

第5章 琵琶湖開発事業について

「淡海よ永遠に－琵琶湖開発事業誌－」
建設省近畿地方建設局琵琶湖工事事務所
水資源開発公団開発事業建設部
平成5年3月 より抜粋

第5章 琵琶湖開発事業について	373
「淡海よ永遠に－琵琶湖開発事業誌」 平成5年3月：建設省近畿地方建設局・水資源開発公団	
第Ⅱ編 計 画	373
2. 琵琶湖・淀川の治水計画	373
2.1 淀川の治水計画	373
2.1.3 淀川水系工事実施基本計画	373
2.2 琵琶湖の治水計画	375
2.2.2 琵琶湖の治水の考え方	375
2.2.3 琵琶湖の治水計画の内容	376
第Ⅳ編 管 理	383
1. 琵琶湖の管理	383
1.3 琵琶湖・淀川の流出特性	383
1.3.1 洪水特性	383

第6章 琵琶湖開発事業について

第Ⅱ編 計 画

2. 琵琶湖・淀川の治水計画

2.1.3 淀川水系工事实施基本計画

現在の淀川水系の治水計画は、昭和40年3月に策定され、昭和46年3月に改定された「淀川水系工事实施基本計画」に基づいている。その計画のうち、琵琶湖に係わる概要は次のとおりである。

1) 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主要な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17,000 m^3/s とする。このうち、上流ダム群により5,000 m^3/s を調節して、河道への配分流量を12,000 m^3/s とする。

2) 主要な地点における計画高水流量

① 瀬田川

琵琶湖から瀬田川への流量は、琵琶湖水位が±0mのとき800 m^3/s とし、宇治地点の計画高水流量1,500 m^3/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+1.4mのとき、大戸川合流後の瀬田川流量は残流域流量を300 m^3/s として1,500 m^3/s とした。

② 宇治川

宇治川の治水計画では ①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ということ ②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 ③琵琶湖よりの後期放流量の3点を総合的に勘案して、天ヶ瀬ダム下流の宇治地点計画高水流量を1,500 m^3/s と定めた。

③ 淀川

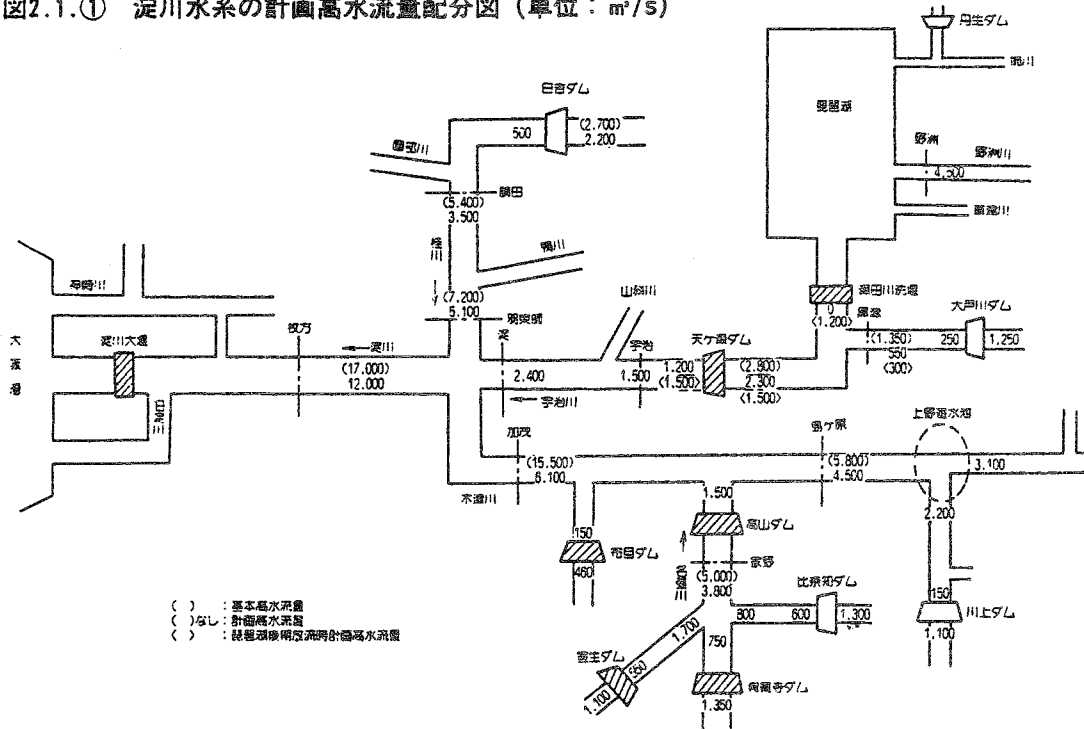
枚方地点において琵琶湖からの放流量を0 m^3/s として12,000 m^3/s とする。

3) 主要施設計画

① 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し、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。

図2.1.① 淀川水系の計画高水流量配分図 (単位: m^3/s)



② 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0mのときに $800m^3/s$ の流過を可能とする。

③ 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 $1,500m^3/s$ 以下に低減せしめる。

④ 淀川

木津川・桂川との合流点から長柄地先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。

長柄地先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。

2.2 琵琶湖の治水計画

2.2.3 琵琶湖の治水の考え方

(1) 琵琶湖の洪水の特徴

琵琶湖の流域面積は3,848km²と、淀川流域7,281km²の53%を占める大きな流域であるため、洪水のときには湖への流入量が10,000m³/sを超えることもしばしば生じる。これに対して琵琶湖からの流出は瀬田川に依存することとなるが、洗堰を全開してもたかだか1,000m³/s程度しか流出しない。このため、洪水流入量が流出量の10数倍にも達し、湖水位は長時間にわたって上昇することとなる。そして、琵琶湖への流入量がかなり減少し、瀬田川からの流出量が増大して、その両方が一致したとき琵琶湖水位はピークを迎えることとなる。この結果、一般的には下流淀川本川の枚方地点水位がピークに達した約1日程度経過して後に琵琶湖の水位がピークを迎えることとなる。

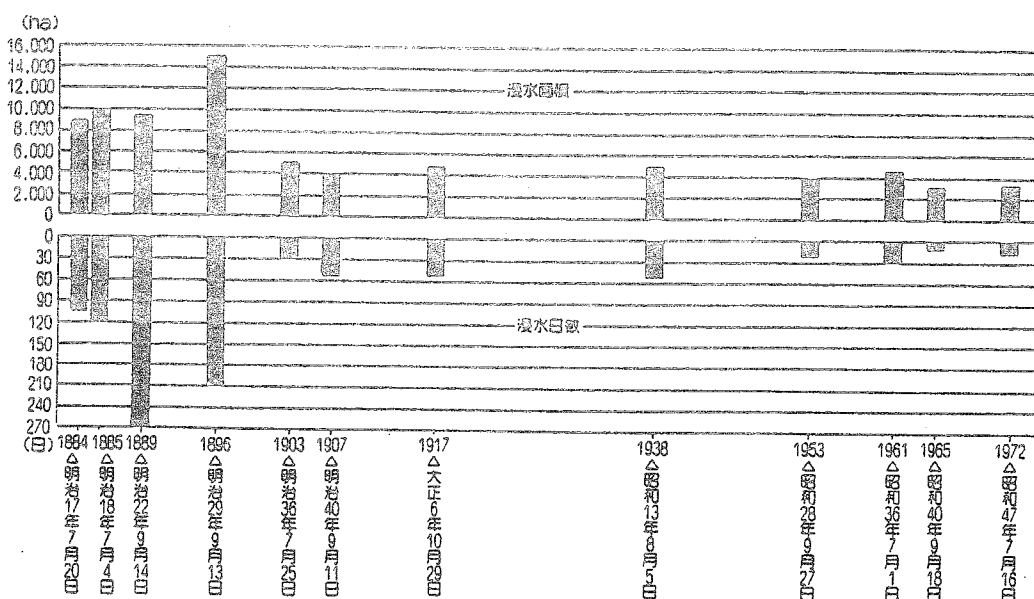
このように、琵琶湖の洪水の特徴は湖水位の上昇と下降が極めて緩やかであり、ピークは下流淀川洪水のピーク後、約1日経過した後となる。

(2) 琵琶湖の水害の特徴

琵琶湖の水害は、河川における水害に比べて次のような特色がある。

- ① 水害の形態は水路等の排水能力不足による氾濫と、琵琶湖からの逆流によって生じる湛水などによって生じ、特に後者については長時間に及ぶ。

図2.2.④ 琵琶湖沿岸の浸水状況の経年変化



淀川水系工事 実施基本計画 (昭和40年～ 昭和45年)	同 上	同 上	
改定淀川水系工 事実施基本計画 (昭和46年～)	淀川洪水時には琵琶湖からの 放流量は0 m ³ /sとする	洪水時による湖岸地域の被害 をほとんど解消する ・必要な箇所には湖岸堤を建設 ・瀬田川の疎通能力の増大 (B.S.L. ± 0 m ; 800 m ³ /s) ・迎洪水位の低下 (B.S.L. -0.2 m, -0.3 m)	

2.2.3 琵琶湖の治水計画の内容

(1) 治水計画の概要

琵琶湖沿岸の洪水による浸水被害は、明治の淀川改良工事による瀬田川浚渫と洗堰の新設以来逐次軽減され、それ以後においても淀川第1期河水統制事業やさらには淀川水系改修基本計画による瀬田川改修によって琵琶湖高水位の低下が図られてきたが、湖周辺地域では開田などが進んだこともあって、洪水による浸水被害が一向に軽減されないため、高水位の低下と湖岸低地地域に対する治水対策が必要であるとして、琵琶湖開発事業による治水計画がスタートしたのである。

琵琶湖総合開発計画に伴う治水計画の調整の検討段階のなかで、淀川水系全体の治水計画改定の動きが出てきた。そこで、琵琶湖治水と淀川下流治水の整合性を図りながら検討が進められ、昭和46年(1971年)3月に淀川水系工事实施基本計画の改定がなされた。この改定により、瀬田川の疎通能力を従来の琵琶湖水位±0mで600m³/sから800m³/s(大戸川合流300m³/sのとき)に増大させるよう掘削することとなった。琵琶湖の治水計画は、これと時を同じくして①迎洪水位を下げる ②瀬田川の疎通能力を増大させる ③湖岸に堤防を築造し、内水地域に内水排除施設を設ける、という3本柱でまとめられた。

琵琶湖開発事業においては、洪水期には迎洪水位を現在の湖水位±0.0mから-0.2m(6/16～8/31)、-0.3m(9/1～10/15)に下げ、さらに瀬田川の疎通能力を拡大して洪水時の最高水位を在来より大きく低下させ、また、洪水の湛水時間を短縮させて洪水被

害を軽減させるとともに琵琶湖の計画高水位を+1.4mと定め、特に地盤の低い湖岸に堤防を築造し、併せて内水地域における内水排除施設の整備を図るものとした。なお、淀川本川の洪水時には瀬田川洗堰を操作して、下流域における高水流量の低減に資するものとした。

琵琶湖総合開発事業の中で、滋賀県が最も強く要望していたことは、琵琶湖を一周する道路を造ることであった。それも道路事業として行うのではなく、いわゆる水資源開発事業と結びつけて、国および利水者の負担により建設する道路にしたいという意向であった。この問題は懸案のままなかなか進展しなかったが、滋賀県の強い要望と事業着手の緊急性に押されて「琵琶湖水位を大幅に低下させるためには、常に湖辺のパトロールによる管理が必要であり、もし利水者が単独事業として大幅な水位低下を図れば河川管理上、管理用道路は必須条件となる。したがって、管理用道路としての湖周道路が必要であるが、現在、湖辺に既設道路がある場合はそれを利用し、原則として道路のない区域について湖周道路を新設する」として、湖岸治水と湖辺管理の重要性を強調しながら基幹事業に組み入れられた。このように琵琶湖開発事業で設置する湖岸堤は、官民境界の明示や前浜の保全等、琵琶湖湖岸の管理も考慮して、原則として利水事業と一体として施工する必要がある区間とし、琵琶湖計画高水位+1.40mに対して地盤が低く、琵琶湖から浸水の恐れのある一連の地区について建設することとした。

琵琶湖開発事業による湖岸治水については、事業の経緯や性格上完全なものでもないものもある。例えば、湖岸堤建設区間以外の湖岸治水や小規模な内水地区を除外していることである。これは、琵琶湖開発事業で実施する治水対策が、事業費・事業量等から完全治水を目指すものではなく、対策計画規模として全国治水整備水準を念頭におきながら、利水事業と一体として行う必要がある区間あるいは比較的緊急を要する区間を対象としたためである。

(2) 琵琶湖の計画高水位

昭和29年(1954年)に策定された淀川水系改修基本計画は、淀川が昭和40年(1965年)に新河川法によって1級水系に指定されたため、一部修正が加えられたが、その後の度重なる出水と流域の土地利用状況変化などから治水計画改定の機運が高まり具体的

な検討が始められた。

改定が必要になった主な理由としては、第1に洪水が頻発して、枚方でしばしば計画高水位を突破したこと、第2には浸水常襲地帯の治水対策を水系全体の問題として解決を図ること、第3は水資源開発の促進を挙げることができる。

治水計画改定作業が進む中で「淀川の治水計画とそのシステム工学的研究」(望月邦夫著)と題する論文が誕生し発表された。この計画の中で、淀川(枚方)、木津川(加茂)および桂川(羽束師)の各計画高水流量は、 $12,000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6,100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $5,100\text{m}^3/\text{s}$ とされた。琵琶湖については瀬田川洗堰により、淀川本川下流の洪水時にはこれを閉鎖して下流地域の洪水被害を軽減し、また、湖水位を調節するとともに必要な箇所に湖岸堤等を建設して琵琶湖沿岸の洪水被害を軽減し、あわせて水需要に対処することとなった。ただし、湖岸堤の建設については調査検討の上実施するものとされており、このためにはこの基本計画に定められたことを前提として、琵琶湖湖岸治水のための計画高水位を検討しなければならなくなった。

1) 計画高水位決定の方法

計画高水位決定の方法として、淀川の場合と同様に計画降雨を設定し、その分布を種々に仮定して総合的な確率から安全度を判定することが考えられた。しかし、琵琶湖の場合は、普通の河川と違って連続2日よりもっと長い期間の雨量が対象となること、降雨分布よりも損失雨量の大小が問題になること等のため、計画雨量設定の意義が薄いのではないかと判断された。その上、水位調節や放流の条件が複雑であるので降雨からの方法による計算値は、最終的には単なる参考値にとどめた。琵琶湖の計画高水位決定の資料となったのは、明治7年(1874年)以降の主な実績洪水であった。これらは、瀬田川流量と琵琶湖の水位とから、かなり確実な流入量が求められるので、その流入ハイドログラフを基に、種々の調節計算を行って最高水位を求めた。この調節計算の条件が複雑で、数項目にわたって種々の段階があり、その組合せの数は多くなったが最終的には次の条件を使用した。

① 瀬田川計画流量

瀬田川の計画流量は「2.1.3淀川水系工事実施基本計画」で既述したとおり、宇治川計画高水流量 $1,500\text{m}^3/\text{s}$ 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+1.4m、大戸川合流量300m³/sのとき瀬田川は1,200m³/sとした。この計画によって、琵琶湖から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った。

大戸川合流量を考慮に入れた理由は、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。

瀬田川河道は、昭和46年3月に策定された淀川水系工事実施基本計画に基づく琵琶湖水位と瀬田川流量との関係、通称0m-800m³/s、+1.4m-1,200m³/sが疎通可能なように浚渫し、対応することとした。

② 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680km²としてきたが、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676km²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よりさらに余裕を見込んで、治水計画の策定では660km²とした。ただし、実際の計算は680km²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することとした。

③ 洗堰の操作の取扱い

従来から洪水時における洗堰の操作は、確定したルールがなく上下流の出水状況や天ヶ瀬ダムの操作状況を考慮して、そのつど行われている。このため、計画高水位を決めるときにもその取扱いが問題となったが、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時間全閉に統一した。将来、下流淀川の改修やダムの建設が進むと洗堰の閉鎖時間も大幅に減少するものと思われるが、計算上は24時間全閉とした。したがって、24時間というのは一つの目安であり、実際の管理では状況に応じた操作が必要となるのはいうまでもない。

④ 迎洪水位

洪水を迎えるときの水位すなわち迎洪水位は、低くすればするほど最高水位が低下して治水上安全であるが、洪水がこ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10cmといえどもその量は莫大(約70百万 m^3)であるため、治水・利水計画上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15日から8月31日までは-20cm、それ以降10月15日まで-30cmという洪水期制限水位を設けることとした。

⑤ H-V曲線

洪水時における琵琶湖各地点、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場合があるが、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曲線を作成した。

⑥ 対象洪水

明治7年～昭和43年の95年間の洪水流入量を逆算し、上位20洪水を対象とした。

表2.2.③ 主要洪水最高水位表

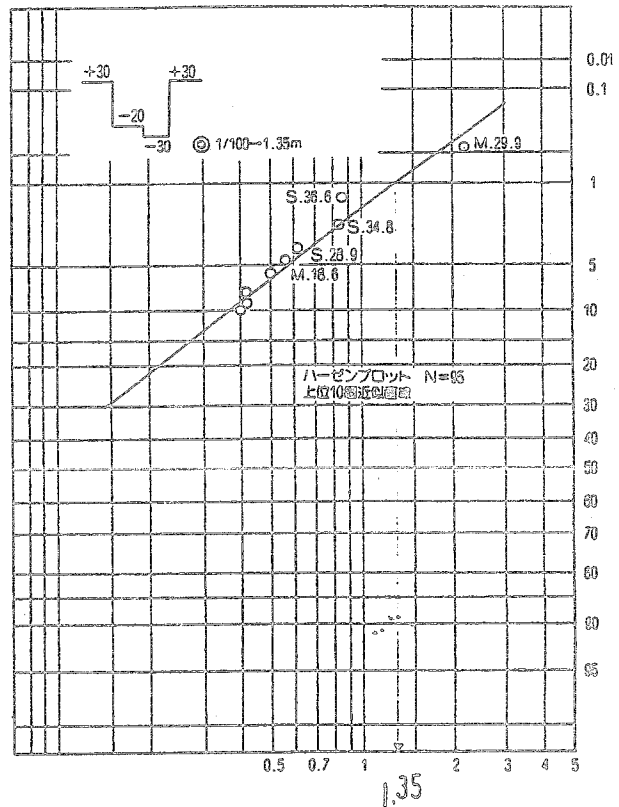
(単位：m)

洪水発生年月	鳥居川水位		彦根水位		±0m-600 m^3/s 改修時水位	±0m-800 m^3/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

以上の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最高水位が+1m以下になる。この年最高水位を対数確率紙にハーゼンプロットして上位10個についての近似直線を引き、この線の年超過確率1/100の水位を読むと、図2.2.⑧に示すとおり+1.35mとなる。この計算は琵琶湖の面積を680km²としたものであり、主要洪水について湖面積を660km²とした場合の水位差を計算すると、図2.2.⑨となり、+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+1.40mと決定した。

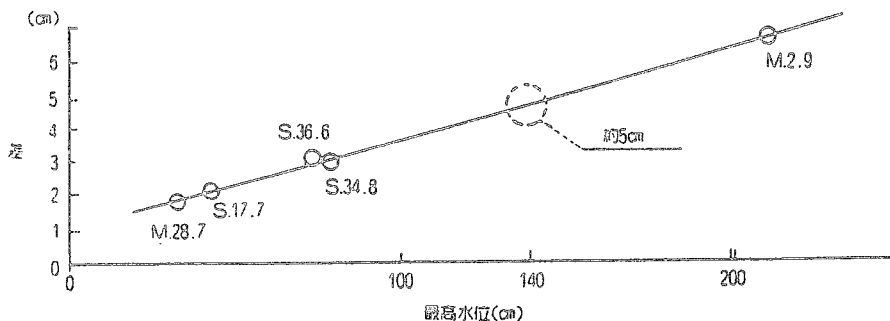
図2.2.⑧ 琵琶湖最高水位の年超過確率



となる。この結果を考慮して計画高水位を+1.40mと決定した。

なお、本計画においては計画高水位は過去の実績洪水による実績の逆算流入量から決定したが、確率降雨によるチェックも行った。すなわち、琵琶湖流域平均の2日、4日、7日、10日雨量のそれぞれの年超過確率1/100降雨を主要な洪水の降雨パターンに選定し、貯溜函数法により琵琶湖最高水位を求めたところ、7日雨量の1/100降雨(542mm)が最も水位が高くなり、迎洪水位が-30cmのとき各降雨パターンの平均は約+1.46mであった。

図2.2.⑨ 湖面積の減少による湖水位上昇高



ところで、一般に治水計画を樹てる場合には、現在では既往最大洪水を重視しつつ超過確率による計画規模決定を行っているが、この場合においても既往最大洪水の位置付けをし、少なくとも既往最大、多くの場合はそれ以上の規模を採用している。ところが琵琶湖の場合は、雨量、水位ともに明治29年の洪水を下回った規模を計画に採用しているが、これは年超過確率が概ね1/100という考え方に対して、明治29年の洪水が異常に大きく約1/200に相当するためである。

第Ⅳ編 管 理

1. 琵琶湖の管理

1.3 琵琶湖淀川の流出特性

琵琶湖・淀川の流出特性は、①琵琶湖の貯留機能により、淀川本川の低水時の流況調整ならびに洪水量が著しく低減されること ②淀川本川の洪水ピーク後の約1日後に琵琶湖がピーク水位を迎えること ③淀川本川の大洪水は木津川の洪水に支配されること ④木津川の洪水に支配された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が挙げられる。

以上のことについて詳述すると次のとおりである。

1.3.1 洪水特性

① 琵琶湖の貯留機能による淀川本川の洪水量の著しい低減

淀川水系を主要河川流域別に分割すると、図1.3.①のとおりである。

淀川本川基準地点である枚方より上流の流域面積は、表1.3.①のとおり7,281km²であるが、このうち瀬田川洗堰より上流の琵琶湖流域面積は3,848km²であり、全体の約53%を占めている。

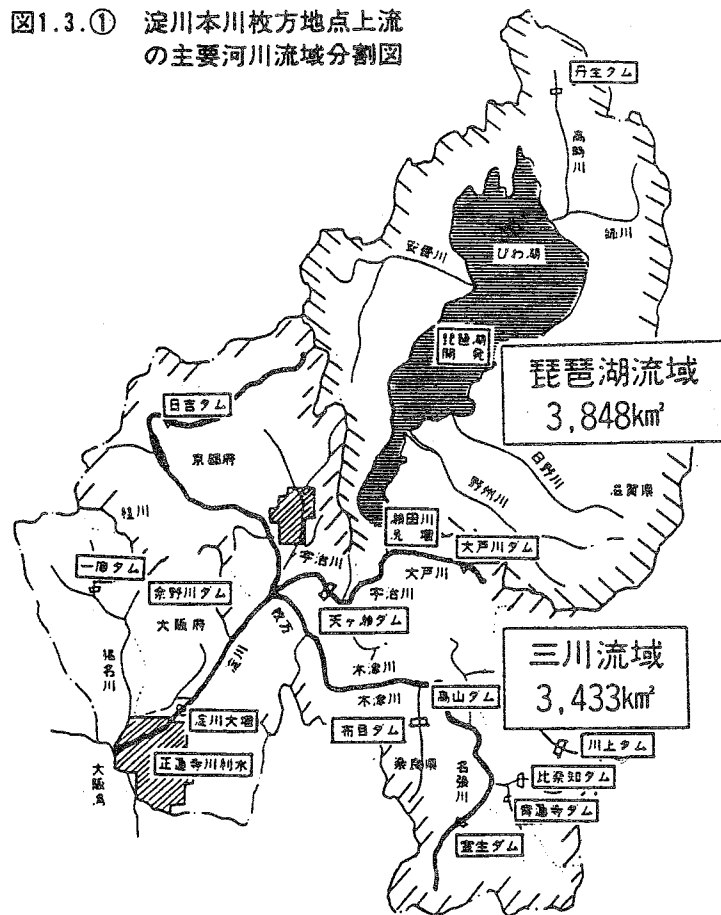
また、琵琶湖は約674km²もの広大な湖面積を有しているため、0.3mの湖水位上昇でも約2億m³を貯留することが可能である。

昭和28年の13号台風による洪水は、枚方地点において8,

表1.3.① 枚方地点上流域の面積

流域名	流域面積(km ²)	比率(%)
琵琶湖	3,848(うち湖面積約 674)	52.9
宇治川	506(うち天ヶ瀬ダム 352)	6.9
木津川	1,596	21.9
桂川	1,100	15.1
淀川本川	231	3.2
合計	7,281	100.0

図1.3.① 淀川本川枚方地点上流の主要河川流域分割図



650m³/sの既往最大流量をもたらしたが、このときの琵琶湖流域からの琵琶湖への流入量は、これを大幅に上回る12,000m³/sに達したものと推定されている。

淀川流域に琵琶湖が存在しなければ、琵琶湖流域からの流出量は淀川下流の流量に大きな影響を与え、淀川河道ならびに宇治川河道は、現在の約2倍以上必要となる。このようなことから、琵琶湖の存在が淀川にとっていかに重要であるかが明確に理解できる。

② 琵琶湖のピーク水位は淀川本川の洪水ピーク後の約1日後に迎える

琵琶湖の洪水は、湖への総流入量がしばしば10,000m³/sを越えるにもかかわらず、琵琶湖からの流出量は洗堰を全開してもたかだか1,000m³/s程度である。瀬田川疎通能力一杯に放流しても、洪水流入量が流出量の10数倍にも達するため、琵琶湖水位は長時間にわたって上昇することとなる。琵琶湖への流入量が減少し、瀬田川からの放流量とのバランスがとれたとき、琵琶湖水位がピークに達する。

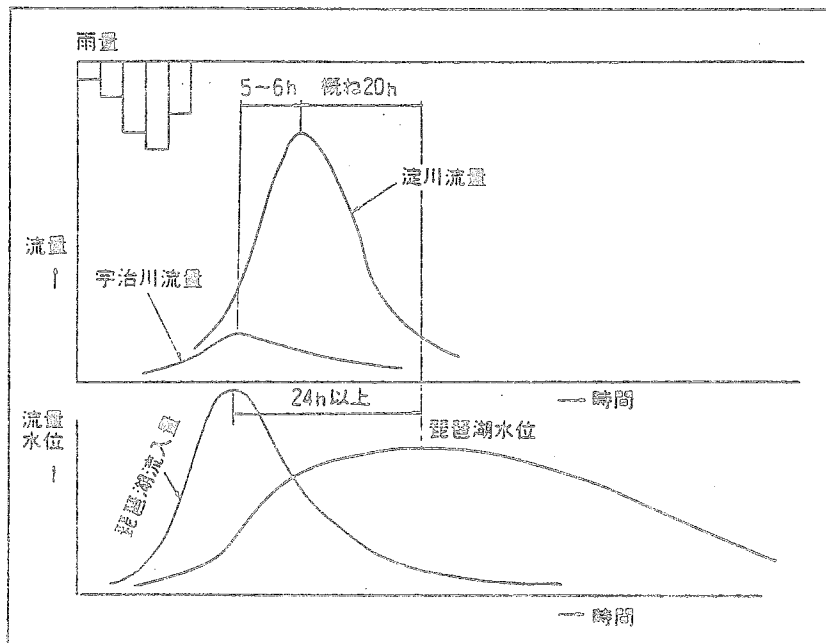
実績洪水によれば、下流淀川本川の枚方地点における洪水ピークを迎えた後、

表1.3.② 過去の大洪水の琵琶湖水位と淀川枚方地点流量のピーク時間差

洪水名	琵琶湖流入量 ピーク生起時刻 ①	琵琶湖水位 ピーク生起時刻 ②	時差 (時間) ①-②	琵琶湖 実 績 ピーク水位	枚方流量 ピーク生起時刻 ③	時差 (時間) ③-②
昭和28年9月	25日14時	27日18時	52	1.16m	25日23時	43
昭和34年8月	14日3時	15日22時	43	1.14m	14日12時	34
昭和34年9月	26日11時	27日16時	29	0.96m	27日5時	11
昭和40年9月	17日22時	19日3時	29	1.14m	18日5時	22

※琵琶湖実績ピーク水位は甚浪水位である。

図1.3.② 琵琶湖水位と淀川枚方地点流量のピーク時間差



さらに約1日余り経過して琵琶湖水位がピークに達している。表1.3.②は過去に発生した代表的な洪水のピーク時差を示しているが、これによると琵琶湖水位のピーク生起時刻と淀川枚方地点流量のピーク生起時刻の差が、最も短いケースで11時間（昭和34年9月）、平均的には20時間となっている。これを模式図的に示すと、図1.3.②のようになる。

③ 淀川本川の大洪水は木津川の洪水に支配される

淀川本川は、宇治川・桂川・木津川が合流して形成されているため、淀川本川の洪水は、これら三川の洪水流量の重ね合わせによって生じることとなる。このうち木津川流域面積は、表1.3.①に示すとおり琵琶湖流域を除く流域の約50%を占めており、木津川流域に台風がもたらす降雨が多いときに、しばしば淀川本川が大洪水となる。

表1.3.③ 近年における淀川の大洪水時の最大流量

(単位: m³/s)

順位	洪水 (発生年月日)	淀川 (枚方)	木津川 (加茂)	桂川 (桂)	宇治川 (淀)
1	昭和28年9月25日	8,650	5,800	2,700	1,780
2	昭和36年10月28日	7,800	5,400	2,100	1,000
3	昭和34年9月27日	7,200	6,200	1,700	885
4	昭和40年9月17日	6,870	5,170	2,500	900
5	昭和34年8月14日	6,800	3,700	2,500	1,270

※加茂・桂・淀地点の流量ピークは枚方ピークと必ずしも一致しないが、枚方と加茂のピーク流量は接近している。

④ 淀川の洪水時には宇治川は減水している

宇治川の流路延長は約35kmであるのに対して、木津川の流路延長は約120kmあり、淀川本川および木津川の流量がピークに達したときには、宇治川ではすでにピークが過ぎ減水期に入っている。図1.3.③に淀川本川と宇治川・木津川の洪水波形の1例(昭和34年9月)を示す。

図1.3.③

淀川本川と宇治川・木津川洪水波形の1例

