

第 2 章 流域及び天ヶ瀬ダムの概要

本章においては、「第 3 章」以降の内容を理解するための序章と位置づけ、琵琶湖及び淀川水系の概要及び天ヶ瀬ダムをはじめ淀川本川に設置された河川横断工作物の変遷についてとりまとめた。

現在の琵琶湖・淀川水系の状況を把握するため、水系、地形・地質、自然環境、社会環境、水質の経年変化など、直接魚類等の遡上・降下に関われない項目についても、簡単にとりまとめた。また、「第 4 章」で詳細に検討する河川横断工作物についても、設置年代、構造等を簡単に記載した。

2.1 流域の概要

2.1.1 水系の概要

淀川水系は、大阪、京都、兵庫、滋賀、奈良、三重の二府四県にまたがり、流域面積 8,240km²、幹線流路延長 75.1km におよぶ日本を代表する水系である。この淀川水系の形状は扇状を成しており、本川上流の琵琶湖、宇治川、左支川木津川、右支川桂川、淀川下流ならびに猪名川の 5 流域に分けることができる（表 2.1-1、表 2.1-2、図 2.1-1）。

淀川の源は、日本最大の淡水湖である琵琶湖をめぐる滋賀県山間部に発する約 120 の一級河川から流出する水は、湖面面積約 674km²を有する琵琶湖に集まる。

瀬田川は、琵琶湖の南端にあたる大津市瀬田付近において流出し、河谷状をなして南流する。流れは、さらに山間峡谷を縫って西方に折れ、京都府宇治市からは宇治川と名を変えて京都盆地南部を貫流する。宇治川は、京都と大阪の府境にあたる京都府大山崎町、八幡市付近にて、東から左支川の木津川、西から右支川の桂川を合流し、淀川本川となって大阪平野の都市地域を南西方向に貫流して、大阪湾に注いでいる。なお、淀川下流の一津屋において神崎川、毛馬では旧淀川をそれぞれ分脈している。

表 2.1-1 淀川水系流域面積

河川名	流域面積 (km ²)	流域構成比率 (%)
琵琶湖	3,848	46.7
宇治川	506	6.1
木津川	1,596	19.4
桂川	1,100	13.3
淀川下流	807	9.8
猪名川	383	4.7
淀川水系	8,240	100.0

出典) 第 1 回淀川水系流域委員会 (平成 13 年 2 月 1 日) 「淀川水系の概要について」 (建設省近畿地方建設局) ¹⁾

表 2.1-2 淀川水系の主要な河川

河川数	幹線流路延長 (km)	河川延長 (km)		
		指定区間	指定区間外	計
963	75	4,131.3	382.5	4,513.8

出典) 第 1 回淀川水系流域委員会 (平成 13 年 2 月 1 日) 「淀川水系の概要について」 (建設省近畿地方建設局) ¹⁾

琵琶湖から自然に流下するのは瀬田川、宇治川だけであり、琵琶湖疏水により宇治川、桂川に琵琶湖の水が流下している。琵琶湖疏水は、明治期に琵琶湖から京都へ引かれた水路で、舟運、発電、上水道、灌漑用水等を目的として作られ、現在でも上水道の水源や水力発電を始めとして多目的に利用されている。明治 23 年（1890 年）に完成した第一疏水は大津市三保ヶ崎から京都市東山区蹴上までの水路で、全長は 8.7km である。第二疏水は明治 45 年（1912 年）に完成し、取水口から蹴上出口までの全長 7.4km は完全な暗渠で、第一疏水に沿う形で作られている（図 2.1-2）。

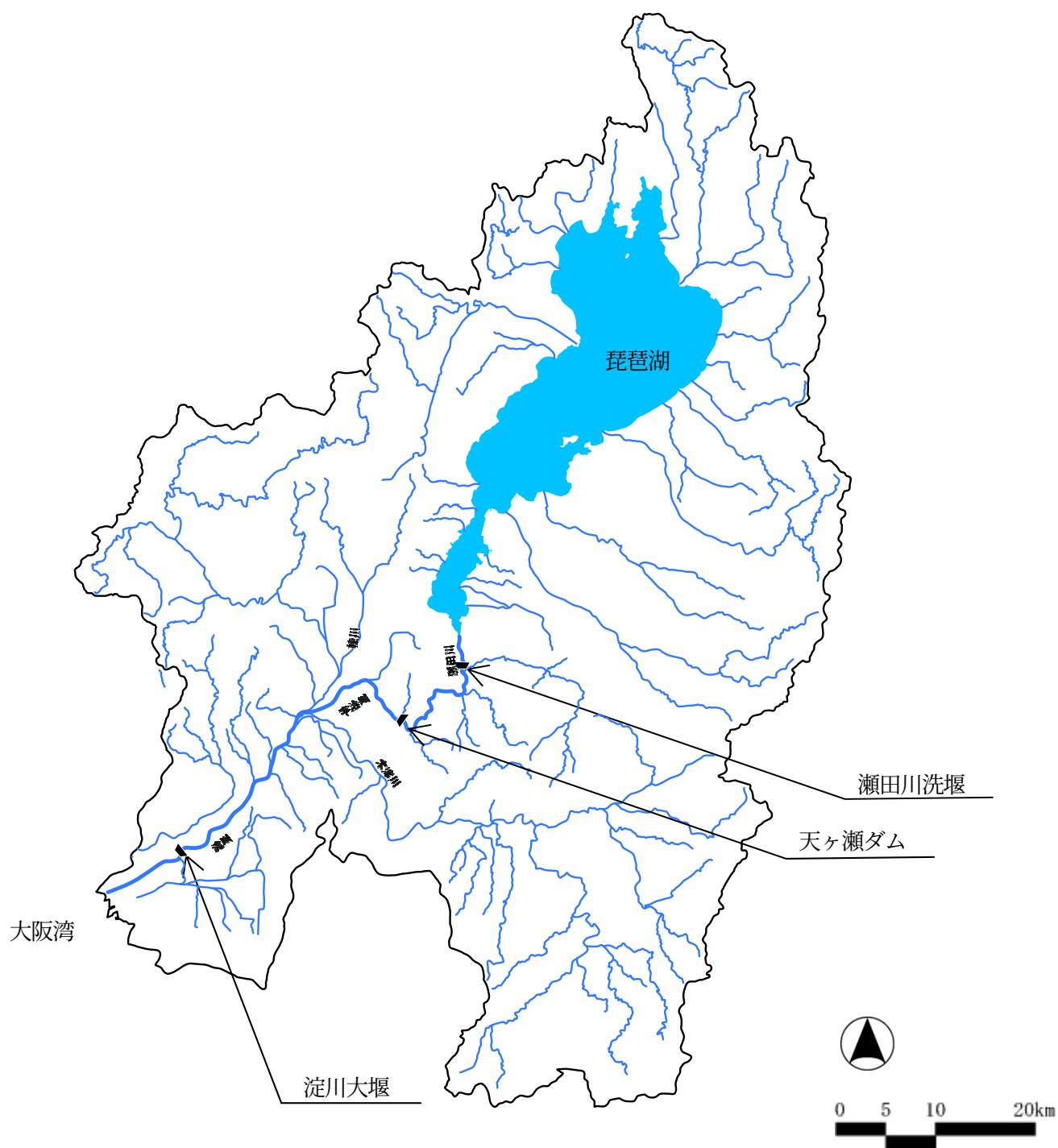


図 2.1-1 (1) 淀川水系流域全体図

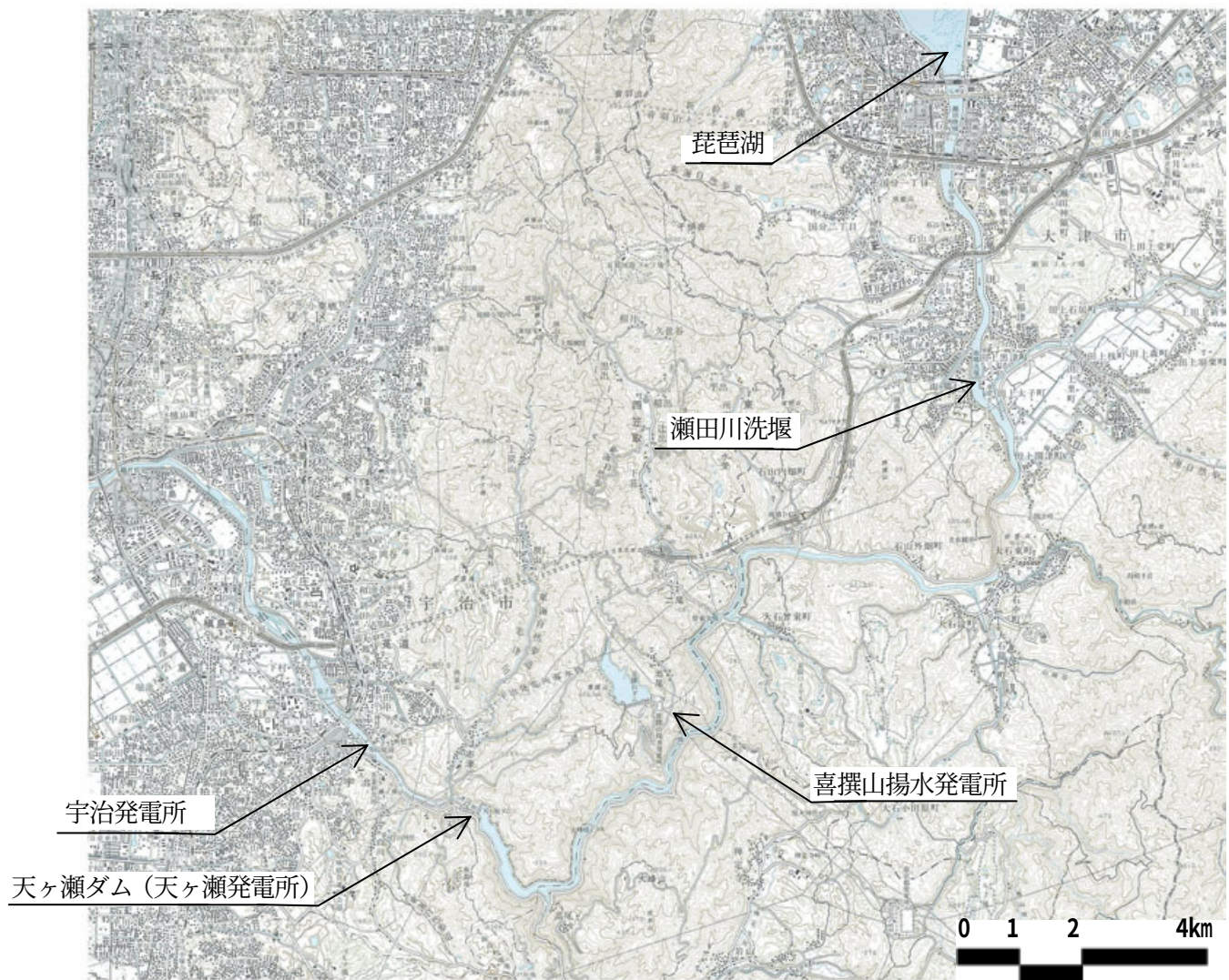


図 2.1-1 (2) 淀川水系流域図 (天ヶ瀬ダム～琵琶湖)

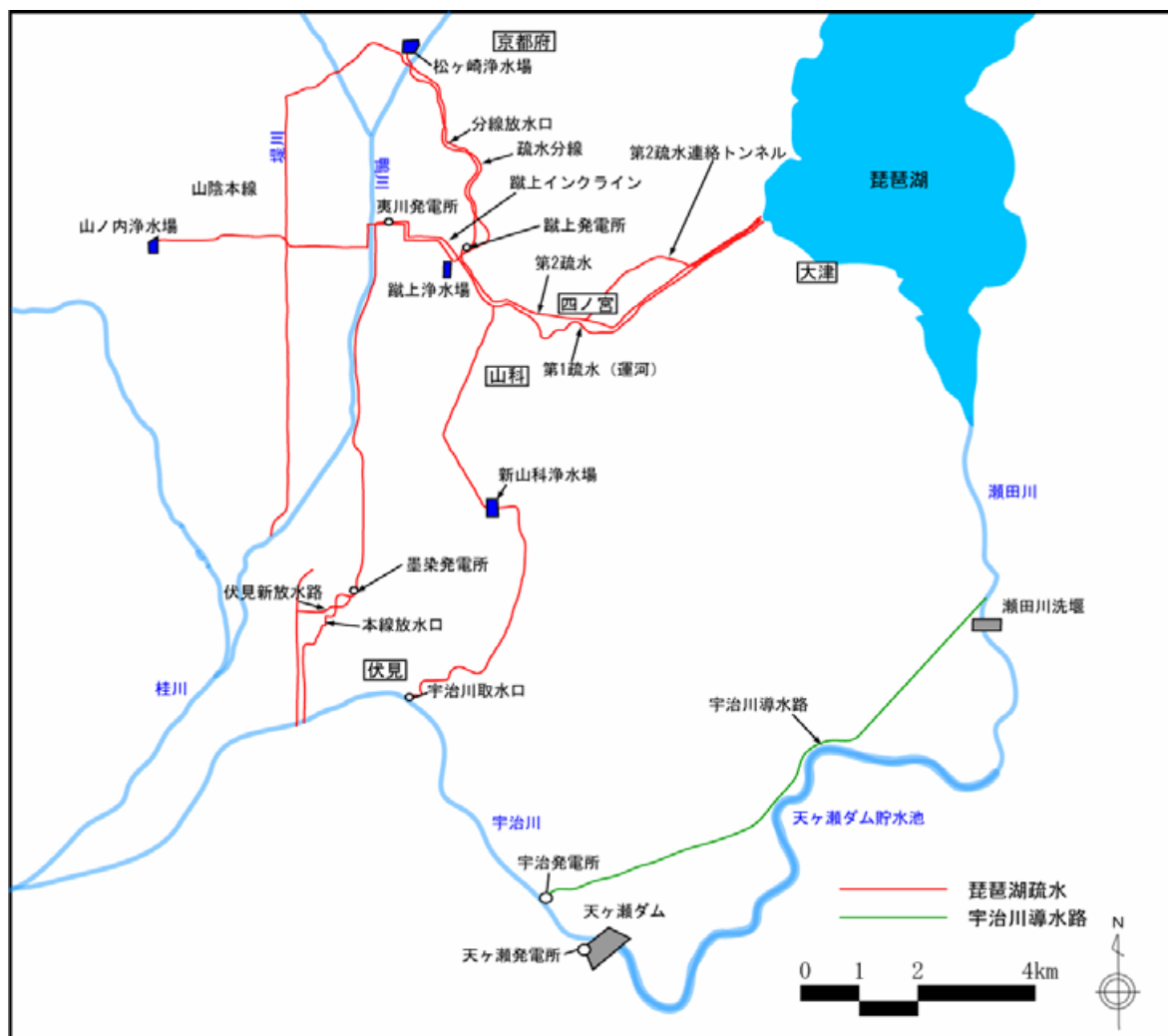


図 2.1-2 琵琶湖疏水位置図

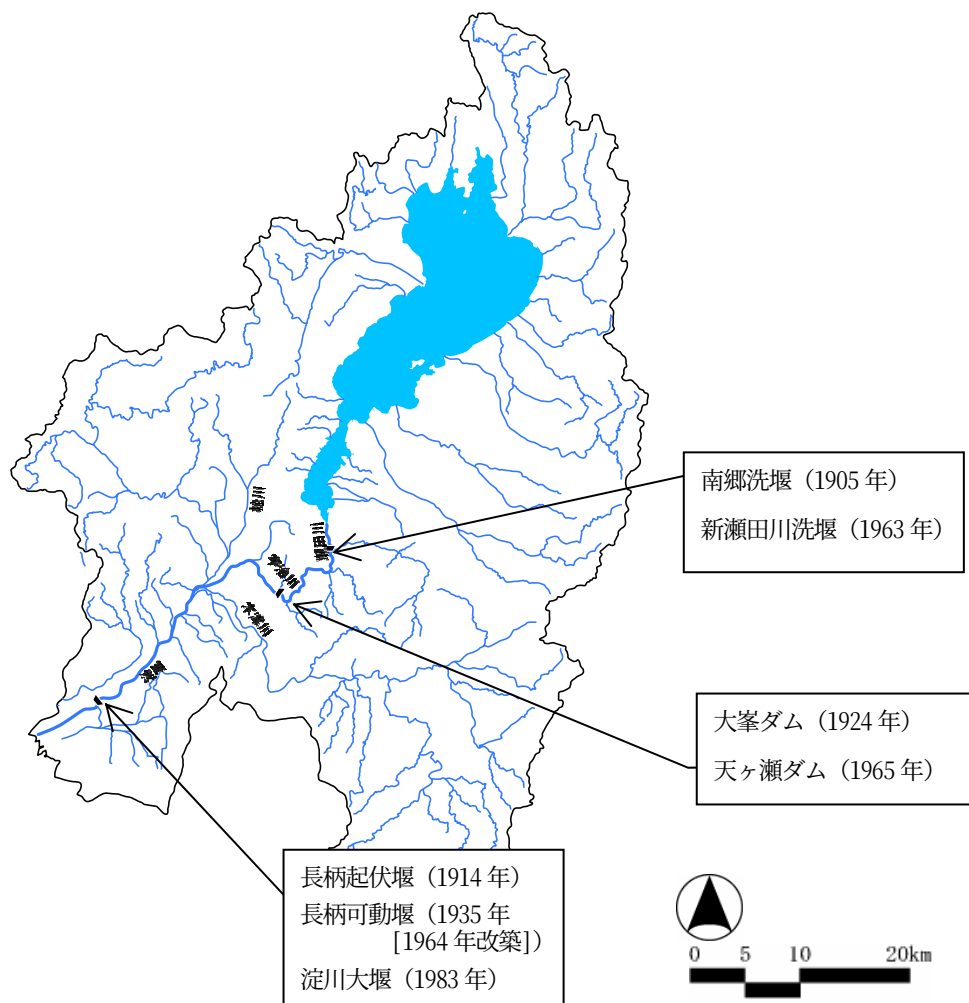
2.1.2 河川横断工作物

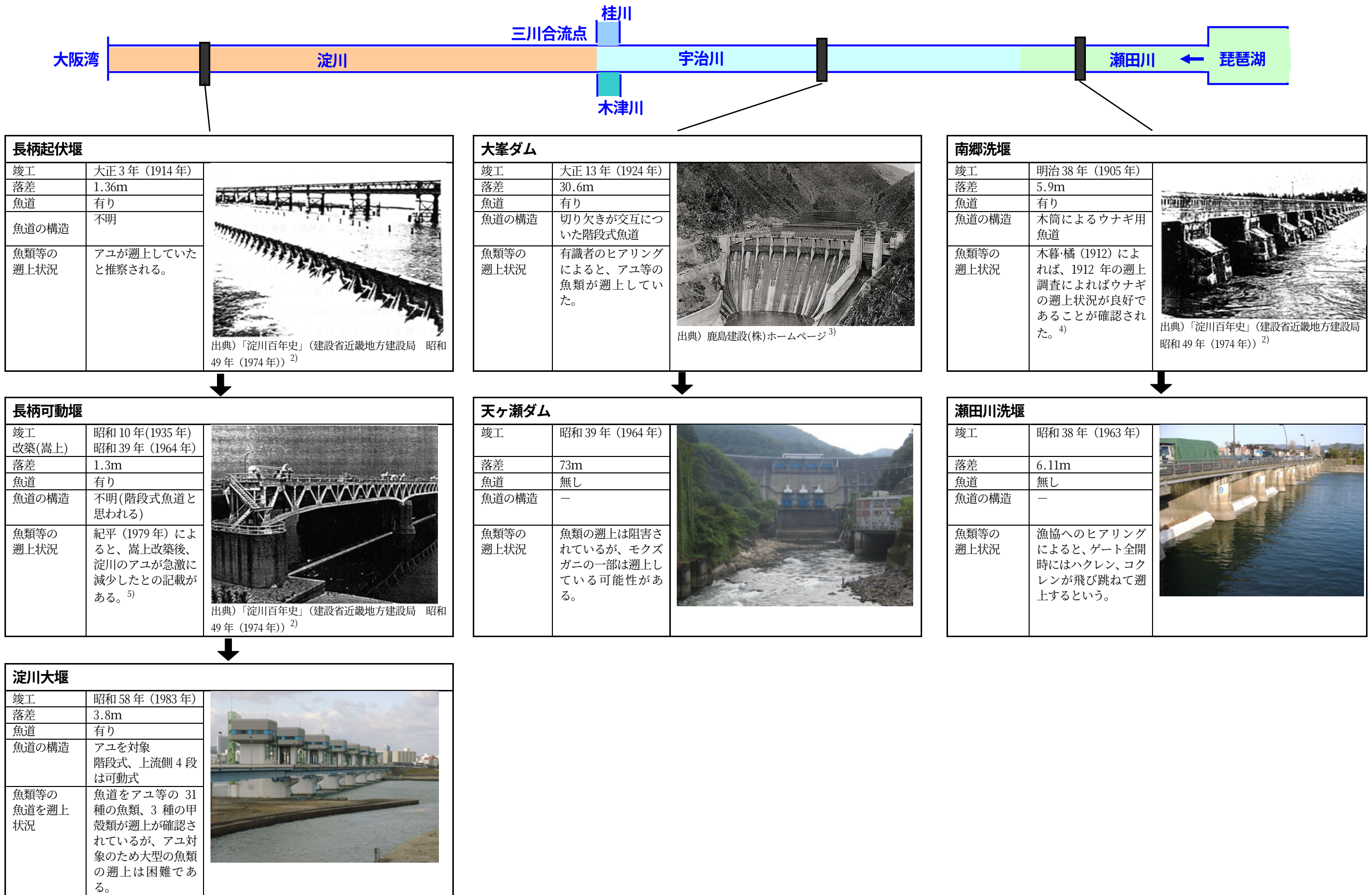
淀川河口～淀川～宇治川～瀬田川～琵琶湖の区間における、主要な横断工作物の設置状況の変遷は、表 2.1-3、図 2.1-3 及び図 2.1-4 に示すとおりである。現在は、淀川大堰、天ヶ瀬ダム、瀬田川洗堰の 3 つがある。淀川河口からの距離は、淀川大堰で約 10km、天ヶ瀬ダムが約 54km、瀬田川洗堰が約 70km である。

なお、表に記載したダムおよび堰の詳細は、後述「2.3 河川横断工作物の設置」でとりまとめた。

表 2.1-3 主要河川横断工作物の設置状況の変遷（淀川河口～琵琶湖）

竣工年	河川横断工作物名	位置概要	落差	備考
1905 年（明治 38 年）	南郷洗堰	瀬田川	5.9m	魚道あり
1914 年（大正 3 年）	長柄起伏堰	淀川河口（現淀川大堰下流）	1.4m	魚道あり（1916 設置）
1924 年（大正 13 年）	大峯ダム	宇治川（現天ヶ瀬ダム上流）	30.6m	魚道あり
1935 年（昭和 10 年） 1964 年（改築） （昭和 39 年）	長柄可動堰	淀川河口（現淀川大堰下流）	1.3m	魚道あり、長柄起伏堰撤去
1963 年（昭和 38 年）	瀬田川洗堰	瀬田川（琵琶湖流出部）	6.1m	南郷洗堰撤去
1964 年（昭和 39 年）	天ヶ瀬ダム	宇治川	73.0m	大峯ダム水没
1983 年（昭和 58 年）	淀川大堰	淀川河口	3.8m	魚道あり、長柄可動堰撤去



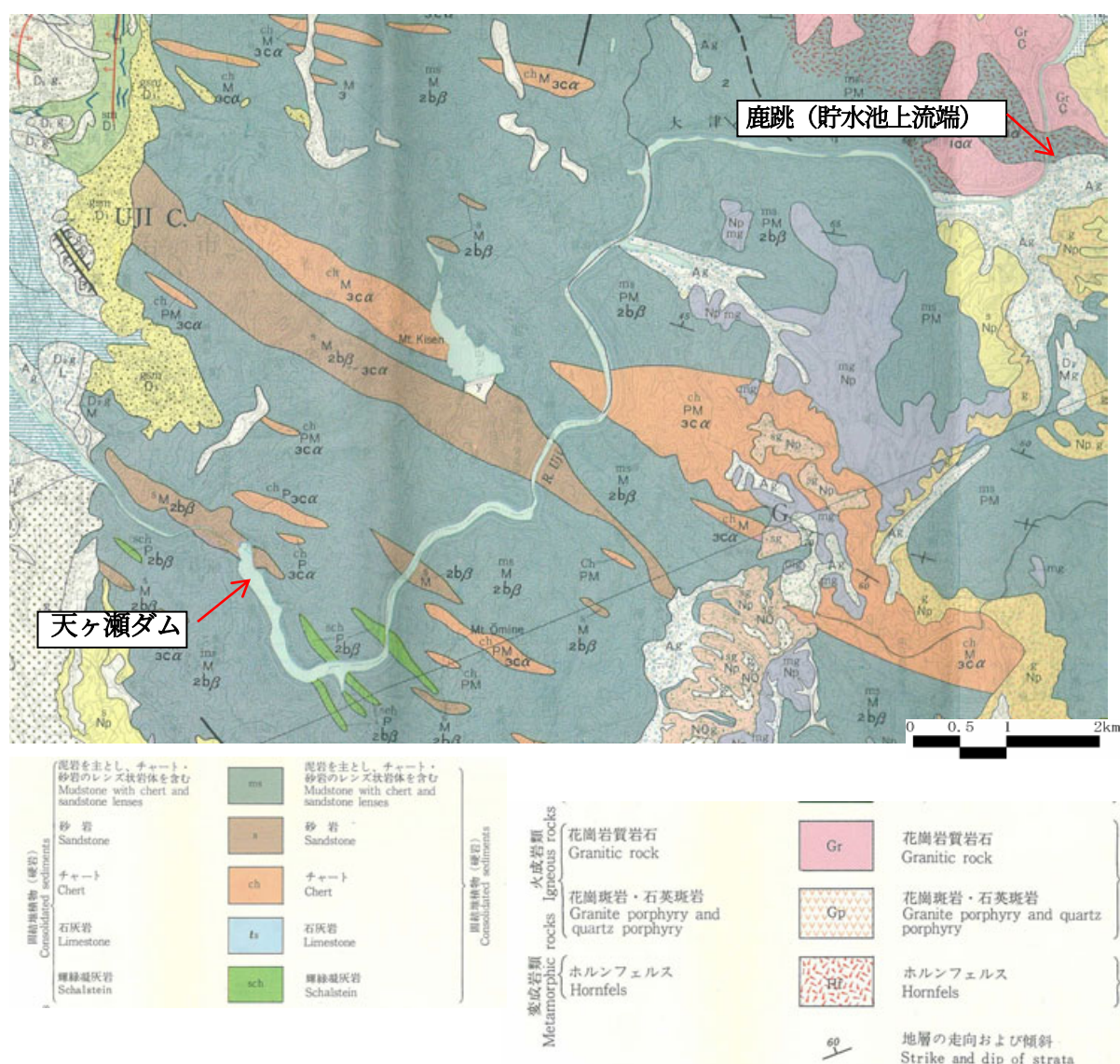


2.1.3 宇治川周辺の地形・地質

(1) 地 質

琵琶湖を取り巻く山地は、古生代二畳紀～中生代ジュラ紀の丹波層群、中生代白亜紀の火山岩である湖東流紋岩類および中生代白亜紀後期に貫入した花崗岩類によって形成されている(図 2.1-5)。また、丘陵、台地および低地には、新生代第三紀の鮎河層群、新第三紀鮮新世～第四紀更新世前期の古琵琶湖層群を主体とし、段丘堆積物および沖積層が分布している⁶⁾。

天ヶ瀬ダム貯水池周辺は、京都の東山から醍醐山地及び宇治につながる、泥質岩(頁岩・粘板岩)、チャート、砂岩を主体とする地層を含む丹波層群に属する。泥質岩は粘板岩が多く、シルト質の葉理をもっている。チャートは連続しているものと、泥質岩や砂岩中にブロック状に入っているものがある。



(2) 地 形

古琵琶湖と呼ばれる過去の湖は、**図 2.1-6** に示すように約 380 万年前に現在の位置から 50km も南の三重県上野盆地のあたりに誕生し、その後長い年月を経て北へ移動していった。古琵琶湖が現在の位置になったのは、約 140～90 万年前であるといわれている⁷⁾。

那須・樽野（1991）によれば、現在の位置の琵琶湖は 200 万年より前にできたが、約 200 万年前になって琵琶湖の水が宇治田原町の郷之口を通過して淀川に注ぐようになり、琵琶湖・淀川水系が誕生した。現在の宇治川を流れるようになったのは約 20 万年前だと考えられている。したがって宇治川は、約 20 万年の間に急速に侵食・下刻されて、両岸が切り立った現在の V 字谷地形を形成したと考えられる⁸⁾。

河道区間の多くは、天ヶ瀬ダムの湛水によって見ることはできないが、河床には岩盤が所々露出しており、急流渓谷となっていたようである（**写真 2.1-1**）。また、岩盤の固結度の差から、比較的軟質な泥質岩の分布帯では侵食が速く進み、硬質な砂岩やチャートでは侵食が若干遅い。泥質岩と砂岩の細互層では、このような侵食抵抗度の違いから、小落差の滝や階段状の河床となって現れていた可能性がある。

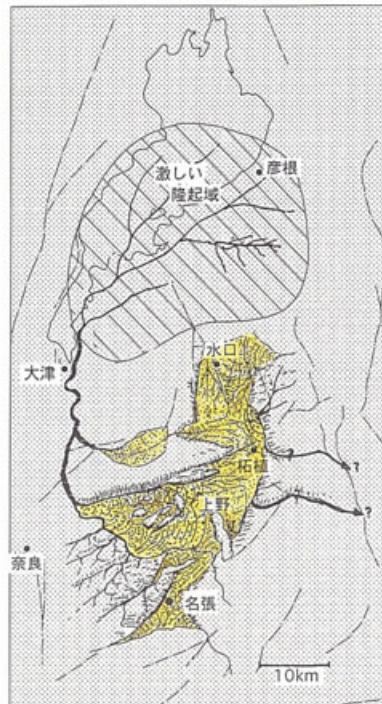


写真 2.1-1 天ヶ瀬ダム建設以前の河道状況

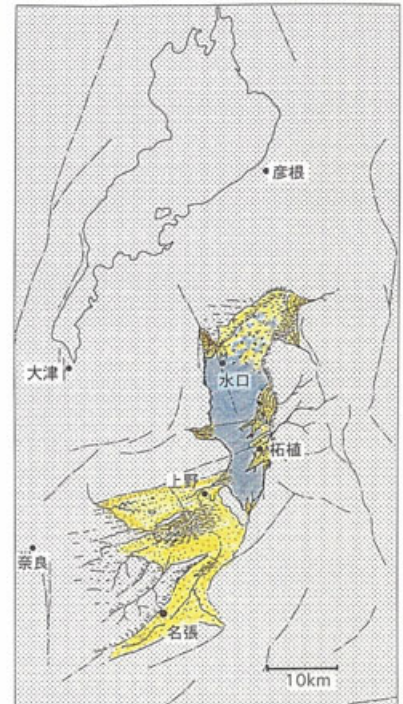
（現天ヶ瀬ダム～大峯ダム区間、昭和 30 年（1955 年）11 月 3 日撮影、高橋弘氏撮影）



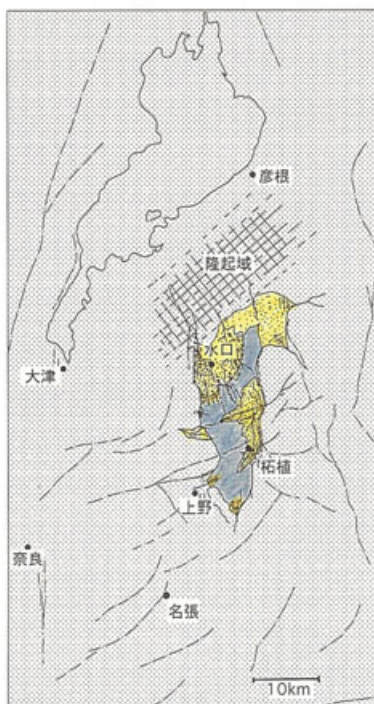
約380万年前（古琵琶湖層群堆積盆地の発生期）
断層によって地盤がブロック化し落ち込んだ部分は湿地化した。



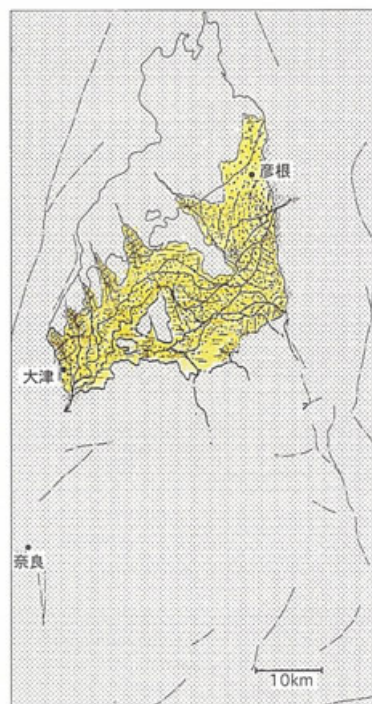
約320万年前（伊賀黒層下部の堆積期）
上野盆地の西から大きな川が流れ込み、盆地の南半分は埋め立てられた。



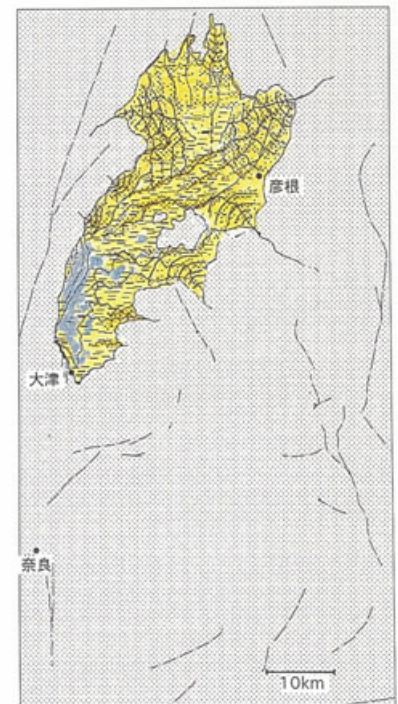
約300万年前（阿山黒層和田部層の堆積期）
西から流れ込んでいた川の勢いが衰え、安定した湖（阿山湖）が広がった。



約280万年前（阿山黒層甲南部層の堆積期）
北側の山地が高くなり、そこから川が流れ込み埋め立てられた。



約140万年前（草津黒層下部の堆積期）
堆積盆地は更に北へ移動した。東からは大きな川が流れ込んだ。現在の琵琶湖にはまだ土砂はたまっていない。



約90万年前（堅田黒層下部の堆積期）
現在の琵琶湖の範囲はほとんどが川の流れる平野だった。堅田丘陵には狭い湖があった。

凡例：水色・・・湖や沼等水が溜まっていた場所 黄色・・・扇状地、河川の流路等

図 2.1-6 琵琶湖の変遷⁷⁾

2.1.4 自然環境

淀川水系には、琵琶湖国定公園をはじめとする6国定公園と9府県立自然公園があり、天然記念物を含む、豊かな自然環境を有している。淀川流域の植生は、地質や気候上から多様な環境の下で育まれたブナ林等の自然植生が各所に残されているものの、全体的にはアカマツ、コナラ、ミズナラ等の二次林、スギやヒノキの植林が主体である。また、河川敷の植生としては、ヨシを始めとする湿地性植物群落が生育し、河川特有の豊富な自然環境を形成している⁹⁾。

波戸岡(1994)によれば、琵琶湖は、広い沖合や深い湖底、湖としては大規模な岩礁地帯等の地形が発達する等多様な自然環境を有していること、及び地史的にきわめて古い湖であることから固有の生物が数多くみられる。特にニゴロブナ、ビワコオオナマズ等の魚類とヤマトカワニナ、セタシジミ等の軟体動物(貝類等)において高い比率で固有種がみられる⁷⁾。

また、淀川水系では、上流に琵琶湖が存在することから国内の他の河川と比較して年間を通じて流況が安定しており、大規模な渇水、洪水が生じにくいことが挙げられる。このような自然的特徴も淀川水系固有の自然環境の形成の大きな要因になっていると考えられる⁹⁾。

また、淀川水系では、多くの外来魚の生息が確認されており、そのうち魚食性のオオクチバス(昭和49年(1974年)琵琶湖で発確認)とブルーギル(昭和40年(1965年)西ノ湖で発確認)については、在来種への影響が問題となっている。¹⁰⁾

2.1.5 社会環境

淀川水系は、大阪、京都の二大都市とこれらを囲む多くの衛星都市を抱え、近畿圏の基盤をなす水系であり、流域内人口は約1,100万人¹¹⁾に及んでいる。琵琶湖流域では大都市圏のベッドタウンとしての開発が進み、人口の増加が続いている。淀川下流域では大阪府で近年人口の減少傾向がみられ、昭和45年以降増加の伸びは鈍くなってきている。

昭和30年代から始まった高度経済成長に伴って、京阪神を中心とする大都市及びその周辺部への人口と資産の集中と増加が急速に進み、農地や山林の宅地への転換が進展するに伴い市街地が増加した。耕地の占める割合は総流域面積の約9%と少ないが、琵琶湖、木津川流域に多く存在し、両流域で全体の69%を占めている。

また、日本最大の淡水湖である琵琶湖では、古くから漁業が盛んであり、底曳網、えり等の伝統的な独特の漁法が発達し、現在でもアユ、フナ類、シジミ類、スジエビ等が大量に漁獲されている。特に湖産アユは放流用の種苗として、全国に出荷されている⁹⁾。

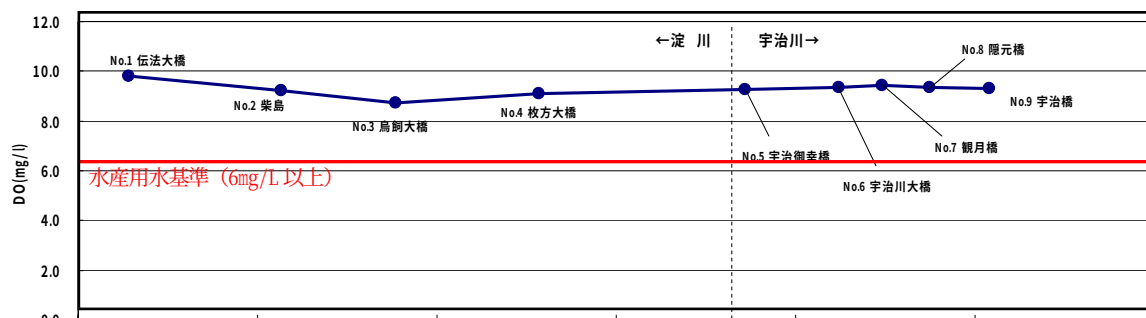
2.1.6 水質

淀川及び宇治川の現在の水質(DO、BOD、SS)の状況を図2.1-7に示す。

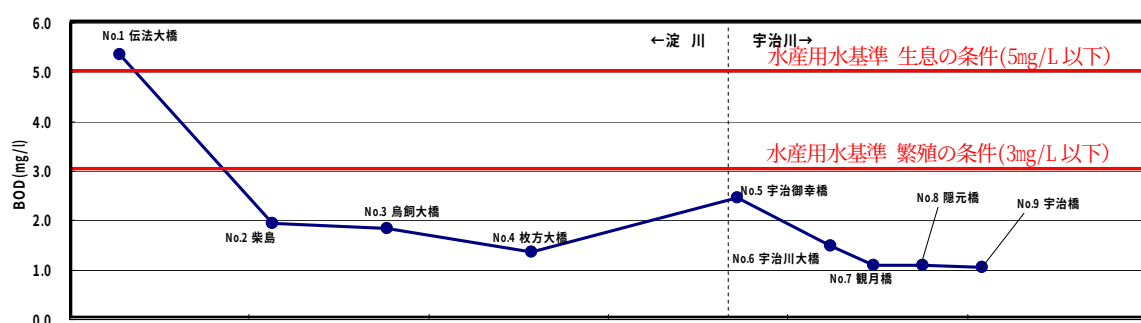
DO(溶存酸素量)については、淀川と宇治川で大きな違いはみられないが、BOD(生物化学的酸素要求量)及びSS(浮遊物質質量)の値は宇治川の方が低く、淀川に比べ、宇治川は比較的良好な水質であると考えられる。

紀平(1979)によると、昭和44年(1969年)から4~5年間は水質の悪化により、淀川では全くアユの姿がみられなかったとの記載がある⁵⁾。宇治川御幸橋及び枚方大橋の測定結果によれば、1970年頃には、BOD、DO、SSについては水質が悪化したことが、現在は改善しつつある(図2.1-8)。

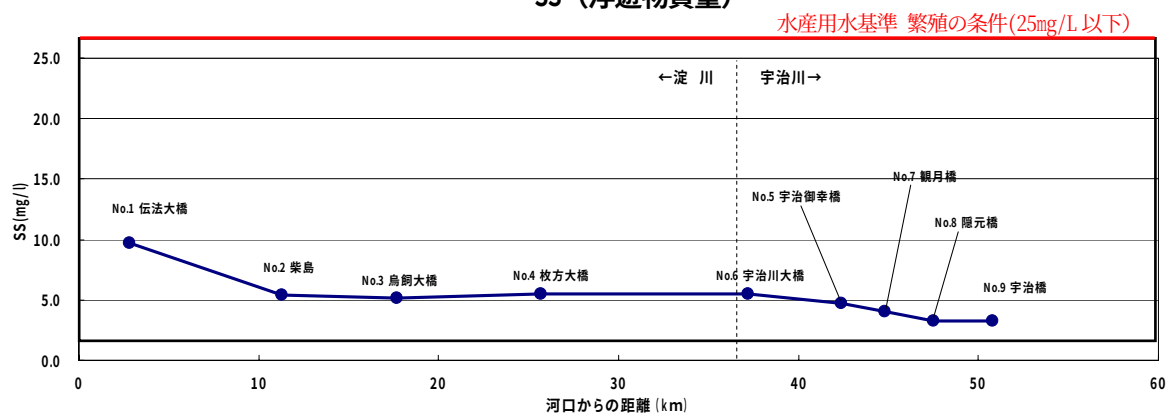
DO(溶存酸素量)



BOD (生物科学的酸素要求量)



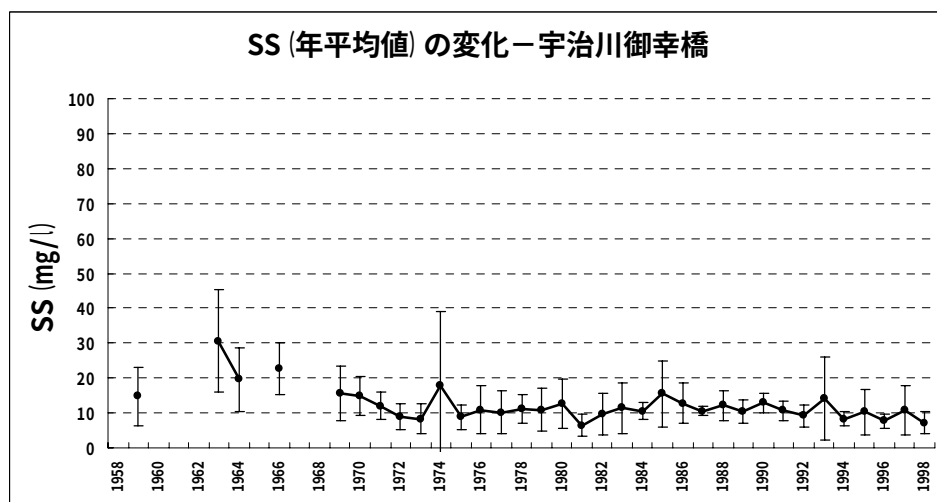
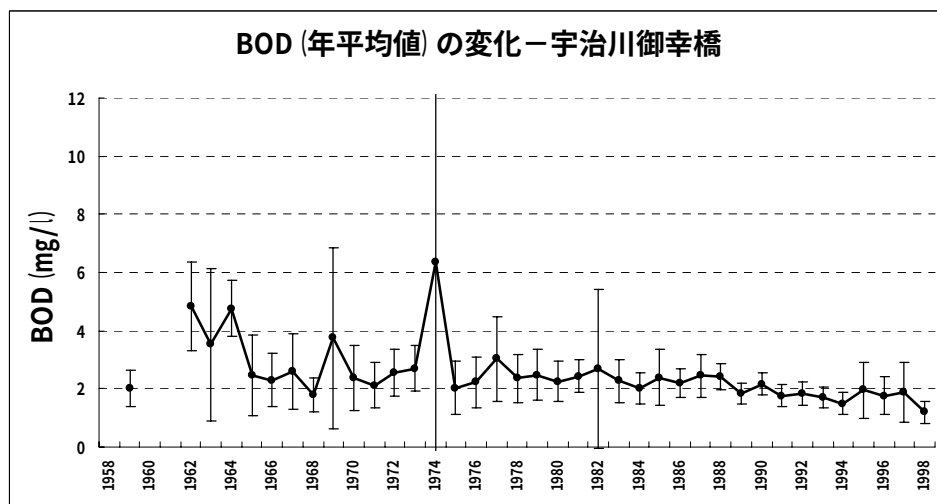
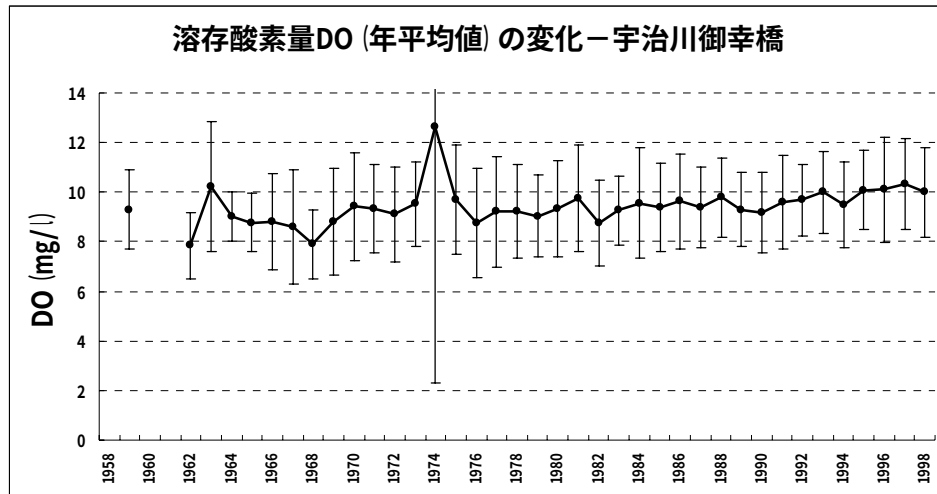
SS (浮遊物質)



資料) 淀川河川事務所ホームページ <http://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/data/05.html> より作成¹²⁾

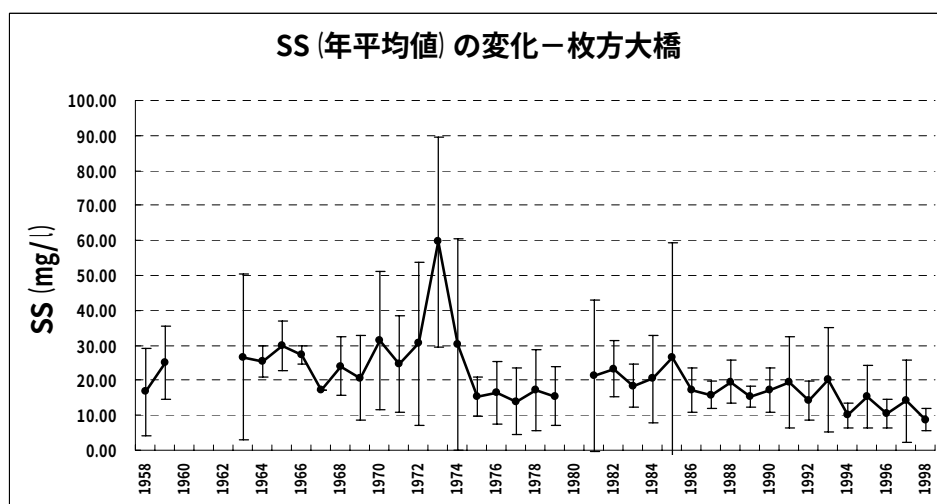
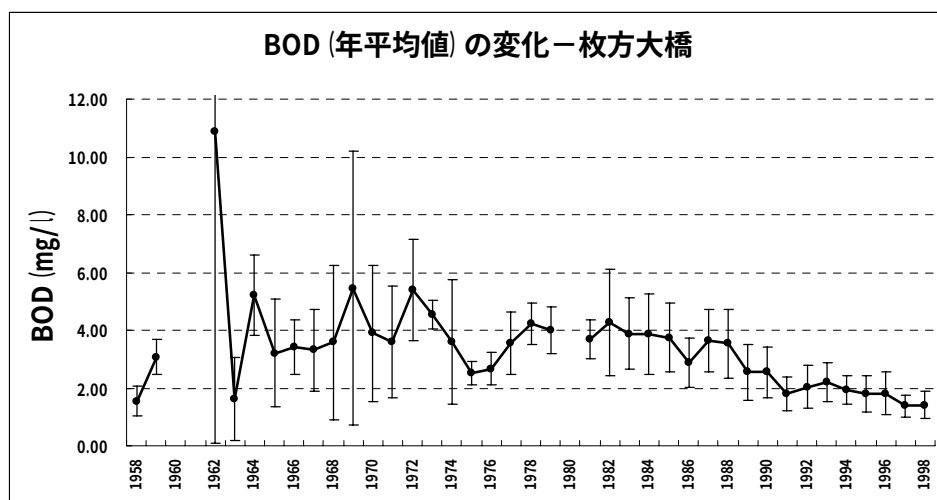
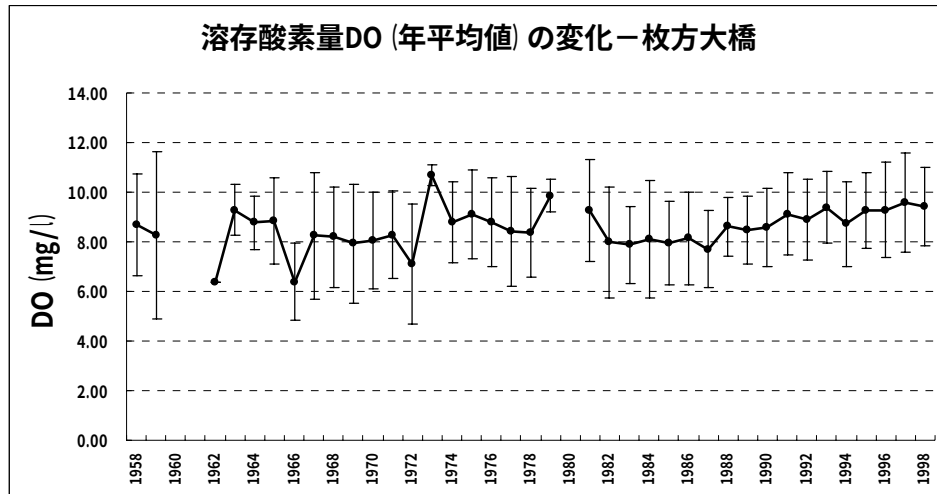
注意) データは、平成14年4月～平成15年2月の調査結果の平均値である。

図 2.1-7 淀川及び宇治川の水質の状況



(建設省河川局「水質年表1～39」から作成) ¹³⁾

図 2.1-8(1) 宇治川御幸橋における水質変化



(建設省河川局「水質年表1～39」から作成) ¹³⁾

図 2.1-8(2) 枚方大橋における水質変化

2.2 天ヶ瀬ダム概要

天ヶ瀬ダムは、戦後まもなく、淀川の洪水防御と近畿地方の電力需要に対処するため、計画された。その後、昭和 28 年（1953 年）の台風 13 号による大洪水を契機に淀川水系の治水計画が見直され、昭和 30 年（1955 年）度から当時の建設省によって予備調査を開始し、昭和 32 年度（1957 年）に建設事業に着手した。本体工事は、昭和 36 年（1961 年）に着工し、昭和 39 年（1964 年）11 月に竣工した。翌昭和 40 年より管理を開始し、現在までに 42 年が経過している。

現在では、アーチダムという景観的なインパクトや京都、大阪などの大都市地域に近いこともあり、年間を通じて多くの観光客が訪れ地域にとって貴重な観光資源にもなっている。

写真 2.2-1 に天ヶ瀬ダムの現況を示す。ダムの下流、左岸側にあるのが関西電力天ヶ瀬発電所である。貯水池の左岸側にある取水口より取水し、発電を行っている。



写真 2.2-1 天ヶ瀬ダムの概観

2.2.1 ダムの目的・諸元

(1) 天ヶ瀬ダムの目的

1) 洪水調節

ダム地点の計画高水流量 $1,360\text{m}^3/\text{s}$ を $840\text{m}^3/\text{s}$ に調節して、宇治川の氾濫を防止するとともに、淀川本川のピーク時には $160\text{m}^3/\text{s}$ に調節して、下流の洪水低減をはかる。

2) 発電

ダム下流左岸の関西電力天ヶ瀬発電所は、最大使用水量 $186.14\text{m}^3/\text{s}$ 、最大 $92,000\text{kW}$ の発電を行う。また、ダム上流 6km の関西電力喜撰山^{きせん}発電所は、天ヶ瀬ダム貯水池（鳳凰湖）を下部調整池として最大使用水量 $248\text{m}^3/\text{s}$ 、最大 $466,000\text{kW}$ の揚水発電が行われており、電力需給の調節、予備電力として利用されている。

3) 水 道

京都府宇治市、城陽市、久御山町及び八幡市の4市町（約35万人に供給）に対する上水道用水として、京都府企業局山城上水道が最大 $1.1\text{m}^3/\text{s}$ を天ヶ瀬貯水池より取水している。

4) 天ヶ瀬ダム諸元

天ヶ瀬ダムは堤高73mのドーム型アーチ式コンクリートダムで、貯水池の面積は 1.88km^2 である（図2.1-1～4）。天ヶ瀬ダムの諸元は表2.2-1に示すとおりである。

天ヶ瀬ダムの貯水池容量は、図2.2-1に示すように、総貯水容量 $2,628\text{万m}^3$ 、有効貯水容量 $2,000\text{万m}^3$ である。洪水調節のための治水容量は $2,000\text{万m}^3$ 、発電を行うために使用する発電容量 $1,348\text{万m}^3$ 、水道供給を行うための利水容量 60万m^3 が配分されている。

貯水池は、洪水期（6/16～10/15）には平常時の水位をEL.72.0m（洪水期制限水位）、非洪水期にはEL.78.5m（常時満水位）とする制限水位方式による運用が行われている。

表2.2-1 天ヶ瀬ダム諸元表

(1) ダム諸元

項 目	諸 元
型 式	ドーム型アーチ式コンクリートダム
堤 高	73.00m
堤頂標高	EL.82.0m
堤頂長	254.0m
堤頂幅	4.0m
堤敷幅	14.0m
基礎地盤標高	EL.9.0m
堤体積	$165,000\text{m}^3$
地 質	砂岩主体層一部粘板岩

(2) 貯水池諸元

項 目	諸 元
集水面積	$4,200\text{km}^2$ (内直接 352.0km^2)
湛水面積	1.88km^2
湛水延長	16.3km
洪水時満水位	EL.78.5m
常時満水位	EL.78.5m
制限水位	EL.72.0m
最低水位	EL.58.0m
総貯水容量	$26,280,000\text{m}^3$
有効貯水容量	$20,000,000\text{m}^3$
堆砂及び死水容量	$6,280,000\text{m}^3$
洪水調節容量	$20,000,000\text{m}^3$
利水容量	$600,000\text{m}^3$
発電容量	$13,480,000\text{m}^3$
計画高水流量	$1,360\text{m}^3/\text{s}$
計画放流量	$900\text{m}^3/\text{s}$ (ただし、淀川ピーク時 $220\text{m}^3/\text{s}$)
調節流量	$460\text{m}^3/\text{s}$

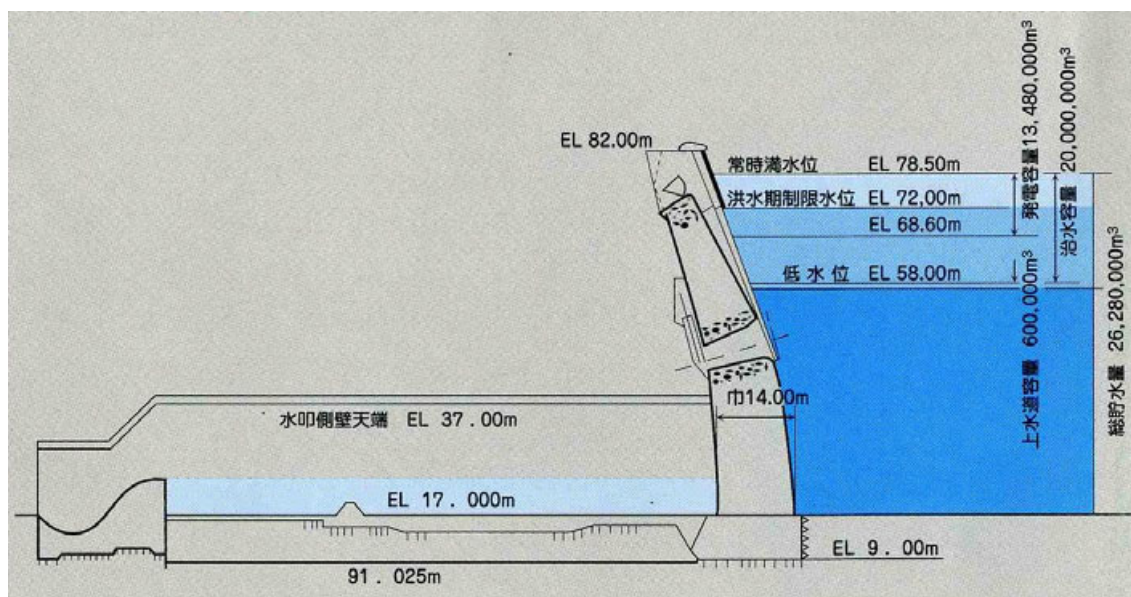


図 2.2-1 貯水池容量配分図

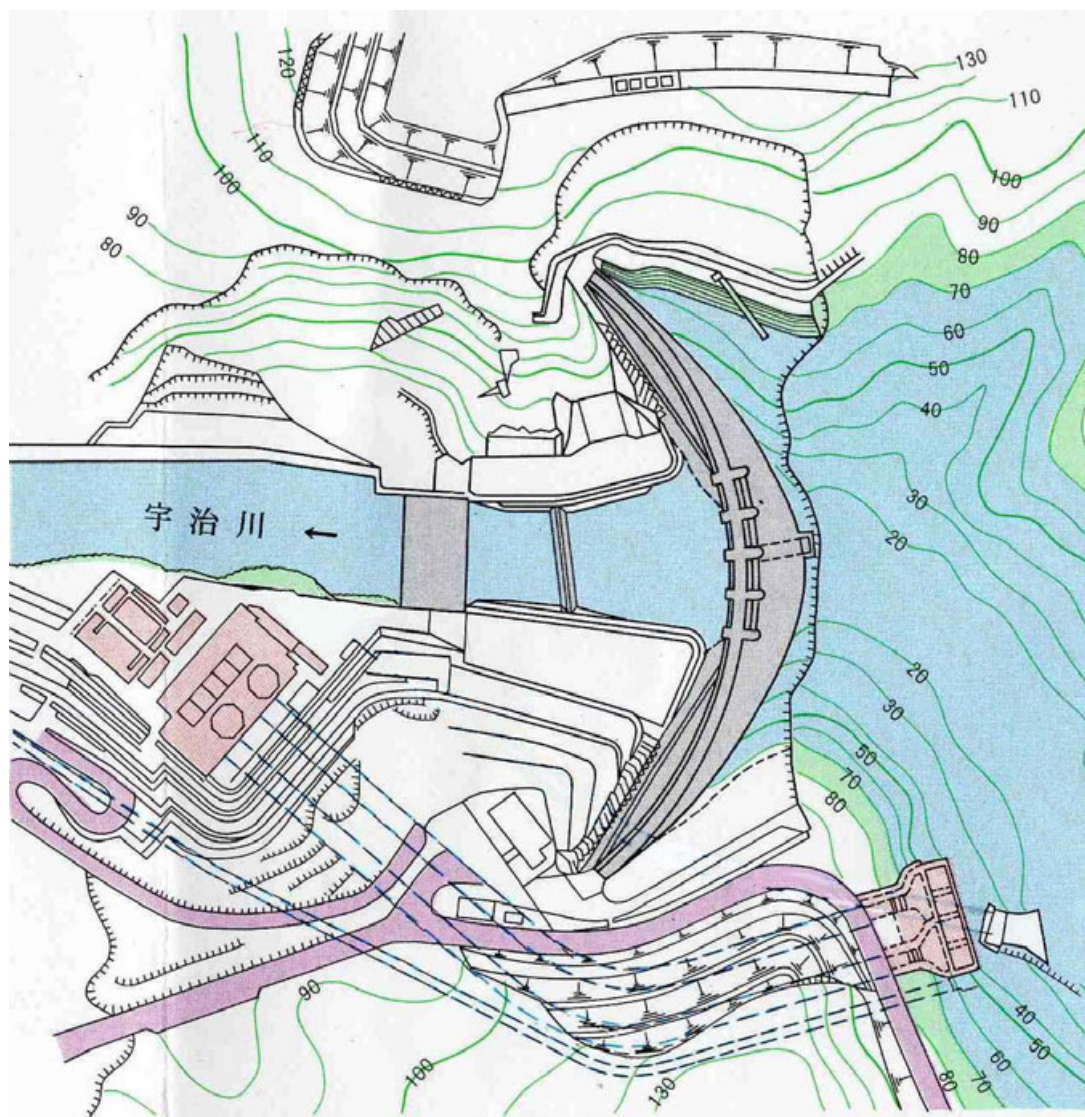
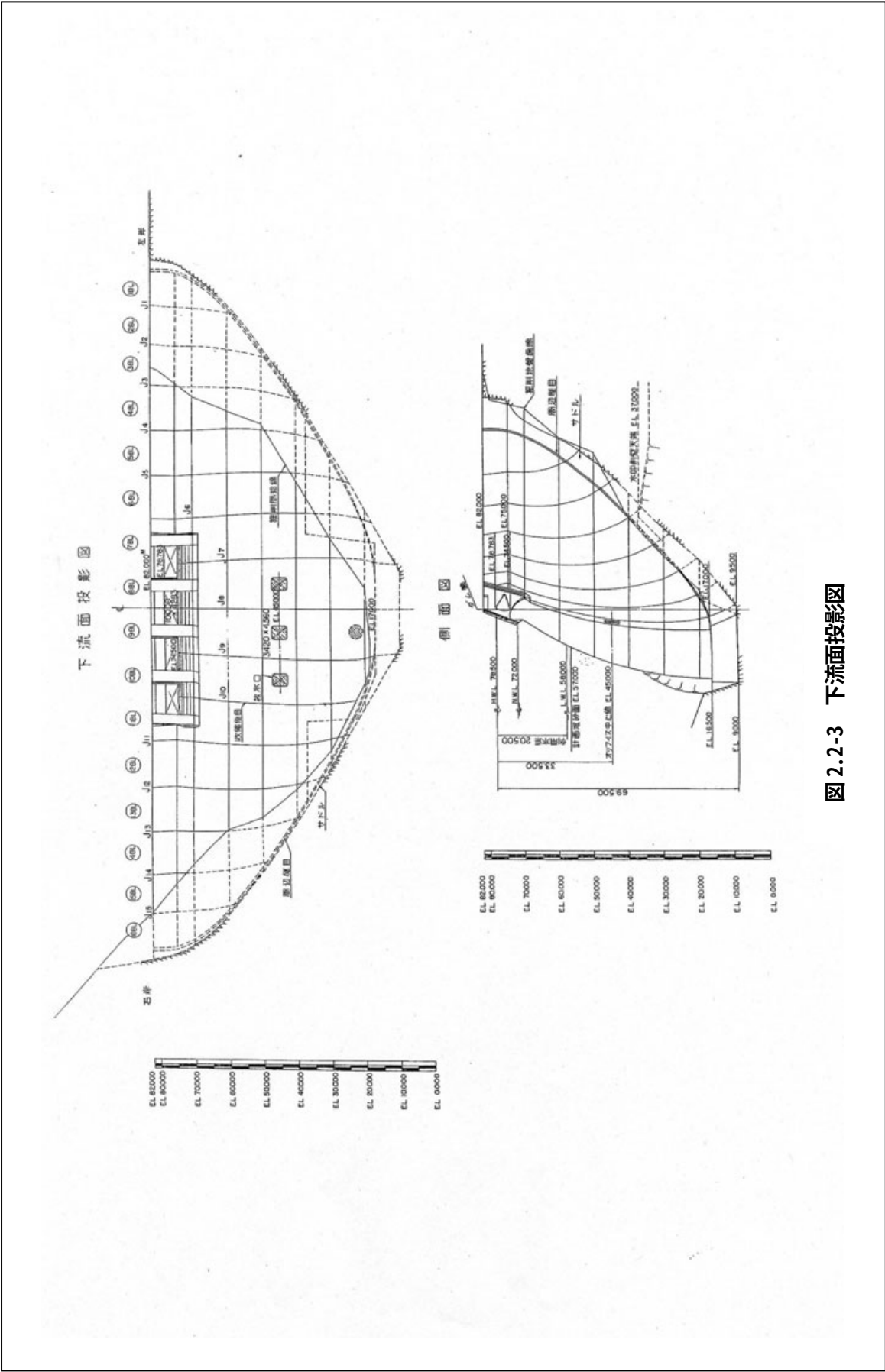


図 2.2-2 ダム平面図



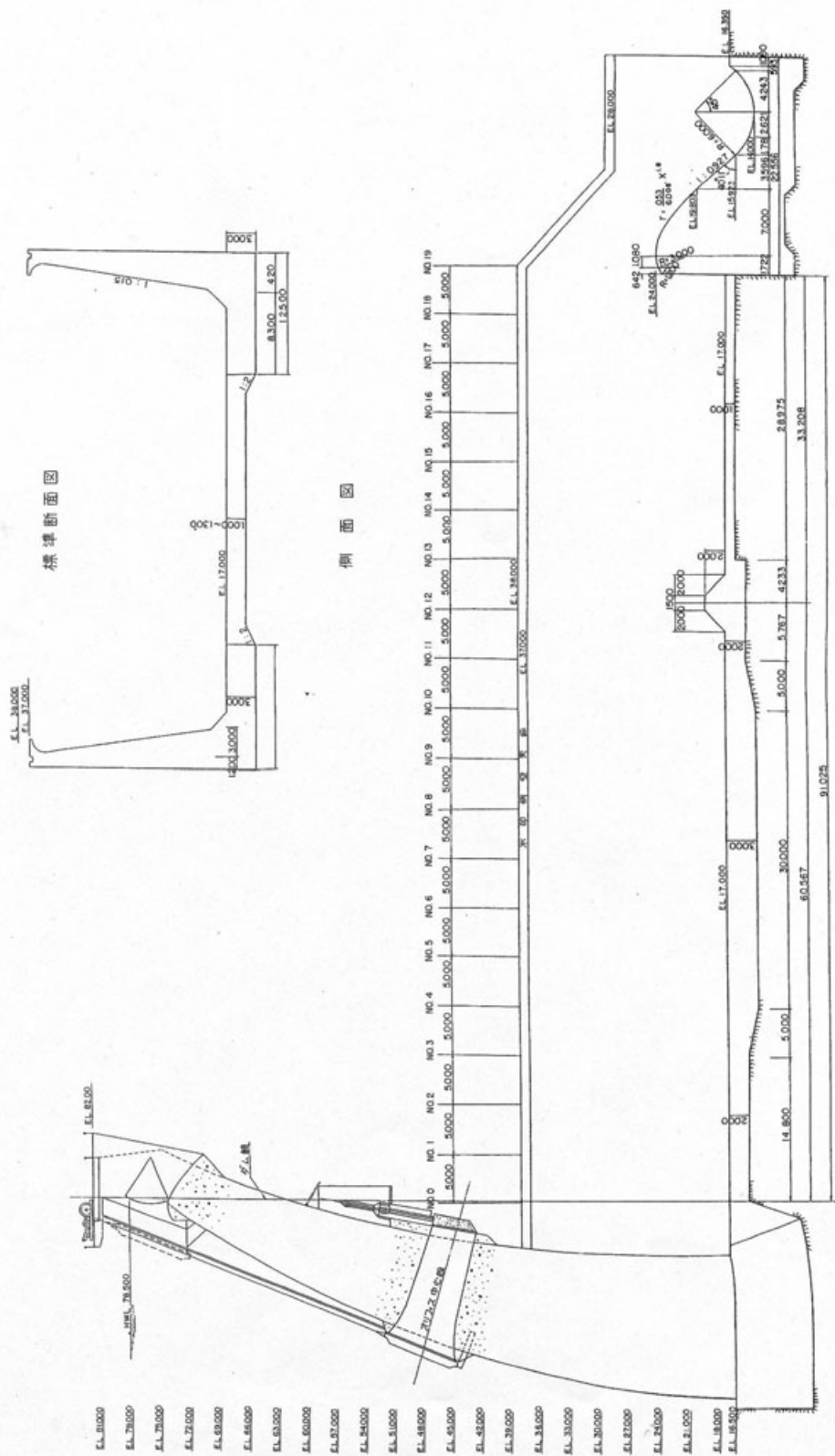


図 2.2-4 減勢池縦断面図

2.2.2 天ヶ瀬ダム周辺の発電所の概要

(1) 天ヶ瀬発電所

天ヶ瀬発電所（写真 2.2-2）は、天ヶ瀬ダム建設とあわせて昭和 39 年にダム下流左岸に建設された。関西電力株式会社が管理を行い、最大使用水量 $186.14\text{m}^3/\text{s}$ により最大 $92,000\text{kW}$ の発電を行っている。

発電水路は 2 系統あり、それぞれの構造は図 2.2-5、2.2-6 に示すとおりである。



写真 2.2-2 天ヶ瀬発電所

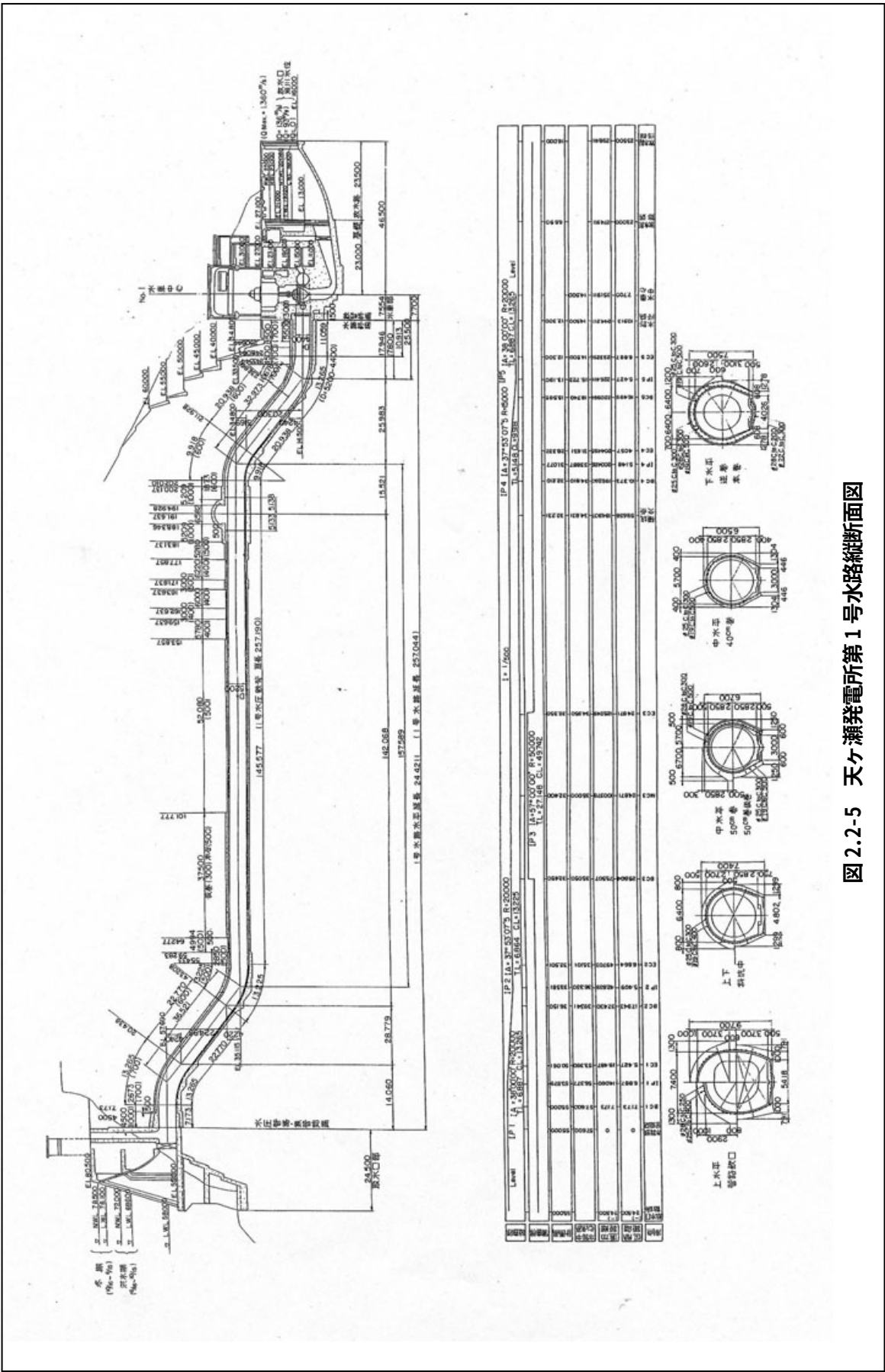
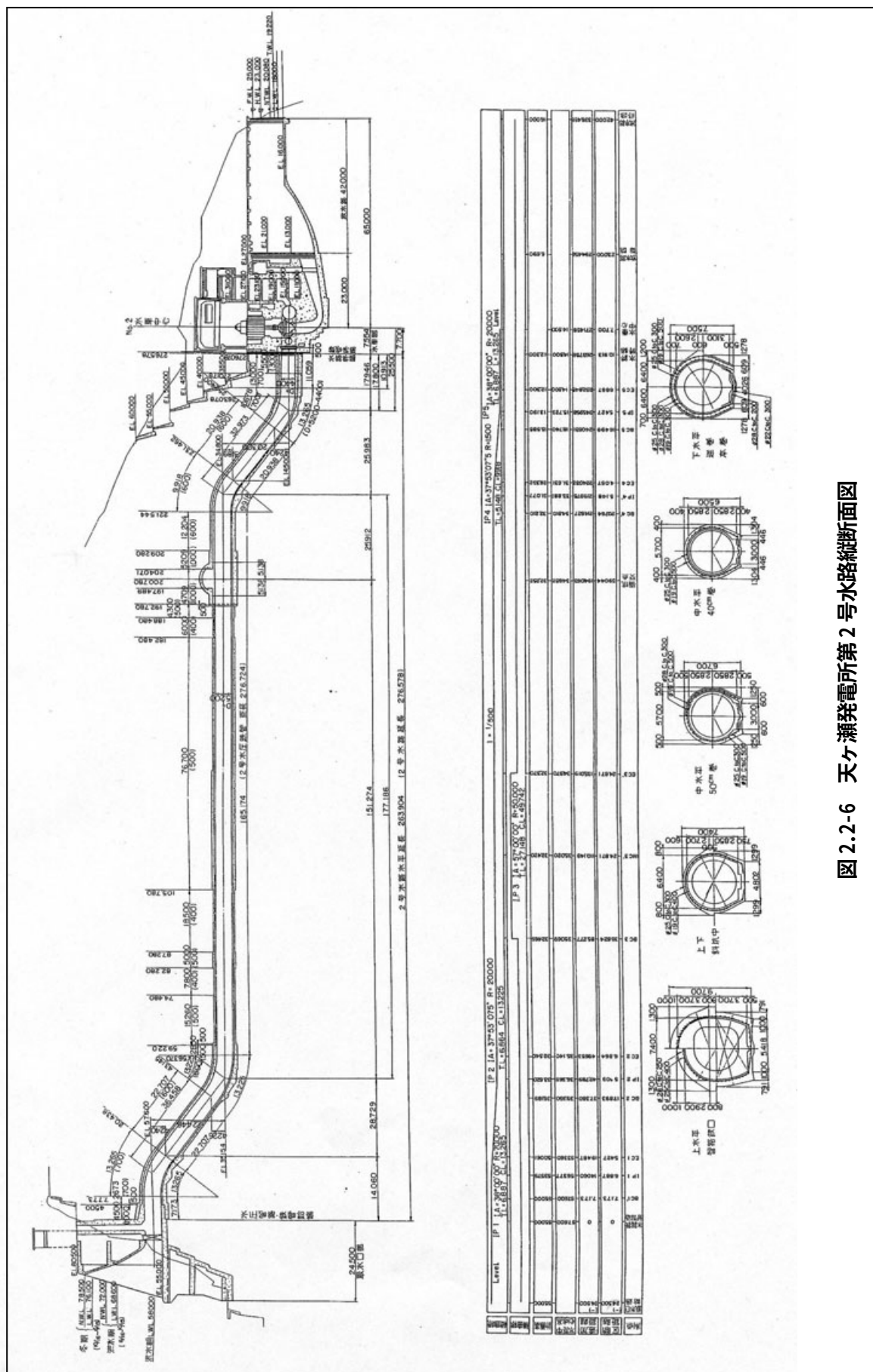
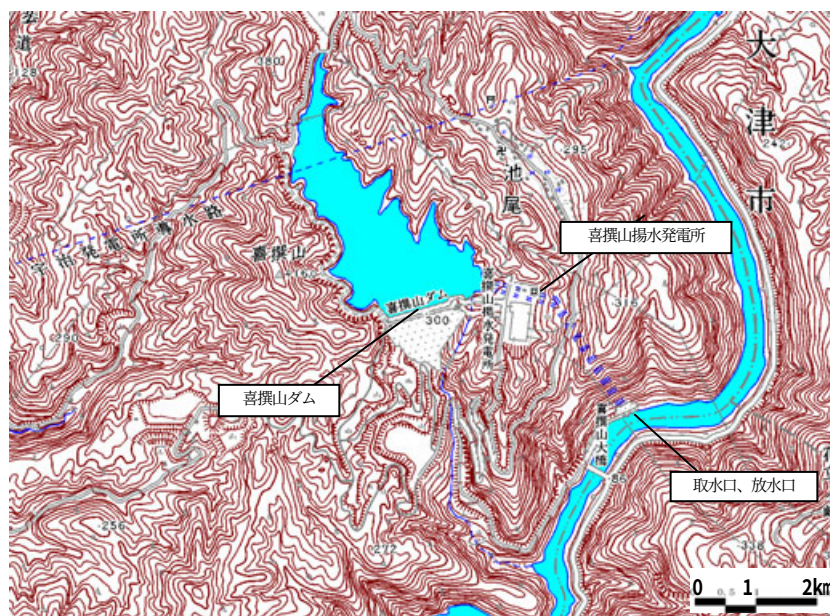


図 2.2.5 天ヶ瀬発電所第 1 号水路縦断面図



(2) 喜撰山揚水発電所

喜撰山揚水発電所は、昭和 38 年（1963 年）に完成した。天ヶ瀬ダム上流 6km のに位置し（図 2.2-7）、天ヶ瀬ダム貯水池（鳳凰湖）を下部調整池として最大使用水量 $248\text{m}^3/\text{s}$ 、最大 $466,000\text{kW}$ （人口約 10 万人の都市で使われる電力に相当）の揚水発電が行われており、電力需給の調節、予備電力として利用されている。



出典) 国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（宇治）

図 2.2-7 喜撰山揚水発電所 位置図¹⁴⁾

(3) 宇治発電所

宇治発電所（写真 2.2-3）は、京都府と滋賀県の共同出資により設立された宇治川電気株式会社により、明治 41 年（1908 年）2 月に着工し、大正 2 年（1913 年）6 月に竣工した。現在は、戦中戦後の電力会社統廃合により関西電力株式会社となっている。

発電所は天ヶ瀬ダムの約 2km 下流に建設され、瀬田川洗堰の上流約 364m、滋賀県大津市南郷一丁目の地先が水路取入口となっている。発電所の緒元は、水路の延長 11.146 km、使用水量 $61.22\text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差 62.7m となっており、最大は $32,000\text{kW}$ の発電を行う。

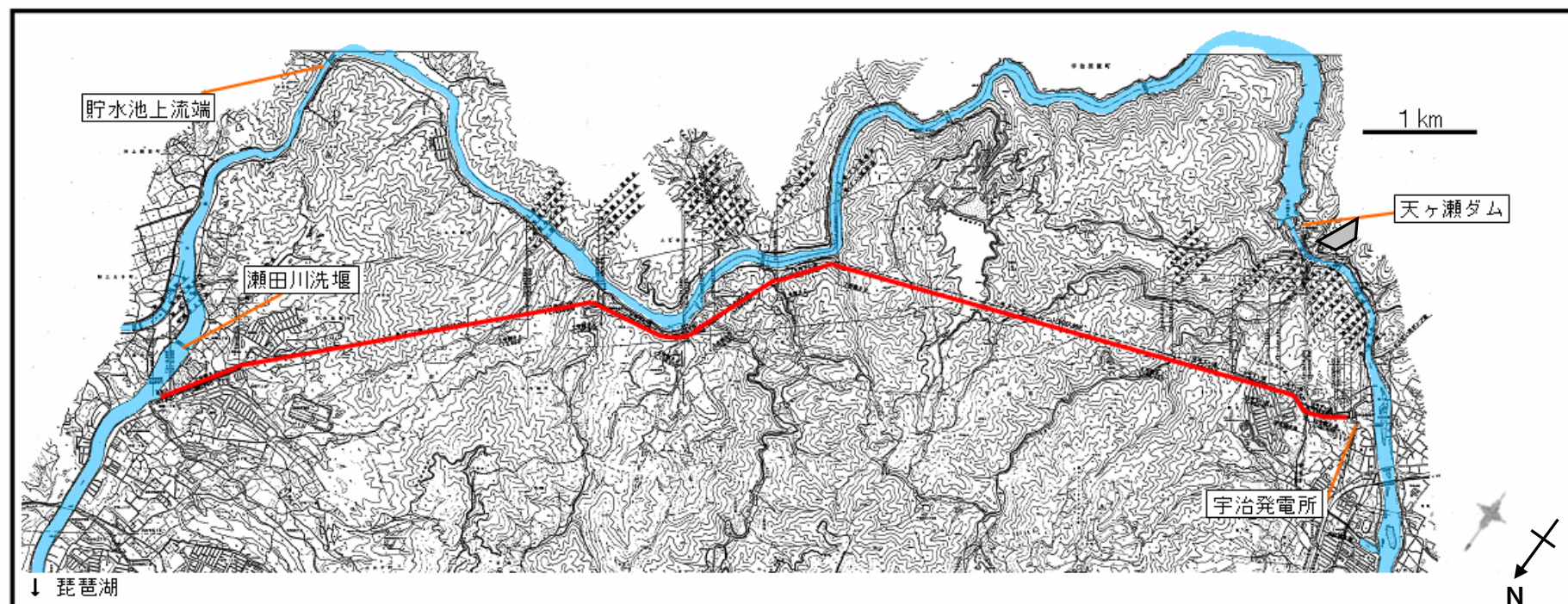


出典) 「宇治発電所（パンフレット）」（関西電力株式会社）¹⁵⁾

写真 2.2-3(1) 宇治発電所取水口（滋賀県大津市 瀬田洗堰上流）



写真 2.2-3(2) 宇治発電所放水口付近及び宇治川放流部（宇治市塔の島付近）



出典：関西電力株式会社 資料「宇治発電所水路縦断面図」

図 2.2-8 宇治発電所導水路平面図¹⁶⁾

2.2.3 ダム及び貯水池の状況

(1) 貯水池の水位変動

天ヶ瀬ダムの貯水池の特性として、発電に伴う大幅な日水位変動や洪水期の制限水位運用に伴う水位変動があげられる。

洪水時には、貯水位の至近 10 年間(平成 4 年(1992 年)～平成 13 年(2001 年))までの時間貯水位の資料を用いて、日平均貯水位及び日間変動量について整理した結果を図 2.2-5 に示す。これより、天ヶ瀬ダム貯水池の運用にはつぎのような特徴があることがわかる。

- ①貯水池の運用は、制限水位方式を採用しているため、6 月 16 日から 10 月 15 日までの洪水期では、貯水位を制限水位 EL.72.0m まで下げて運用する。このため、洪水期と非洪水期では、EL.69m～EL.78m の間で 10m 近い水位差が生じる。
- ②揚水発電により、貯水位の日変動状況(＝日時間最高水位－日時間最低水位)は、3.0m 以下が 90%を占めるが最大 5.0m に及ぶこともある(図 2.2-10)。なお、図 2.2-9 中の細かい変動が日変動に当たる。

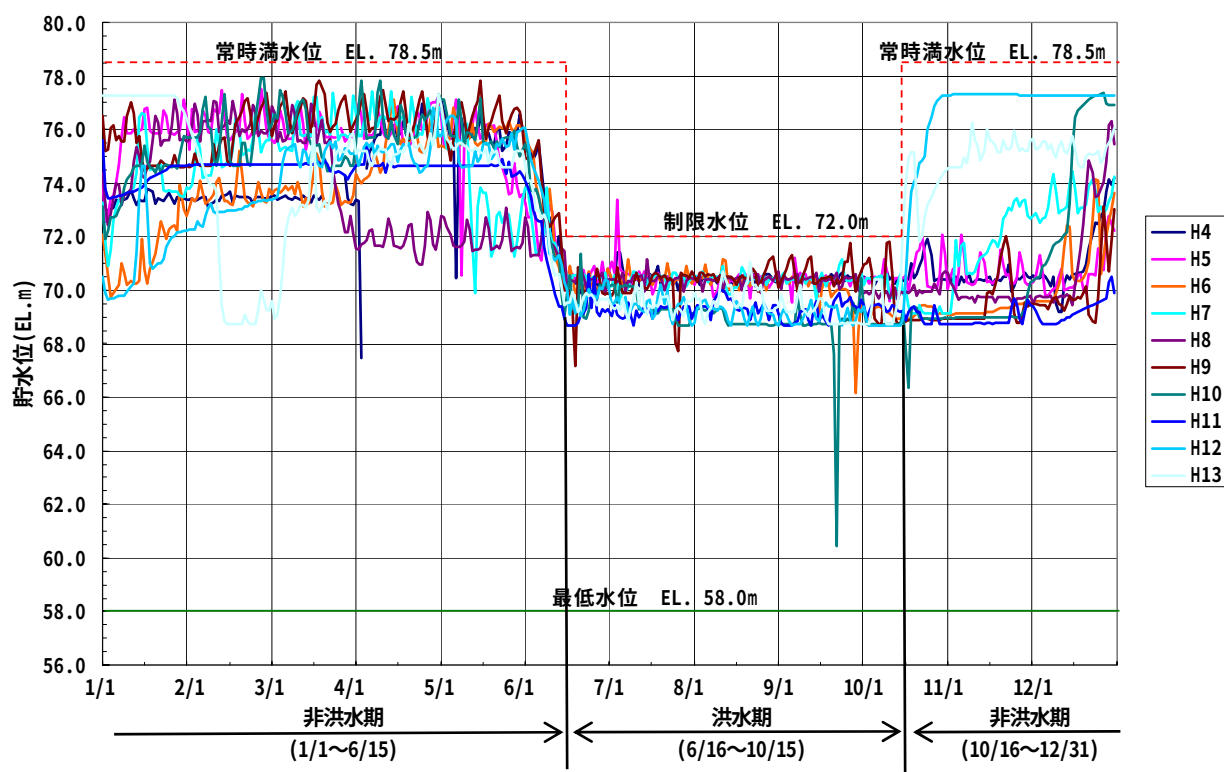


図 2.2-9 貯水池水位変動

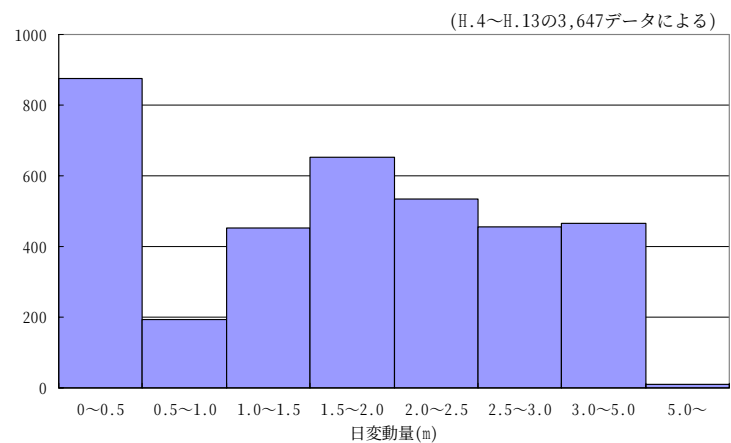


図 2.2-10 貯水池日変動量度数分布

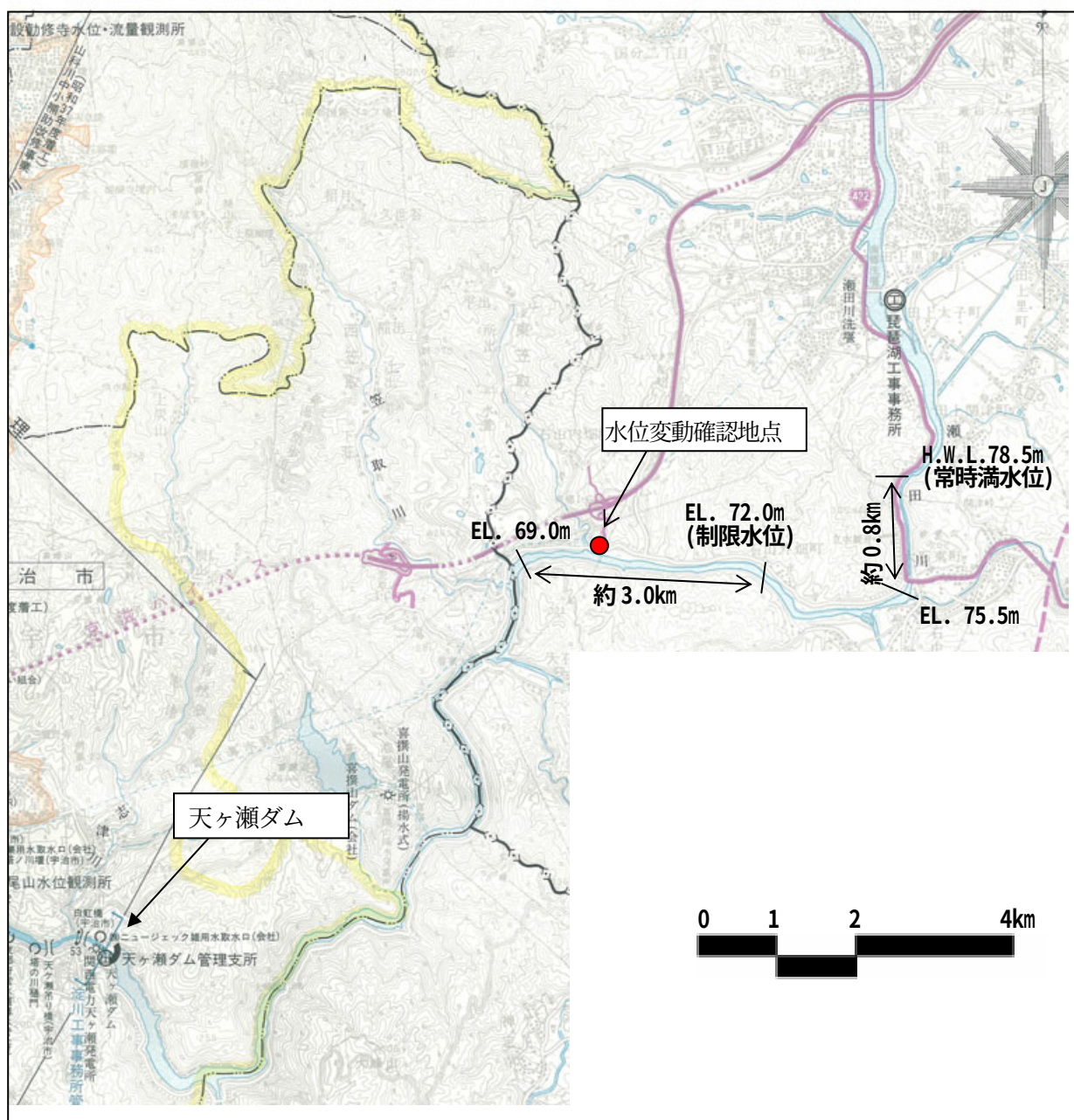


図 2.2-11 貯水池上流端付近の水位変動の状況



図 2.2-12 貯水池上流端付近の水位変動の状況
(観測日：平成 16 年 7 月 1 日)

(2) 貯水池の流速

流域に琵琶湖を抱える天ヶ瀬ダムの貯水池は、通常のダムに比べて流量が大きい。また、揚水式発電の下部調整池を兼ねるため、上部調整池からの放流・取水によっても流速分布が変化すると考えられる。このため、河川管理者によりドップラー式流速計(ADCP)を使用し、貯水池内の流速分布及びその時間変化が調査された。

断面流速分布調査の調査概要を以下に示す。

- 目 的：天ヶ瀬ダム貯水池内の流速分布の概略を把握する。
喜撰山揚水発電所が天ヶ瀬ダム湖内の流況に及ぼす影響(時間変動)を把握する。
- 調査日時：平成 16 年(2005 年) 8 月 10 日 16:00～11 日 14:00 について 2 時間ごと、12 回計測を実施した。
- 調査測線：以下に示す 5 測線(図 2.2-14 参照)
- ① ダム直上流 No.1(天ヶ瀬発電所取水口直上流)
 - ② 田原川合流点下流 No.8
 - ③ 大峯橋上流 No.17
 - ④ 喜撰山発電所放水口下流 No.28
 - ⑤ 曾束川合流点下流 No.40
- 調査方法：曳航型ドップラー流速計を船外機の舷側に艀装し、横断方向に航走させながら断面の流向・流速分布を計測した。

図 2.2-15 に、観測時の流量変化、図 2.2-16 に観測断面毎の流速分布を示す。観測時の日平均流入量は $35\text{m}^3/\text{s}$ であったが、貯水池上流端からダム堤体にかけて、喜撰山発電所停止時には、 $5\sim 10\text{cm/s}$ の流れが観測された。貯水池内は貯水池上流端付近の河川域よりも流速が遅いが、いわゆる「流れダム」に分類されることを確認した。このことは、表 2.2-2 に示すように天ヶ瀬ダム貯水池の年間の貯水池回転率が平均で 100 以上あることから確認することができる。

表 2.2-2 貯水池回転率

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
H4	4.8	4.4	3.2	11.4	16.4	11.2	24.2	19.6	5.1	2.7	2.3	2.6	89.9
H5	3.2	8.5	10.5	6.8	8.8	21.4	72.8	51.5	30.8	3.9	2.5	2.0	165.5
H6	4.0	6.2	7.8	6.9	7.7	9.5	6.0	6.7	3.2	0.9	2.0	0.9	56.0
H7	1.6	2.9	2.9	5.9	49.4	15.6	61.9	5.5	3.5	2.4	1.7	3.0	130.2
H8	1.8	2.7	5.2	6.2	8.8	17.6	10.8	13.5	17.1	2.2	2.1	3.2	76.0
H9	6.2	9.3	9.3	12.9	15.6	11.5	61.3	26.8	4.4	3.1	3.5	2.3	132.1
H10	11.5	4.9	11.1	19.9	24.4	28.3	8.8	6.1	28.1	21.3	2.8	4.5	155.9
H11	4.8	4.2	11.6	10.8	10.2	17.7	33.3	17.4	19.0	4.6	3.1	4.7	115.7
H12	4.3	4.4	3.6	9.2	10.9	16.7	8.7	9.0	6.4	8.6	7.9	9.7	90.3
H13	9.7	9.2	19.5	5.8	5.0	18.4	10.7	14.4	15.9	5.9	4.8	5.7	109.9
月平均	5.2	5.7	8.5	9.6	15.7	16.8	29.8	17.1	13.4	5.6	3.3	3.9	112.1

*1) 回転率＝年間総流入量／総貯水容量

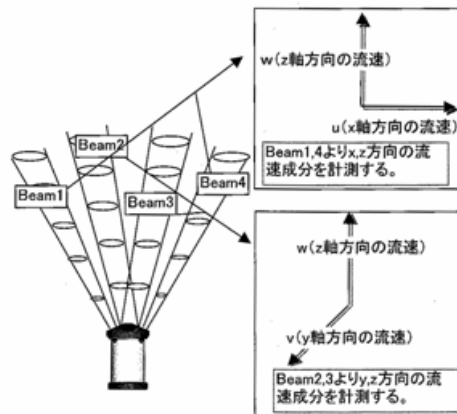
*2) 安芸・白砂によると、回転率＞20 では流れダム湖に相当し、流水の作用が大きいので池内の水温分布がほぼ一様となり、混合型貯水池となる。また、回転率＜10 の場合はとまりダム湖となり、流水は停滞しがちであり、水温の成層が形成される成層型貯水池となる。

○ドップラー式流速計(ADCP, Acoustic Doppler Current Profiler)

ドップラー流速計は、超音波のドップラー効果を応用して河道内の 3 次元の流速分布を測定する機器である。この測定機を船等に搭載し、河川や湖沼を運航しながら測定することによって、運行断面内の流速を短時間で観測することができる。

ドップラー流速計の原理は、以下の通りである。

超音波を水中に向けて放射した場合、水中の浮遊物質などの散乱体によって反射される。この時散乱体が移動していれば、ドップラー効果によって反射波の周波数が変化する。この周波数の変化量を解析することによって、河道断面の鉛直方向の散乱体の移動速度の分布を求めることができる。ドップラー流速計は、超音波の送受波器を通常 4 基使用し、各送受波器から得られる流速成分を合成することによって 3 次元流速分布（流速プロファイル）を求めるものである。さらに、この流速プロファイルをもとに、河川の横断面に垂直な流下方向流速成分を積分することによって、流量を計算することができる。



ドップラー流速計の原理

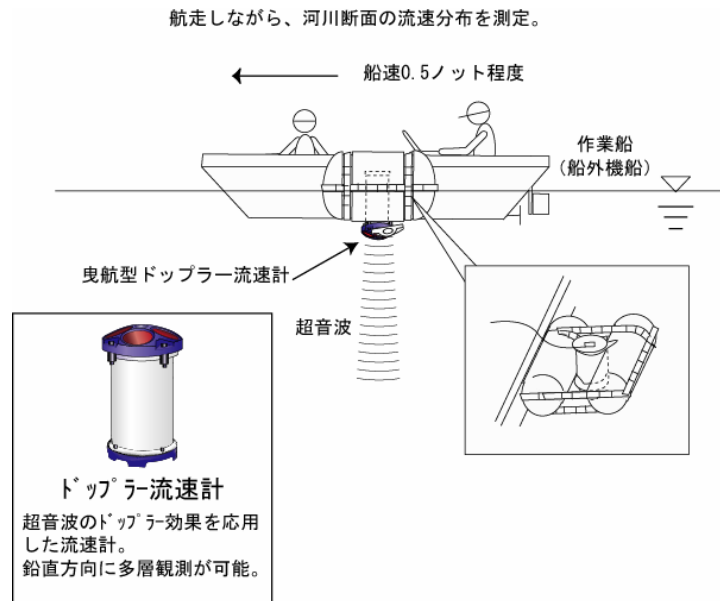


図 2.2-13 曳航観測概念図

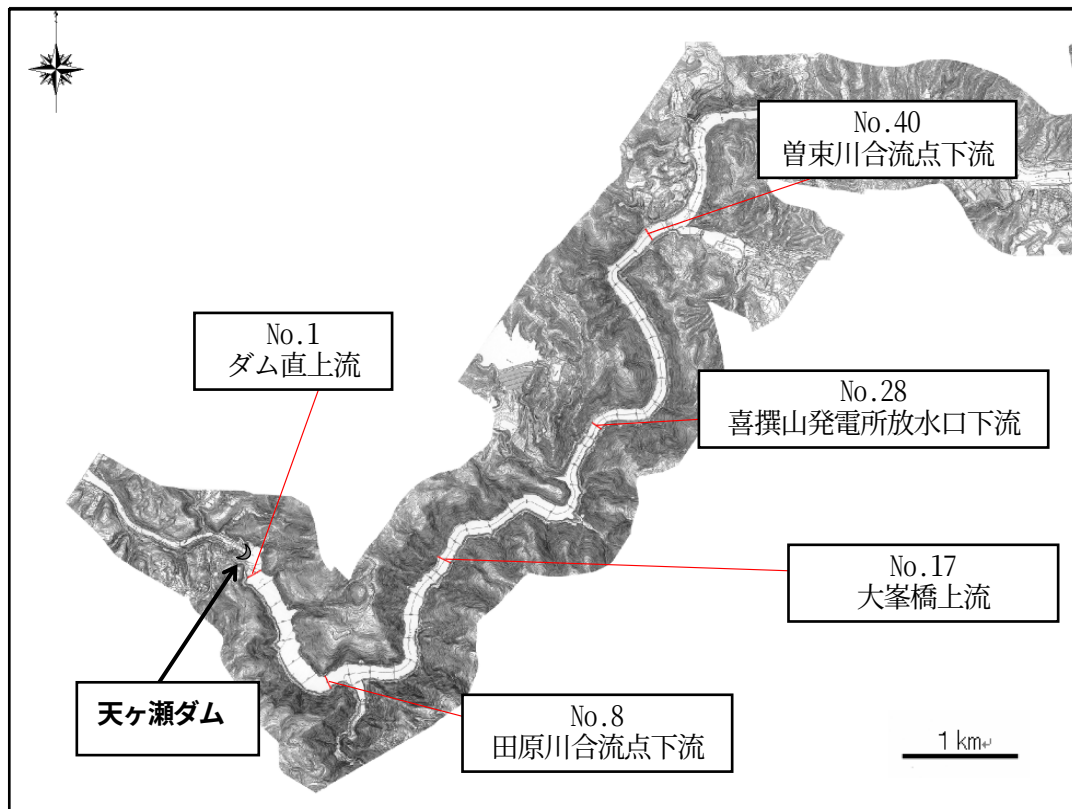


図 2.2-14 調査地点位置図

図 2.2-15 に観測時の貯水位及び流量状況、図 2.2-16 に各測線の流速分布状況を示す。
これより、以下に示すことが分かった。

- ①揚水発電所の運転状況により貯水池内の流速分布状況が大きく変わる。
- ②揚水発電所停止時には上流から下流へ流れている(順流)。全体的に流速は5~10cm/sである。
- ③揚水発電所運転時には上流から下流へ流れている(順流)。放水口下流では最大で1m/s程

度であるが、放水口上流では10cm/s程度と遅くなっている。

- ④揚水発電所揚水時においては、放水口から大峰橋付近(No17)にかけて流速20cm/s程度で逆流が生じている。一方、放水口上流では順流であるが、50cm/s程度であり、停止時や運転時と比べて速くなっている。

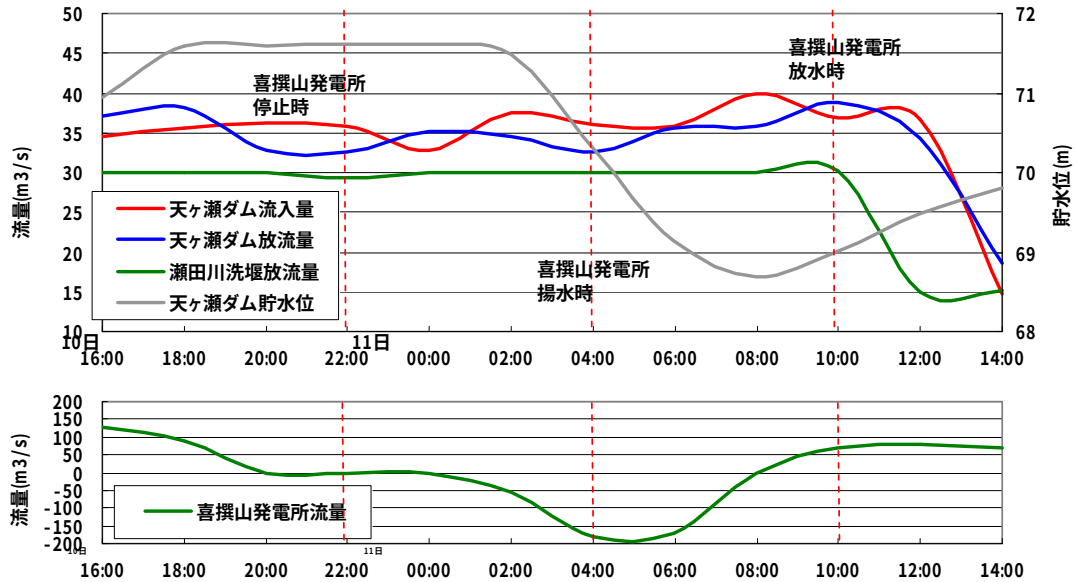


図 2.2-15 観測時の水位・流量の時刻変化

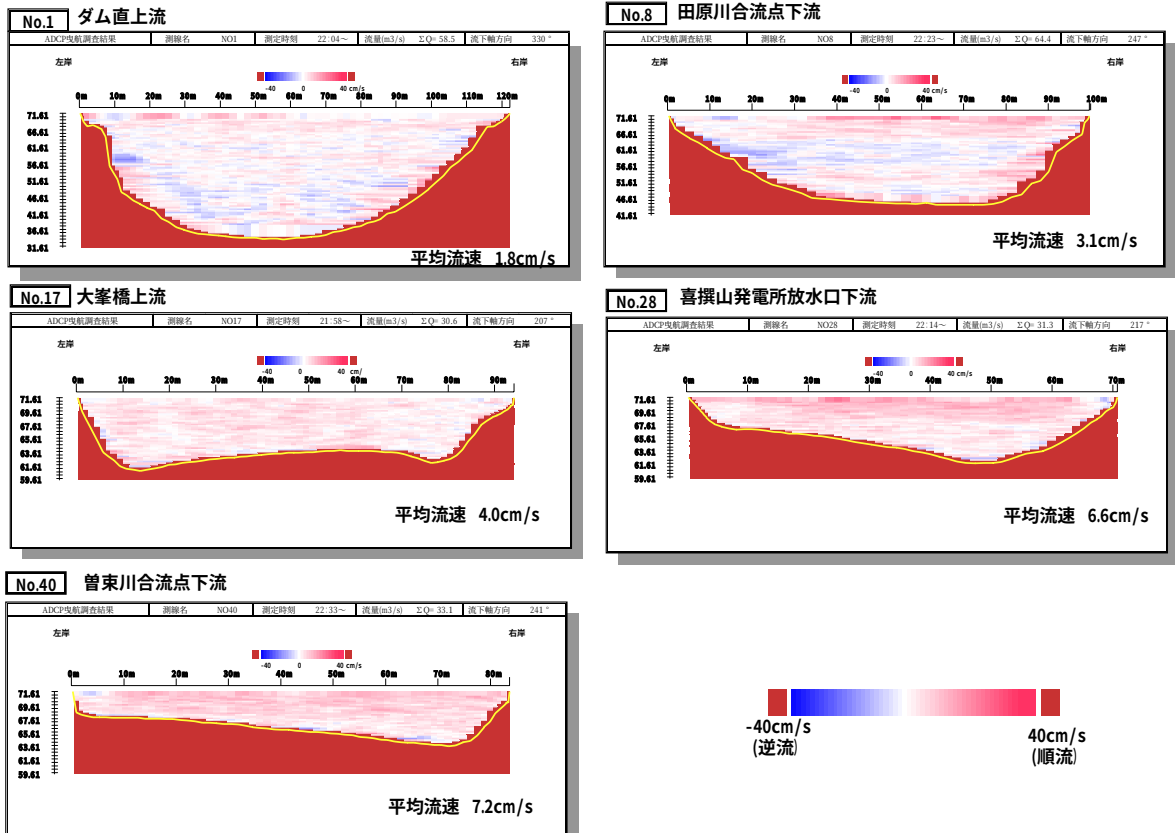


図 2.2-16(1) 揚水発電所停止時[22:00]の断面流速分布

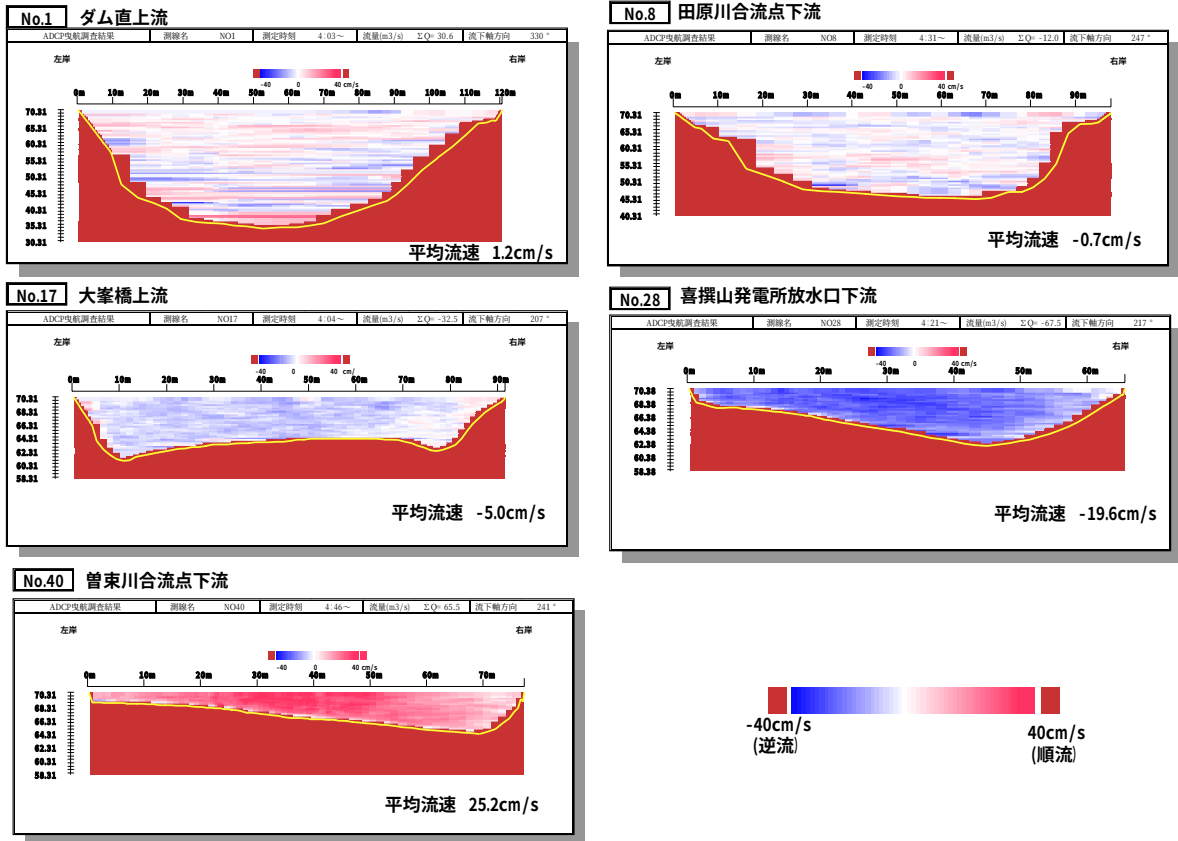


図 2.2-16(2) 揚水発電所揚水時[4:00] の断面流速分布

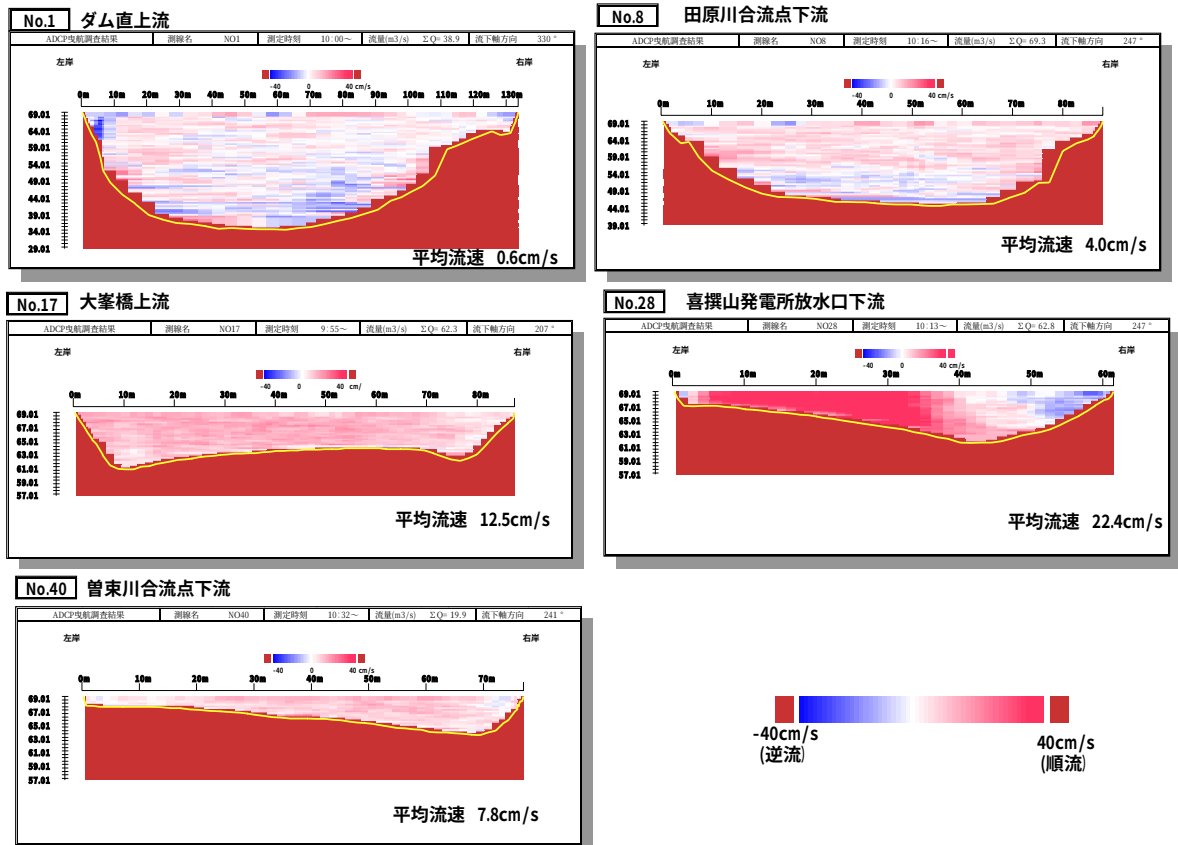


図 2.2-16(3) 揚水発電所発電時[10:00] の断面流速分布

(3) 逆流区間の存在

貯水池内流速分布調査の結果、喜撰山揚水発電所の揚水により、逆流が生じる区間が存在していることが新たに確認された。

逆流区間は、図 2.2-17 に示すとおりであり、喜撰山揚水発電所放水口から下流約 2 km の区間で確認された。

喜撰山揚水発電所の運用は、図 2.2-18 のとおりであるため、天ヶ瀬ダム貯水池への流入量が $50\text{m}^3/\text{s}$ 程度であれば、深夜から朝にかけて（午前 2 時頃～7 時頃）に起こっていると推察される。

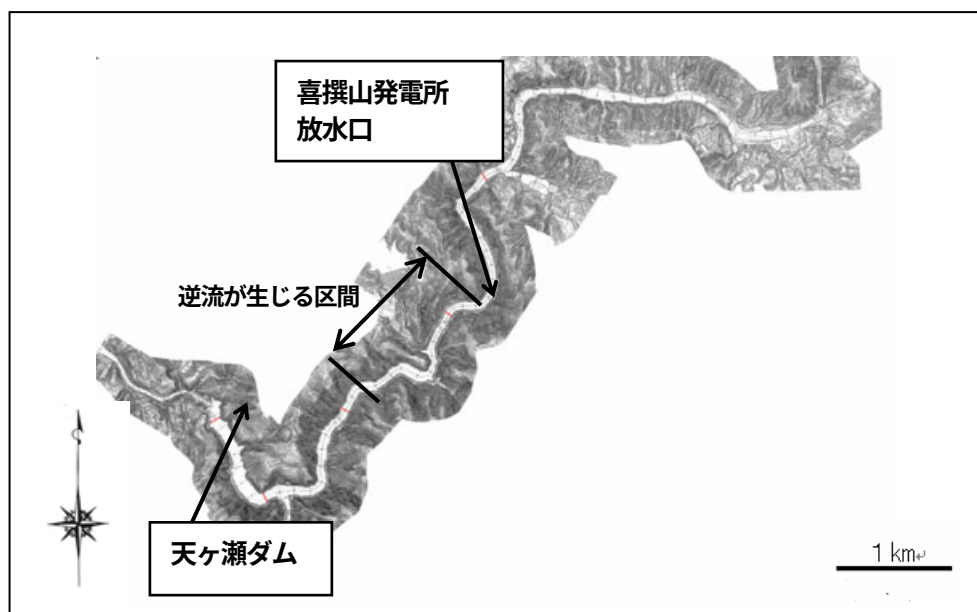


図 2.2-17 逆流が生じる区間

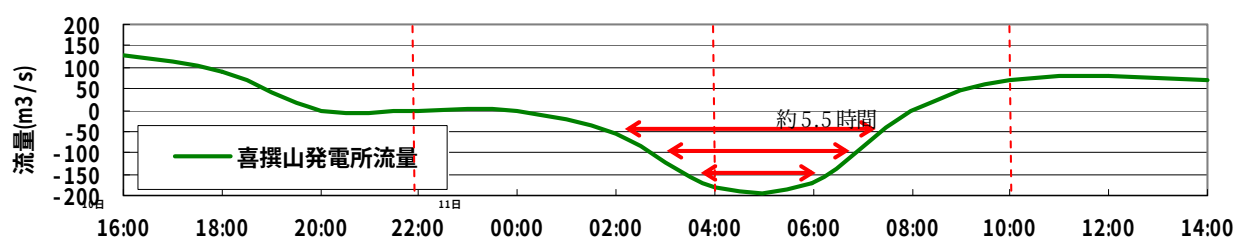
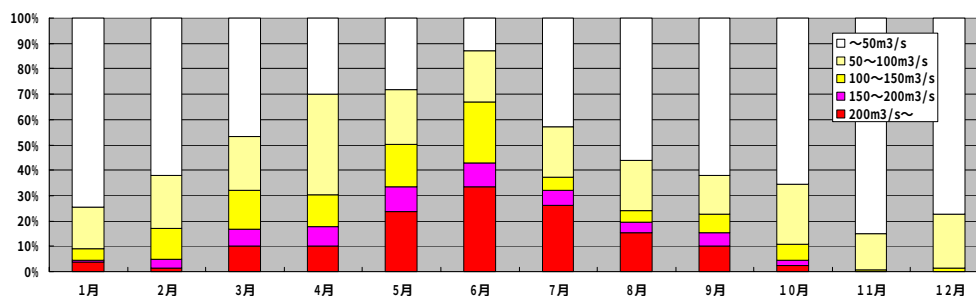


図 2.2-18 喜撰山揚水発電所の運用と逆流が発生する時間帯

なお、逆流の発生時間は、貯水池への流入量が多いほど短くなり、流入量が揚水量（約 $200\text{m}^3/\text{s}$ ）を超えると発生しない。図 2.2-19 は、流入量を月別に整理した結果である。秋季から冬季にかけて流入が少ない日が多いため、逆流が発生する時間帯が長くなっていると考えられる。



注) 流入量が200m³/s以上で逆流が発生しない

図 2.2-19 天ヶ瀬ダム流入量の月別発生頻度 (H4～H13)

(4) 放流量

天ヶ瀬ダムでは天ヶ瀬発電所において発電放流が常時行われており、通常は186.14m³/sまでは発電放流で、それを越える流量はコンジットから放流される。発電放流量と洪水放流量の割合は表 2.2-3 に示すとおりとなっている。これによると、年間を通じて約 75%の流量が発電所を通過して流れている。

また、期別にみると、4～10 月にかけて発電所以外からの放流が比較的多い。これは、融雪期の出水(4～5 月)、貯水位低下時(6 月)、台風などによる出水(7～10 月)によるものと考えられる。

表 2.2-3 発電放流量の全放流量に対する比率

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
平成6年	97%	98%	95%	98%	99%	97%	97%	96%	79%	41%	100%	100%	96%
平成7年	88%	95%	94%	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	93%
平成8年	71%	94%	97%	94%	97%	64%	69%	59%	76%	92%	92%	95%	78%
平成9年	96%	81%	80%	50%	73%	87%	38%	58%	94%	93%	94%	91%	64%
平成10年	53%	81%	82%	72%	56%	59%	94%	93%	33%	58%	92%	93%	63%
平成11年	94%	94%	75%	81%	53%	43%	39%	82%	78%	97%	93%	95%	67%
平成12年	97%	97%	96%	80%	90%	80%	99%	99%	97%	97%	99%	99%	92%
平成13年	100%	100%	75%	99%	99%	76%	99%	95%	89%	94%	98%	99%	90%
平成14年	99%	99%	98%	98%	99%	98%	65%	98%	97%	74%	88%	86%	89%
平成15年	96%	96%	98%	74%	80%	58%	60%	43%	99%	97%	97%	99%	65%
月平均	87%	93%	84%	78%	77%	68%	57%	66%	72%	78%	96%	97%	75%

2.3 河川横断工作物の設置

魚類等の遡上・降下の歴史的な変遷を把握するには、淀川河口～淀川～宇治川～瀬田川～琵琶湖の区間に設置された主要な横断工作物の構造、特に魚道有無とその効果について把握する事が重要である。ここでは、現在、瀬田川洗堰、天ヶ瀬ダム、淀川大堰だけでなく、かつて築造されていた横断工作物（表 2.3-1）について、その詳細をとりまとめた。

表 2.3-1 主要河川横断工作物の設置状況の変遷（淀川河口～琵琶湖）

竣工年	河川横断工作物名	位置概要	落差	備考
1905	南郷洗堰	瀬田川	5.9m	魚道あり
1914	長柄起伏堰	淀川河口（現淀川大堰下流）	1.4m	魚道あり（1916 設置）
1924	大峯ダム	宇治川（現天ヶ瀬ダム上流）	30.6m	魚道あり
1935 1964(改築)	長柄可動堰	淀川河口（現淀川大堰下流）	1.3m	魚道あり、長柄起伏堰撤去
1963	瀬田川洗堰	瀬田川（琵琶湖流出部）	6.1m	南郷洗堰撤去
1965	天ヶ瀬ダム	宇治川	73.0m	大峯ダム水没
1983	淀川大堰	淀川河口	3.8m	魚道あり、長柄可動堰撤去

2.3.1 河口堰

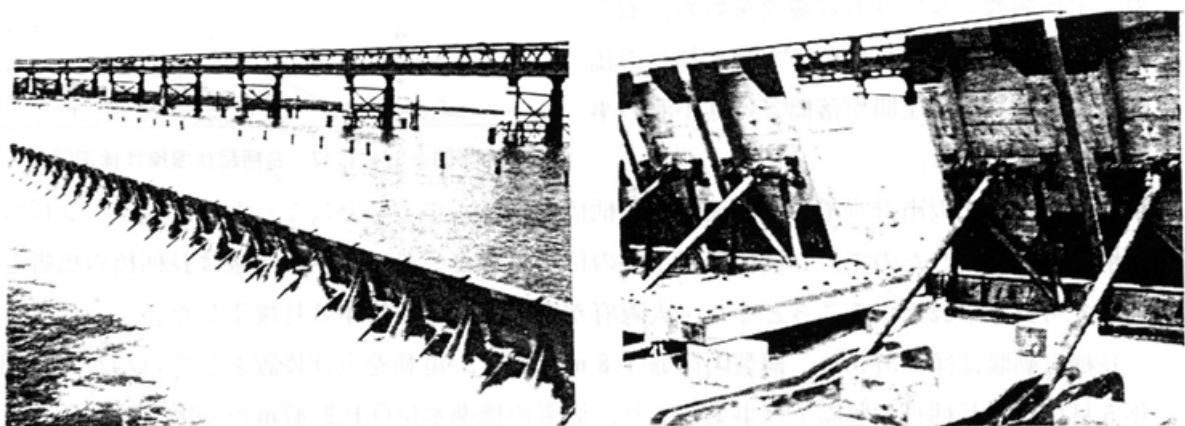
(1) 長柄起伏堰

長柄起伏堰（写真 2.3-1）は、落差 1.4m の起伏堰であり、大正 3 年（1914 年）3 月に竣工した。大正 5 年（1916 年）に魚道が設置されているが、その構造は明らかでない。

紀平（1979）によると、昭和 39 年（1964 年）に長柄可動堰が嵩上改築されて以後、淀川のアユが急激に減少したとの記載がある。⁵⁾このことから長柄可動堰の嵩上改築以前の長柄起伏堰はアユが遡上していたと考えられる。

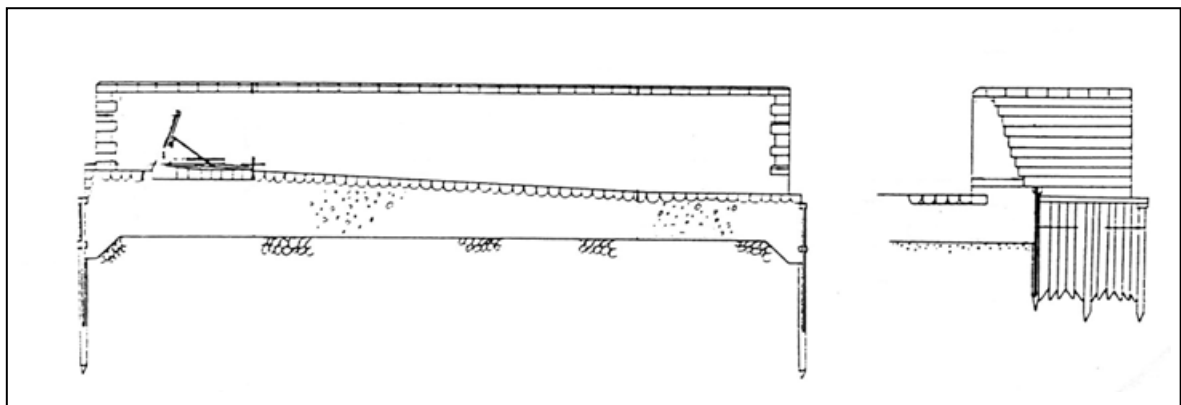
表 2.3-2 長柄起伏堰（諸元）

項目	内容
全幅	109.08m
戸当天端高	0.P.+1.36m
ゲート天端高	0.P.+3.03m
ゲート	木製 83 枚(大正 5 年度魚道設置のため 81 枚となる) 幅 1.21m 高 1.89m
築造	大正 3 年（1914 年）3 月
改造	大正 7 年（1918 年）3 月（魚道設置）
魚類等の遡上	魚道設置後はアユが遡上していたと推測される。



出典)「淀川百年史」(建設省近畿地方建設局 昭和 49 年 (1974 年))

写真 2.3-1 長柄起伏堰概観²⁾



出典)「淀川百年史」(建設省近畿地方建設局 昭和 49 年 (1974 年))

図 2.3-1 長柄起伏堰竣工図²⁾

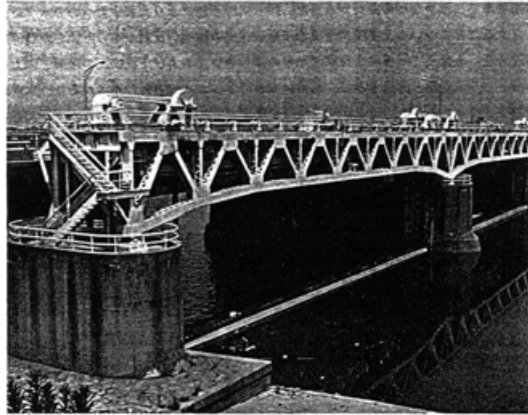
(2) 長柄可動堰

長柄可動堰(写真 2.3-2)は、昭和 9 年(1934 年)、長柄橋の橋脚を利用して可動堰に改築された。落差は 1.3m であり、昭和 10 年(1935 年)8 月に竣工した。

魚道が設置されていたが、構造は明らかではない。紀平(1979)によると、昭和 39 年(1964 年)に長柄可動堰が嵩上改築されて以後、淀川のアユが急激に減少したとの記載がある。一方、魚道の遡上アユを捕獲したとの記載もある⁵⁾。以上のことから魚道は、アユの遡上は困難であったが一部の個体の遡上は可能であったと考えられる。

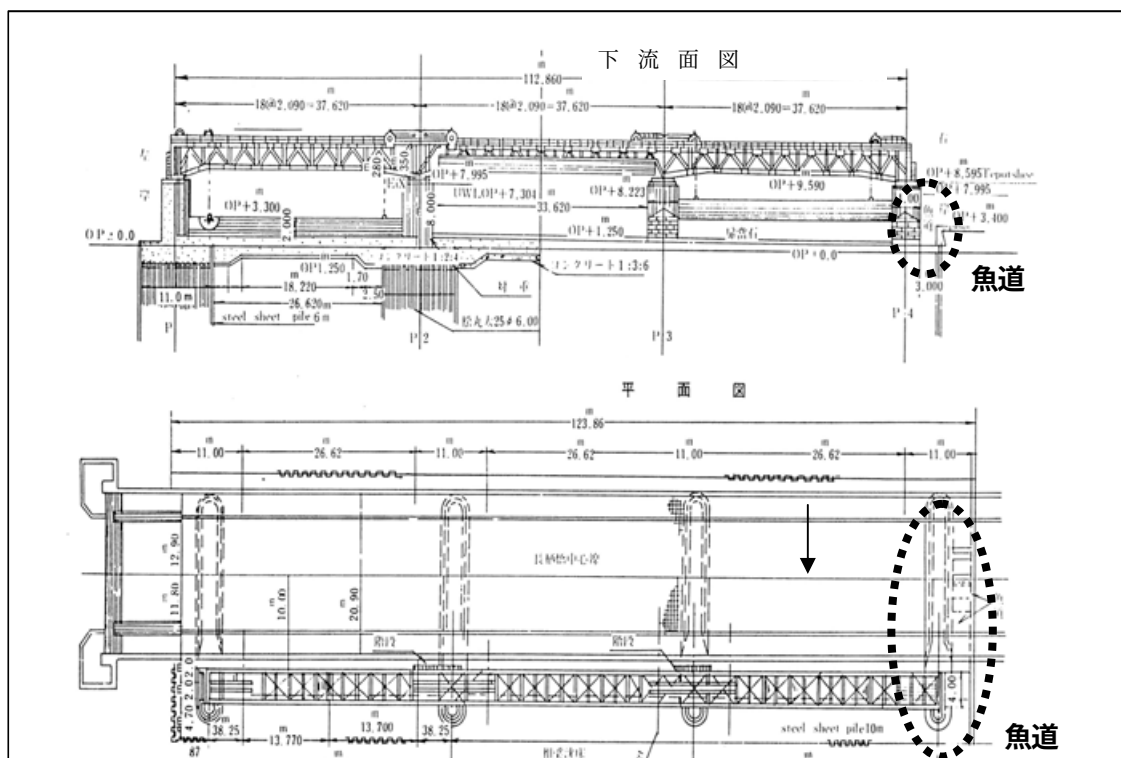
表 2.3-3 長柄可動堰(諸元)

項目	内容
型式	鋼製円筒形ローラーゲート 3 門
純径間	33.62m
扉高	2.00m
ゲート敷高	0.P.+1.25m
魚道	右岸 3.00m
築造	昭和 10 年(1935 年)8 月
改造	昭和 39 年(1964 年)5 月 扉扛工
魚類等の遡上	魚道は設置されていたものの、昭和 39 年の嵩上げ改築以後、アユ等の魚類の遡上は困難であったと推測される。



出典「淀川百年史」(建設省近畿地方建設局 昭和49年(1974年))

写真 2.3-2 長柄可動堰概観²⁾



出典「淀川百年史」(建設省近畿地方建設局 昭和49年(1974年))

図 2.3-2 長柄可動堰竣工図²⁾

(3) 淀川大堰

淀川大堰(写真 2.3-3)は、昭和58年(1983年)に竣工した淀川水系 淀川の河口からの距離9.8 kmに位置する落差3.8mの可動堰である。魚道が左右岸に各々一基、計二基が設置されている。

対象魚種は、魚道設置当時の、「一般にはアユに適する構造であれば、他の魚類も遡上可能」という考え方により、アユを対象とした構造となっている。魚道の構造は、階段式(隔壁)であるが、階段の上流側4段は可動式として、水位変動に応じるような構造となっている。魚道の幅員は、河川幅の4%の6m(兩岸合計12m)となっており、そのうち1mは誘引力を大きくするための呼水水路となっている。

昭和 58 年 (1983 年) から平成 6 年 (1994 年) に実施された河川管理者による遡上調査では、31 種の魚類と 3 種のエビ・カニ類が魚道で確認されている (表 2.3-6)。これらの種のうち、特に確認個体数が多かったのは、アユ、オイカワ、スゴモロコ、ニゴイ、フナ、モクズガニであった。また、遡上数は多くないが、サツキマスの遡上もみられた。アユを対象とした構造であるため、ヨシノボリ等の底生魚やウナギ等の遡上が確認されていない。



写真 2.3-3 淀川大堰概観 (左：左岸上流より 右：右岸魚道)

表 2.3-4 機能と緒元

項目		内容
機能		塩水の遡上を防止する潮止機能
		市内河川へ維持用水を流入させるのに必要な水位保持機能
		渇水時の都市用水を確保するのに必要な調整池機能
緒元	落差	3.8m
	全経間	666.5m
	固定部経間	215.4m (左岸高水敷)、121.1m (右岸高水敷)
	可動部経間	330.0m

表 2.3-5 淀川大堰魚道の概要

項目	内容
純径間	6.0m
高さ	1.20～2.15m
水路長	69.0m
型式	階段式呼水方式 (鋼製起伏堰 4 段、コンクリート固定堰 8 段)
起伏堰	越流型 油圧シリンダーレバー駆動式
門数	2 組 (両岸)

表 2.3-6 淀川大堰魚道の遡上結果¹⁷⁾

	目	科	種
魚類	ウナギ	ウナギ	ウナギ
	ニシン	ニシン	サッパ
			コノシロ
	コイ	コイ	コイ
			フナ
			シロヒレタビラ
			イタセンパラ
			ワタカ
			ハス
			オイカワ
			カワムツ類
			モツゴ
			ヒガイ
			タモロコ
			ホンモロコ
			ゼゼラ
			カマツカ
			ニゴイ
			デメモロコ
			ズゴモロコ
			モコロ
		ドジョウ	アユモドキ
甲殻類	ナマズ	ギギ	ギギ
		ナマズ	ナマズ
	サケ	アユ	アユ
		シラウオ	シラウオ
		サケ	サツキマス
	スズキ	スズキ	スズキ
		サンフィッシュ	オオクチバス
		ボラ	ボラ
		タイワンドジョウ	カムルチー
	エビ	テナガエビ	スジエビ
			テナガエビ
		イワガニ	モクズガニ

資料)「淀川大堰遡上魚類検討業務 報告書」((財)河川環境管理財団 平成8年(1996年))

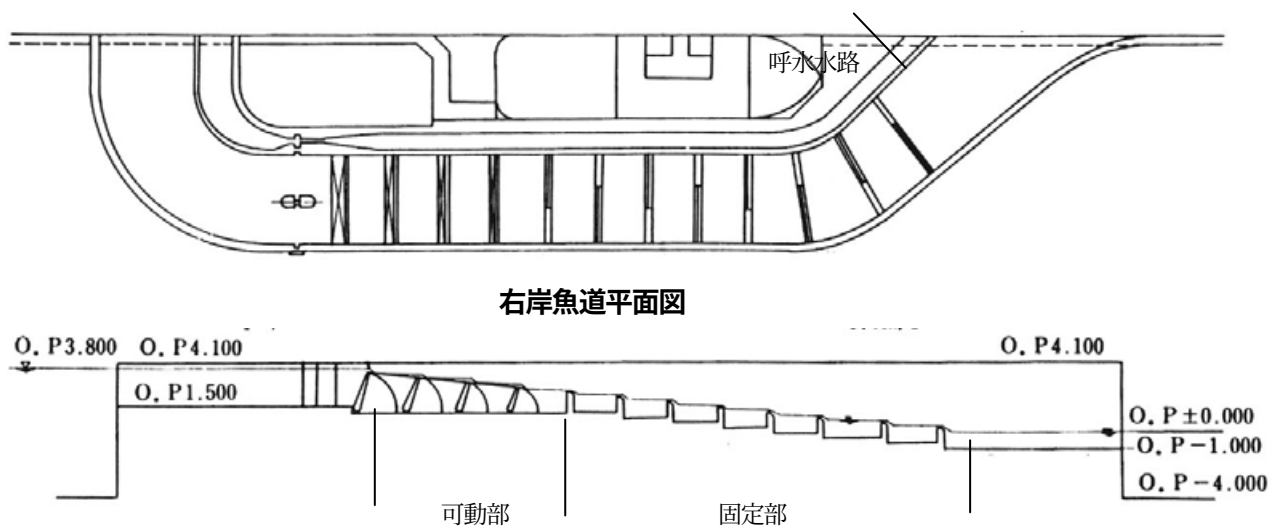


図 2.3-3 魚道の構造

2.3.2 大峯ダム（志津川発電所）

大峯ダム（写真2.3-4）は、高さ30.6mの発電ダムとして、大正13年（1924年）に竣工した。

友田（1991）によると、大正時代のダムの建設（大峯ダムか瀬田川洗堰のいずれかであると考えられる）により琵琶湖への海からのアユの遡上が阻まれたとの記載がある¹⁹⁾。

大峯ダムには右岸側に魚道が設置されており、魚道の遡上結果についての調査が実施された記録はないが、有識者へのヒアリングからアユ等の魚類等の一部は遡上していたと考えられる。（詳細については、「3.2.3 大峯ダムに設置されていた魚道の特徴と魚類の遡上状況」で解説する。）



出典）鹿島建設(株)ホームページ <http://www.kajima.co.jp/prof/overview/16-4htm>

写真 2.3-4 大峯ダム概観³⁾

表 2.3-7 大峯ダム魚道の概要²⁾¹⁹⁾

項目	内 容
魚道幅	1.2m
通水幅	0.45m
深さ	0.61m
全長	約 188.48m
勾配	堤体上流部：1/60 下流部：1/8
通水量	0.08m ³ /s
その他	1.82m毎に制水堤が設けられており、途中に魚類の休息池が4箇所を設置されていた。

資料）志津川発電所一覧表（1956年（昭和31年）1月1日調査 志津川水力発電所）
淀川百年史（建設省近畿地方整備局 1974年（昭和49年））

2.3.3 瀬田川洗堰

(1) 南郷洗堰

南郷洗堰は、明治 38 年(1905 年)に竣工した洪水調節を目的に設置された落差 5.9mの固定堰である (写真 2.3-5)。

柳本(1913)によると、琵琶湖に陸封された 2 つのアユ(大鮎、小鮎)のほかに、淀川を経て海より遡上して琵琶湖に入るアユが多かったが、瀬田川洗堰の設置後は、その上流に遡上するのが阻止された。²⁰⁾

また、木暮・橘(1912)によれば、南郷洗堰の設置により琵琶湖にアユ及びウナギの遡上が妨げられ、琵琶湖漁民の要望及び滋賀県知事の請求により、ウナギ専用の魚道(写真 2.3-6、図 2.3-4)が設置された。この魚道は明治 45 年(1912 年)の遡上調査により、ウナギの遡上状況が良好であることが確認されたとの記載がある。6 月～9 月の調査では 9 月の遡上がもっとも多かった。また、ウナギの遡上は夜間に多く、1 時間の間に最大で 90 尾以上が遡上した。⁴⁾



出典)「淀川百年史」(建設省近畿地方建設局 昭和 49 年(1974 年)

写真 2.3-5 南郷洗堰概観²⁾

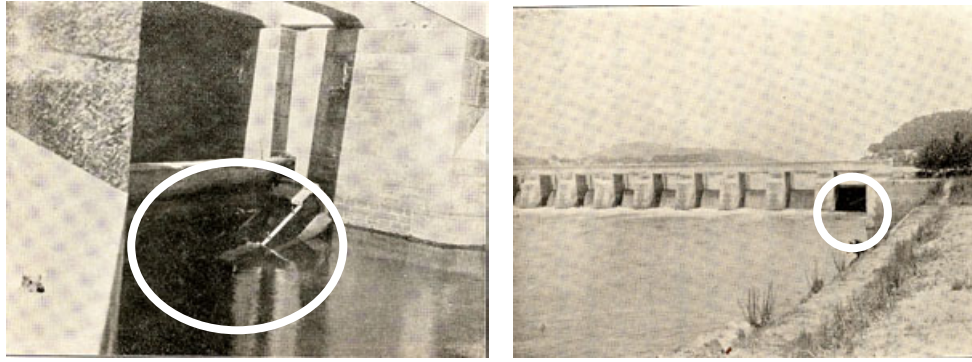
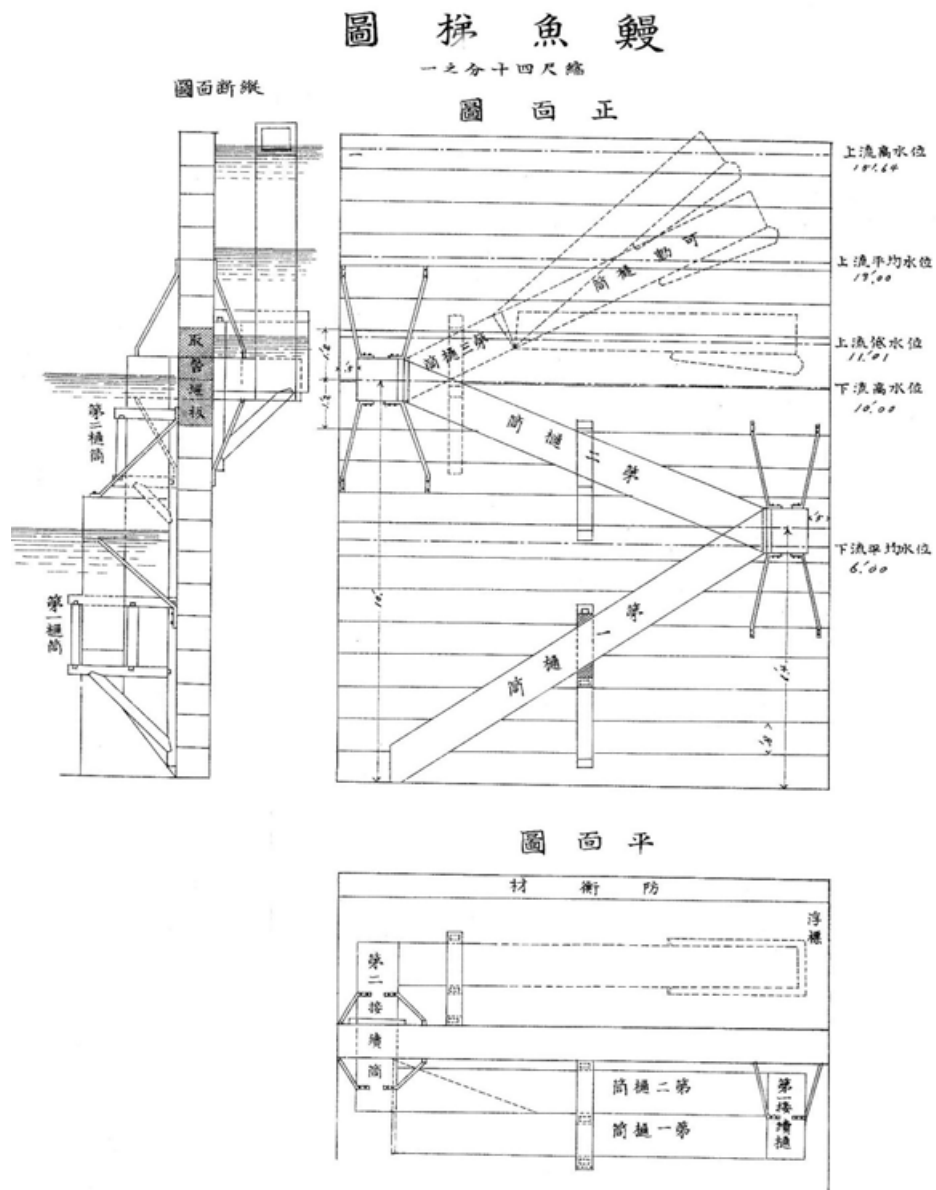
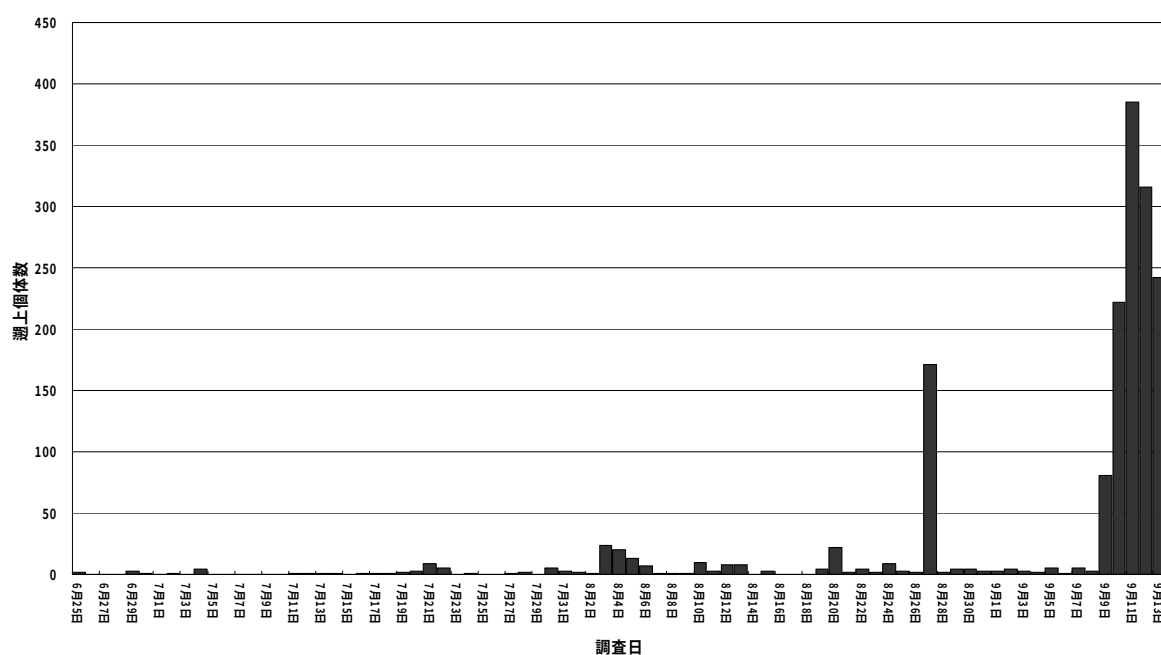


写真 2.3-6 ウナギ用魚道設置状況（左：上流左岸から撮影、右：下流左岸から撮影）⁴⁾

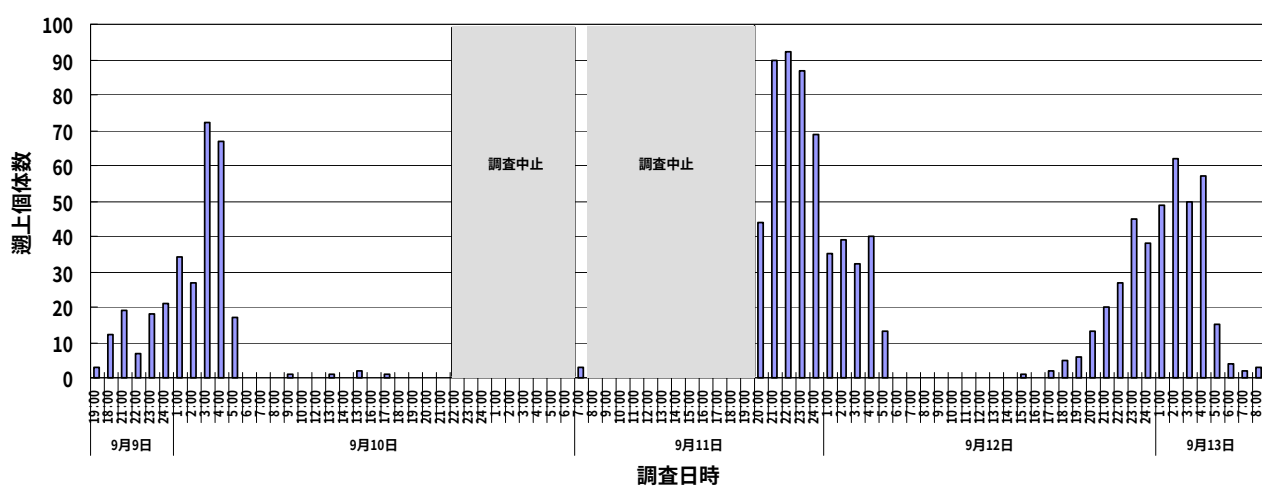


出典) 木暮忠・橘栄三郎 鰻魚梯架設試験 水産講習所試験報告 第8巻 (大正2年3月 農商務省水産講習所)

図 2.3-4 南郷洗堰ウナギ用魚道の構造⁴⁾



経日変化 (6月25日～9月13日)



経時変化 (9月9日19時～9月13日8時) 網掛は調査未実施
資料) 木暮忠・橘栄三郎 鰻魚梯架設試験 水産講習所試験報告 第8巻
(大正2年3月 農商務省水産講習所) を元に作成

図 2.3-5 ウナギ遡上調査結果⁴⁾

(2) 瀬田川洗堰

瀬田川洗堰(図 2.3-6)は、角落による開閉に 48 時間がかかる旧洗堰に替わり、その下流 120 m の地点に建設された。速い開閉操作によって洪水時、淀川に対する洪水調節機能を強化するとともに、琵琶湖湖岸の浸水被害を軽くすることを目的に、昭和 38 年(1963 年)に建設された銅製 2 段式のローラーゲートにより 30 分で開閉できる近代的な堰である。

新瀬田川洗堰は、図 2.3-7 に示すゲート操作を行っている。魚道は設置されておらず、通常のゲート操作(越流、全閉、ドン付)は落差が大きく剥離流となるため、魚類等が遡上するのは困難である。全開時は流量が大きい、落差がなくなるため魚類の遡上は可能と考えられる。

勢多川漁協へのヒアリングによれば、ゲート全開時にはハクレン、コクレンが飛び跳ねて遡上するのがみられるという。

表 2.3-8 瀬田川洗堰の諸元

項目	内容
落差	6.11m
全経間	133.0m
経間数	10 門
堰止水深	6.114m



写真 2.3-7 瀬田川洗堰概観

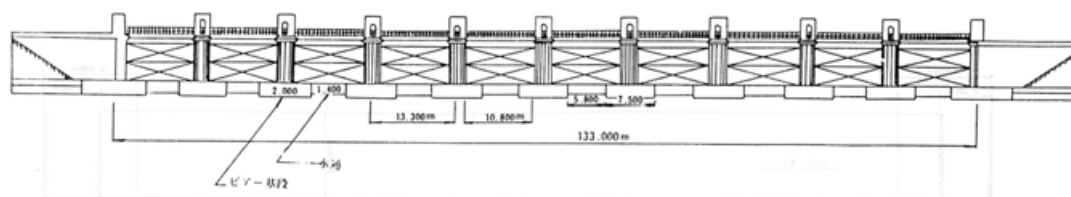
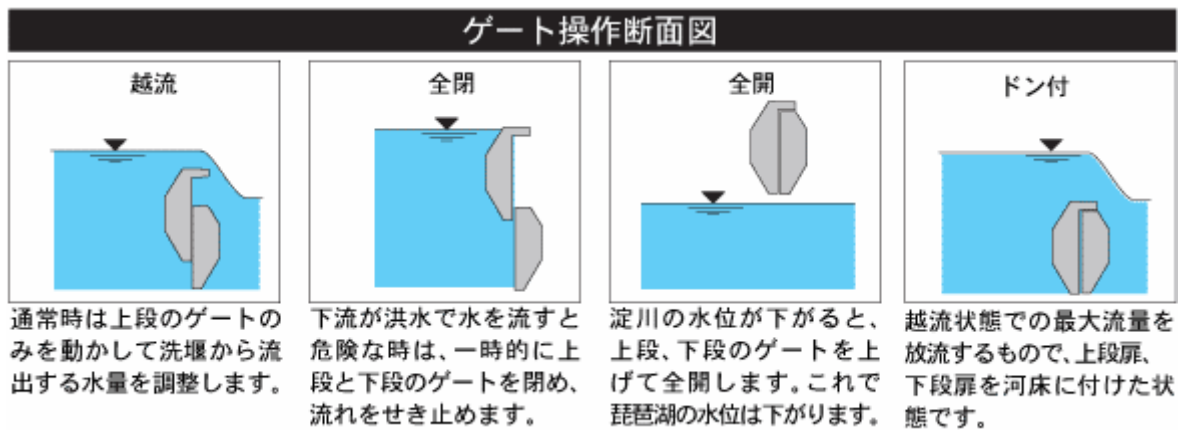


図 2.3-6 瀬田川洗堰下流面図²⁾



出典) 琵琶湖河川事務所ホームページ http://www.biwako.ws/works/arai/arai_b1.html

図 2.3-7 瀬田川洗堰ゲート操作²¹⁾

2.4 河川改修の変遷

明治時代には淀川の最下流は大川、中津川、神崎川の三つに分かれていたが、明治43年(1910年)に洪水対策として新淀川(延長約16km)が放水路として開削された。また、淀川の三川合流部付近では、明治36年(1903年)に宇治川を淀町の北から南に付替え、桂川との合流点を下流に下げた(図2.4-1)。

巨椋池は、山城盆地のほぼ中央に位置し、古くは桂川、木津川、宇治川の三川が合流する場所に形成された一大遊水地帯(写真2.4-1)であった。干拓前の巨椋池は南部の大半は久世郡に、北部の一部分は京都市伏見区に属し、周囲16km、水域面積794haであった。

明治40年に竣工した淀川第一期改修工事により、宇治川とは一条の排水路と繋がるのみで絶縁された状態となり、独立の池沼となり水の循環が途絶えてしまった。このため、池の水は薄緑褐色を呈してきわめて濁り、漁獲はだんだん減るとともに自然の美観も失われ、マラリアの発生も深刻であったことから、干拓を行い、水害を防除し、水田化する計画が持ち上がった。工事は昭和8年(1933年)に開始し、昭和16年(1941年)に終了し、新田628haの造成が終了した(図2.4-2)。

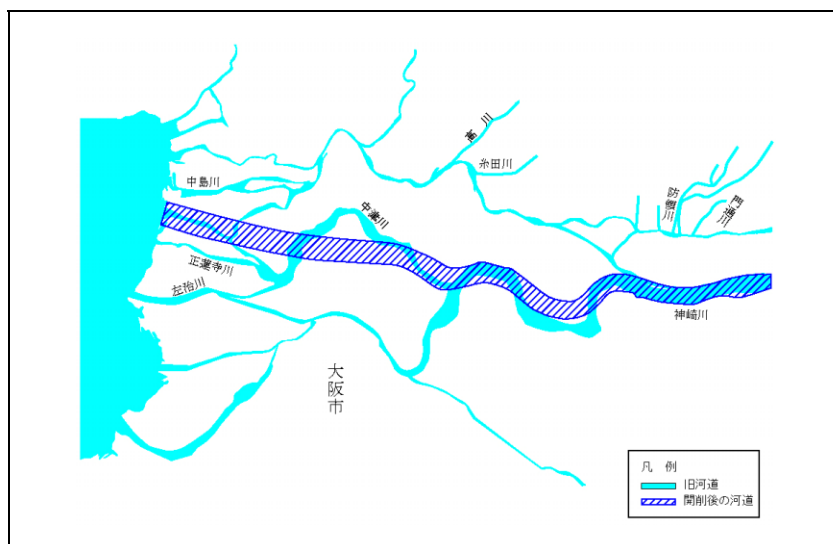


図 2.4-1 (1) 新淀川放水路 開削状況 (最下流)

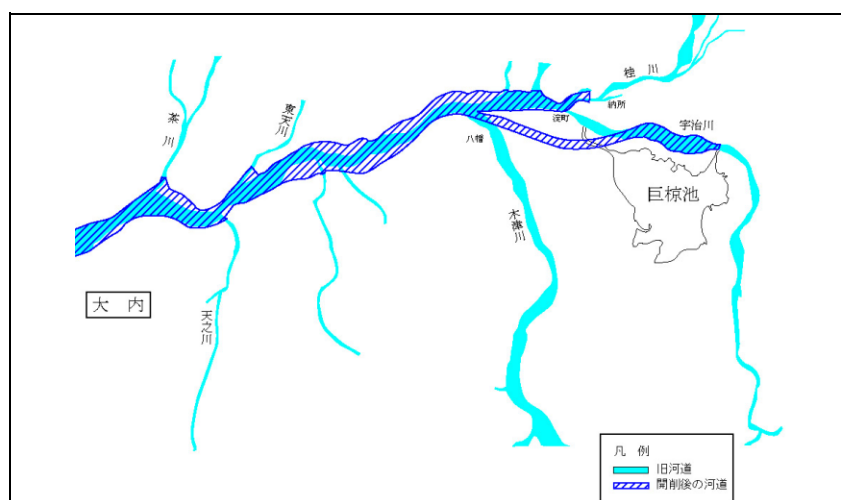
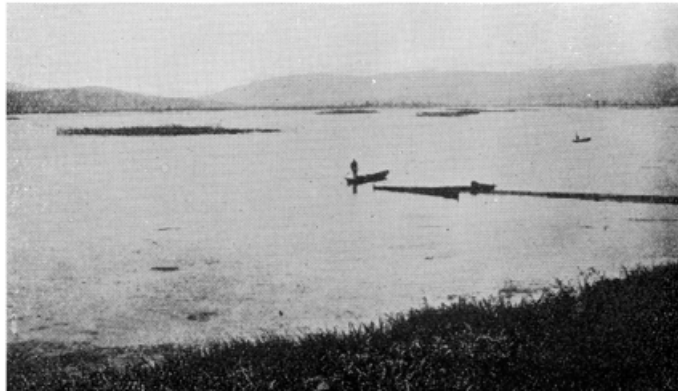


図 2.4-1 (2) 新淀川放水路 開削状況 (三川合流部付近)



出典) 巨椋池干拓誌 (巨椋池土地改良区 昭和 37 年 (1962 年))

写真 2.4-1 干拓前の巨椋池²²⁾

参考文献

- 1) 建設省近畿地方建設局 (2001) 第 1 回淀川水系流域委員会「淀川水系の概要について」
- 2) 建設省近畿地方建設局 (1974) 淀川百年史
- 3) 鹿島建設(株)ホームページ <http://www.kajima.co.jp/prof/overview/16-4htm>
- 4) 木暮忠・橋英三郎 (1912) 鰻魚梯架設試験. 水産講習所試験報告 8(5):211-228. 農商務省水産講習所
- 5) 紀平肇(1979) 淀川のアユ. 淡水魚第 5 巻第 1 号. (財)淡水魚保護協会
- 6) 京都府 滋賀県(1982)土地分類基本調査 「京都東北部・京都東南部・水口」
- 7) 波戸岡清峰(1994) 琵琶湖の固有種と種分化, 大阪市立自然史博物館第 21 回特別展「琵琶湖ーおいたちと生物ー」
- 8) 那須孝悌・樽野博幸 (1991) 琵琶湖・淀川水系のおいたち, 大阪市立自然史博物館第 18 回特別展「淀川の自然」
- 9) 建設省近畿地方建設局 (1990) 淀川水系河川環境管理計画 (平成 2 年 3 月)
- 10) 今森洋輔 (2002) 「琵琶湖の魚」
- 11) 財団法人琵琶湖・淀川水質機構ホームページ <http://www.byg.or.jp/kankyo/k.02.html>
- 12) 淀川河川事務所ホームページ <http://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/data/05.html>
- 13) 建設省河川局 「水質年表 1~39」
- 14) 国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図 (宇治)
- 15) 関西電力株式会社 パンフレット「宇治発電所」
- 16) 関西電力株式会社 資料「宇治発電所水路銃弾図」
- 17) 財団法人 河川環境管理財団 (1996) 淀川大堰遡上魚類検討業務 報告書
- 18) 友田淑郎(1991) びわ湖の魚類. 滋賀県自然誌総合学術調査報告. (財) 滋賀県自然保護財団
- 19) 志津川水力発電所 (1956) 志津川発電所一覧表
- 20) 柳本斗夫(1913) 滋賀県に於ける鮎の区分について. 水産研究誌 8:334-31
- 21) 琵琶湖河川事務所ホームページ http://www.biwako.ws/works/arai/arai_b1.html
- 22) 巨椋池土地改良区 (1962) 巨椋池干拓誌