日	台風 (伊勢湾)	0.87	浸水面積 823ha (田畑の水没面積)	床上浸水 1,309戸 床下浸水 19,816戸
昭和36年 7月1日	梅雨 前線	1.08	浸水日数 24日 浸水面積 4,688ha	床上浸水 223戸 床下浸水 2,445戸
昭和40年 9月18日	台風	0.92	浸水日数 11日 浸水面積 3,100ha	床上浸水 1,612戸 床下浸水 12,282戸
昭和47年 7月16日	梅雨 前線	0.94	浸水日数 12日 浸水面積 3,377ha	床上浸水 36戸 床下浸水 719戸
平成7年 5月16日	梅雨 前線	0.93	浸水日数 11日 浸水面積 742ha	床上浸水 0戸 床下浸水 7戸

※1 琵琶湖水位とは、平成4年3月までは鳥居川水位を代表させ、それ以後は琵琶湖の5地点平均水位での表示としている。

※2 B. S. L. : 琵琶湖基準水位(=T. P. +84.371m)

※3 流入河川の氾濫による浸水被害も含む。

被害数値の出典：『治水の歴史をたずねて』 旧建設省近畿地方整備局琵琶湖工事事務所 昭和60年発行
『琵琶湖出水記録誌』水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所
『びわこ洪水'95 (+93cmの記録)』滋賀県土木交通部河港課

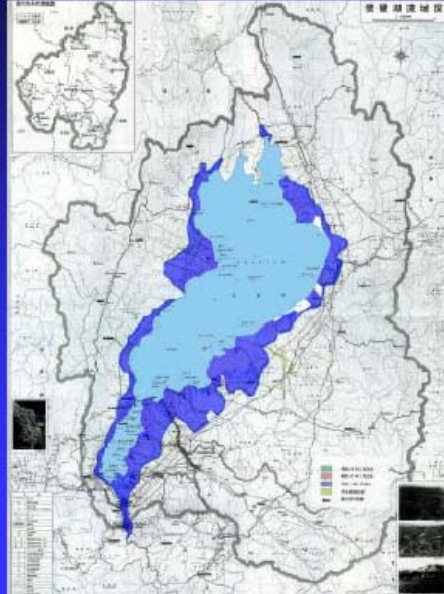
浸水被害の状況 (明治29年9月洪水)



大津市瀬田、西光寺の石標に残る洪水跡

琵琶湖水位+3.76m
(鳥居川水位)

浸水範囲



浸水被害の状況 (平成7年5月洪水)



能登川町 大同川排水機場周辺

琵琶湖水位+0.93m
(5地点平均)

浸水範囲

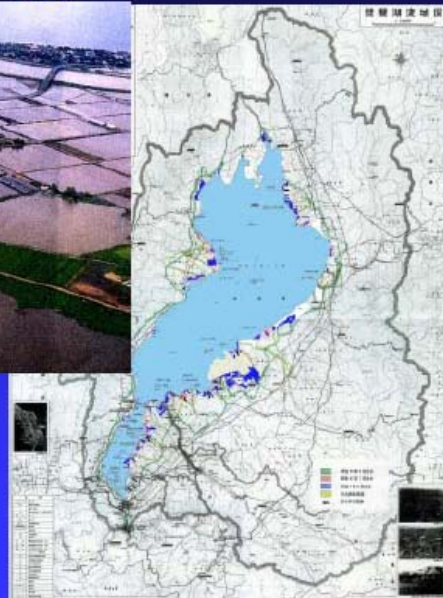


図 3-7-4(2) 琵琶湖における過去の洪水状況(明治 29 年、平成 7 年)

(4) 琵琶湖の整備状況

1) 琵琶湖治水の経緯

前述のとおり、琵琶湖周辺は、過去幾度も浸水被害を被っている。このため、琵琶湖治水の取り組みを鋭意進めてきた。

琵琶湖の本格的な改修工事は、1896年(明治29年)の淀川改良工事計画を契機に始まっている。この治水計画では、瀬田川に洗堰を設置して洪水を迎えるために水位を低下させるとともに、瀬田川の流下能力も増大させ、淀川の洪水ピーク流量を増すことなく琵琶湖の排水能力を高めるもので、これ以降の琵琶湖治水の思想を確立させる重要な事業となった。

その後も、淀川第1期河水統制事業や淀川水系改修基本計画において瀬田川の流下能力は向上してきた。また、より安全な琵琶湖の治水対策として、1972年(昭和47年)から25箇年の歳月を要して実施された琵琶湖総合開発の一環として、治水対策と水資源開発を主目的とした瀬田川(洗堰から上流区間)の浚渫が実施された。現在も、瀬田川(洗堰から下流区間)の浚渫が実施されている。

これまでの琵琶湖の改修計画の経緯は、表3-7-4(2)のとおりである。

表 3-7-4(2) 琵琶湖の改修計画の経緯

工事名	工期	琵琶湖計画面高水位(m)	瀬田川計画面流量	着手の契機	計画の考え方		主要工事内容
					淀川水系治水計画における琵琶湖の位置づけ	琵琶湖の治水方針	
淀川改良工事以前	～1896年(～明治29年)	-	*1 琵琶湖基準水位±0m; 50m ³ /s程度	上下流問題を抱える瀬田川浚渫問題解決	下流部の治水対策を優先し、琵琶湖の洪水調節能力を保持	湖岸域では大規模な浸水被害が頻発したが、放置された	瀬田川は現状掘置
琵琶湖水理取調	1892年(明治25年)	-			-	①湖岸築堤案,②北海疎通案,③湖面水位低下案の3案が検討された	構想のみ
淀川改良工事 淀川高水 防御工事 計画	1896年 ～1910年 (明治29年 ～明治43年)	-	*2 琵琶湖基準水位±0m; 200m ³ /s	1896年(明治29年)河川法 1889年(明治22年)出水 1917年(大正6年)出水	瀬田川に洗堰を設け、淀川洪水時にその最高水位の約半日前から洗堰を閉鎖し、琵琶湖からの放流量を0m ³ /sとする	洗堰の操作で冬季放流量を増し、翌年春夏の洪水に備え当時の琵琶湖の常水位(琵琶湖水位+0.8m)より3尺(0.8m)低下させ湖岸域での浸水日数を軽減	瀬田川の浚渫 1904年(明治37年);洗堰竣工
淀川改修 増補工事	1918年 ～1932年 (大正7年 ～昭和7年)	-			同上	同上	
淀川補修 工事	1939年 ～1954年 (昭和14年 ～昭和29年)	-			同上	同上	
淀川 第1期 河水統制 事業	1943年 ～1952年 (昭和18年 ～昭和27年)	-	*3 琵琶湖基準水位±0m; 400m ³ /s		同上	夏期の迎洪水位は0mとし、0mから0.8mまでを洪水調節容量とする利水が主の計画であった	瀬田川の浚渫
淀川水系 改修基本 計画	1954年 ～1964年 (昭和29年 ～昭和39年)	-	*4 琵琶湖基準水位±0m; 600m ³ /s		治水対策の主眼は経済効果の大きい下流地域の高水防御におかれた(淀川洪水時の琵琶湖からの放流量; 0m ³ /s)	湖岸の水位上昇を緩和し、沿岸の水害を軽減する	瀬田川の浚渫 1961年(昭和36年);電動式の新洗堰竣工
淀川水系 工事実施 基本計画	1965年 ～1970年 (昭和40年 ～昭和45年)	-			同上	同上	瀬田川の浚渫 洗堰の改築
改定・ 淀川水系 工事実施 基本計画	1971年～ (昭和46年 ～)	琵琶湖基準水位+1.40	*5 琵琶湖基準水位±0m; 800m ³ /s		淀川洪水時には琵琶湖からの放流量は0m ³ /sとする	洪水時による湖岸地域の被害を軽減させる 瀬田川疎通能力の増大 迎洪水水位の低下;(琵琶湖基準水位-0.2m、-0.3m)	内水地域に内水排除施設(主に湖岸堤)を築造

出典：「淡海よ永遠に」 琵琶湖工事事務所 編集・発行

2) 琵琶湖の工事实施基本計画

①昭和46年改訂の「淀川水系工事实施基本計画」における琵琶湖に関わる概要

宇治川の狭窄部上流に位置する琵琶湖は広大な湖沼であるため、洪水貯留が可能である反面、流出河川が瀬田川のみであることから、一旦水位が上昇すると高い水位が長時間継続し広範囲に浸水被害等が生ずる。

このような洪水特性を踏まえ、昭和46年に改訂された淀川水系工事实施基本計画では琵琶湖を一つの治水クローズドシステムとして扱い、琵琶湖と淀川の治水計画は独立して計画されている。独立して計画された理由は、次のとおりである。

- ・琵琶湖の貯留機能により、淀川本川の洪水量が著しく低減されること。
- ・淀川本川の洪水ピークの約1日後に琵琶湖がピーク水位を迎えること。
- ・淀川の洪水がピークを迎えたときには、宇治川の洪水が減水期であること。

昭和46年3月に改訂された「淀川水系工事实施基本計画」における琵琶湖に係わる概要は、次のとおりである

②基本高水ならびにその河道および洪水調節ダムへの配分

基本高水は、枚方上流域の計画対象雨量（2日雨量）を302mmとし、昭和28年9月洪水、40年9月洪水など、近年における大出水を対象洪水として検討し、そのピーク流量を基準地点枚方において17,000m³/sとする。このうち、上流ダム群により5,000m³/sを調節して、河道への配分流量を12,000m³/sとする。

③主要地点における計画高水流量

a) 瀬田川

琵琶湖から瀬田川への流量は、琵琶湖水位がB. S. L±0mのとき800m³/sとし、宇治地点の計画高水流量1,500m³/sとの整合を図り、琵琶湖開発事業後の琵琶湖計画高水位B. S. L+1.4mのとき、大戸川合流後の瀬田川流量は残流域流量を300m³/sとして1,500m³/sとした。

b) 宇治川

宇治川の治水計画では、

- ・宇治地点の大幅な河道拡幅が地形や住家連坦状況ならびに風致地区という特殊性等から困難であること
- ・天ヶ瀬ダム下流の計画高水流量が、天ヶ瀬ダム流域の流出量を天ヶ瀬ダムおよび大戸川ダムで洪水調節可能な流量であること
- ・琵琶湖からの後期放流量

の3点を総合的に勘案して、天ヶ瀬ダム下流の宇治地点の計画高水流量を1,500m³/sと定めた。

c) 淀川

枚方地点において琵琶湖からの放流量を0m³/sとして、12,000m³/sとする。

④主要施設計画（図3-7-4(3)）

a) 琵琶湖

瀬田川洗堰により、淀川本川下流の洪水時に洗堰を閉鎖して、下流地域の洪水被害を軽減する。また湖水位を調節するとともに、必要な箇所には湖岸堤等を建設して、琵琶湖沿岸の被害を軽減し、あわせて水需要に対処する。

b) 瀬田川

掘削および浚渫により河積を増大し、護岸等を施工して、琵琶湖水位がB. S. L±0mのときに800m³/sの流下を可能とする。

c) 宇治川

既設の天ヶ瀬ダムおよび大戸川ダムにより淀川の洪水を調節し、宇治における計画高水流量 1,500m³/s 以下に低減させる。

d) 淀川

木津川・桂川との合流点から淀川大堰までの区間については、川幅はほぼ現状のままとし、堤防の拡築を行い、また、全区間にわたって低水路の掘削、拡幅、可動堰および護岸等を施工するとともに高規格堤防の整備を図る。

淀川大堰から河口までの区間については、洪水の安全な流過を図るとともに高規格堤防の整備を図る。また、高潮の防御を目的として高潮堤防を施工する。

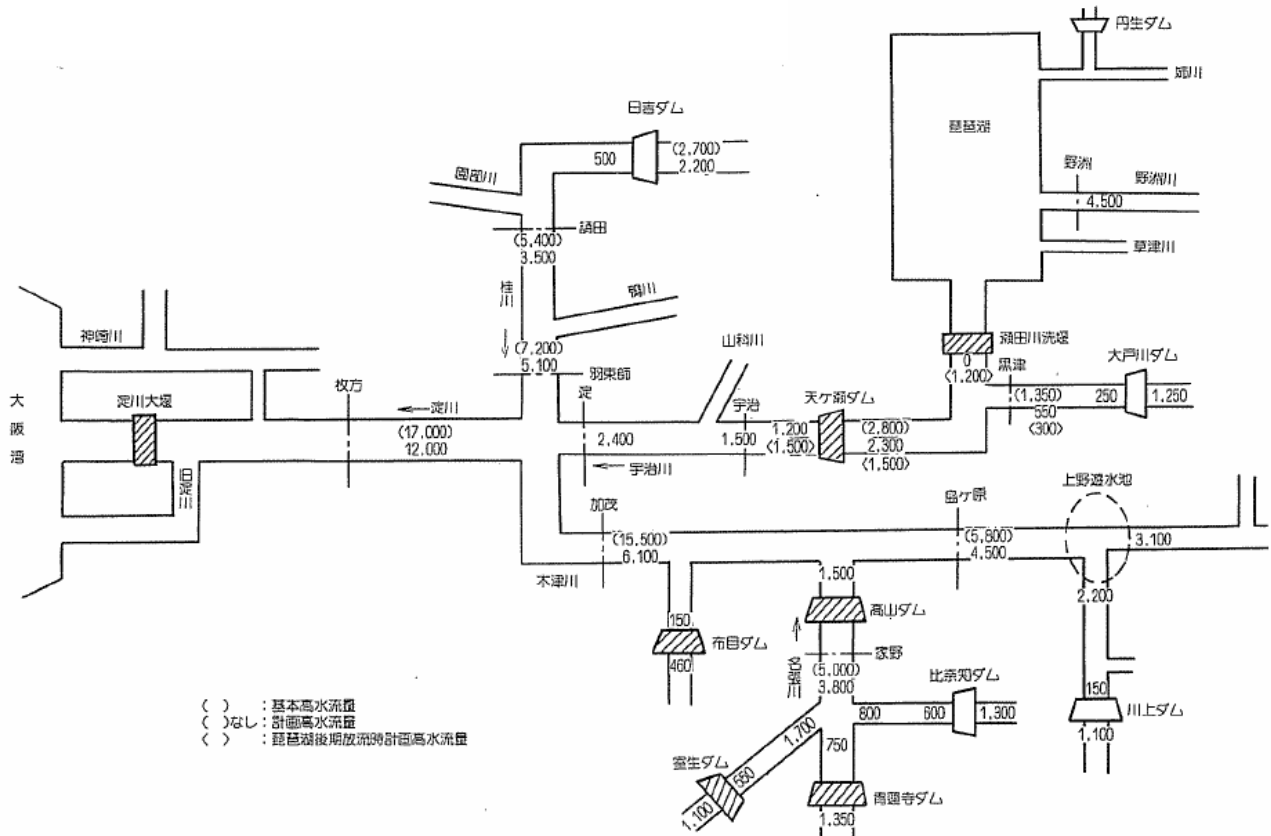


図 3-7-4-(3) 工事実施基本計画における淀川水系の計画高水流量配分図(単位:m³/s)

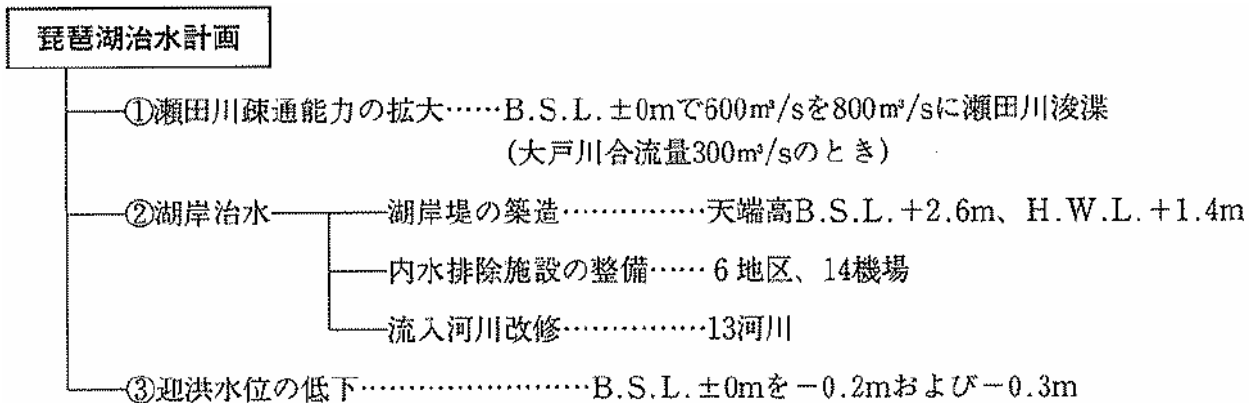
3) 琵琶湖総合開発計画における琵琶湖治水の考え方

これまでの琵琶湖の治水事業は、前述のとおり、洪水中における琵琶湖からの放流量を増加させること、および洪水前に湖水位を低下させておくこと（迎洪水位の低下）によって、最高水位の低下と浸水時間の短縮を図ることを目的に進められてきた。

この結果、洪水の頻度と規模は、近年において減少傾向にあり、治水効果は向上している。

琵琶湖総合開発計画では、従前同様に瀬田川の流下能力の増大と迎洪水位の低下を図るとともに、より安全な琵琶湖の治水を進めるため、湖岸堤の築造、内水排除施設の整備、琵琶湖流入河川の改修など、総合的な治水を目指す事業となった。

琵琶湖総合開発計画における琵琶湖の治水の考え方は、淀川水系全体の治水と利水に配慮しつつ、次の3つを大きな柱としている。



①琵琶湖の計画高水位

琵琶湖の水位観測記録は明治7年(1874年)以降蓄積されている。これにより、かなり確実な琵琶湖への流入量を求めることができる。このため、琵琶湖の計画高水位は、明治7年(1874年)以降の主な実績洪水をもとに設定されている。具体的には、主な実績洪水時の流入ハイドログラフをもとに種々の計算を行って最高水位を求めている。計算の条件は、次のとおりである。

a) 瀬田川の計画高水流量

瀬田川の計画高水流量は、「淀川水系工事实施基本計画」のとおり、宇治地点の計画高水流量 1,500m³/s と整合を図るとともに琵琶湖の計画高水位と対応させて、琵琶湖水位が B.S.L.+1.4m、大戸川合流量 300m³/s のとき瀬田川は 1,200m³/s としている。この計画により、琵琶湖の後期放流量は最大 1,200m³/s まで拡大することが可能となる。

大戸川合流量を考慮にいった理由は、瀬田川疎通能力が大戸川合流量によって左右されるためである。なお、大戸川合流量 300m³/s としたのは、通常琵琶湖が後期放流の段階に入っているときは、大戸川が流出後であるため、大戸川ダムの後期放流量と残流域流量を加味した流量としたためである。

瀬田川の河道は、昭和46年3月に策定された淀川水系工事实施基本計画に基づく琵琶湖水位と瀬田川流量との関係から、大戸川合流量が 300m³/s とした場合、琵琶湖水位が B.S.L.±0m のとき 800m³/s、B.S.L.+1.4m のとき 1,200m³/s（通称「0m-800m³/s、+1.4m-1,200m³/s」）が疎通可能なように浚渫することとなった。

b) 湖面積

従来、琵琶湖の湖面積は、昭和30年(1955年)に国土地理院が発表した資料に基づき 680 km² としてきた。

しかし、その後の湖面埋立を調査した結果、琵琶湖総合開発事業着工時では約 676 km² 程度となっており、湖面積が減少していることが明らかとなった。これに琵琶湖総合開発事業

による埋立などを考慮するとともに、利水計画での湖面積(665 km²)よりさらに余裕を見込んで、治水計画の策定では 660 km²とした。ただし、実際の計算は 680 km²として行い、これによって得られた水位を湖面積の減少に応じて補正している。

c) 洗堰の操作の取り扱い

洗堰の操作は、近似的に各洪水とも琵琶湖流入量のピークを中心として 24 時間全閉に統一している。将来、下流淀川の改修やダムの建設が進むと洗堰の全閉時間は大幅に減少すると思われるが、計算上は 24 時間全閉としている。

d) 迎洪水位

迎洪水位は、低くすればするほどピーク水位が低下して治水上安全となるが、洪水がなかった場合は琵琶湖が渇水となる可能性が高くなる。このように迎洪水位は治水面と利水面で相反する要素を内包しているものである。しかも、琵琶湖の湖面積は大きいので、水深 1cm といえどもその量は約 650 万トン、水深 10cm では約 6,500 万トンであるため、治水・利水計画で最も重要な要素となる。

各種パターンの迎洪水位について検討した結果、6月16日から8月31日までは B. S. L-20cm、9月1日から10月15日までは B. S. L±-30cm という洪水期制限水位を設けることとした。

e) H-V 曲線

洪水時においては、琵琶湖各地点、特に南湖では洗堰からの放流量の状態により水位に差が生じることがあるが、水位計算上は、北湖・南湖ともに水位はレベルと考え、湖面積は水位に関係なく一定として、H-V 曲線を作成している。

f) 対象洪水

明治7年から昭和43年の95年間の上位20洪水を対象とした。(表3-7-4(3))

以上の6条件の下で琵琶湖の水位計算を実施した結果、計画後は明治29年の大出水以外は琵琶湖の最高水位が B. S. L±+1m 以下になる。計算した10洪水のピーク水位を対数確率紙にハーゼンプロットして近似直線を引き、この線の年超過確率 1/100 の水位を読むと、図3-7-4(4)に示すとおり、B. S. L±+1.35m となる。

この計算は、琵琶湖の面積を 680 km²としたものであり、主要洪水について湖面積を 660 km²とした場合の水位差を計算すると、図3-7-4(5)となり、B. S. L±+1.35m 近辺における水位差は約 5cm となる。この結果を考慮して計画高水位を B. S. L±+1.40m と決定している。

表 3-7-4(3) 琵琶湖の計画高水位検討時の琵琶湖ピーク水位計算結果(20 洪水)

(単位 : m)

洪水発生年月	鳥居川水位		彦根水位		±0m-600m ² /s 改修時水位	±0m-800m ² /s 改修時(計画)水位
	水位	月/日	水位	月/日		
明治17年 7月	2.12*	7/20	—	—	0.89	0.51
明治18年 6月	2.71*	7/4	—	—	0.92	0.57
明治28年 7月	2.12*	8/9	—	—	0.87	0.41
明治29年 7月	2.01*	7/2	—	—	0.49	0.22
明治29年 9月	3.76*	9/12,13	—	—	2.52	2.10
明治36年 7月	1.47*	7/25	—	—	0.66	0.41
明治37年 7月	0.91*	7/14	0.92	7/14	0.62	0.31
明治37年 9月	0.99*	9/23	1.02	9/21	0.75	0.30
明治38年 6月	1.05*	7/6	1.04	7/6	0.48	0.19
大正 2年10月	0.55	10/23	0.35	10/21	0.36	0.06
大正 5年 6月	1.10	7/2	1.11	6/28	0.48	0.24
大正 6年 9月	1.43	10/29	1.32	10/29	0.75	0.40
大正12年 9月	0.55*	10/13	—	—	0.40	0.02
昭和 3年 6月	0.65	7/4	0.54	7/2	0.25	-0.04
昭和10年 6月	0.70	7/3	0.86	7/8	0.55	0.29
昭和28年 9月	1.00	9/27	1.18	9/27	0.96	0.61
昭和34年 8月	1.00	8/15	1.14	8/16	1.11	0.84
昭和34年 9月	0.87	9/30	0.96	9/28	0.90	0.54
昭和36年 6月	1.10	7/1	1.30	7/1	1.23	0.89
昭和40年 9月	1.02*	9/18	1.16	9/19	0.84	0.49

※実績水位の鳥居川水位は観測値の最高、彦根水位は6時、18時観測値の最高

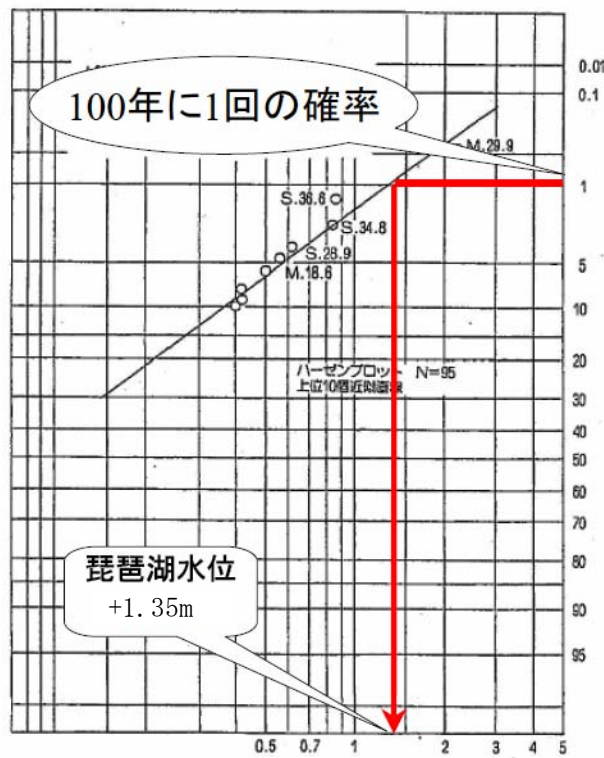


図 3-7-4(4) 年超過確率 1/100 の水位(琵琶湖面積を 680 km² として計算)

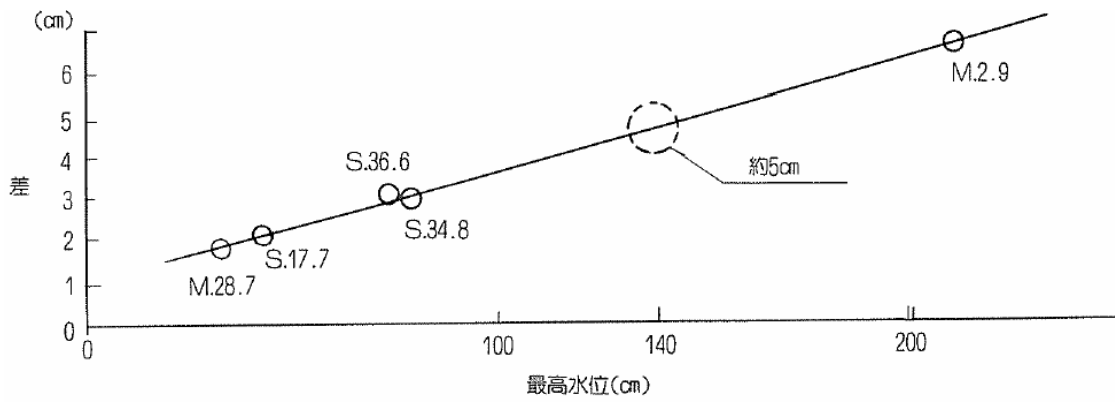


図 3-7-4(5) 琵琶湖面積を 680 km² から 660 km² に減少するとした場合の湖水位上昇高さ

(5) 琵琶湖モデル及び琵琶湖淀川一体モデルの構築

1) 今回の検討に至った経緯、検討の流れ

瀬田川の狭窄部上流に位置する琵琶湖は広大な湖沼であるため、洪水貯留が可能である反面、流出河川が瀬田川のみであることから、一旦水位が上昇すると高い水位が長時間継続し広範囲に浸水被害が生ずる。このような洪水特性を踏まえ、昭和46年に改訂された淀川水系工事実施基本計画では琵琶湖を一つの治水クローズドシステムとして扱い、下流部の治水対策とは別に琵琶湖の治水計画を策定している。

琵琶湖の治水計画は、前述のとおり、過去の主要洪水時の琵琶湖水位や洗堰放流量、疏水流量、宇治発電取水量から、逆算して算出される流入量をもとに計画している。

つまり、琵琶湖の治水計画は、淀川の治水計画とは分離させ、琵琶湖独自の治水計画となっているのである。

今般、淀川水系河川整備基本方針の検討においては、これまで琵琶湖を分離した治水システムは淀川水系特有の治水の考え方であることから、できるだけ他の水系と同様、琵琶湖を含めて連続した1つの水系として上下流バランスのとれた治水計画を目指すことが必要と考えられた。

具体的には、どれだけの雨が琵琶湖流域に降って、琵琶湖水位がいつどれだけ上昇するのか、瀬田川洗堰地点の流量がどれだけかといった時系列の変化を定量的に把握したうえで、淀川水系の一貫した治水計画内容の検討が必要と考えたのである。

そこで、琵琶湖の治水計画は既定計画を踏襲することとするが、瀬田川洗堰下流域の検討にあたっては、琵琶湖流域を一体化した淀川流域モデルを検討することとした。

以下、検討の流れを示す。

1 琵琶湖流域の主要洪水年月の把握

(琵琶湖水位、洗堰全閉操作実績など)

2 主要洪水時のデータ整理

(雨量、琵琶湖水位、琵琶湖からの流出量)

3 琵琶湖の水面面積・貯留量の整理

(主要洪水の年代別に評価)

4 琵琶湖貯留関数モデル構築

5 琵琶湖淀川一体化モデル構築

2) 琵琶湖流域の主要洪水年月の把握

既存資料や過去の雨量データ、琵琶湖水位データなどをもとに、表 3-7-4(4) のとおり、琵琶湖流域における主要 30 洪水を抽出した。

表 3-7-4(4) 琵琶湖流域主要洪水一覧 (30洪水)

主要洪水	洪水名 (通称)	琵琶湖ピーク	琵琶湖水位 (鳥居川or 五点)	彦根水位	洗堰操作	対象洪水の 理由	データ 取得期間	琵琶湖流出 モデル定数 検証洪水	
1	M18. 6. 7月	M18. 7. 4	鳥268	観測なし	洗堰なし (洗堰M37~)	琵琶湖洪水、 下流洪水	M18. 6. 10 ~		
2	M29. 7月 ~9月	M29. 9. 13	鳥376	観測なし	洗堰なし (洗堰M37~)	琵琶湖洪水、 下流洪水	M29. 6. 19 ~		
3	M36. 7月	M36. 7. 25	鳥147	観測なし	洗堰なし (洗堰M37~)	琵琶湖洪水、 下流洪水	M36. 6. 24 ~		
4	M40. 9月	M40. 9. 11	鳥128	129		琵琶湖洪水、 下流洪水	M40. 8. 14 ~		
5	T6. 10月	T6. 10. 29	鳥143	132	全閉	全閉、 下流洪水	T6. 9. 21 ~		
6	S13. 8月	S13. 8. 5	鳥109	132		琵琶湖洪水、 下流洪水	S13. 7. 23 ~		
7	S28. 8月豪雨	S28. 8. 18	鳥26	37		大戸川氾濫	S28. 8. 5 ~		
8	S28. 13号	5313	S28. 9. 27	鳥100	116	全閉	全閉、 工実対象	S28. 9. 15 ~	◎1 枚方着目
9	S31. 15号	5615	S31. 9. 28	鳥42	52		工実対象	S31. 9. 17 ~	
10	S33. 17号	5817	S33. 8. 28	鳥51	57		工実対象	S33. 8. 16 ~	◎2 宇治着目
11	S34. 7号	5907	S34. 8. 16	鳥100	118	全閉	全閉、 工実対象	S34. 8. 4 ~	
12	S34. 15号	5915	S34. 9. 29	鳥87	96	全閉	全閉、 工実対象	S34. 9. 17 ~	
13	S35. 16号	6016	S35. 9. 2	鳥30	43		工実対象	S35. 8. 20 ~	
14	S36. 6月	611	S36. 7. 2	鳥108	130	全閉	全閉、 下流洪水	S36. 6. 8 ~	◎3 琵琶湖流域
15	S36. 10月	10. 28 出水	S36. 10. 29	鳥43	欠測	全閉	全閉、 工実対象	S36. 10. 18 ~	
16	S40. 24号	6524	S40. 9. 19	鳥92	116	全閉	全閉、 工実対象	S40. 9. 8 ~	◎4 宇治着目
17	S47. 7月	721	S47. 7. 16	鳥92	128	全閉	全閉、 下流洪水	S47. 7. 3 ~	◎5 近年琵琶湖
18	S47. 20号	722	S47. 9. 17	鳥44	79		下流洪水	S47. 9. 7 ~	◎6 宇治着目
19	S57. 10号	8210	S57. 8. 4	鳥51	82		下流洪水	S57. 7. 23 ~	
20	S58. 10号	835	S58. 10. 1	鳥16	34		下流洪水	S58. 9. 18 ~	
21	H1. 9月		H1. 9. 7	鳥52	77		下流洪水	H1. 8. 28 ~	
22	H2. 19号	愛知川 破堤	H2. 9. 22	鳥29	43		下流洪水	H2. 9. 18 ~	
23	H6. 26号		H6. 10. 5	鳥-47	-47		下流洪水	H6. 9. 20 ~	
24	H7. 5月	平成7年 琵琶湖	H7. 5. 16	五点93	95		琵琶湖洪水、 下流洪水	H7. 5. 3 ~	◎7 近年琵琶湖
25	H8. 8月		H8. 8. 30	五点1	0		下流洪水	H8. 8. 20 ~	
26	H9. 7月	9号台風	H9. 7. 14	五点34	32		下流洪水	H9. 6. 15 ~	
27	H11. 6. 23	梅雨前線	H11. 7. 1	五点29	28		下流洪水	H11. 6. 23 ~	
28	H11. 6. 28	梅雨前線	H11. 7. 1	五点29	28		下流洪水	H11. 7. 3 ~	
29	H16. 23号	23号台風 (0404)	H16. 10. 22	五点17	16		下流洪水	H16. 10. 18 ~	
30	H18. 7月		H18. 7. 21	五点51	47		琵琶湖洪水	H18. 7. 15 ~	

データ整理にあたっては、琵琶湖流域の洪水だけではなく、宇治地点や枚方地点の流量も確認し、洗堰下流地点（枚方、宇治）の洪水状況もあわせて整理した。

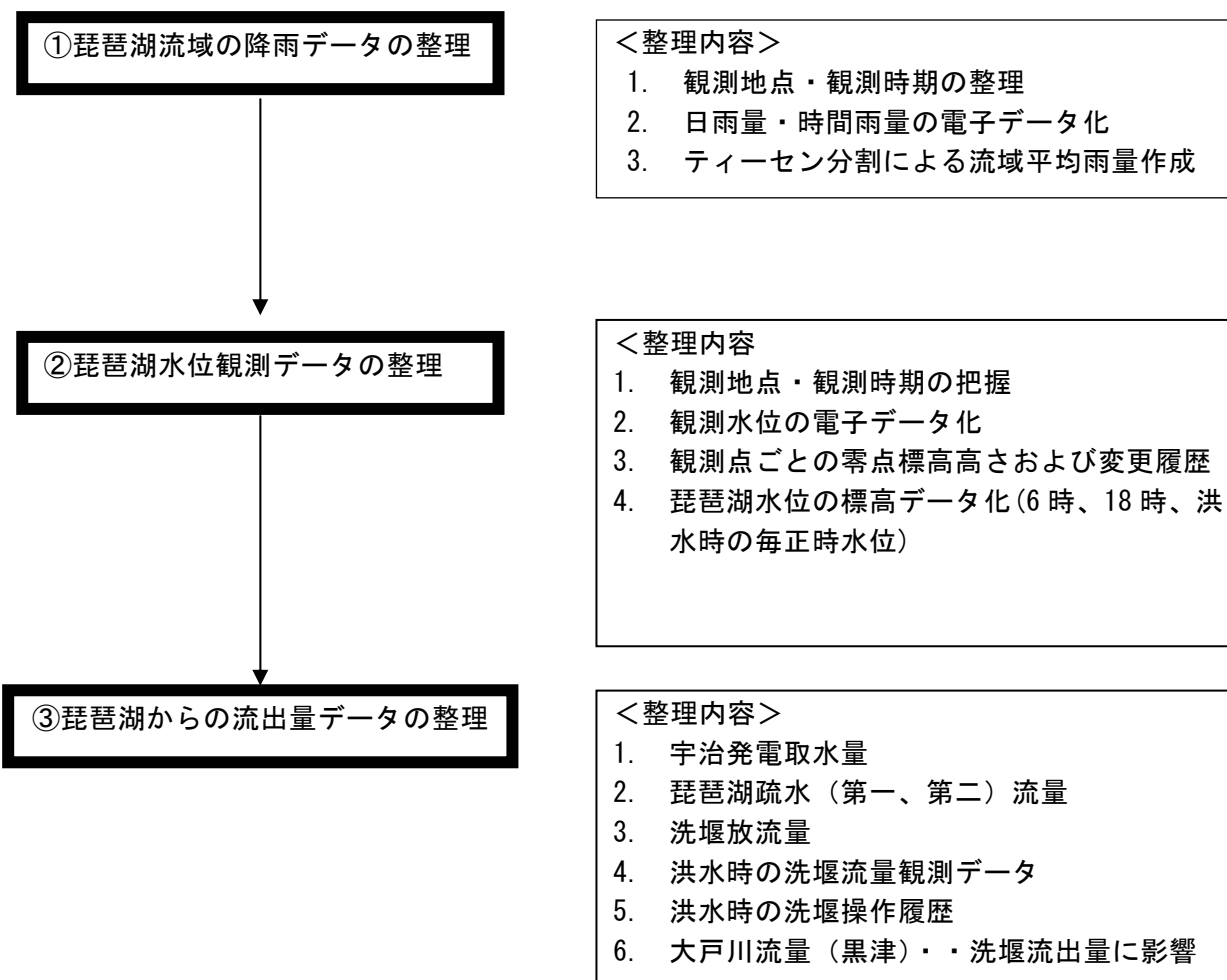
その結果、主要 30 洪水の中から、洗堰全閉操作が行われた洪水、琵琶湖のピーク水位が高い洪水、

淀川・宇治川の洪水状況から、検討対象洪水を7洪水として、データの収集整理～流出解析を行うこととした。(表 3-7-4(5))

表 3-7-4(5) 検討対象7洪水

検討対象洪水名	検討洪水として選定した理由
1. 昭和 28 年 9 月台風 13 号(通称 5313)	洗堰全閉操作あり・琵琶湖ピーク水位高・淀川洪水
2. 昭和 33 年 8 月台風 17 号(通称 5817)	宇治川洪水
3. 昭和 36 年 6 月梅雨前線(通称 611)	洗堰全閉操作あり・琵琶湖ピーク水位高
4. 昭和 40 年 9 月台風 24 号(通称 6524)	洗堰全閉操作あり・琵琶湖ピーク水位高・宇治川洪水
5. 昭和 47 年 7 月梅雨前線(通称 721)	洗堰全閉操作あり・琵琶湖ピーク水位高
6. 昭和 47 年 9 月台風 20 号(通称 722)	宇治川洪水
7. 平成 7 年 5 月洪水	琵琶湖ピーク水位高

3) 主要洪水時のデータ整理



4) 琵琶湖水位の設定

① 検討経緯

琵琶湖淀川水系の治水・利水計画を検討する際には、琵琶湖の水位が非常に重要である。琵琶湖の貯留量をしっかりと評価する必要があるからである。

その際、長期的な視点で、過去からの琵琶湖水位を比較検討することが必要になるが、そうした観点からは、琵琶湖水位についてはいくつかの問題点がある。

一つには、琵琶湖水位の代表観測所が変化していることである。琵琶湖水位は、明治7年に鳥居川量水標が設置されて以来平成4年3月までは「鳥居川水位」をもって琵琶湖水位とすることとされてきたが、平成4年4月以降は、「片山、彦根、大溝、堅田、三保ヶ崎の5地点の平均水位」をもって琵琶湖水位とすることとされた。

鳥居川水位は、現在の5地点と比較すると、総じて水位が低い傾向があり、また瀬田川洗堰からの流量や、風などの影響を受けて変動幅が大きいという問題点がある。従って、鳥居川水位で表されていた平成4年3月以前の水位を現在と同列に論じることができない。

二つ目には、各水位観測所の零点高が時代によって移動していることである。従って、単に残されている観測記録だけでは、異なる時代の水位について絶対的比較をすることはできない。

こうしたことから、鳥居川水位で表されていた時代も、5地点平均に相当する水位で表せるように工夫するとともに、各時代の零点高を揃えることにより、どの時代も共通のベースで水位を比較することができるように、検討を試みた。

a) 現在の琵琶湖水位観測所

琵琶湖水位は、国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所により観測されているが、その箇所と位置は次のとおりである。(図3-7-4(6))

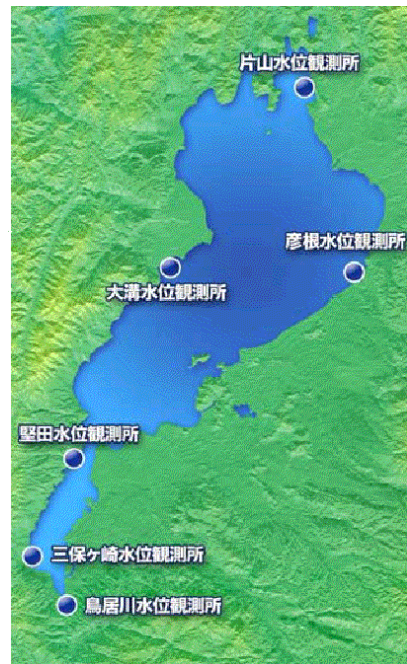
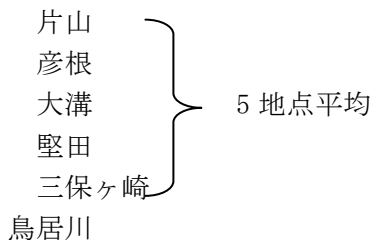


図3-7-4(6) 琵琶湖の水位観測所

b) 各観測所の観測開始日

琵琶湖の各観測所の観測開始日は、以下のとおりである。

鳥居川	片山	彦根	大溝	堅田	三保ヶ崎
明治7年 2月4日	昭和31年 4月1日	明治37年 1月1日	昭和31年 4月1日	昭和31年 4月1日	昭和31年 4月1日

c) 年代区分ごとの代表観測所とその他の観測所

これを年代区分ごとに、代表観測所とその他の観測所とに整理すると、以下のようになる。

年代区分	明治7年2月4日～ 明治36年12月31日	明治37年1月1日～ 昭和31年3月31日	明治31年4月1日～ 平成4年3月31日	平成4年4月1日～
代表観測所	鳥居川	鳥居川	鳥居川	5地点平均 (彦根、片山、大溝、 堅田、三保ヶ崎)
その他の観測所	—	彦根	彦根 片山 大溝 堅田 三保ヶ崎	鳥居川

② 琵琶湖水位 5 地点平均化の手法の検討

5 地点平均で表されていない年代について、5 地点平均に相当する水位に換算する手法は、次のとおりとした。

a) 昭和 31 年 4 月 1 日から平成 4 年 3 月 31 日まで

この期間については、鳥居川水位で表示されているが、他に 5 地点水位が観測されている。しかし、その零点高が不統一であるため、そのまま使用することはできない。このため、まず零点高を揃えることとした。

まず、平成 4 年 4 月 1 日に 5 地点平均水位で表示するように変更された際に、5 地点及び鳥居川について、零点高を T.P. +84.371m に揃うように零点高の移動が行われている。

そこで、それ以前の観測値について、各地点の移動分だけ補正することとした。

(この補正値を便宜的に「一次補正値」と呼ぶこととする。)

各観測所の補正値 (単位:m)

鳥居川	片山	彦根	大溝	堅田	三保ヶ崎
-0.095	-0.039	-0.166	-0.078	-0.066	-0.247

※平成 4 年 4 月 1 日に、各地点の零点高をこの数値の絶対値だけ上に移動されている。つまり、それまでは零点高が T.P. +84.371 よりそれだけ低く、観測値が大きく出ていることを意味する。

次に、平成4年4月1日以前においても、零点高が移動していることが、過去の国土交通省琵琶湖河川事務所の検討結果などにより明らかになっている。そこで、その時期と変動幅を特定するために、まず平成4年4月1日以前について各地点と5地点平均との差を図3-7-4(7)示す。

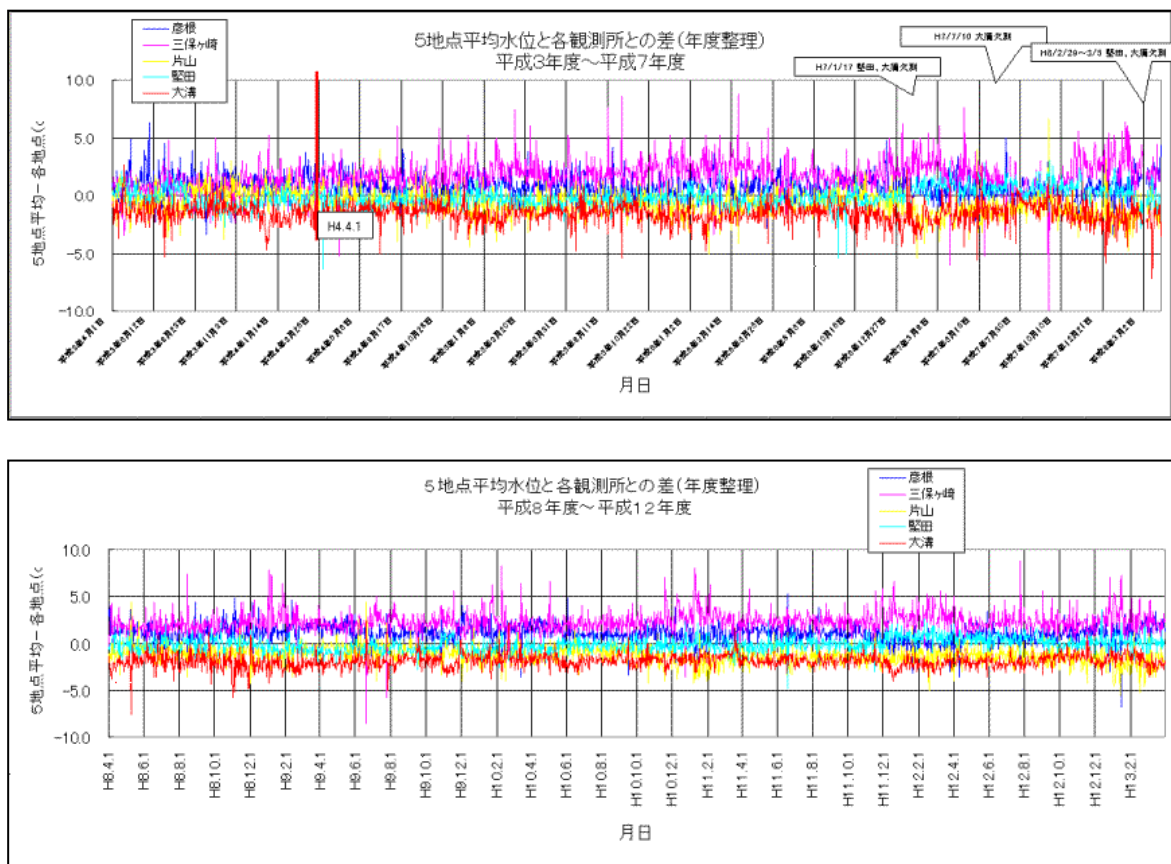


図 3-7-4(7) 5 地点平均水位と各地点の差(平成3年以降)

図 3-7-4(7)は、平成3年以降について、5地点平均水位と各地点の差(5地点平均-各地点水位)の値を示したものである。1枚で5年間を表示している。平成4年4月1日以降は観測値をそのまま使用し、平成4年3月31日以前は、一次補正をした数値を使用している。各地点の水位差が概ね均一に表れている。

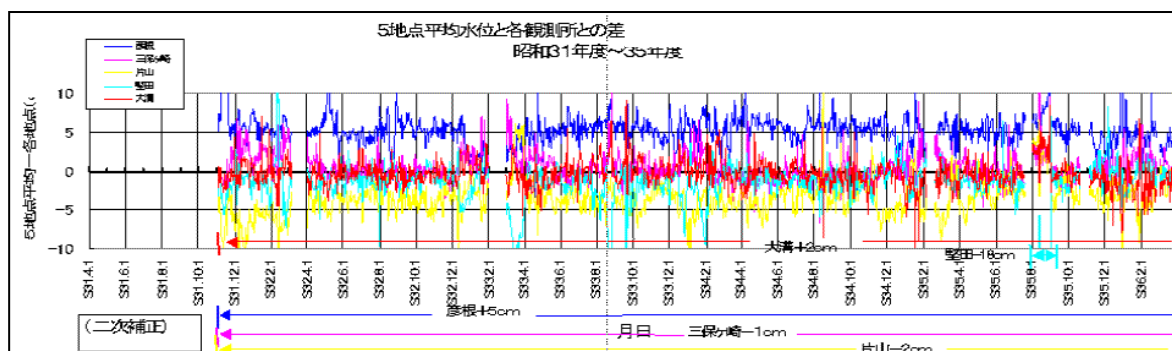


図 3-7-4(8) 5 地点平均水位と各地点の差(昭和31年度～35年度)

一方、図 3-7-4(8)は昭和31年度から35年度について同様に示したものであるが、こちらは各地点と5地点平均水位の差にばらつきがある。従って、零点高に若干のずれがあるものと見

られる。このため、このグラフの変動の状況を見て、5地点の関係が平成4年4月1日以降と同様の関係になるように補正を加えることとした。(これを便宜的に二次補正と呼ぶことにする)

具体的には、グラフ下部に記載されているとおり、彦根について+5cm、三保ヶ崎について-1cm、片山について-2cm、大溝について+2cmの補正を加えるものである。堅田は補正ゼロとした。

その結果が、図3-7-4(9)のとおりである。

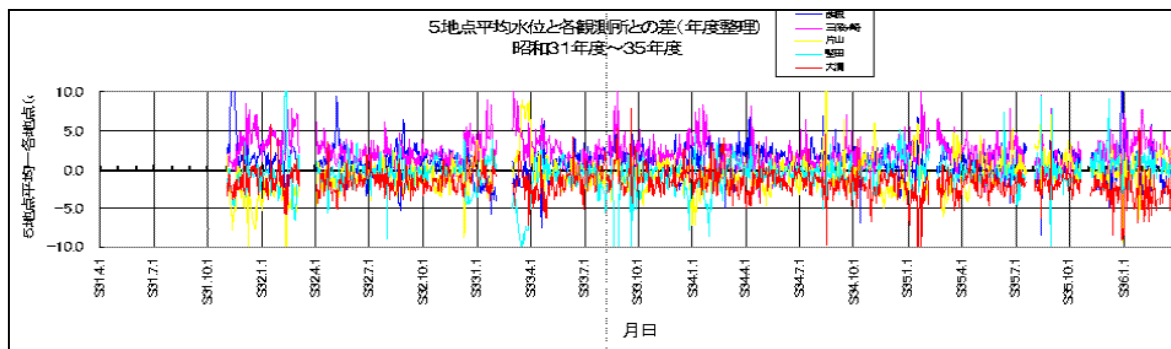


図3-7-4(9) 5地点平均水位と各地点の差(昭和31年度～35年度)〈二次補正後〉

こうした補正を行った上で、5地点平均を求めた。

b) 明治37年1月1日から昭和31年3月31日まで

この期間は、鳥居川地点の他は彦根地点のみにおいて観測されている。彦根地点の観測値は、5地点平均と比べると風やセイシュの影響を受けるが、鳥居川地点のように洗堰放流量によって大きく変動することはない。従って、鳥居川地点ではなく彦根地点の水位をベースに考えることとし、平成4年4月1日以降のデータから彦根地点と5地点平均の差の平均値を算出して、これを彦根地点の水位に加味することにより5地点平均に相当する水位を求めたこととした。

(ア) 零点高移動の把握

彦根地点の水位をベースとするとき、問題となるのは、彦根地点観測所の零点高が、過去に何度か移動しており、その時期と変動幅が明確でないということである。

この点については、過去に琵琶湖河川事務所において検討がなされており、彦根地点と鳥居川地点の零点高相互関係の移動量が次のように求められている。

なお、下記の数値は、彦根水位観測所零点高の移動方向として表現されている。

時期	明治41年	大正9年	昭和4年	昭和15年	昭和24年	合計
移動量	+9.6cm	-1.7cm	-21.4cm	+0.5cm	+1.2cm	-11.8cm

「琵琶湖基準水位と鳥居川地点水位について」

(昭和49年10月 近畿地方整備局琵琶湖工事事務所)

こうした調査結果を参考にしながら、今回、変動時期と変動量を特定することを試みた。その手法は、彦根地点の水位と鳥居川地点の水位の水位差をグラフ化し、その値が大きく変動しているところを零点高が移動しているというものである。

例として、明治37年度から大正12年度までのグラフ(図3-7-4(10))と、大正13年度から昭和23年度までのグラフ(図3-7-4(11))を示す。参考として、琵琶湖流出量のうち、

鳥居川地点の水位に影響を及ぼすと見られる洗堰放流量と宇治発電水量も示している。

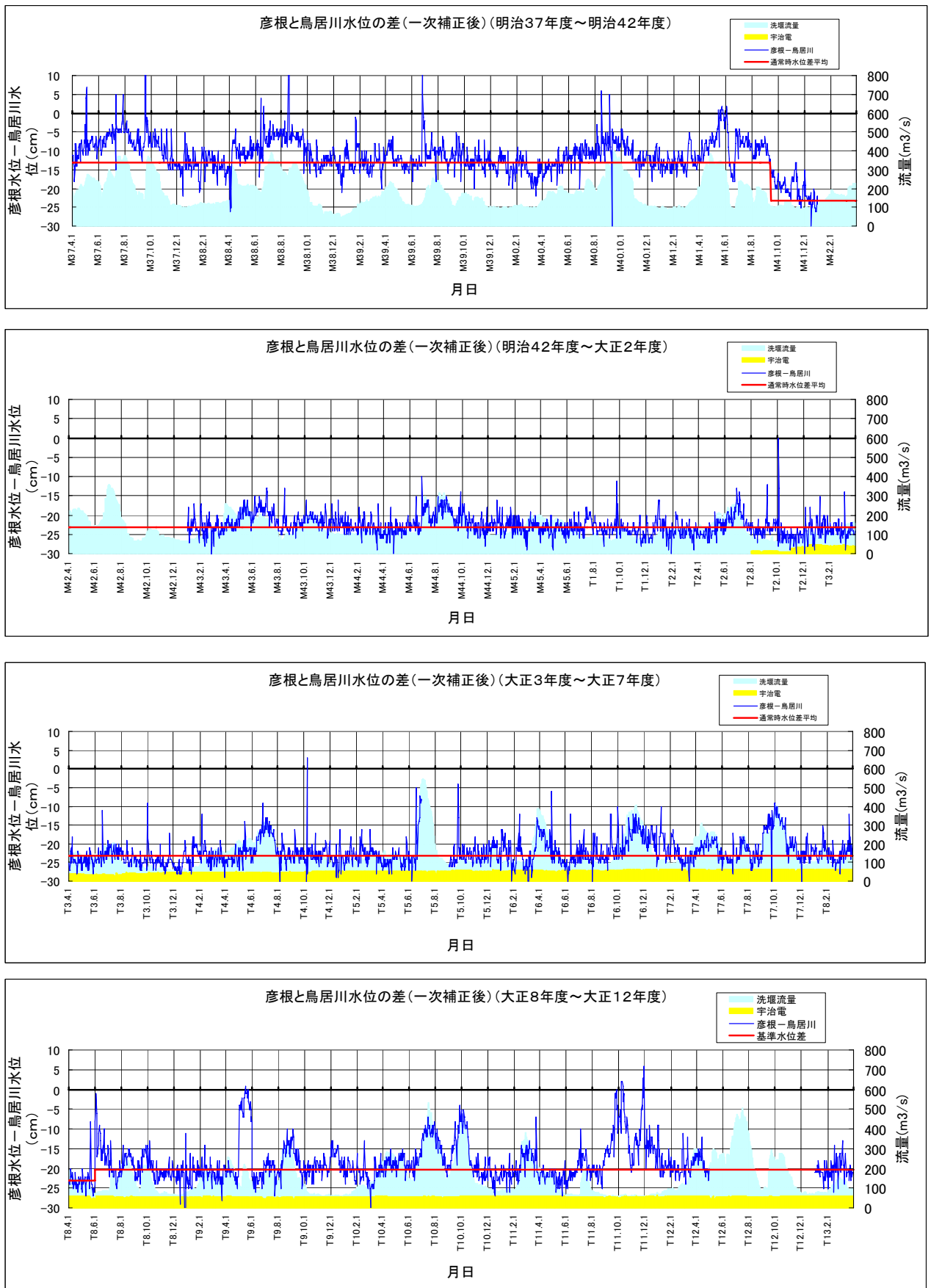


図 3-7-4(10) 彦根地点の水位と鳥居川地点の水位の差(明治 37 年度～大正 12 年度)

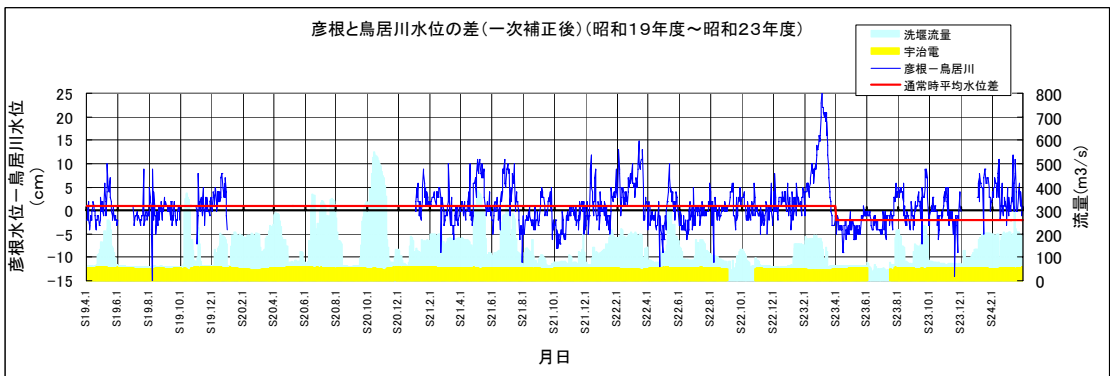
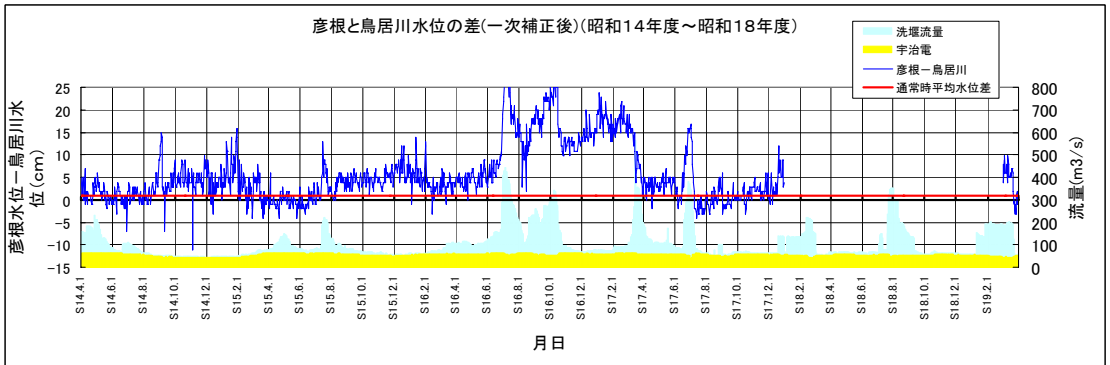
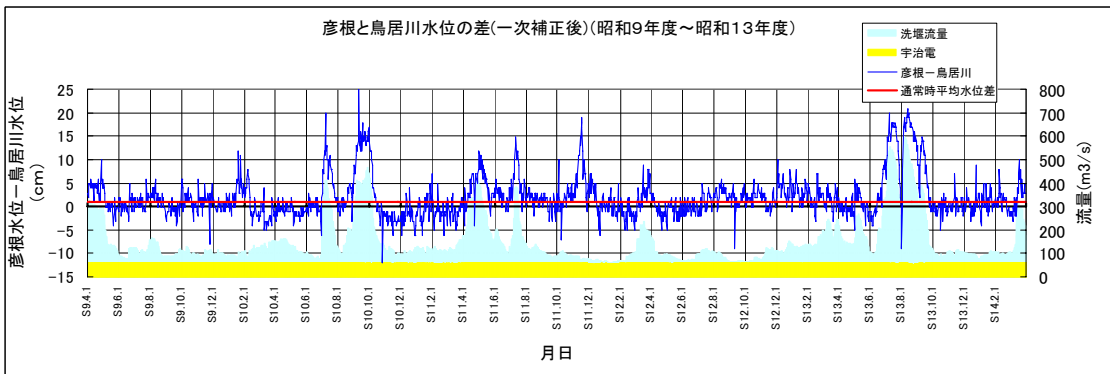
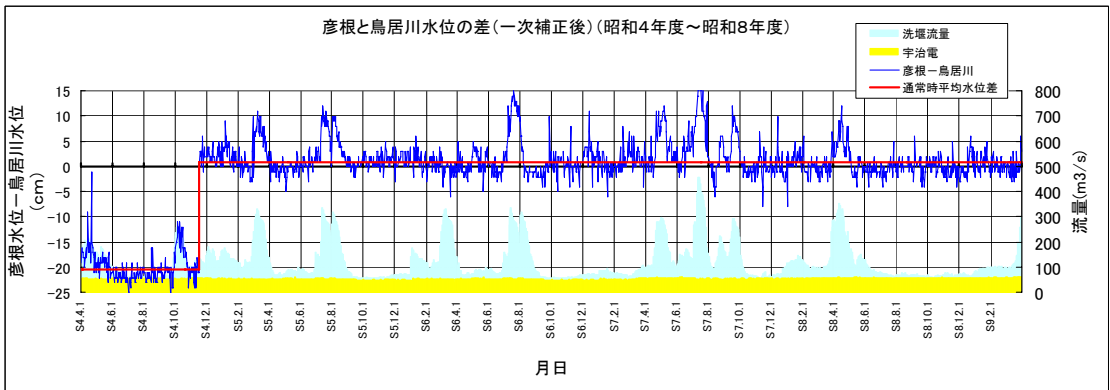
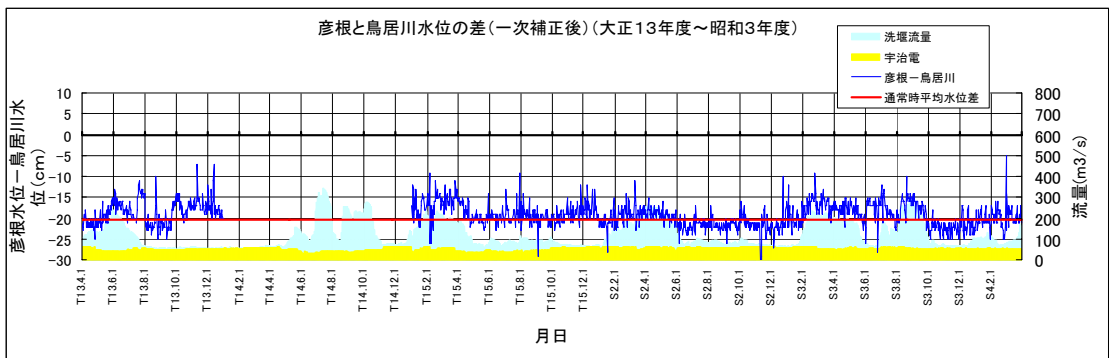


図 3-7-4(11) 彦根地点の水位と鳥居川地点の水位の差(大正 13 年度～昭和 23 年度)

図 3-7-4(10)では、明治 41 年 10 月前後に水位差が大きく変動しており、図 3-7-4(11)では、昭和 4 年 11 月 16 日に約 20cm もの変動がある。図 3-7-4(10)のように変動時期が明確でないものについては、グラフの推移をみて、変動日を設定した。

変動幅については、琵琶湖流出量が大きいたまは鳥居川地点の水位が低くなる影響で水位差が大きくなる傾向があるので、流出量が 150m³/s 以下の日のみの水位差を対象として、かつ、急上昇時等で大きな差が出ている日については異常値として棄却した上で、水位差の平均値をもとめ、その差だけ移動したとみなした。

数値で言うと、図 3-7-4(10)では、明治 41 年 9 月 13 日に 10.1cm、図 3-7-4(11)では昭和 4 年 11 月 16 日に 21.3cm、それぞれ移動したとみなした。

厳密に言うと、彦根地点と鳥居川地点の 2 点だけであるから、どちらが動いたのかは定かではないが、図 3-7-4(11)の場合は 11 月 15 日と 16 日とで、水位の観測値に 21cm も差があるのに対し、鳥居川地点の水位は変わっていないことから、彦根地点の零点高が動いたものとみなした。

他の時期においても水位観測値の連続性を確認したところ、鳥居川地点の水位は観測値に不連続と見られるデータはなく安定しているのに対して、彦根地点の水位は複数回不連続と見られるデータが存在している。このため、不連続となっている年月日において、彦根地点の零点高が変更された物と推定した。

その結果、この期間中に零点高の移動があったと評価した。

移動日	明治41年9月13日	大正8年6月1日	昭和4年11月16日	昭和23年4月1日	合計
変動幅	+10.1cm	-2.8cm	-21.3cm	+2.9cm	-11.1cm

これをもとに、彦根地点の観測値に、先述の一次補正（平成 4 年 4 月 1 日に零点高を移動させた値）に加えて、期間中の零点高移動幅を加減して、彦根地点の水位を求めた。

(イ) 彦根地点の水位と 5 地点平均水位の関係

次に、彦根地点の水位を 5 地点平均水位に換算する手法として、近年の比較的データが確かな期間（平成 4 年 4 月 1 日以降）での 5 地点平均水位を彦根地点の水位の差の平均値をとって、これを彦根地点の水位に加減するという手法をとった。

彦根地点の水位にも風やセイシュの影響は出ており、変動はしているものの、鳥居川地点の水位のように洗堰放流量が大きいたまにできるような大きな差は生じないので、鳥居川地点の水位で考えるよりは望ましいと考えた。

平成 4 年 4 月 1 日以降のデータで、5 地点平均水位と彦根地点の水位の差の平均をとると、0.8cm となるので、彦根地点の水位+0.8cm の値をもって、この期間の 5 地点平均に相当する水位とみた。

ただ、彦根地点の地点には欠測が多く、これを補う必要がある。その手法としては、鳥居川地点の水位をもとに、流出量と鳥居川地点の水位の相関を求めるなどにより、鳥居川地点の水位を補正し、5 地点水位に相当する水位を推定することが必要であるが、現在のところ、その検討は完成しておらず、今後の課題である。

c) 明治 36 年 12 月 31 日以前

この期間には、鳥居川地点の水位しかない。従って、鳥居川地点の水位をもとにして、何らかの形で流出量との相関求めるなどにより、鳥居川地点の水位を補正し、5 地点水位に相当する水位を推定することが必要である。

そこで、彦根地点の水位のデータもある b) (イ) の期間のデータで、彦根地点の水位－鳥居川地点の水位の値と流出量の相関をとり、鳥居川地点の水位から彦根地点の水位を導き、

これをb) (イ) の方法で5地点平均化することができないか検討した。

図 3-7-4(12)は、明治 37 年から大正 12 年のデータで、彦根地点の水位と鳥居川地点の水位差と、流出量（洗堰+宇治発電所）の相関をみたものである。

流出量が大きくなるほど差は大きくなる傾向は見られるが、幅は大きく、また異常値も多く、明確な相関とまでは言えない。

これについては、もう少し詳細な検討が必要と思われ、今後の課題としたい。

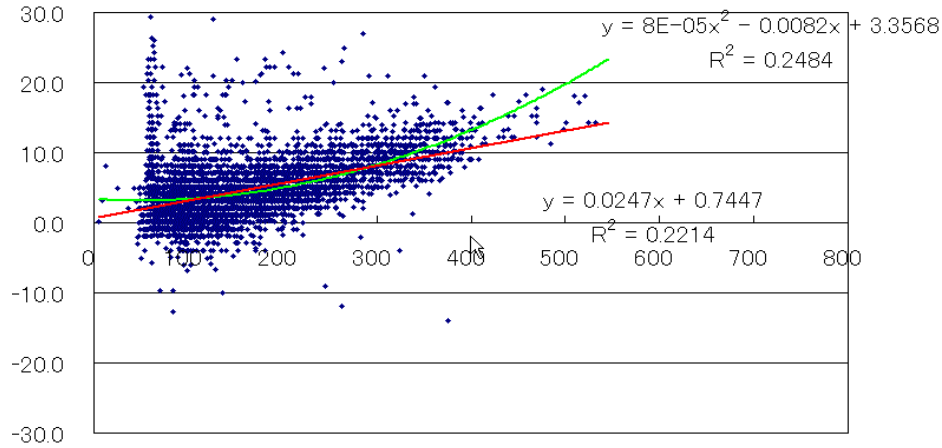


図 3-7-4(12) 彦根地点と鳥居川地点の水位差(cm)と流出量(洗堰放流量+宇治発電所)の相関
(明治 37 年度～大正 12 年度)

d) 平成 4 年 4 月 1 日以降

平成 4 年 4 月 1 日以降については、5 地点平均水位で表されており、同日に零点高も揃えられていることから、確かな数値である。しかし、図 3-7-4(13)のようにグラフ化してみると、観測地点によっては、5 地点平均水位と任意の位置地点の水位の差が微妙に変動しているところがあるため、この期間についても若干の補正を行った。具体的には、大溝地点における平成 7 年 1 月 1 日から平成 8 年 2 月末までの水位観測値を-1cm、堅田地点における平成 8 年 3 月 1 日から平成 10 年 4 月末までの水位観測値を-1cm 補正している。

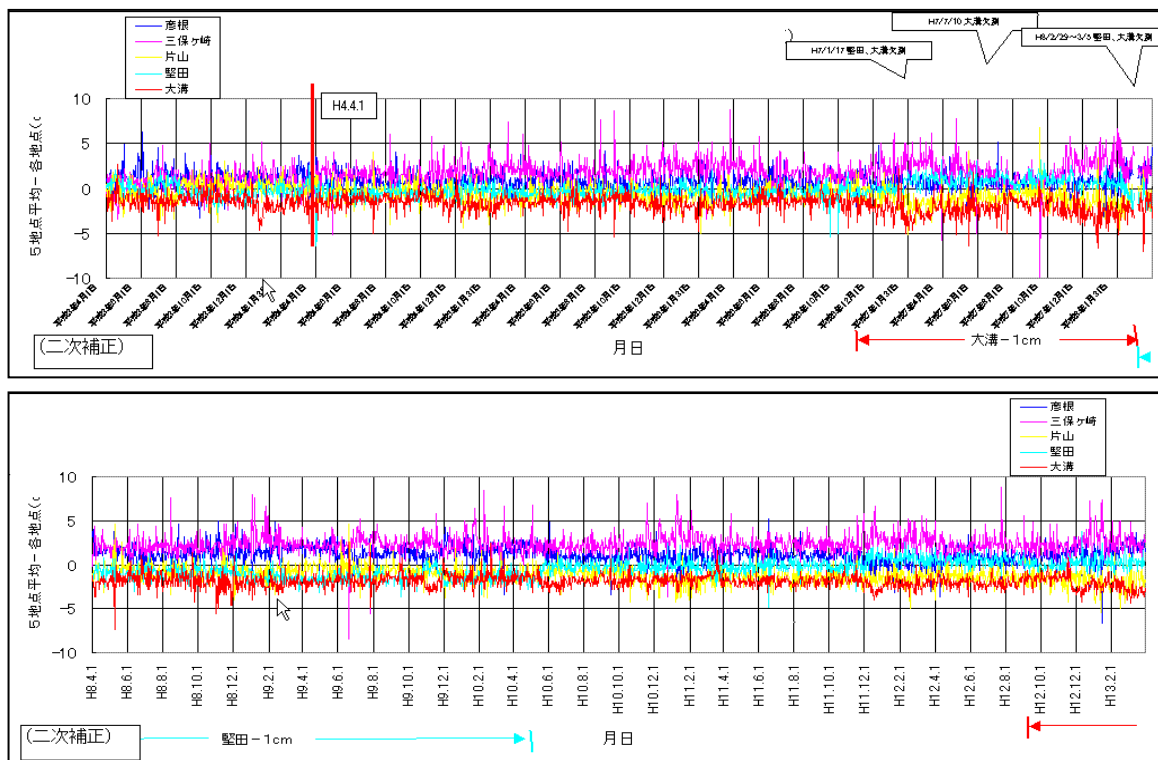


図 3-7-4(13) 5 地点平均と各地点水位の差(平成3年度～平成12年度)

③補正結果のグラフ例

以上のように補正した結果、5地点の観測値がどのように変化するかをグラフ化した。

例として、昭和47年度の事例を示す。図3-7-4(14)は5地点の観測値(生データ)であり、図3-7-4(15)は二次補正後のものである。生データではばらつきが大きいのが、二次補正後は小さくなっている。

なお、水位上昇時に1本のグラフだけ乖離しているものが見られるが、これは鳥居川水位であり、洗堰全開時には鳥居川水位が低くなるのが明確に表れている。

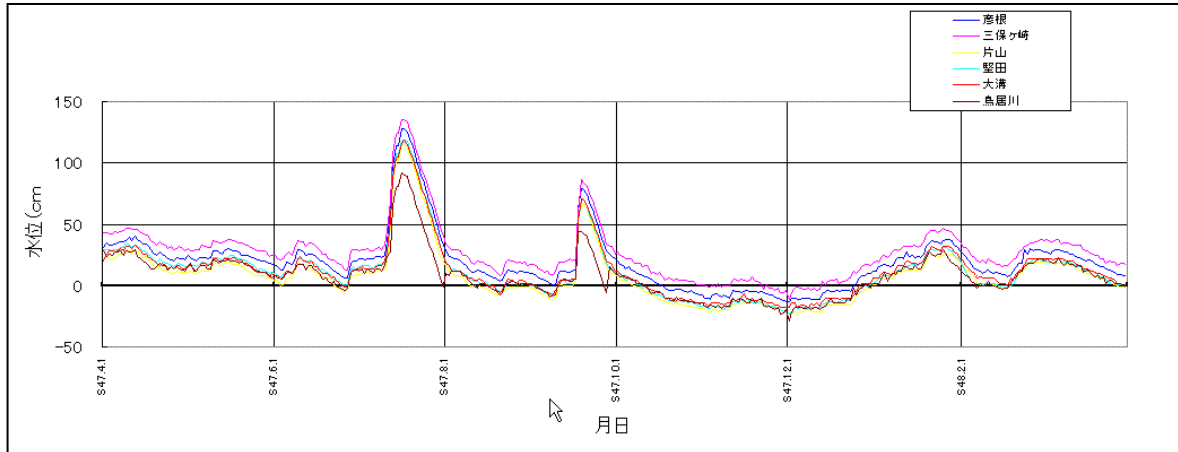


図 3-7-4(14) 5地点の水位観測値(生データ)(昭和47年度)

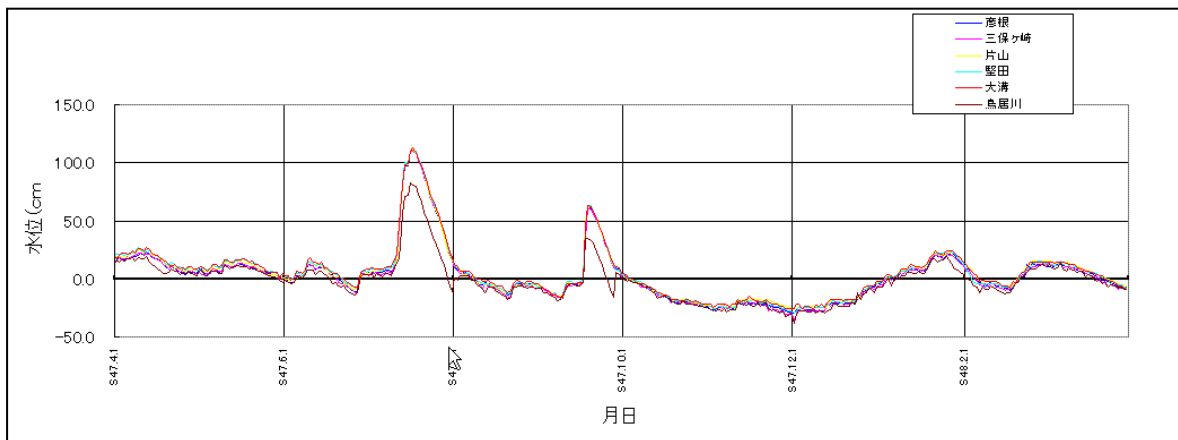


図 3-7-4(15) 5地点の水位観測値(二次補正後)(昭和47年度)

④琵琶湖水位補正検討結果のまとめ

以上をまとめると、次の表3-7-4(6)のとおりとなる。

表3-7-4(6) 琵琶湖水位の5地点平均水位化について

年代	M7.2.4~ M36.12.31	M37.1.1~S31.3.31	S31.4.1~H43.3.1	H44.1.1~
従来の代表観測地点	鳥居川	鳥居川	鳥居川	鳥居川
他の観測地点	彦根	片山、彦根、大溝、堅田、三張ヶ崎	片山、彦根、大溝、堅田、三張ヶ崎	鳥居川
5地点平均水位の算定方法	昭和30~40年代の鳥居川水位と5地点平均水位の差の平均値を差算水位に追加して5地点平均水位を算定する。 (彦根水位の平均値の補正) 水田の周囲(彦根水位の平均値を算定する)の平均値を算定する。 0.3以下の日の水位差の平均値を求めて、その差を彦根水位の平均値に算入して、補正した。(詳細は別紙参照)	平成4年4月以降の差算水位と5地点平均水位の差の平均値を差算水位に追加して5地点平均水位を算定する。 (彦根水位の平均値の補正) 水田の周囲(彦根水位の平均値を算定する)の平均値を算定する。 0.3以下の日の水位差の平均値を求めて、その差を彦根水位の平均値に算入して、補正した。(詳細は別紙参照)	平成4年4月にT.P.84.371mに零点高を含む右左の補正量を一次補正とする。(5地点平均で-11.9cm程度) (一次補正後) ・彦根 -16.6cm ・片山 -3.9cm ・堅田 -6.6cm ・大溝 -7.8cm ・鳥居川 -9.5cm	平成4年4月1日以降においても、時期によって、各地点の水位差の関係が異なる時期があり、平成4年4月当時の関係になるように補正を加える。
5地点平均水位の算定方法	昭和30~40年代の鳥居川水位と5地点平均水位の差の平均値を差算水位に追加して5地点平均水位を算定する。 (彦根水位の平均値の補正) 水田の周囲(彦根水位の平均値を算定する)の平均値を算定する。 0.3以下の日の水位差の平均値を求めて、その差を彦根水位の平均値に算入して、補正した。(詳細は別紙参照)	平成4年4月以降の差算水位と5地点平均水位の差の平均値を差算水位に追加して5地点平均水位を算定する。 (彦根水位の平均値の補正) 水田の周囲(彦根水位の平均値を算定する)の平均値を算定する。 0.3以下の日の水位差の平均値を求めて、その差を彦根水位の平均値に算入して、補正した。(詳細は別紙参照)	平成4年4月にT.P.84.371mに零点高を含む右左の補正量を一次補正とする。(5地点平均で-11.9cm程度) (一次補正後) ・彦根 -16.6cm ・片山 -3.9cm ・堅田 -6.6cm ・大溝 -7.8cm ・鳥居川 -9.5cm	平成4年4月1日以降においても、時期によって、各地点の水位差の関係が異なる時期があり、平成4年4月当時の関係になるように補正を加える。
対称洪水	対称洪水	対称洪水	対称洪水	対称洪水
対称洪水	対称洪水	対称洪水	対称洪水	対称洪水

(単位: cm)

・水位の観測値に対して、補正値を加減した値を採用する。(例 彦根の観測水位が+20cm、補正値が-16.6の場合 → 補正後の彦根水位 = +20 - 16.6 = +3.4cm)
(補正値がマイナスの場合、その値が水位の観測値が大きすぎたことを意味する。理由は、零点高の算定が低かったことなどが考えられる。)

5) 年代別琵琶湖 H-V の整理

① 検討経緯

琵琶湖の治水計画を検討する際には、「降雨量」「琵琶湖水位」「琵琶湖からの流出量」「琵琶湖への流入量」「琵琶湖での貯留量」の関係を分析することが必要となる。つまり、水収支に関する諸量が不可欠となる。

一方、直接観測できるデータは、「降雨量」「琵琶湖水位」「琵琶湖からの流出量」のみであり、「琵琶湖への流入量」「琵琶湖での貯留量」は直接観測が不可能である。

直接観測が不可能である「琵琶湖への流入量」「琵琶湖での貯留量」は、観測データの一つである「琵琶湖水位」と「地形図」から算出することが可能である。つまり、地形図から標高ごとの面積を読み取り、琵琶湖水位 (H) と面積 (A) の関係を導き、そのうえで琵琶湖水位 (H) と琵琶湖容量 (V) の関係を求め、直接観測できるデータと H-V 関係式を用いて流出解析を行うことから、未知である「琵琶湖への流入量」「琵琶湖での貯留量」を算出することができるのである。

そこで、琵琶湖水位 (H) と面積 (A) および琵琶湖容量 (V) の関係の整理を行った。

なお、琵琶湖および琵琶湖周辺では、これまで干拓事業や埋立て事業等により、H-A-V の関係が時代ごとに変遷している。このため、干拓事業や埋立事業等の歴史的変遷を整理することにより、過去の年代に応じた H-A-V の関係整理を行った。

琵琶湖水位 (H) と面積 (A) の関係、琵琶湖水位 (H) と琵琶湖容量 (V) との関係は、図 3-7-4(16) のとおり。



図 3-7-4(16) 琵琶湖水位 (H) と面積 (A) の関係、琵琶湖水位 (H) と琵琶湖容量 (V) との関係

② 既存資料における琵琶湖面積

淀川百年史によると、過去に公式に発表された資料における琵琶湖面積の数値には、次のようなものがある。(表 3-7-4(7)) 琵琶湖面積の表示はあるものの、面積算出時の水位や測定時期など、現時点においてその算出根拠を確認することは容易ではないことが多い。水位の変動により、琵琶湖の面積は増減するため、どの時点の水位をもって琵琶湖と定義したかはたいへん重要なデータである。

表 3-7-4(7) 琵琶湖面積

資 料	面積(km ²)	摘 要
内務省大阪土木出張所	717.18 (684.69)	淀川高水防御工事計画意見書による 湖面積には内湖32.49m ² を含む
琵琶湖治水沿革誌	718.7 (686.3)	湖面積44.5方里、内湖2.1方里 (32.4 km ²)
海洋气象台	※ 694.67	琵琶湖観測報告
滋賀県水産試験場	721.46	
滋賀県統計書	710.30	1958年版 内湖面積は15.82 km ² である
理科年表	※ 674.4	1959年版
琵琶湖開発に関する報告	※ 685	経済安定本部資料開発調査報告第12号 (昭和27年3月25日)
琵琶湖・淀川における 水配分に関する報告	※ 675	総理府資源調査会報告第20号 (昭和30年3月25日)
建設省国土地理院	679.511	昭和30～36年実測1/10,000湖沼図による

注 ※および () 内は内湖の面積を含まない。

<出典：淀川百年史 P1009>

③ 今回設定した琵琶湖面積設定時の基準水位

前述のとおり、琵琶湖の面積を設定するには、どの水位を基準に設定したかを明確にしておくことが重要となる。

そこで、今回の検討では、次の理由により、BSL-0.2m(T.P. 84.171m)を琵琶湖面積設定時の基準高さとした。

(理由)

- a) 治水計画検討においては、洪水期間中における琵琶湖の制限水位が重要であること。
- b) 瀬田川洗堰操作規則では、琵琶湖の制限水位は、期間ごとに、BSL-0.2m(6/16～8/31)、BSL-0.3m(9/1～10/15)の2水位が設定されている。(図 3-7-4(17)) 本検討では、出水期における計画の安全側、つまり出水期の制限水位が高いBSL-0.2m(T.P. 84.171m)とした。

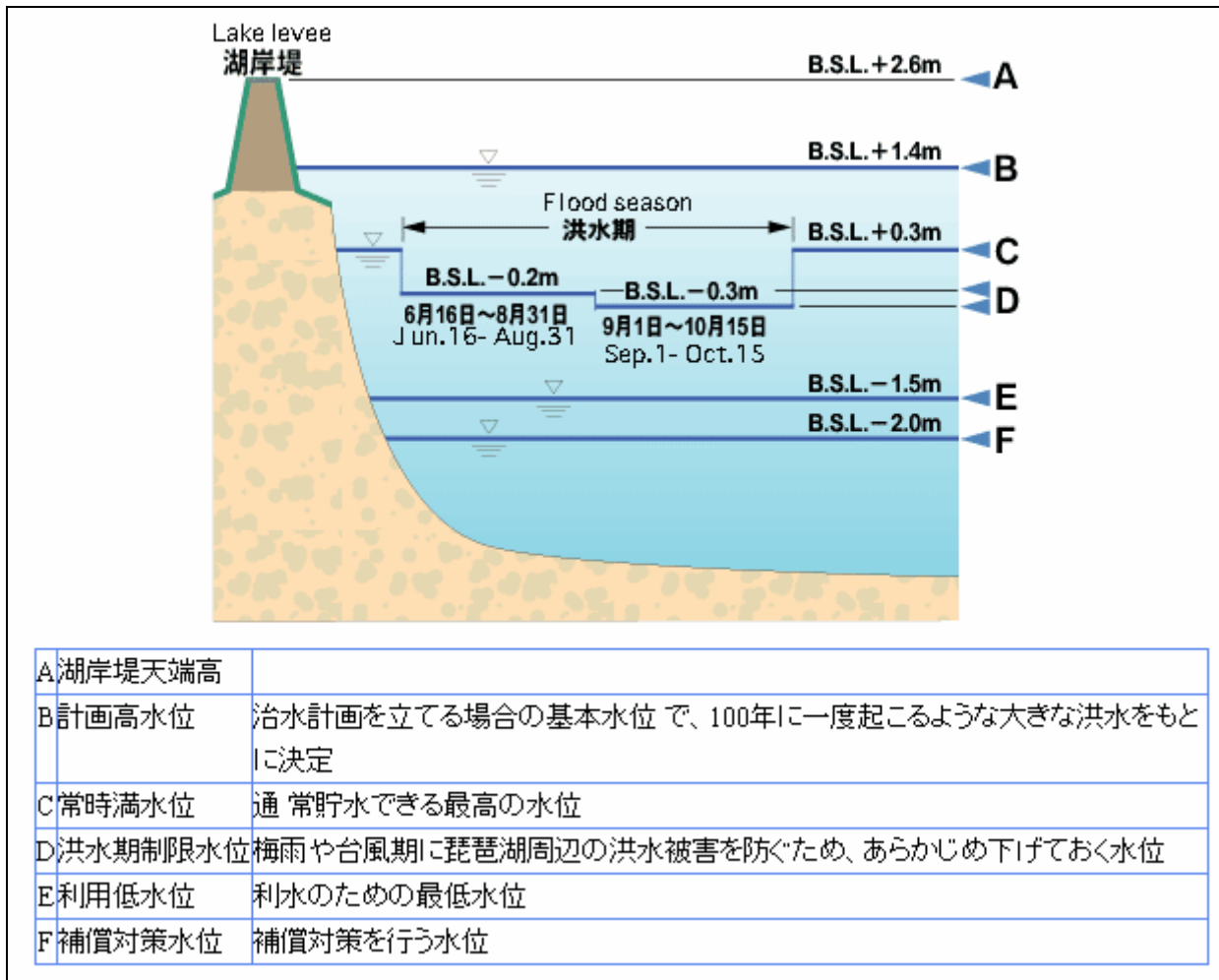


図 3-7-4(17) 琵琶湖面積設定時の基準水位の候補

④現時点(H19)における標高別琵琶湖の水面面積、琵琶湖の貯留量

a) 現時点(H19)の琵琶湖面積・琵琶湖水面面積の設定方法

- ・ 現時点(H19)の琵琶湖の面積は、平成15年～平成19年において埋立事業等が実施されていないため、平成15年度(琵琶湖河川事務所が湖辺域の航空写真を撮影された時点)と同じと判断した。
- ・ 琵琶湖の面積は、琵琶湖河川事務所が平成15年度に航空写真を撮影した際の汀線から算出することとした。具体的には、汀線で囲まれた部分を図化し、地理情報システム(GIS: Geographic Information System)により面積を算出した。
- ・ なお、この場合の「琵琶湖」とは、汀線で囲んだ範囲、つまり「琵琶湖北端(西浅井町)～洗堰間の水面の端部」とした。
- ・ 上記の考え方により、次の面積を得た。(表3-7-4(8))
琵琶湖面積 674.61 km² (BSL-0.2m時。後述の琵琶湖流域分割番号B18の面積)
琵琶湖水面面積 670.98 km² (674.61 km² から、沖の島、竹生島、木浜埋立地、矢橋帰帆島の面積を差し引き設定)
- ・ なお、河川法第四条第5項の規定に基づき公示されている一級河川の「琵琶湖」区間は、今回設定した区間「琵琶湖北端(西浅井町)～洗堰間」のうち、瀬田川区間を除外した区間である。今回の検討においては、河川の管理区分ではなく、琵琶湖の水位・容量に着目することが重要と考えたため、瀬田川区間も含めて、「琵琶湖面積・琵琶湖水面面積」を設置している。なお、琵琶湖水面面積670.98 km²のうち、瀬田川の水面面積は0.85 km²であることを確認している。(図3-7-4(18)及び(19))

表 3-7-4(8) 琵琶湖面積(H15 琵琶湖河川 LP データ)

	面積(km2)	備考
1 汀線で囲まれた面積(湖北～瀬田川洗堰)	674.61	現況BSL-0.2m時の汀線範囲。下記2～5を含む
2 沖の島	1.500	
3 竹生島	0.140	
4 木浜埋立地	1.258	
5 矢橋帰帆島	0.736	
6 琵琶湖水面面積	670.98	現況BSL-0.2m時(6=1-2-3-4-5)
参考 瀬田川直轄区間の水面面積	0.85	指定区間境界線～洗堰間

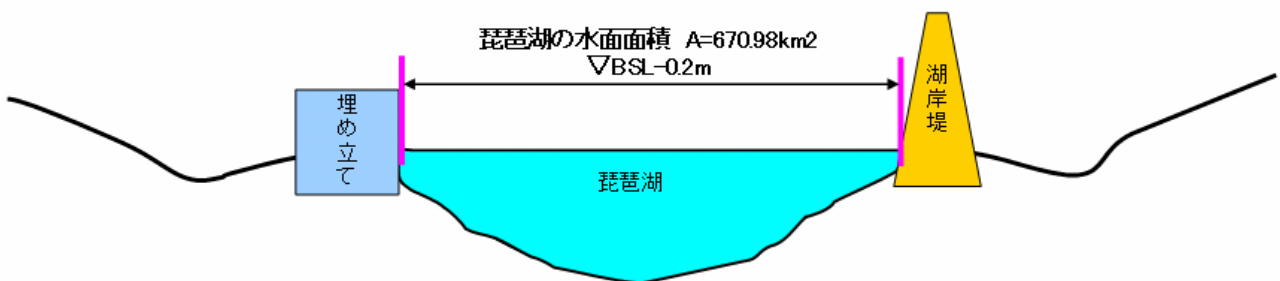


図 3-7-4(18) 琵琶湖の水面面積(その1)

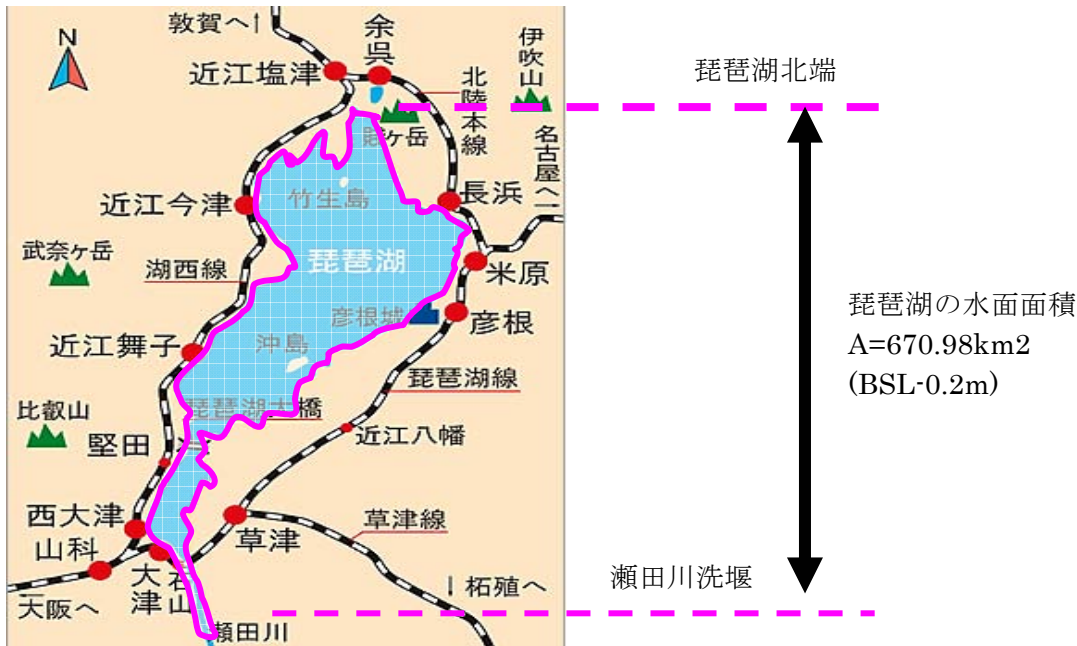


図 3-7-4(19) 琵琶湖の水面面積(その2)

b) 平成 15 年度に琵琶湖河川事務所が実施した航空測量の内容
湖岸部の航空写真撮影時期およびその日の AM6 時の琵琶湖水位を表 3-7-4(9) に示す。

表 3-7-4(9) H15 LP 測量時の琵琶湖水位

		琵琶湖 5 点平均 水位 (AM6 時)	湖岸部 航空写真撮影範囲	湖岸形態	湖岸延長 235km に対 する概算割合
1	H15. 10. 29	BSL-0. 39m	草津、長浜～彦根	湖岸堤、砂浜湖岸	20%
2	H15. 11. 26	BSL-0. 36m	近江八幡	山地湖岸、湖岸堤	30%
3	H16. 1. 9	BSL-0. 20m	びわ町～湖北町～高島 町	砂浜湖岸	40%
4	H16. 1. 12	BSL-0. 23m	志賀町、大津	砂浜湖岸	10%

今回の検討では、琵琶湖の制限水位である BSL-0. 2m における琵琶湖の面積を設定しようとするものである。そこで、航空写真を撮影した期間の琵琶湖水位を整理した。結果、航空写真撮影期間における琵琶湖水位は、B. S. L. -39cm～-20cm であった。

次の考え方から、航空写真撮影時の汀線は、琵琶湖水位 BSL-0. 2m 時の汀線と判断した。

(理由)

- 琵琶湖の水位変動により、琵琶湖の面積は変動するが、その変動幅は、砂浜湖岸などの水際部の勾配が緩い区間で大きく、山地湖岸や人工湖岸などの水際部の勾配が急な区間で小さいという特性がある。
- 水際部の勾配が緩い砂浜湖岸部を撮影した日 (H16. 1. 9、H16. 1. 12) の水位が BSL-0. 20m、-0. 23m であること。この日に撮影した延長は、湖岸延長 235km の約 50%にあたること。
- 山地湖岸・湖岸堤区間の水位変化にともなう汀線変化量は、砂浜湖岸部の汀線変化量よりも小さく、今回航空写真を撮影したときの汀線 (BSL-0. 39m、-0. 36m) と BSL-0. 2m の汀線は、ほとんど同じであると評価できること。

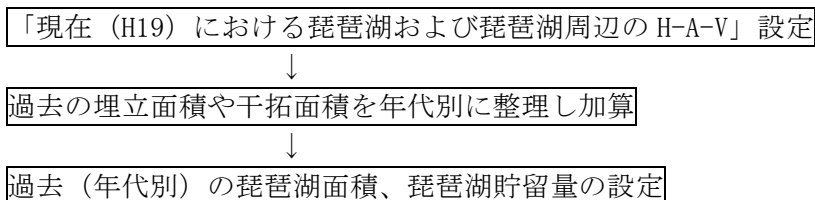
- c) 現時点(H19)における標高別琵琶湖および琵琶湖周辺の貯留量の設定方法
- ・ H19 琵琶湖水面面積は、前述のとおり、670.98 km² (B. S. L. -0.2m 時)と設定した。
 - ・ BSL-0.2m から上部の H-A-V は、H15 琵琶湖河川事務所 LP データをもとに、標高 H0.1m ピッチごとの面積から設定した。
 - ・ B. S. L. -0.2m 以深の H-A-V は、s50 年 3 月琵琶湖湖沼図修正および容量等の計算報告書(水資源開発公団琵琶湖開発事業建設部 アジア航測株式会社)の H-A-V データ(BSL-0.176~BSL-103.824m)をもとに設定した。
 - ・ なお、琵琶湖の容量の算出は、琵琶湖の最高深度 BSL-103.824m をゼロとして容量を算出した。しかし、治水利水計画の検討にあたっては、計算を簡素化するために、BSL-4.0m を基準高さとし BSL-4.0m から上部の容量を H-A-V テーブルで表現することとした。つまり、BSL-103.824m~-4.0m の容量は H-A-V テーブルに計上しないこととした。

基礎データ：

- a) B. S. L. -0.2~+3.0m H15 琵琶湖河川事務所撮影 LP データ
- b) B. S. L. -0.176~-103.824m: s50 年 3 月琵琶湖湖沼図修正および容量等の計算報告書(水資源開発公団琵琶湖開発事業建設部 アジア航測株式会社)の H-A-V データ

⑤過去(年代別)における標高別琵琶湖の水面面積、琵琶湖の貯留量

過去(年代別)の琵琶湖の水面面積、琵琶湖の貯留量設定の考え方は、次のとおりである。すなわち、現在(H19)における水面面積・貯留量をもとに、過去に実施された埋立事業や干拓事業などを年代別に整理し、H19の琵琶湖面積・琵琶湖貯留量に加算することにより、設定している。



a) 対象年代と主要洪水

過去(年代別)の琵琶湖面積、琵琶湖貯留量の設定は、琵琶湖および琵琶湖周辺において実施された埋立事業や干拓事業等を整理し、次の7年代に区分することとした。

また、琵琶湖の観測史上最高水位となった明治29年洪水のH-A-Vについても、今後、M29洪水対応の検討を行うことを想定し、明治29年も整理年代とした。

なお、今回高水検討において検討対象としている7洪水との関係を表3-7-4(10)に示す。

表 3-7-4(10) 琵琶湖 H-A-V と主要洪水

区分	H-A-V 整理年代	主要洪水名
1	明治 29 年	(参考) 明治 29 年 9 月 琵琶湖洪水
2	昭和 28 年~昭和 34 年	①昭和 28 年 9 月 台風 13 号(通称 5313) ②昭和 33 年 8 月 台風 17 号(通称 5817)
3	昭和 36 年	③昭和 36 年 6 月 梅雨前線(通称 611)
4	昭和 40 年	④昭和 40 年 9 月 台風 24 号(通称 6524)
5	昭和 47 年 7 月	⑤昭和 47 年 7 月 梅雨前線(通称 721)
6	昭和 47 年 9 月	⑥昭和 47 年 9 月 台風 20 号(通称 722)
7	平成 7 年	⑦平成 7 年 5 月洪水

b) 琵琶湖面積、琵琶湖貯留量に影響を与えたと想定される事業

- ・ 埋立事業
- ・ 干拓事業
- ・ ほ場整備事業
- ・ 湖岸堤建設事業

c) 琵琶湖面積、琵琶湖貯留量に影響を与えたとどうかの評価方法

過去と現在の地形図の対比や既存資料から、埋立・干拓事業などの盛土高さ、実施時期、施工面積などを把握し、琵琶湖面積、琵琶湖貯留量に影響を与えたとどうかを確認した。

- ・ 埋立事業：滋賀県土木交通部河港課所有の埋立事業履歴資料を確認
- ・ 干拓事業：S41年地形図とH8年の地形図を比較し、地盤高の変化を対比
- ・ ほ場整備事業：S41年地形図とH8年の地形図を比較し、地盤高の変化を対比
- ・ 湖岸堤建設事業：S41年地形図とH8年の地形図の比較、琵琶湖総合開発事業資料（淡海よ永遠に等）から築造履歴を確認し、地盤高さの変化を対比

表 3-7-4(11)は、洪水別干拓地の浸水状況を整理したものである。なお、琵琶湖周辺には大小18箇所の干拓地があるが、今回の検討では、干拓面積が50ha以上である下記の8干拓地において、浸水状況を評価した。

表 3-7-4(11) 洪水別干拓地の浸水状況整理表

対象洪水	洪水名 (通称)	琵琶湖水位 (cm)	大中		小中		松原		早崎		入江		曾根沼		津田		水荃		根拠資料	
			事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況	事業期間	浸水状況		
M29.7~9月	M29	鳥376		毘	s17	毘	s19	毘		毘	s19	毘		毘		毘		s19	毘	明治二十九年大洪水浸水区域之図
S28.8月豪雨	5.313	鳥100	s21	毘	s22	○	s22	○		毘	s22	○		毘		毘		s22	△	※S34.7号台風と琵琶湖水位および干拓整備状況が同等と判断されることから、浸水区域はs34.7号台風時と同等と評価した。
S33.17号	5.817	鳥51		毘		○		○		毘		○		毘		毘			△	※排水施設が能力的に十分でない判断し、各干拓地も浸水すると評価した。
S34.7号	5.907	鳥100		毘		○		○		毘		○		毘		毘			△	琵琶湖河川事務所が実施した「s34年 前線及び台風7号による出水の琵琶湖周辺浸水調査」結果をもとに、浸水有無を評価した。
S34.15号	5.915	鳥87		毘		○		○		毘		○		毘		毘			△	※S34.7号台風と琵琶湖水位および干拓整備状況が同等と判断されることから、浸水区域はs34.7号台風時と同等と評価した。
S36.6月		鳥108		毘		—		○	s39	毘		△	s38	毘		毘			—	琵琶湖河川事務所資料「昭和36年6月豪雨被害状況、47年出水報告綴」をもとに、浸水有無を評価した。
S40.24号	6.524	鳥92		—		△		—		毘		—		○	s42	△			—	滋賀県災害誌「被害状況図(P108)」、琵琶湖河川事務所資料「47年出水報告綴」をもとに、浸水有無を評価した。
S47.7月		鳥92	s43	—		—		—	s46	○		—	s43	—	s46	—			—	琵琶湖河川事務所資料「47年出水報告綴」をもとに、浸水有無を評価した。
S47.20号	7.220	鳥44		—		—		—		—		—		—		—			—	※他の洪水と比較して琵琶湖水位が低く、かつ各干拓事業が完了しているため、浸水なしと評価した。
H7.5月		五点93		—		○		—		○		—		△		—			—	滋賀県河港課資料「琵琶湖洪水95(+93cmの記録)」、水資源機構資料「平成7年5月琵琶湖出水記録誌」をもとに、浸水有無を評価した。

凡 例	
毘	干拓前(旧琵琶湖の一部)
○	干拓堤防締切後浸水
△	干拓堤防締切後一部浸水
—	浸水なし

↕↕ … 干拓事業期間

■ … 根拠資料として琵琶湖周辺の実績の浸水状況を示した図面は存在しないが、他の洪水、干拓地整備状況から浸水状況を想定した。

△ … 琵琶湖浸水実績図では一部の浸水となっているが、H-A-V評価においては当該干拓地すべて浸水すると計算している。

図 3-7-4(20)は、琵琶湖および琵琶湖周辺部の湛水状況をイメージ図として表現したものである。干拓地の湛水有無は、上記表をもとに、各年度（各洪水）ごとに設定した。

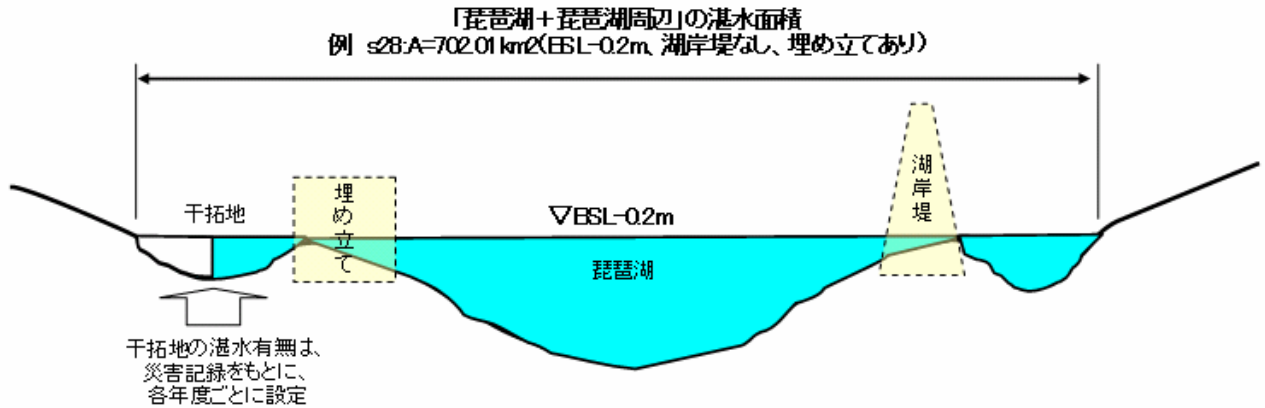


図 3-7-4(20) 琵琶湖+琵琶湖周辺の湛水面積

⑥治水計画・利水計画検討における標高別琵琶湖の水面面積、琵琶湖の貯留量

- ・ 治水計画・利水計画検討において、琵琶湖の水面面積は琵琶湖総合開発計画時に想定されている「埋立計画」は現在も踏襲されているとし、将来の琵琶湖水面面積は 665.0 km^2 (BSL-0.2m 時) として設定した。
- ・ 治水計画・利水計画検討における標高別琵琶湖の水面面積、琵琶湖の貯留量は、計画時の H-A-V であるため、内水域の湛水は考慮しない、つまり琵琶湖流域からの流出量はすべて琵琶湖に流入すると仮定して作成した。
- ・ B. S. L. -0.2m 以深の H-A-V は、琵琶湖総合開発計画時に想定されていた H-A-V テーブルを採用した。
- ・ B. S. L. -0.2m 以上の H-A-V は、次の容量を見込んでいる。
 1. BSL-0.2m における琵琶湖水面面積は 665.0 km^2 とする。
 2. 琵琶湖水位 BSL-0.2m から上部については、図 3-7-4(21) より湖岸分類別に、次の容量を見込んだ。
 - ・ 砂浜湖岸前面の容量 (BSL-0.2m~+1.4m、法勾配 1:10、砂浜延長 87km (図 3-7-4(22))
 - ・ 湖岸堤延長のうち砂浜湖岸を除く延長の容量 (BSL-0.2m~+1.4m、法勾配 1:2、湖岸堤延長 50.432km-砂浜重複区間 16.8km=33.6km) (図 3-7-4(23) 及び図 3-7-4(24))
 ※上記の延長は図 3-7-4(23) に記載されている延長を計測し、算出している。
 3. BSL+1.4m 以上の H-A-V は、BSL+1.4m の汀線に壁立て施設を設けると想定。

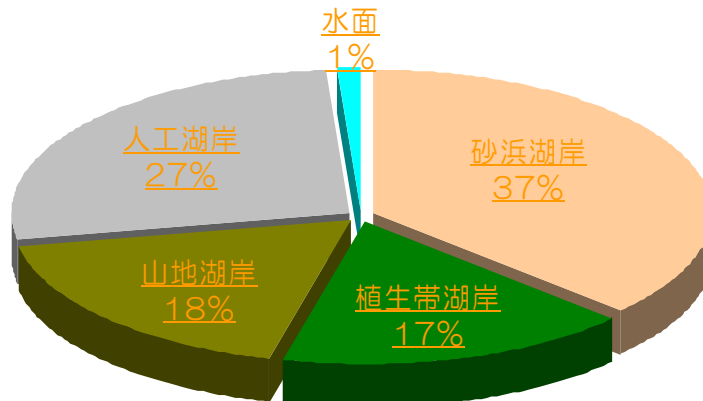


図 3-7-4(21) 琵琶湖湖岸の分類

- ・ 琵琶湖の制限水位 BSL-0.3m の期間における検討も実施することを想定し、BSL-0.3m 以上の H-A-V テーブルも作成した。

- ・ 参考に、昭和 28 年および平成 7 年の H-V テーブルとともに、平成 19 年現在、治水計画検討時の HV テーブルを表 3-7-4(12)に示す。

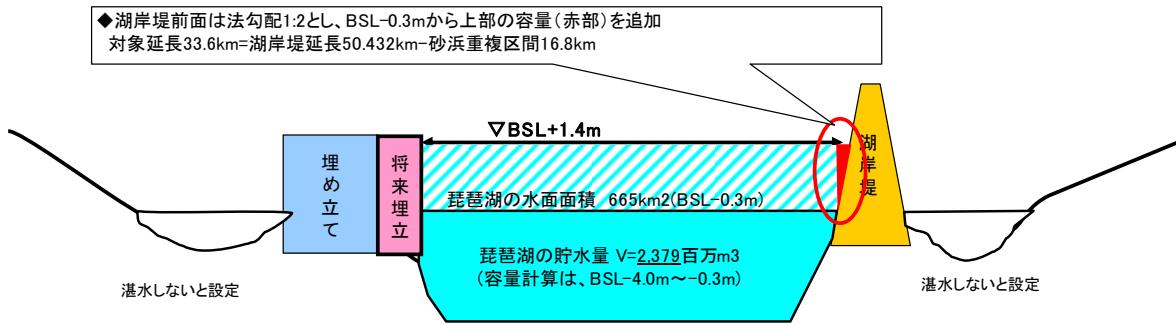


図 3-7-4(22) 琵琶湖の貯水量(湖岸堤前面)

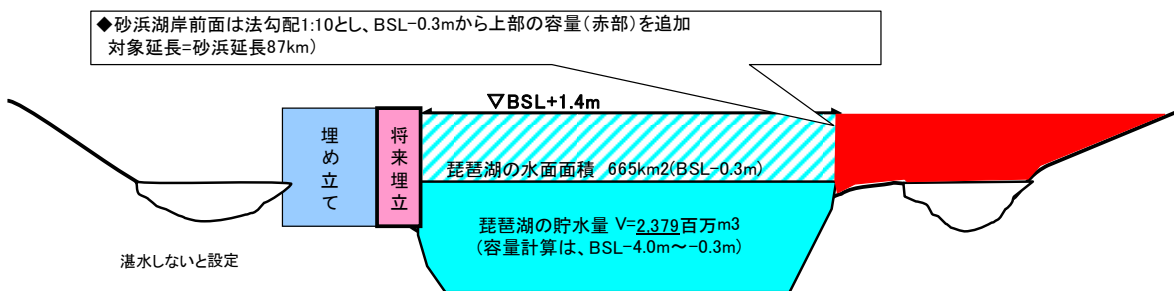


図 3-7-4(23) 琵琶湖の貯水量(砂浜湖岸前面)

表 3-7-4(12) 琵琶湖 H-V テーブル(琵琶湖水位と貯水容量の関係)

※琵琶湖HVは、「将来(治水計画検討時)」「H19現在」「再現計算の年月」ごとに作成。
 ※琵琶湖容量Vは、BSL-4.0mを計算基準高さとし、BSL-4.0mから上部の容量をカウントしている。

琵琶湖水位	治水計画検討時 H-V	平成19年現在 H-V	平成7年5月洪水 再現計算時H-V	昭和28年台風13号 (5313) 再現計算時H-V
B.S.L	容量(m3)	容量(m3)	容量(m3)	容量(m3)
-1.5	1,587,500,000	1,593,845,720	1,593,845,720	1,604,137,237
-1.4	1,653,200,000	1,659,677,232	1,659,677,897	1,671,472,496
-1.3	1,718,900,000	1,725,508,875	1,725,510,870	1,738,897,291
-1.2	1,784,600,000	1,792,071,778	1,792,075,103	1,807,138,623
-1.1	1,850,300,000	1,858,635,076	1,858,639,731	1,875,460,697
-1.0	1,916,000,000	1,925,198,506	1,925,204,491	1,943,904,266
-0.9	1,982,150,000	1,991,762,330	1,991,770,310	2,012,486,400
-0.8	2,048,300,000	2,058,327,073	2,058,337,713	2,081,161,786
-0.7	2,114,450,000	2,125,344,203	2,125,357,503	2,150,340,922
-0.6	2,180,600,000	2,192,362,122	2,192,378,082	2,219,555,730
-0.5	2,246,750,000	2,259,381,225	2,259,399,845	2,288,830,992
-0.4	2,313,100,000	2,326,408,738	2,326,430,683	2,358,172,285
-0.3	2,379,450,000	2,393,482,774	2,393,508,709	2,427,593,025
-0.2	2,445,800,000	2,460,731,821	2,460,772,406	2,497,732,726
-0.1	2,512,304,686	2,528,064,977	2,528,120,212	2,567,975,625
0.0	2,578,818,744	2,595,468,181	2,595,538,066	2,638,340,735
0.1	2,645,342,174	2,662,943,667	2,663,028,867	2,708,829,699
0.2	2,711,874,976	2,730,500,503	2,730,601,683	2,779,423,103
0.3	2,778,417,150	2,798,145,128	2,798,262,288	2,850,126,432
0.4	2,844,968,696	2,865,880,434	2,866,013,574	2,920,933,093
0.5	2,911,529,614	2,933,757,149	2,933,906,269	2,991,919,935
0.6	2,978,099,904	3,001,912,346	3,002,078,111	3,063,231,517
0.7	3,044,679,566	3,070,517,923	3,070,700,998	3,134,976,790
0.8	3,111,268,600	3,139,731,849	3,139,932,234	3,207,315,792
0.9	3,177,867,006	3,209,666,358	3,209,884,053	3,280,422,384
1.0	3,244,474,784	3,280,376,384	3,280,611,389	3,354,376,684
1.1	3,311,091,934	3,351,906,872	3,352,159,852	3,429,227,028
1.2	3,377,718,456	3,424,284,370	3,424,555,990	3,505,007,285
1.3	3,444,354,350	3,497,535,162	3,497,825,422	3,581,723,772
1.4	3,510,999,616	3,571,657,934	3,571,966,834	3,659,309,439
1.5	3,577,649,568	3,646,581,193	3,646,908,733	3,737,625,823
1.6	3,644,299,520	3,722,230,423	3,722,577,268	3,816,624,938
1.7	3,710,949,472	3,798,582,625	3,798,949,440	3,896,320,520
1.8	3,777,599,424	3,875,621,766	3,876,008,551	3,976,653,624
1.9	3,844,249,376	3,953,319,984	3,953,726,739	4,057,606,606
2.0	3,910,899,328	4,031,660,327	4,032,087,052	4,139,202,491
2.1	3,977,549,280	4,110,652,783	4,111,100,153	4,221,441,757
2.2	4,044,199,232	4,190,333,885	4,190,802,575	4,304,361,433
2.3	4,110,849,184	4,270,744,376	4,271,234,386	4,388,017,442
2.4	4,177,499,136	4,351,924,995	4,352,436,325	4,472,447,170
2.5	4,244,149,088	4,433,896,112	4,434,423,432	4,557,667,341
2.6	4,310,799,040	4,516,658,800	4,517,196,780	4,643,626,814
2.7	4,377,448,992	4,600,111,143	4,600,659,783	4,730,155,576
2.8	4,444,098,944	4,684,114,014	4,684,673,314	4,817,164,551
2.9	4,510,748,896	4,768,598,413	4,769,168,373	4,904,645,694
3.0	4,577,398,848	4,853,533,163	4,854,113,783	4,992,568,962
備考	・琵琶湖面積 665.00km ² (BSL-0.2m)将来埋立 計画を考慮。 ・琵琶湖周辺の内湖や低地部 には湛水しないものとして、容量V には含んでいない。	・琵琶湖面積 670.98km ² (BSL-0.2m) ・容量Vには、琵琶湖周辺の 内湖(西の湖、早崎内湖など) や低地部の容量を含む。	・琵琶湖面積 671.08km ² (BSL-0.2m) ・容量Vには、琵琶湖周辺の 内湖(西の湖、早崎内湖など) や低地部の容量を含む。	・琵琶湖面積 676.14km ² (BSL-0.2m) ・容量Vには、琵琶湖周辺の 内湖(西の湖、早崎内湖など) や低地部の容量を含む。

埋め立てによる面積・容量減
 大津市なぎさ公園など

湖岸堤建設、埋め立てによる面積・容量減
 矢橋船帆島、守山市木浜など

■湖辺分類図

湖辺を「砂浜湖岸」「ヨシ原湖岸」「山地湖岸」「人工湖岸」に分類した図から、それぞれの湖岸延長を算出した。

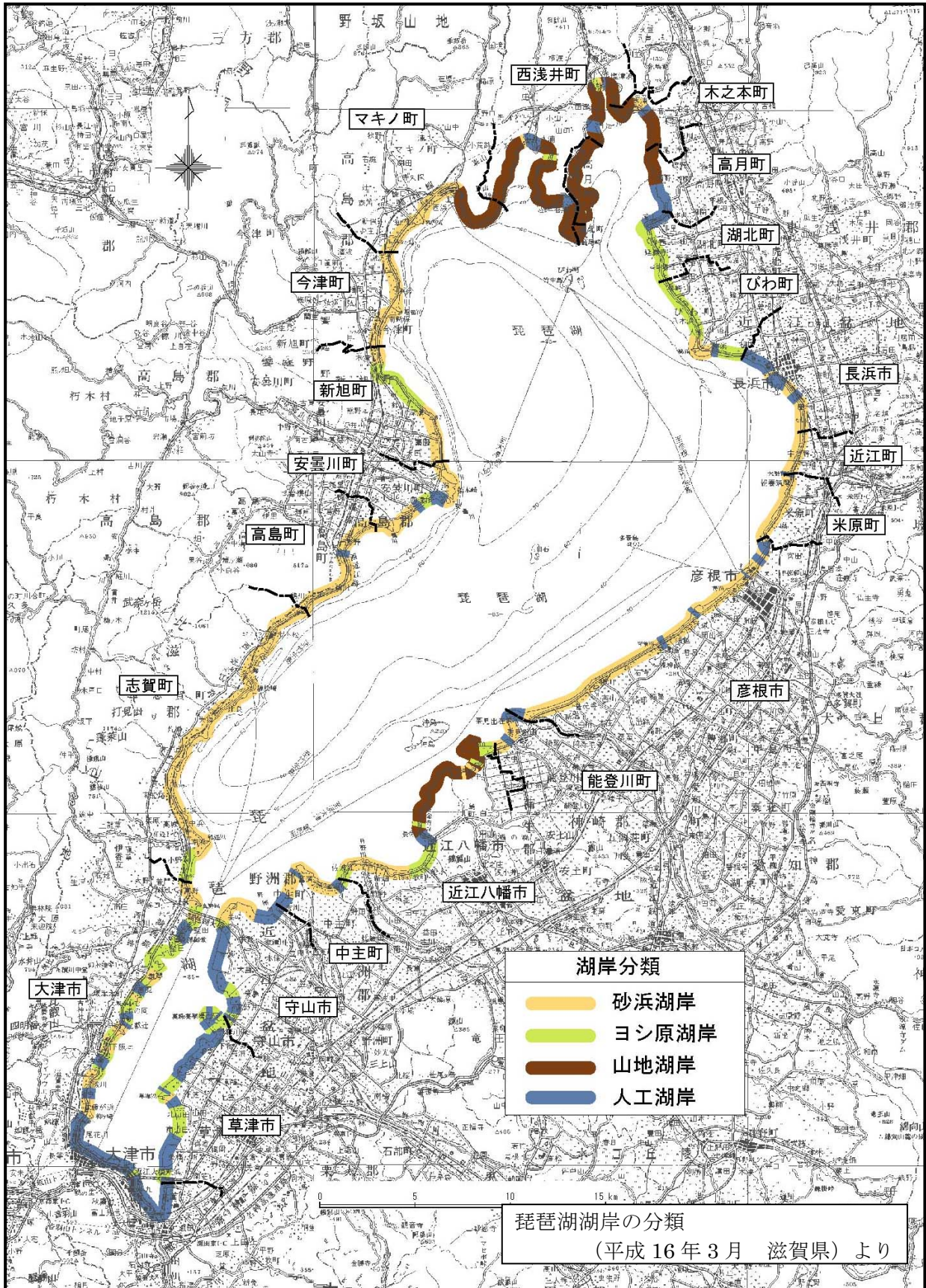


図 3-7-4(24) 湖岸分類図

6) 琵琶湖モデルの構築

昭和46年に策定された淀川水系工事实施基本計画では、琵琶湖流域を一つの治水クローズドシステムとして扱い、洗堰下流部の流域の流出解析とは別に琵琶湖の治水計画を検討している。

今回の検討では、琵琶湖を含めて連続した一つの水系として上下流バランスのとれた治水計画の検討が必要と考えた。

具体的には、どれだけの雨が琵琶湖流域に降って、琵琶湖水位がいつどれだけ上昇するのか、瀬田川洗堰地点の流量がどれだけかといった時系列の変化を定量的に把握したうえで、淀川水系の一貫した治水計画の検討が必要と考えた。

そこで、琵琶湖流域を一体化した淀川流域モデルを検討することとした。

図3-7-4(25)は、淀川水系工事实施基本計画のモデル図と本検討で構築したモデル図である。前者には琵琶湖流域が含まれていないことが読み取れる。

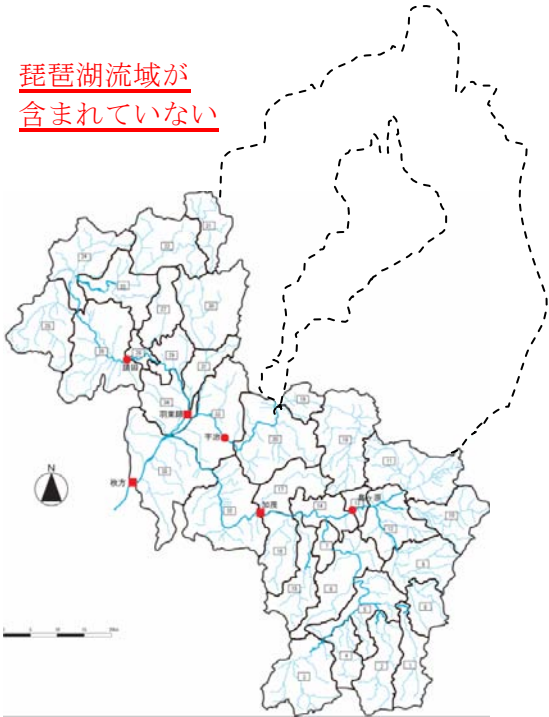
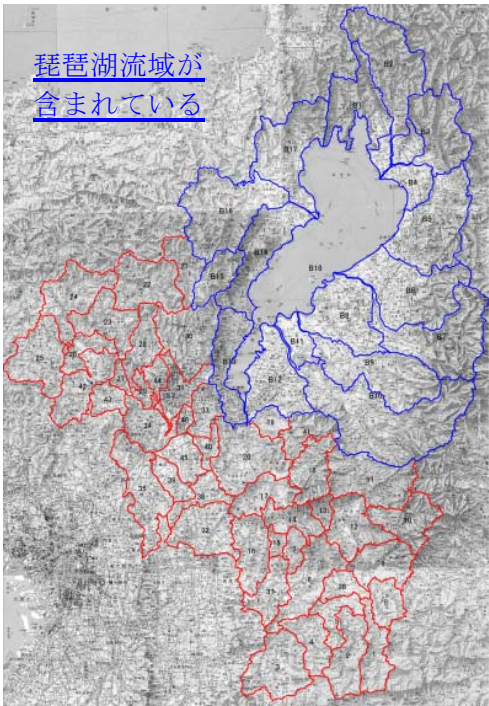
淀川水系工事实施基本計画のモデル図	今回検討で構築したモデル図
<p style="text-align: center;"><u>琵琶湖流域を除いたモデル</u> により流出解析実施</p>	<p style="text-align: center;"><u>琵琶湖流域を一体化した淀川流域モデル</u> により流出解析実施</p>
	

図3-7-4(25) 淀川流域モデル

琵琶湖淀川流域一体型のモデル

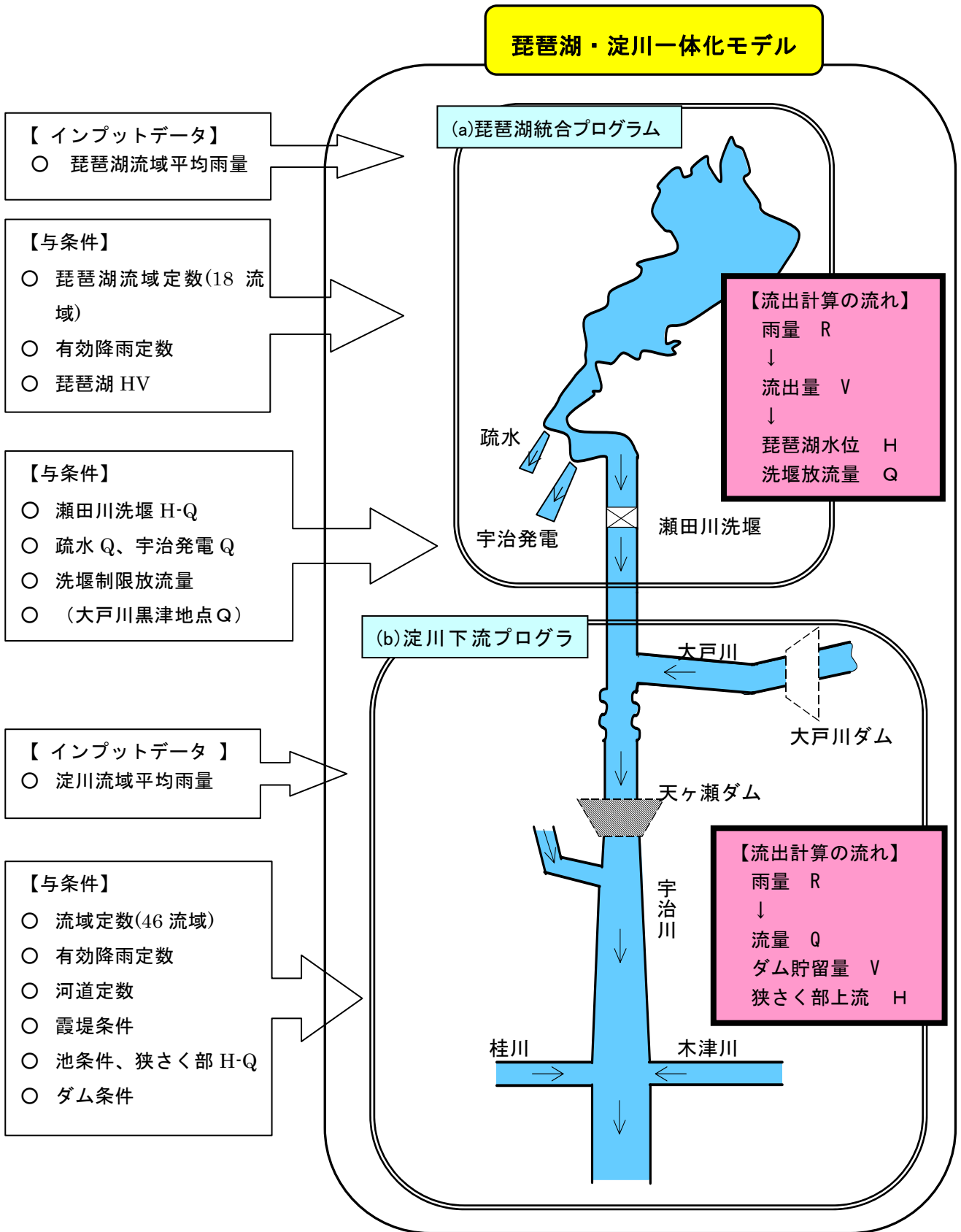


図 3-7-4(26) 琵琶湖淀川流域の流出解析モデル

①流出解析手法の設定

現在、実用化されている流出計算手法は数多いが、その基本式は過去の流出状況から経験的に求められたものが多い。基本的には、連続の式と運動方程式の関係式を用いて、降雨量から流量を求めている。

数ある流出計算手法の中で「貯留関数法」は、我が国の一級河川のほとんどで適用されている。

淀川水系においても、昭和46年に改訂された淀川水系工事实施基本計画の検討時から適用されている。

今回、琵琶湖流域も含めた淀川の治水計画の検討にあたって、「貯留関数法」を採用した。

理由は、次のとおりである。

- a) 我が国の一級河川のほとんどで適用されており知見が集積されていること。
- b) 一般に、貯留関数法の対象流域は10～1,000 km²で、100 km²程度で精度が良いとされている。

②琵琶湖流域の貯留関数モデルの考え方

今回のモデル設定にあたっては、

- a) 琵琶湖水位・洗堰地点の流量を評価することに重点をおくこと
- b) 琵琶湖の水位変動は、河川の水位変動に比べて緩慢であること
- c) 河道モデルの有無による琵琶湖水位精度への影響は小さいことから、河道モデルは設定せず、流域モデルのみとした。

③琵琶湖流域の流域分割の考え方

地形特性（河川の流域）、降雨特性を考慮し、18流域（陸域17，琵琶湖1）に分割した。

地形特性（河川の流域）

- ・ 築堤河川（天井川）は山地部に降った雨のみが琵琶湖に流入する。
- ・ 琵琶湖流入一級河川119本のうち、流域面積が50 km²以上の河川は12本である。
- ・ 南湖に流入する一級河川は、流域面積5 km²以下、流路延長10km以下の河川が多い。

降雨特性

- ・ 観測所によるピーク時間にはずれがあるが、ピーク日のずれはほとんど見られない。
- ・ 降雨量は、観測所によって大きく異なり、地域特性が存在する。
- ・ 安曇川の上流部と下流部では、降雨特性がやや異なる傾向にある。

18流域（陸域17，琵琶湖1）に分割した理由

- a) 琵琶湖の水面部は、一流域とする。
- b) 築堤河川（天井川）は山地部に降った雨のみが琵琶湖に流入するという特性から、一流域一モデルを基本とする。
- c) 流域面積が、概ね200km²以上の築堤河川は、単独流域とした。
（一流域区分の面積は、貯留関数の適用流域面積（最大でも数100 km²）を勘案）
流域番号：B2 高時川, B3 姉川, B7 愛知川, B9 日野川, B10 野洲川, B1516 安曇川
※安曇川流域は、降雨特性（上流部と下流部での降雨特性が異なる）から、流域を2分割した。
- d) 中規模の流域（概ね100 km²）をもつ河川は、周辺の河川の流域とまとめ、流域分割した。
流域番号：B1, B4, B5, B6, B8, B11, B12, B13, B14, B17

以上より、琵琶湖流域を18分割（17流域、1水域）にした。（図3-7-4(27)）

表 3-7-4(13)は、琵琶湖流入河川が、どの流域(B1～B17)に属するかを明示したものである。

表 3-7-4(13) 琵琶湖流域分割一覧表

	流域面積	名称	琵琶湖流入一級河川名
B1	149.00	塩津	大浦川、岩熊川、大川、余呉川
B2	210.66	湖北余呉	高時川
B3	154.52	伊吹	姉川(田川は含まず)
B4	118.36	虎姫浅井	丁野木川、モロコ川、中川、田川、川道川、米川、十一川、長浜新川、深町川、土川、びわだ川
B5	223.22	米原	天野川、今江川、入江川、磯川、矢倉川、芹川、平田川、野瀬川
B6	236.56	彦根	犬上川、江面川、安食川、宇曾川、文禄川、不飲川
B7	228.28	東近江	愛知川
B8	176.76	近江八幡	大同川、長命寺川、八幡川、白鳥川、大惣川
B9	207.72	竜王日野	日野川
B10	386.02	甲賀野洲	野洲川
B11	49.83	湖南野洲	家棟川、江川、幸津川
B12	154.91	湖南草津	法竜川、天神川、守山川、山賀川、境川、葉山川、伊佐々川、草津川、山寺川、前川、十禅寺川、狼川、長沢川、高橋川、篠部川
B13	109.23	湖西大津	千丈川、多羅川、高橋川、盛越川、兵田川、篠津川、相模川、常世川、吾妻川、百々川、熊野川、不動川、柳川、際川、四ツ谷川、藤ノ木川、大宮川、足洗川、高橋川、大正寺川、雄琴川、御呂戸川、天神川、真野川
B14	161.81	高島	丹出川、和邇川、喜撰川、鎌田川、天川、八屋戸川、野離子川、木戸川、大川、大谷川、比良川、家棟川、大堂川、滝川、北川、鶴川、瀬戸川、小田川、和田打川、鯰川、鴨川、青井川、金丸川
B15	66.81	朽木葛川	安曇川上流
B16	238.74	湖西安曇川	安曇川下流
B17	190.64	湖西北部	神奈川、南川、針江大川、田井川、林照寺川、今川、波布谷川、庄界川、天川、今津川、石田川、境川、新保川、百瀬川、生来川、知内川、中ノ川
B18	674.61	琵琶湖	琵琶湖
	3,737.68	合計	

【参考1. (琵琶湖流域分割の検討経緯)】

琵琶湖流域を18分割にするにあたっては、担当者会議メンバーから種々意見が出された。出された意見を集約すると次の3案であった。表3-7-4(14)に示すように各案のメリットとデメリットを評価して、A案(18分割)を採用した。

表3-7-4(14) 流域分割比較表

		特徴	メリット、デメリット	評価
A案	18分割 (陸17+琵琶1)	・流域の流出特性、降雨特性を考慮した分割	○主な河川流域に着目した分割である。 ○流量観測データに基づく流域定数の同定は2河川のみ(野洲川、姉川)可能。 ●流量観測データがない河川の流域定数は、「流域面積・流域内主要河川延長・勾配から定数を一次推定→琵琶湖実績水位による同定」で設定することとなる。	○
B案	5分割 (陸4+琵琶1)	・流域の流出特性、降雨特性を考慮した分割 (A案の陸域区分を簡素化した分割)	○主な河川流域に着目した分割である。A案の分割を簡素化した分割。 ●流量観測データに基づく、流域定数の同定はできない。 ●流量観測データがない河川の流域定数は、「流域面積・流域内主要河川延長・勾配から定数を一次推定→琵琶湖実績水位による同定」で設定することとなる。	△
C案	2分割 (陸1+琵琶1)	・陸域を1流域とした分割	●陸域を1区分としているため、降雨特性が反映できない。 ●瀬田川洗堰下流域における類似の流域から定数を推定する場合、流域面積が著しく異なることは不適。	×

○メリット、●デメリットとして整理

④洗堰操作と洗堰地点流量

a) 瀬田川洗堰操作規則

淀川水系の洪水現象は、先ず木津川、桂川、宇治川の流量の増大によって、淀川本川の水位がピークを迎え、その後ある時間差をもって琵琶湖水位のピークを迎えるという特徴がある。これは、流域から琵琶湖へのピーク時の流入量に比べ、琵琶湖から瀬田川を通じて出ていく流出量が小さいためである。琵琶湖の水位がピークを迎えるのは、流域から琵琶湖への流入量が減衰し、琵琶湖からの流出量と等しくなった時であるため、琵琶湖の水位のピークは、琵琶湖への流入量のピークからしばらく時間がたってからになる。

このような洪水時の特性を活かし、下流部が危険な時は下流の洪水防御のため、瀬田川洗堰からの放流を制限もしくは全閉することが、「瀬田川洗堰操作規則：平成4年策定」によって規定されている。洗堰操作の具体内容は、図3-7-4(28)のとおりである。

なお、図3-7-4(28)に示すように洗堰ゲートは2枚のゲート（上段ゲート、下段ゲート）で造られており、上段ゲート・下段ゲートをそれぞれ操作することにより、図3-7-4(28)の4つのゲート位置とすることができる。琵琶湖水位とゲート位置の関係から、「全閉」「越流」「ドン付け（上段ゲート・下段ゲートとも河床につける操作）」「全開」の操作が可能となる。

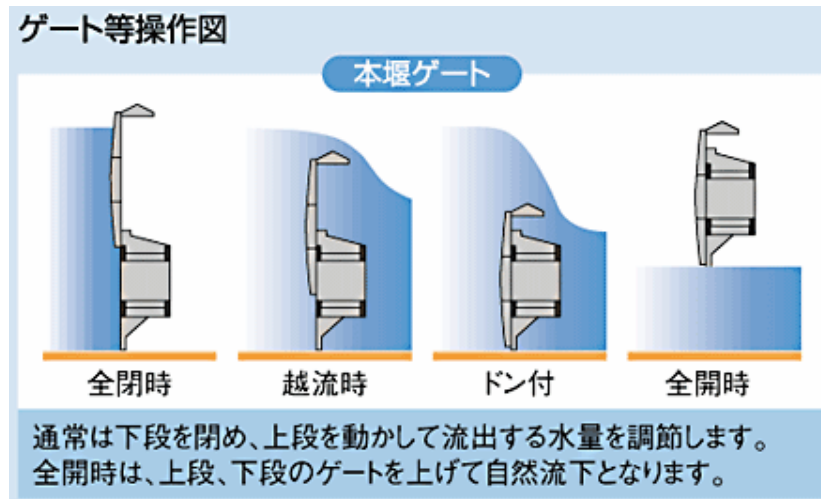
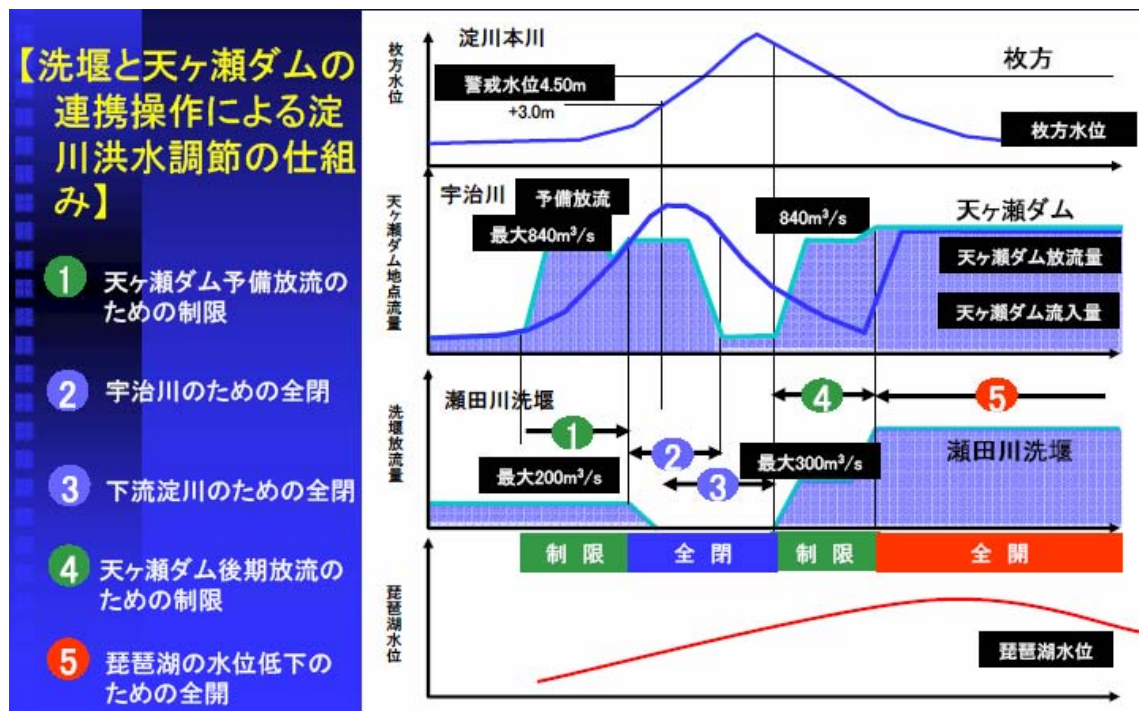


図 3-7-4(28) 洗堰と天ヶ瀬ダムの連携操作及びゲート操作図

b) 洗堰地点流量の歴史の変遷

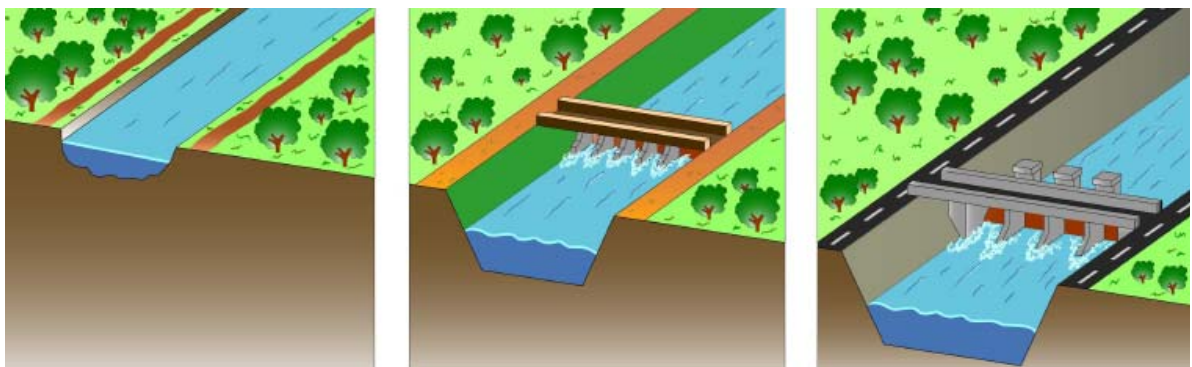
図 3-7-4(29)は、瀬田川洗堰地点の歴史の変遷のイメージ図と、年代ごとの流量の変遷を示したものである。また、洗堰地点の実績流量は、次のとおり観測されている。

(ア) 洗堰が設置される以前の流量（明治 37 年(1904 年)以前）

洗堰が設置される以前の流量の記録は、金森鋏太郎「瀬田川に於ける流量曲線の時間的変遷」 土木学会誌 第二巻 第一号 大正 5 年 2 月発行 (1916 年) p93-187 に記載されている。すなわち、明治 24 年～明治 33 年に観測された 51 データが存在する。

(イ) 洗堰が設置された後の流量（明治 38 年(1905 年)以降）

洗堰が設置された後の流量の記録は、琵琶湖河川事務所にて保存されている。また、流量の記録とともに、洗堰の操作内容（全閉、全開、初代南郷洗堰の桁開度など）も記録されている。



明治改修以前洗堰設置前 毎秒50m³ 明治42年以降洗堰設置後 毎秒200m³ 琵琶湖総合開発事業後 毎秒800m³

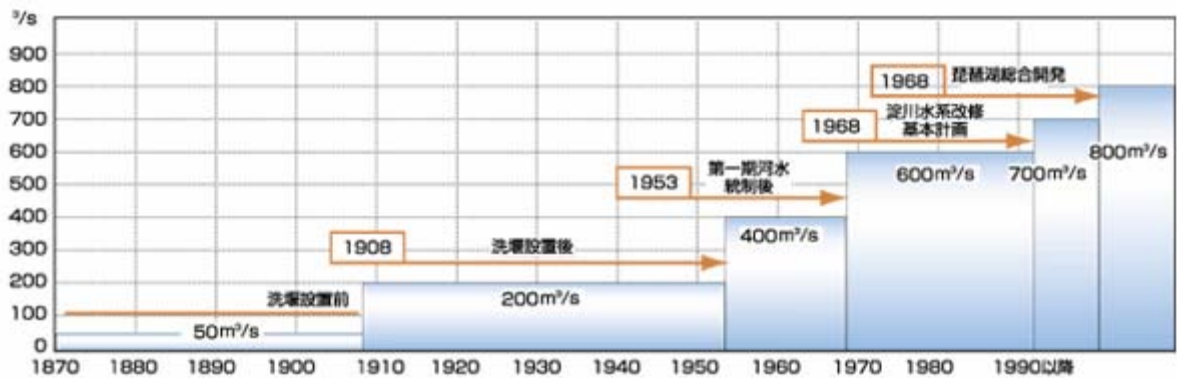


図 3-7-4(29) 瀬田川疎通能力の変遷

c) 洗堰地点流量の H-Q 式の検討

前述のとおり、洗堰地点の流量観測データおよびその際の洗堰の操作内容（全閉、全開、初代南郷洗堰の桁開度など）は記録として残っている。

また、琵琶湖水位については、明治 7 年(1874 年)以降の記録が残っている。

このため、洗堰設置前後とも、洗堰地点の流量 Q は、琵琶湖水位 H との相関から、H-Q 式により近似値を算出することができる。

このため、既存の記録をもとに、洗堰地点の H-Q 式の検討を行うこととした。

(ア) 洗堰設置前の H-Q 式

瀬田川に洗堰が設置されたのは、1905 年（明治 38 年）である。

洗堰設置以前の流量については、前述のとおり、金森鉄太郎「瀬田川に於ける流量曲線の時間的変遷」 土木学会誌に記載されている。すなわち、明治 24 年～明治 33 年に観測された 51 データが存在する。

今回の検討にあたり、この論文内容を確認し、琵琶湖水位 H と洗堰地点流量 Q の関係の妥当性を確認した。次式は、その関係式である。

$$Q=52.73(h+0.94)^2$$

Q: 洗堰地点流量 m³/s、h: 鳥居川水位 m (参考文献 淀川百年誌 p1074)

この式によると、

鳥居川水位 H=0m のとき→洗堰地点流量 Q=47m³/s

鳥居川水位 H=0.83m のとき→洗堰地点流量 Q=165m³/s となる。

※鳥居川水位 H=0.83m とは、洗堰設置以前における常水位である。

(イ) 現況河道の H-Q 式（全開 H-Q、ドン付け H-Q）

現在の瀬田川洗堰施設および瀬田川の状況をふまえ、琵琶湖水位と流量の関係を確認した。なお、瀬田川洗堰の直下流には大戸川が合流しており、洗堰全開時の流量は大戸川流量の影響をうけるため、全開時の H-Q 式は、大戸川からの流量を考慮し、次の 2 式を設定した。

洗堰全開時 H-Q 式（現況）

大戸川 0m³/s のとき $Q=15.178*(H+6.944)^2$ BSL±0m で 732m³/s

大戸川 300m³/s のとき $Q=15.773*(H+5.933)^2$ BSL±0m で 555m³/s

また、ドン付け時の H-Q 式(越流時の天端高さ BSL-1.3m)は、次のとおりである。

$Q=93.99*(H+1.73)^2$ BSL±0m で 281m³/s (図 3-7-4(30))

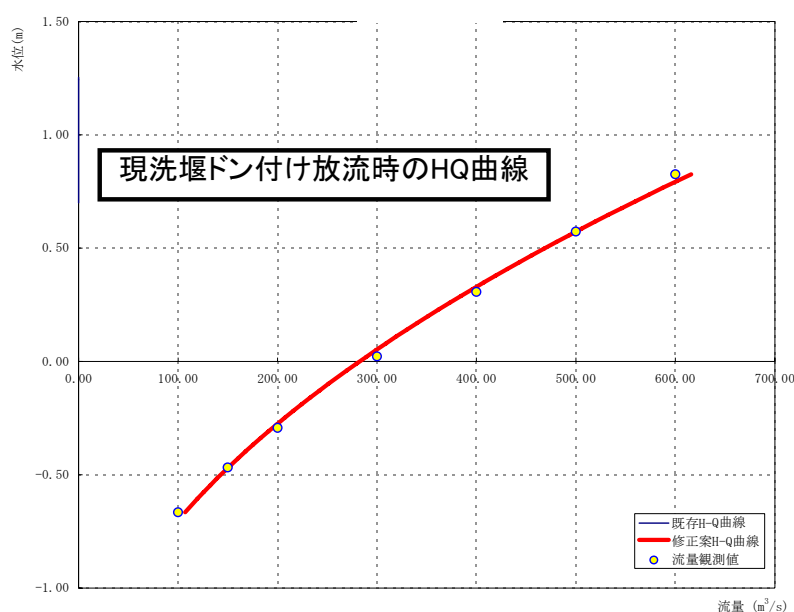


図 3-7-4(30) 瀬田川洗堰ドン付け時 H-Q 式

(ウ) 淀川水系工事実施基本計画検討時の H-Q 式 (全開 H-Q 式)

淀川水系工事実施基本計画では、次の 2 式が設定されている。現時点においても関係を確認した。(図 3-7-4(31))

洗堰全開時 H-Q 式 (工実後)

大戸川 0m³/s のとき $Q=20.899*(H+6.827)^2$ BSL±0m で 974m³/s

大戸川 300m³/s のとき $Q=20.345*(H+6.336)^2$ BSL±0m で 820m³/s

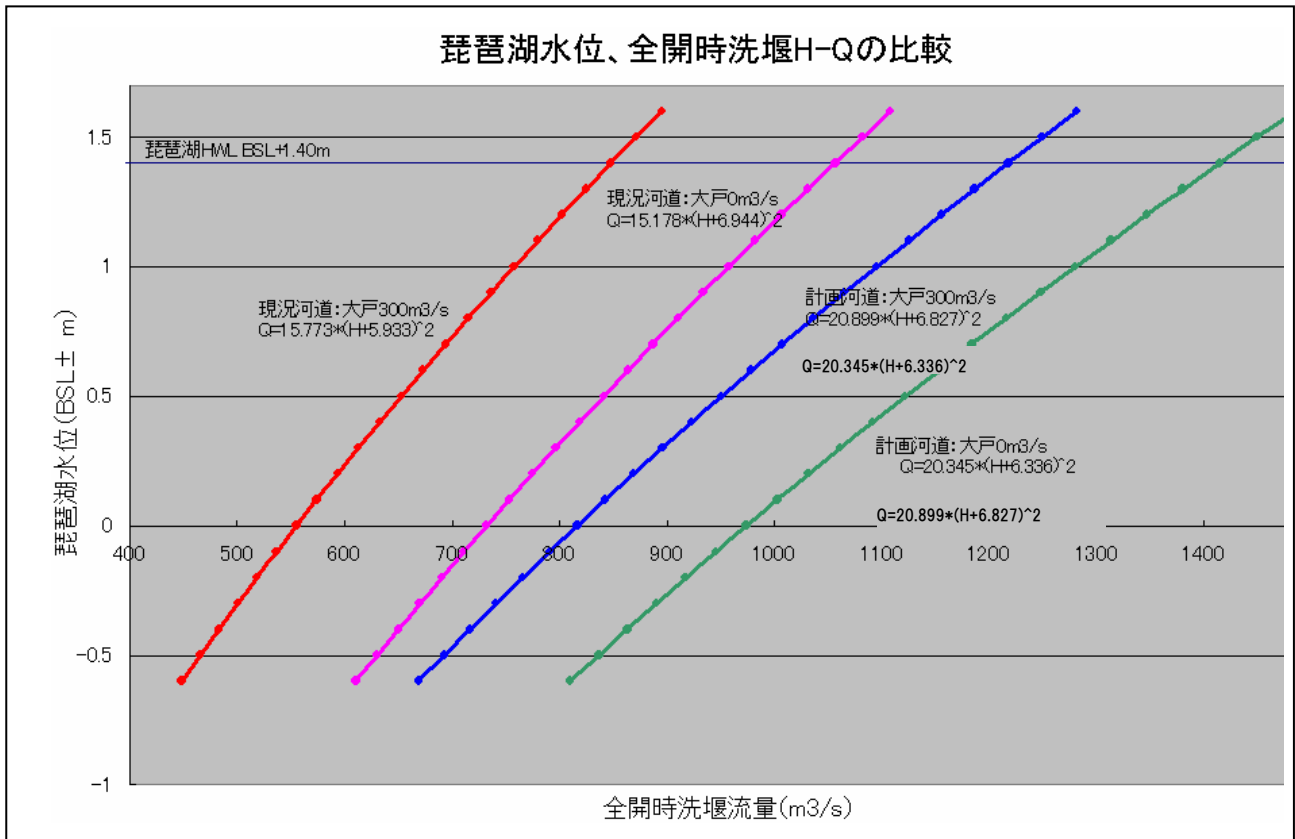


図 3-7-4(31) 琵琶湖水位、全開時洗堰 H-Q の比較

【参考2. (琵琶湖水位－洗堰放流量の関係 (琵琶湖H-Q式) 算定のための不等流計算条件)】

表 3-7-4(15) 琵琶湖 H-Q 式算定条件

項目	現況河道	計画河道	備考	
1. 河道断面	平成16年度測量成果	改修計画断面 (左岸パイパストンネル, 洗堰現況 存置案)		
2. 流量配分	計画流量配分比		大戸川合流量0m ³ /s と300m ³ /sの2ケース 図1参照	
3. 出発水位	下流端66.5kで等流水深 (H. W. L. 勾配1/350)	天ヶ瀬ダムサイト地点で制限水位 O. P. +72.0m	改修後は、天ヶ瀬ダム再開発事業による放流能力増強で制限水位72.0mでの琵琶湖後期放流が可能となるため、ダムサイトより水面形追跡	
4. 粗度係数	66.5k~68.1k $n_L=0.055$ 68.1k~69.1k $n_L=0.025$ 69.1k~75.0k $n_L=0.025$	No.0~No.65 $n_L=0.035$ 66.5k~68.1k $n_L=0.055$ 68.1k~69.1k $n_L=0.025$ 69.1k~75.0k $n_L=0.025$		
5. 水位上昇量	橋脚	現況の橋脚について考慮		不等流計算により算定
	湾曲 砂州	堤防法線をもとに線形要素を設定 66.5k~68.1k ; 0.000m 岩河床で砂州は形成されない 68.1k~69.1k ; 0.082m 左右岸の痕跡水位差の1/2 69.1k~75.0k ; 0.021m 左右岸の痕跡水位差の1/2		湾曲OR砂州による水位上昇量のうち大となる値をΔHとして不等流計算水位に加算
6. 琵琶湖水位算定条件	流量規模別の不等流計算で算定した鳥居川地点(74.0k付近)の水位Hと断面平均流速Vとから、相関式にて琵琶湖5点平均水位を算定			
7. 琵琶湖H-Q式	6. より得た流量規模別の洗堰地点放流量Qと琵琶湖水位Hの関係から、 $Q = a (H + b)^2$ を作成し、琵琶湖水位に対する放流能力を算定		図3-7-4(30)	

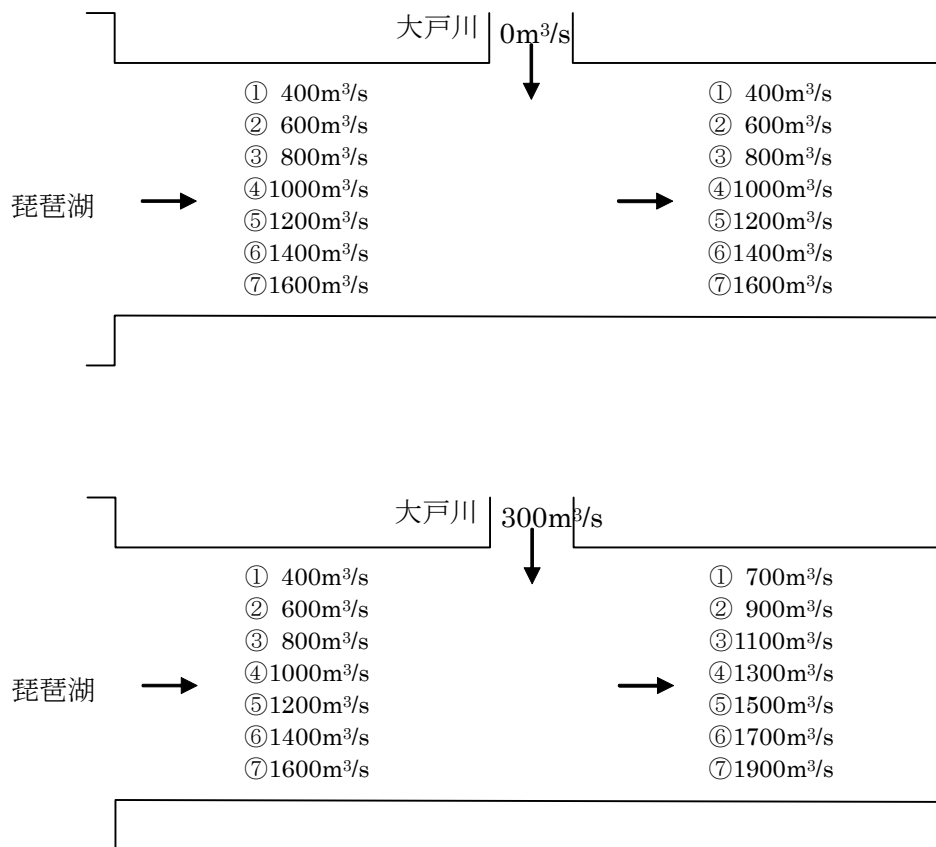


图 3-7-4(32) 流量配分图(大戸川合流量 $0 \text{ m}^3/\text{s}$ と $300 \text{ m}^3/\text{s}$)

【参考3. (琵琶湖水位算定条件)】

瀬田川の計画流量配分は琵琶湖水位に対応して設定されている。このため、河道状態、流量および琵琶湖水位の関係を明らかにしておく必要がある。

既往検討では、実績の水力資料の解析から得られた鳥居川地点の水位、流速と琵琶湖水位の関係式を用いて求めている。

つまり、琵琶湖と鳥居川地点の水位・流速などが図 3-7-4(33)のように表した場合、I, II断面のエネルギーのつり合いを考えると、I, II断面間の摩擦等によるエネルギー損失は、すべて $c \cdot v_T^2 / 2g$ と表し、

$$H_B = H_T + \frac{v_T^2}{2g} + c \cdot \frac{v_T^2}{2g}$$

よって、水位差は、次式で示されている。

$$\begin{aligned} \Delta H = H_B - H_T &= (1+c) \frac{v_T^2}{2g} \\ &= C \frac{v_T^2}{2g} \end{aligned}$$

ここに、 ΔH : 琵琶湖水位と鳥居川水位の差

v_T : 鳥居川地点の流速

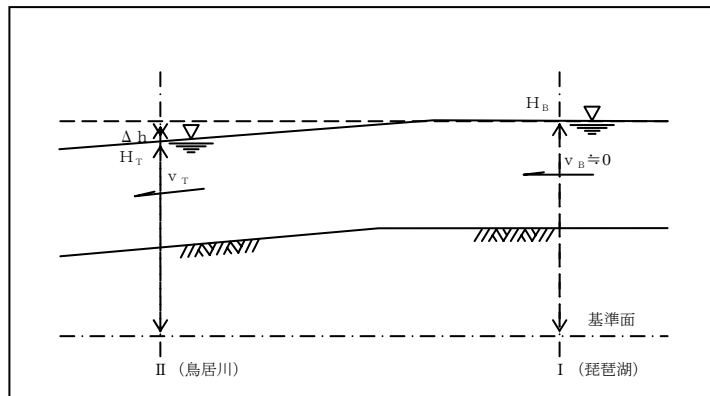


図 3-7-4(33) 鳥居川・琵琶湖間の水力関係の概念図

定数 C は、近年の琵琶湖洪水であった平成 7 年 5 月における洗堰全開放流時の鳥居川水位と琵琶湖水位とのデータから、 $C = 2.5044$ を採用した。

琵琶湖水位条件

$$H_B = H_T + C \frac{v_T^2}{2g} = H_T + 2.5044 \frac{v_T^2}{2g}$$

ここに、 H_B ; 琵琶湖水位 (O.P.B.m)

H_T ; 鳥居川水位 (O.P.B.m)

v_T ; 鳥居川流速 (m/s)

エ) 瀬田川水位縦断

図 3-7-4(34) 及び(35) に不等流計算によって求められた瀬田川流量規模別水位縦断形を示す。

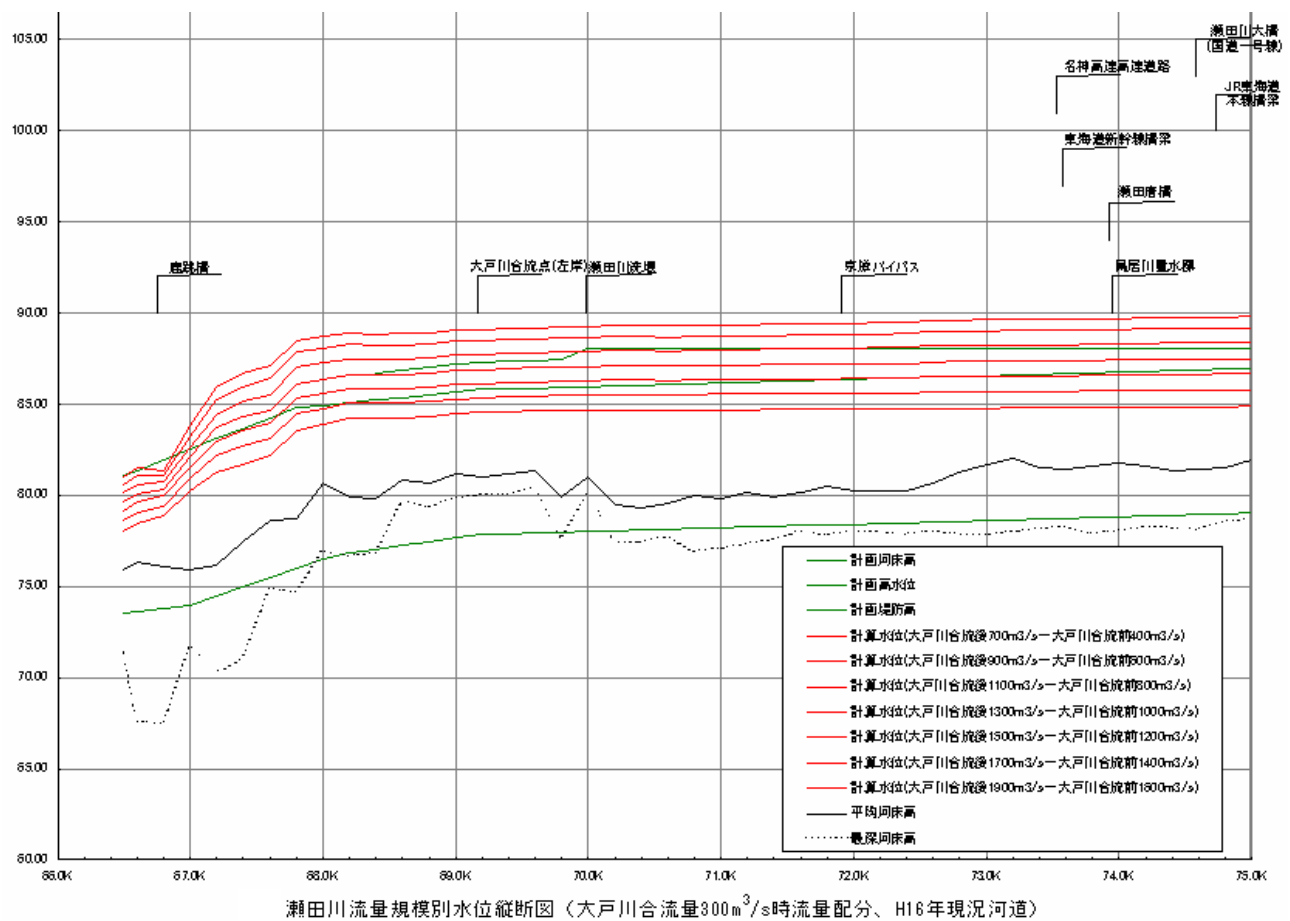
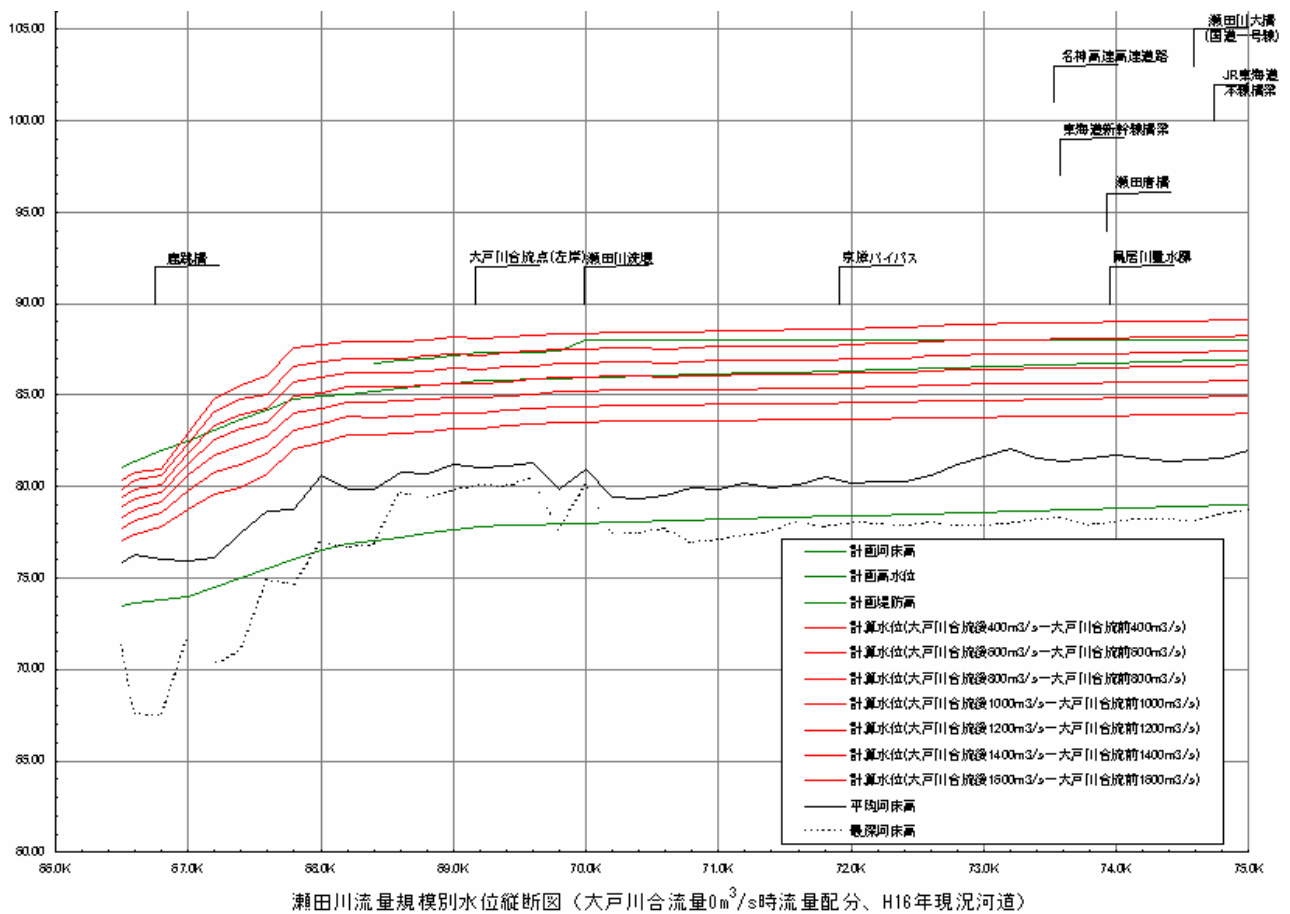


図 3-7-4(34)不等流計算によって求めた水位縦断図【平成 16 年現況河道】

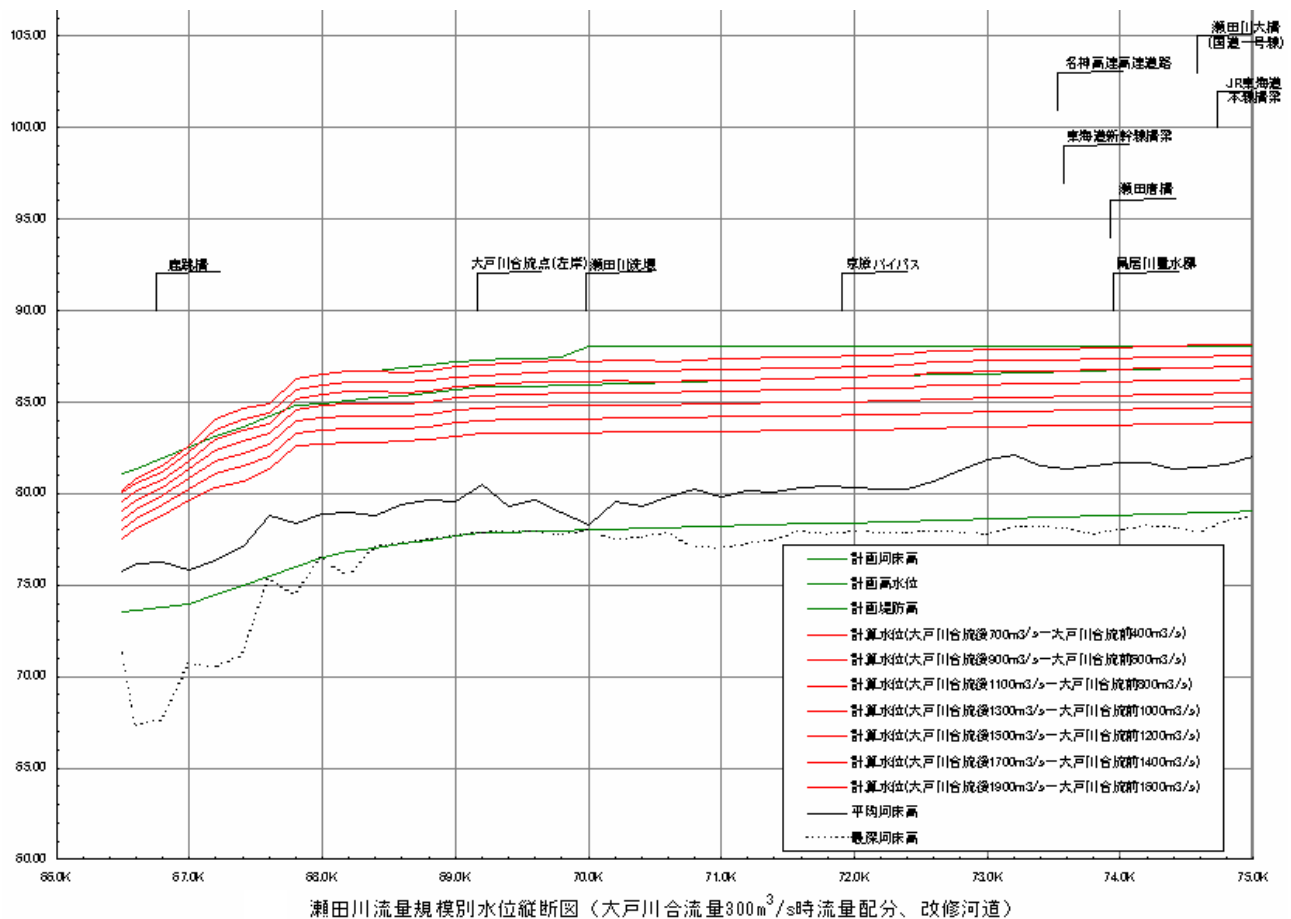
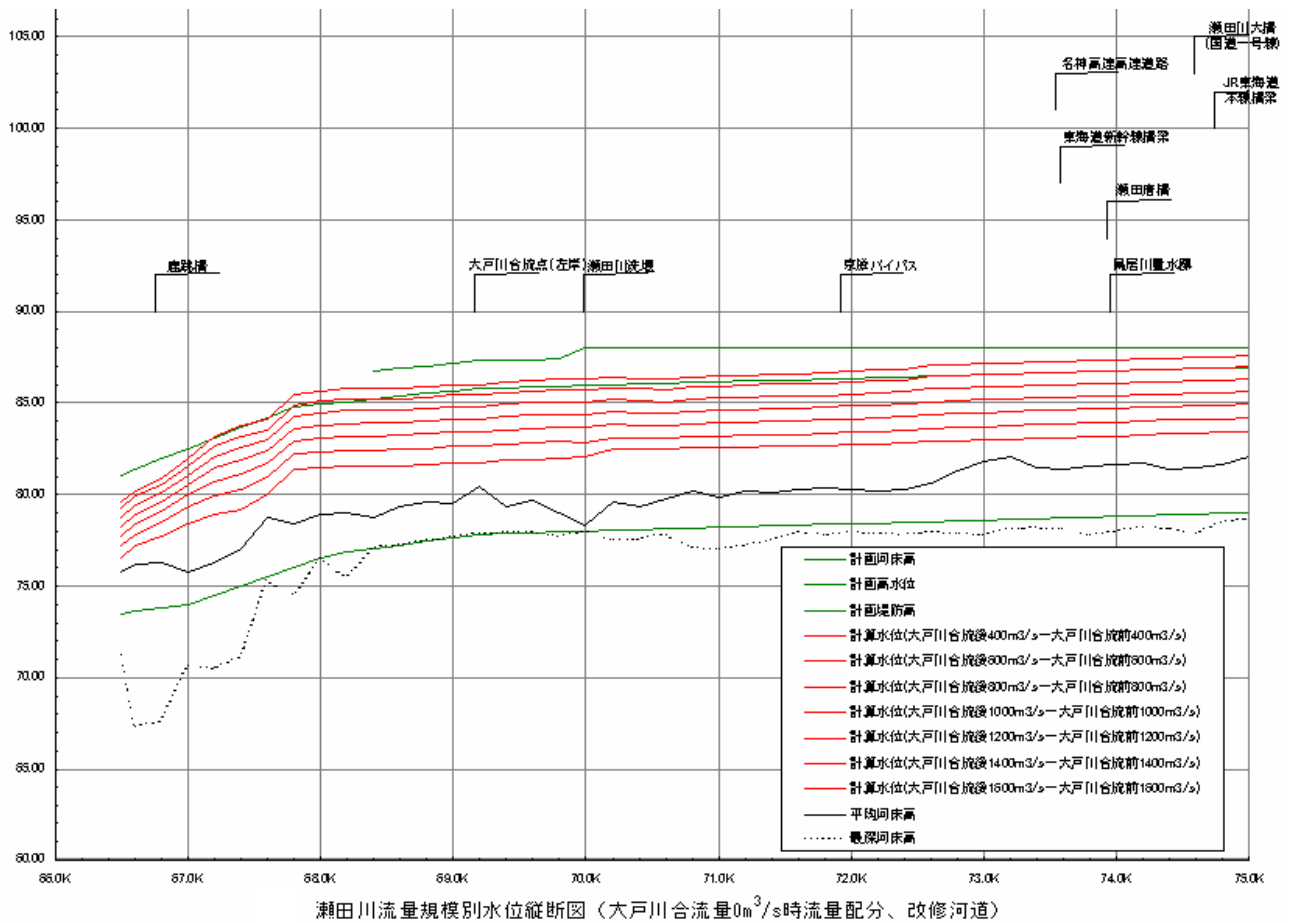


図 3-7-4(35) 不等流計算によって求めた水位縦断面図 【計画河道】

⑤琵琶湖淀川流域一体型の流出解析時における洗堰操作の考え方

淀川水系河川整備基本方針の検討過程において、「洪水時においても、洗堰設置以前と同等の流量を琵琶湖から流出させる」との考え方が示された。

現瀬田川洗堰操作規則における洗堰操作は、前述の図 3-7-4(26)のとおり、「全閉操作前の制限放流（最大 200m³/s）」、「全閉操作」、「全閉操作後の制限放流(300m³/s）」、「全開操作」となっている。

そこで、現瀬田川洗堰操作規則を踏まえ、琵琶湖淀川流域一体型の流出解析時における洗堰操作を検討した。

ア) 淀川水系河川整備基本方針における基本高水流量検討時の洗堰地点流量の考え方

淀川水系河川整備基本方針では、基準地点等における基本高水流量の設定が必要となる。

一般に、基本高水流量とは、計画規模の洪水により、河川の各地点に、ダムや遊水地、放水路など洪水量を調節する施設が無い状態で流出してくる流量のことで、そのピーク流量は治水計画を立てる上で基本となる流量である。

基本高水流量を考える上で、瀬田川洗堰地点の流量は、これまで全閉操作により 0m³/s であったが、上述のように「洪水時においても、洗堰設置以前と同等の流量を琵琶湖から流出させる」の考え方が示されたことから、洗堰からの放流形態及び放流量を検討する必要性が生じた。

そこで、洗堰設置前河道における自然状態での流出形態をふまえ、洪水当初から洗堰を一定開度に固定した場合の洗堰放流量を想定した。具体的な設定過程は、図 3-7-4 (36) のとおりである。

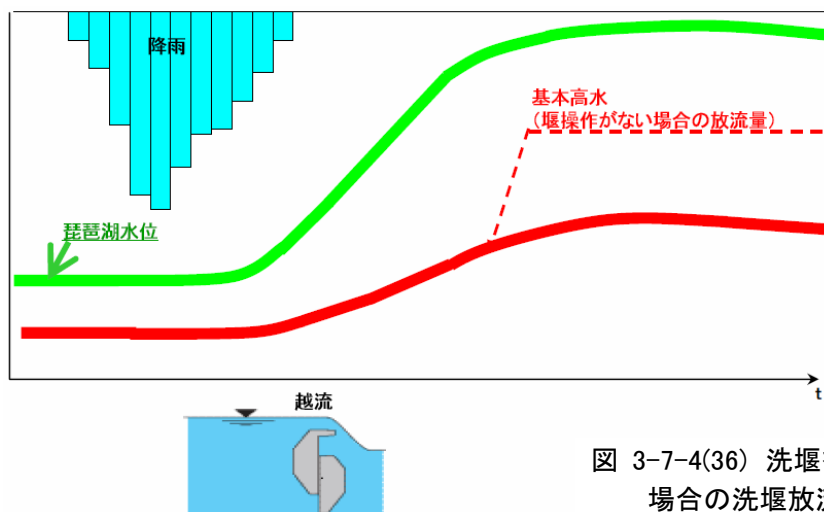


図 3-7-4(36) 洗堰を一定開度に固定した場合の洗堰放流量と琵琶湖水位

(ア) 洗堰設置以前と同等の流量

洗堰設置以前の流量は、前述のとおり、金森鍬太郎「瀬田川に於ける流量曲線の時間的変遷」 土木学会誌に記載されている。すなわち、明治 24 年～明治 33 年に観測された 51 データが存在する。

また、その際の琵琶湖水位 H と洗堰地点流量 Q の関係式は、次のとおりである。

$$Q=52.73(h+0.94)^2$$

Q : 洗堰地点流量 m³/s、 h : 鳥居川水位 m (参考文献 淀川百年誌 p1074)

ところで、「洗堰設置以前と同等の流量を琵琶湖から流出させること」については、次の 3 点に留意する必要がある。

(I) 琵琶湖の水位

洗堰設置前と現在では、琵琶湖の迎洪水位が異なる。

(II) 洗堰の存在

洗堰設置前と現在では、河道条件が異なる。

(III) 琵琶湖からの総流出地点・総流出量

洗堰設置前と現在では、琵琶湖からの流出地点が2箇所（琵琶湖疏水（第二）、宇治発電取水）増えている。

洗堰設置前と現在におけるそれぞれの状況は、表 3-7-4(16)のとおり。

表 3-7-4(16) 洗堰設置前と現在の状況

	洗堰設置前	現在
琵琶湖の水位	常水位 BSL+0.83m	夏期制限水位 BSL-0.3m
洗堰の存在	なし	あり
琵琶湖からの流出地点	①瀬田川 165m ³ /s (BSL0m) ②琵琶湖疏水（第一） 8.35m ³ /s	①瀬田川 ②琵琶湖疏水（第一） 8.35m ³ /s ③琵琶湖疏水（第二） 15.3m ³ /s ④宇治発電取水 61.22m ³ /s
流出量	173.35m ³ /s	

※琵琶湖疏水（第一） 8.35m³/s・・・取水権量

※琵琶湖疏水（第二） 15.3m³/s・・・取水権量

※宇治発電取水 61.22m³/s・・・取水権量

※瀬田川 165m³/s・・・前述金森 H-Q 式から算出した流量

上記の留意点をふまえ、現在における洗堰地点流量を設定することとした。

すなわち、洗堰設置前において琵琶湖から流出していた流量 173.35m³/s(常水位 BSL+0.83m)を、現況の琵琶湖水位と琵琶湖からの流出地点の状況をふまえ、検討対象の流量として洗堰の操作と流量を設定することとした。

具体的には、洗堰流量は、琵琶湖の夏期制限水位（BSL-0.2mまたは-0.3m）で93m³/sになるよう、洗堰を一定開度に固定して琵琶湖からの流出量を計算することとした。

以下に、夏期制限水位 BSL-0.3mの時の具体的な洗堰地点の流量の設定方法を述べる。

(I) 洗堰設置前の流量は、

$$Q=52.73 \times (h+0.94)^2 \quad h: \text{鳥居川水位 (m)}$$

当時の琵琶湖常水位は、BSL+0.83mであったことから、常水位 BSL+0.83mにおける流量を求めると Q=165m³/s となる

(II) 洗堰設置前の琵琶湖からの流出量は、琵琶湖疏水（第一）の流量を加味し、

$$Q=165+8.35=173.35\text{m}^3/\text{s}$$

(III) 現時点では、琵琶湖からの流出地点が2箇所（琵琶湖疏水（第二）と宇治発電取水）が増えており、この2箇所は洪水時でも常に一定流量が流下しているとし、洗堰地点の流量を評価

$$165\text{m}^3/\text{s}$$

$$+ 8\text{m}^3/\text{s} \text{ (琵琶湖第一疏水 } 8.35\text{m}^3/\text{s) 丸めて } 8\text{m}^3/\text{s}$$

$$- 20\text{m}^3/\text{s} \text{ (琵琶湖疏水第一 } 8.35+\text{第二 } 15.3=23.65\text{m}^3/\text{s) 丸めて } 20\text{m}^3/\text{s}$$

$$- 60\text{m}^3/\text{s} \text{ (宇治発電取水) } 61.22\text{m}^3/\text{s} \text{ 丸めて } 60\text{m}^3/\text{s}$$

$$= 93\text{m}^3/\text{s}$$

(イ)全閉をしない場合の洗堰操作と流量の設定

「洗堰設置以前の琵琶湖の常水位+0.83m」の状態を、「現在の迎洪水位（制限水位）-0.3m」の状態と同等と評価した。

また、「洪水当初から洗堰を一定開度に固定する」とした場合、現在の施設状況をふまえた操作を検討することが妥当と考え、一定開度の洗堰操作状態は、「ドン付け」とした。

よって、洗堰一定開度固定のH-Q式は、現施設のドン付けH-Q式を-0.3mで93m³/sとなるように上流側のゲートをスライドするとして表現することとした。（図3-7-4(37)）

現施設のドン付けのH-Q式

$$Q=93.99 \times (H+1.73)^2$$

洗堰一定開度固定のH-Q式(BSL-0.3mで93m³/s)

$$Q=93.99 \times (H+1.29)^2$$

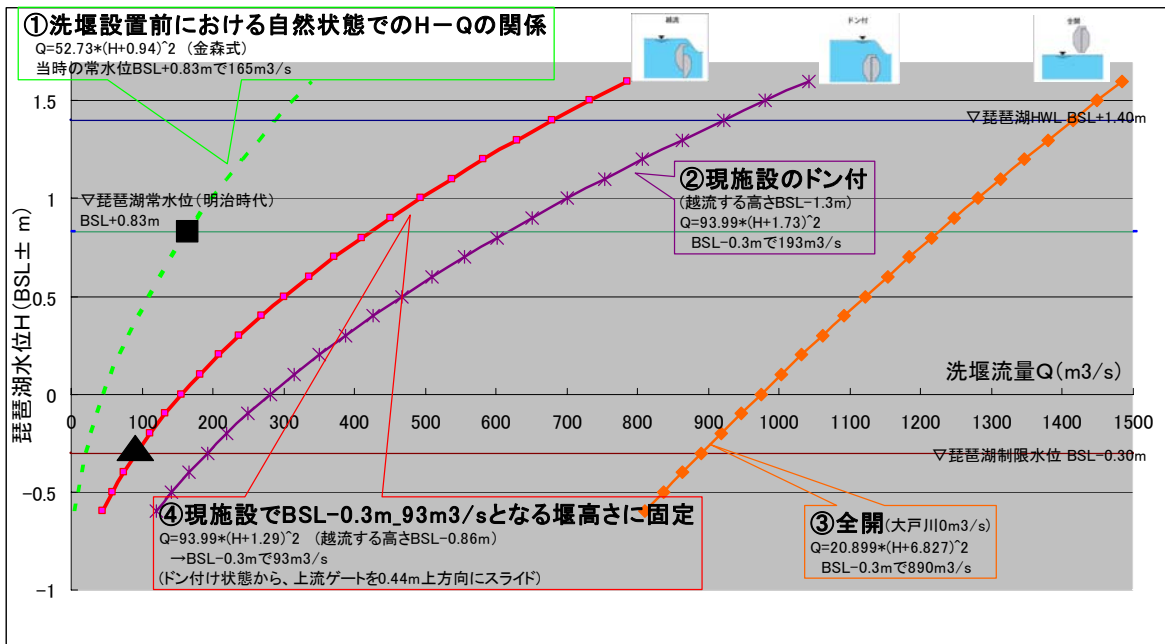


図 3-7-4(37) 琵琶湖水位と洗堰流量

⑥流域定数の設定

a) 貯留関数定数の一次設定（解析値の設定）

(ア) 流量観測データのある流域における一次設定

淀川下流域の検討と同様琵琶湖流域においても、3-5 で述べたとおり、次の手順で流域定数の一次設定をおこなった。

(Ⅰ) 流量観測データおよびH-Q式から、ハイドログラフを作成

(Ⅱ) ハイドログラフから基底流量 Q_b を設定

(Ⅲ) 流域平均雨量と流出量から R_{loss} 、 R_{sa} を算出し、一価になる f_1 、 T_L を分析し、各洪水の K 、 P を設定

なお、流域定数の一次設定は、できるだけデータがそろっておりかつ観測データの信頼性が高い近年の洪水により行った。具体的には、表 3-7-4(17)とおり、野洲川野洲地点、姉川野寺橋地点の2地点で実施した。

表 3-7-4(17) 琵琶湖流域における貯留関数一次設定を行った地点と対象洪水

	野洲川 野洲地点	姉川 野寺橋地点
昭和 57 年 7 月 台風 10 号	○	
昭和 63 年 8 月 台風 11 号	○	
平成 10 年 9 月 台風 7 号		○
平成 13 年 8 月 台風 11 号	○	

(イ) 流量観測データがない流域における一次設定

琵琶湖流域において、流量観測データがある流域は、前述のとおり、野洲川流域と姉川流域の2流域のみであった。

流量観測データがない流域（琵琶湖流域では、15流域）の定数の推定は、洗堰下流での検討と同様、次の方法で流域定数を推定することとした。（図 3-7-4(38)）

(Ⅰ) 流域内主要河川延長 L

(Ⅱ) 流域内最遠点から最下流までの距離 ΣL

(Ⅲ) 流域の平均勾配 I

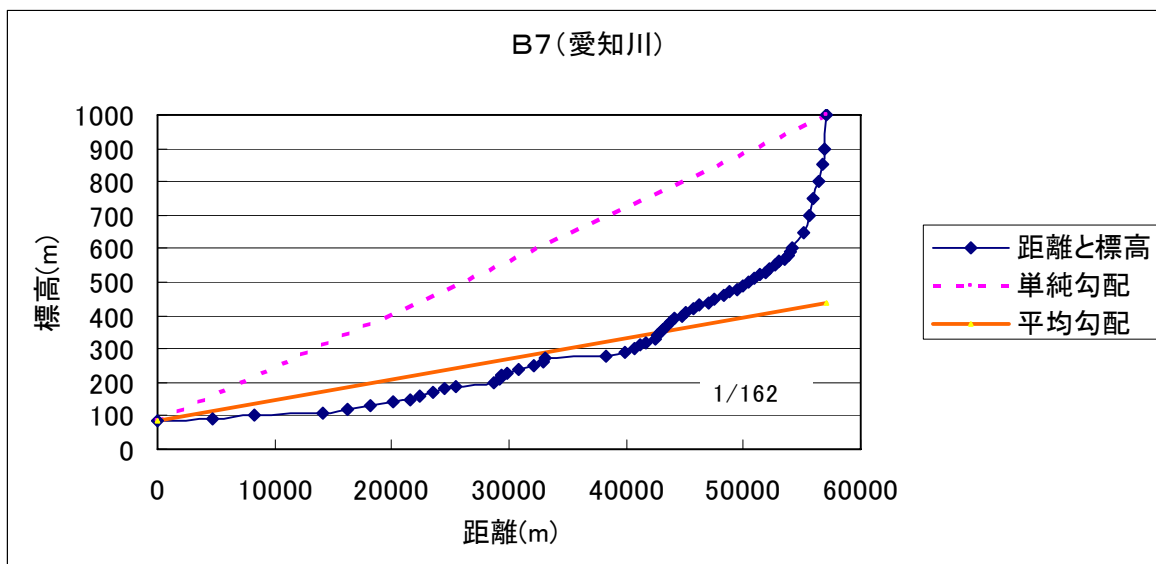


図 3-7-4(38) 愛知川 平均勾配の算出

(ウ) 各流域の流域定数 (一次設定)

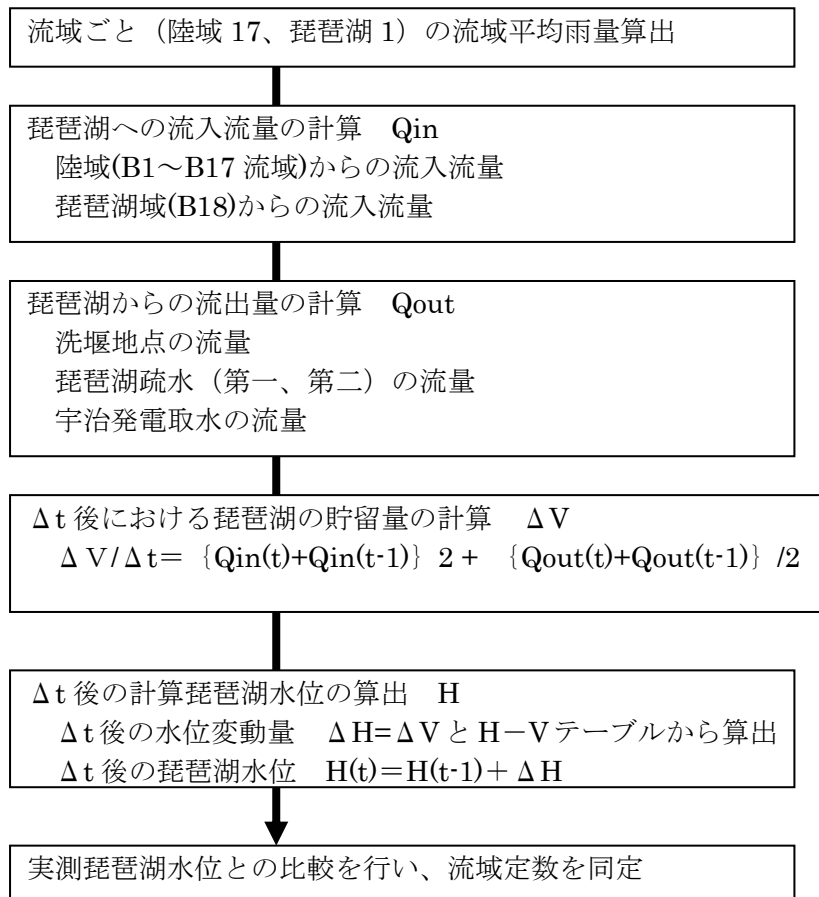
各流域の流域定数 (一次設定) を表 3-7-4(18) に示す。

表 3-7-4(18) 流域定数一覧表(一次設定値)

流域	流域名	主要河川	K	P	TL	f1	A	Qb (=A*0.05)
B1	塩津	余呉川他	36	0.35	0.98	0.5	149.00	7.45
B2	湖北余呉	高時川	28	0.40	3.40	0.42	210.66	10.533
B3	伊吹	姉川	27	0.37	2.29	0.42	154.52	7.726
B4	虎姫浅井	田川他	26	0.35	0.80	0.5	118.36	5.918
B5	米原	天野川他	30	0.35	0.76	0.5	223.22	11.161
B6	彦根	犬上川他	30	0.36	1.18	0.5	236.56	11.828
B7	東近江	愛知川	27	0.40	3.56	0.5	228.28	11.414
B8	近江八幡	長命寺川、 西の湖他	40	0.37	1.55	0.5	176.76	8.838
B9	竜王日野	日野川	28	0.40	3.18	0.5	207.72	10.386
B10	甲賀野洲	野洲川	32	0.42	4.15	0.5	386.02	19.301
B11	湖南野洲	家棟川他	26	0.35	0.84	0.5	49.83	2.4915
B12	湖南草津	草津川他	24	0.35	0.82	0.5	154.91	7.7455
B13	湖西大津	真野川他	21	0.34	0.43	0.5	109.23	5.4615
B14	高島	鴨川他	28	0.34	0.59	0.5	161.81	8.0905
B15	朽木葛川	安曇川上流	26	0.34	0.57	0.5	66.81	3.3405
B16	湖西安曇川	安曇川下流	29	0.39	3.00	0.5	238.74	11.937
B17	湖西北部	知内川他	33	0.35	0.77	0.5	190.64	9.532
B18	琵琶湖					1	674.61	
	計						3,737.68	

b) 主要洪水の再現計算による定数同定

定数同定の手順



定数検証の対象洪水

(ア) 琵琶湖流域の定数検証は、琵琶湖の水位変動との適合度、とりわけ琵琶湖水位が上昇時の適合度が重要となるため、琵琶湖水位がおおむね BSL+80cm を超過した洪水とした。なお、BSL+80cm とは、琵琶湖周辺における人家の浸水被害が始まる水位であること、琵琶湖総合開発事業で設置された内水排除施設の計画対象水位である。

(イ) 具体的には、次の7洪水をもとに、定数検証を実施した。

- ① 昭和 28 年 9 月台風 13 号(通称 5313)
- ② 昭和 33 年 8 月台風 17 号(通称 5817)
- ③ 昭和 36 年 6 月梅雨前線(通称 611)
- ④ 昭和 40 年 9 月台風 24 号(通称 6524)
- ⑤ 昭和 47 年 7 月梅雨前線(通称 721)
- ⑥ 昭和 47 年 9 月台風 20 号(通称 722)
- ⑦ 平成 7 年 5 月洪水

c) 定数同定の方法

(ア) 琵琶湖流域の定数検証は、琵琶湖の水位変動との適合度、とりわけ琵琶湖水位が上昇した時の適合度が重要と考え、計算琵琶湖水位と実績琵琶湖水位に着目し同定した。

(イ) 定数の具体的検討手順

- ・一次設定した流域定数により、検証7洪水の計算琵琶湖水位と実績琵琶湖水位を比較。
- ・琵琶湖流域では、琵琶湖水位との同定、つまり琵琶湖貯留量との同定を行っている。琵琶湖の水位は、洪水時の表面流出量だけではなく、地下浸透量などの流量に影響を受けていると考え、一次設定した各流域の K, P をもとに、実測琵琶湖水位と計算琵琶湖水位を比較し近似するよう K, P の二次設定(採用値の設定)を実施。
- ・ついで、 f_1 , R_{sa} を種々組み合わせて、検証対象7洪水ごとの f_1 , R_{sa} を設定した。
- ・なお、実測琵琶湖水位(B. S. L)は、4) 琵琶湖水位の設定で評価しているように、当時の各水位観測所の観測値(cm)に零点高の補正を行った数値を採用した。

図 3-7-4(39)に一次設定した流域定数により計算した琵琶湖水位ハイドログラフ、図 3-7-4(40)に定数同定後の琵琶湖水位ハイドログラフを示す。

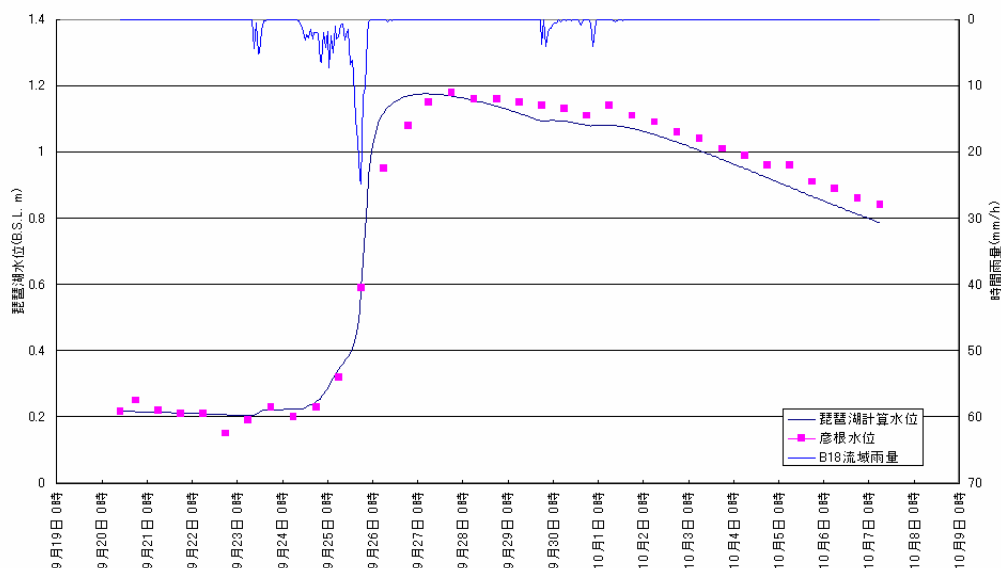


図 3-7-4(39) 琵琶湖水位ハイドログラフ(流域定数一次設定)

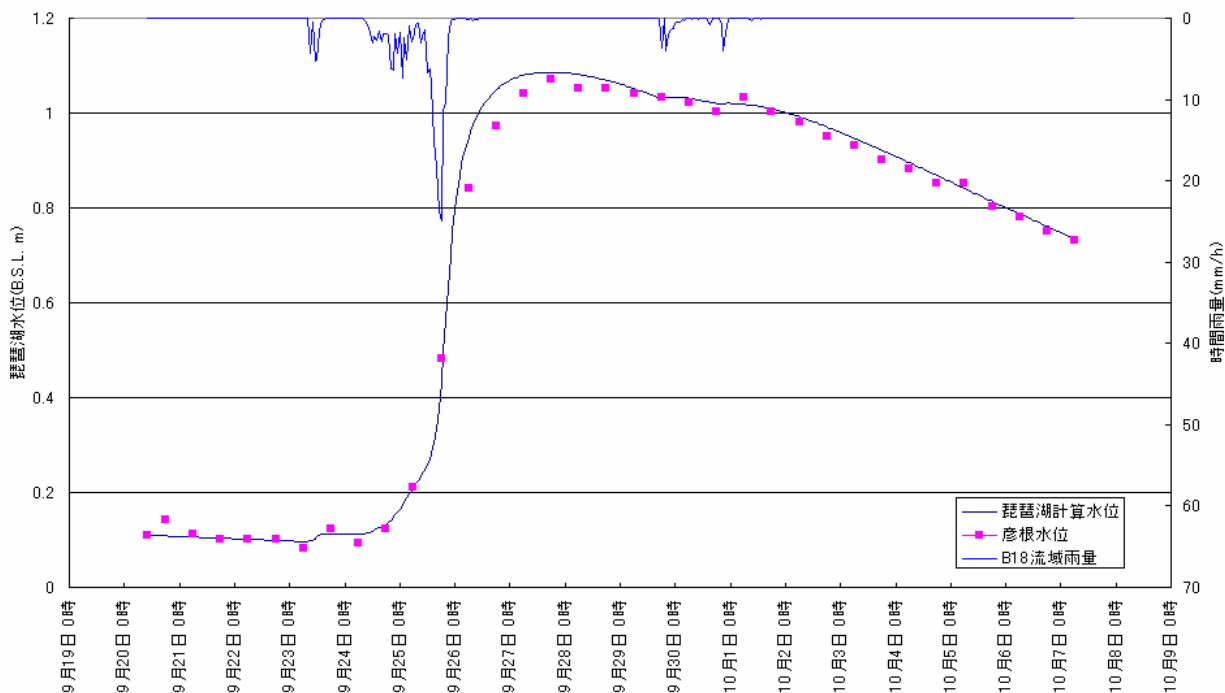


図 3-7-4(40)定数同定後の琵琶湖水位ハイドログラフ

d) 流域定数の設定

設定した流域定数を表 3-7-4(19)に示す。

表 3-7-4(19) 貯留関数定数一覧表

流域番号	流域名	主要河川	K	P	TL	f1	Rsa	A	Qb (=A*0.05)
B1	塩津	余呉川他	47	0.42	1	洪水毎設定	洪水毎設定	149.00	7.45
B2	湖北余呉	高時川	36	0.48	2.6			210.66	10.533
B3	伊吹	姉川	35	0.44	1.6			154.52	7.726
B4	虎姫浅井	田川他	34	0.42	0.8			118.36	5.918
B5	米原	天野川他	39	0.42	0.8			223.22	11.161
B6	彦根	犬上川他	39	0.43	1.2			236.56	11.828
B7	東近江	愛知川	35	0.48	2.7			228.28	11.414
B8	近江八幡	長命寺川、西の湖他	52	0.44	1.5			176.76	8.838
B9	竜王日野	日野川	36	0.48	2.6			207.72	10.386
B10	甲賀野洲	野洲川	42	0.5	3.4			386.02	19.301
B11	湖南野洲	家棟川他	34	0.42	0.8			49.83	2.4915
B12	湖南草津	草津川他	31	0.42	0.8			154.91	7.7455
B13	湖西大津	真野川他	27	0.41	0.4			109.23	5.4615
B14	高島	鴨川他	36	0.41	0.6			161.81	8.0905
B15	朽木葛川	安曇川上流	34	0.41	0.6			66.81	3.3405
B16	湖西安曇川	安曇川下流	38	0.47	2.4			238.74	11.937
B17	湖西北部	知内川他	43	0.42	0.8			190.64	9.532
B18	琵琶湖							674.61	
	計					3737.68			

主要洪水ごとのf1,Rsa

	洪水名	琵琶湖ピーク実績水位	f1	Rsa	備考	
1	S28. 13号	5313	S28. 9. 27 鳥100 彦118	0.5	90	全閉あり
2	S33. 17号	5817	S33. 8. 28 鳥51 彦57	0.5	300	
3	S36. 6月		S36. 7. 2 鳥108 彦130	0.5	170	全閉あり
4	S40. 24号	6524	S40. 9. 19 鳥92 彦116	0.4	300	全閉あり
5	S47. 7月		S47. 7. 16 鳥92 彦128	0.5	85	全閉あり
6	S47. 20号		S47. 9. 17 鳥44 彦79	0.4	280	
7	H7. 5月		H7. 5. 16 五点93	0.5	130	