

資料－5

天ヶ瀬ダム再開発事業について

平成 19 年 11 月 26 日

近畿地方整備局

目次

1. 事業概要

1.1 治水計画

1.2 利水計画

1.3 施設の概要

2. 治水

2.1 淀川水系の洪水防御と瀬田川洗堰

2.2 琵琶湖洪水の特徴

2.3 洪水時の瀬田川洗堰操作

2.4 瀬田川・宇治川の河川整備

2.5 天ヶ瀬ダム再開発及び瀬田川・宇治川の河川整備による治水効果

3. 利水

3.1 京都府の水道用水の確保

3.2 発電能力の増強

4. 放流能力増強方策

4.1 天ヶ瀬ダム放流能力増強

4.2 放流能力増強の検討

5. 環境対策

5.1 現状の把握

5.2 貯水池運用の変更による影響

5.3 調査検討結果

6. 堆砂対策

7. 現行天ヶ瀬ダムの概要

【補足資料】

1. 琵琶湖沿岸の浸水想定について
2. 既存施設を有効活用した天ヶ瀬ダム放流能力増強案について

注) 本資料は、第63回淀川水系流域委員会及び第64回委員会の審議、いただいた質問に対する回答を踏まえ、作成したものです。

1. 事業概要

天ヶ瀬ダム再開発事業は、宇治川・淀川の洪水調節、琵琶湖周辺の洪水防御、京都府の水道用水の確保及び発電能力の増強を目的に平成元年度より事業を進めています。

1.1 治水計画

天ヶ瀬ダム地点における計画高水流量2,080m³/sのうち、毎秒940m³/の洪水調節を行う。なお、琵琶湖の水位低下のため最大毎秒1,500m³の放流能力を確保する。

1.2 利水計画

京都府の水道用水を確保するために、天ヶ瀬ダムからの取水量を毎秒0.3m³から毎秒0.9m³に増大する。

また、発電能力の増強を図り、喜撰山発電所において最大出力466,000kWの発電、天ヶ瀬発電所において最大出力92,000kWの発電を行う。

1.3 施設の概要

既設天ヶ瀬ダムの放流能力について、制限水位（E.L.+72.0m）における放流能力最大毎秒900m³から、発電最低水位（E.L.+67.1m）において最大毎秒1,500m³に増強するため、既設天ヶ瀬ダムの左岸部に新たにトンネル式放流施設（放流能力最大毎秒600m³）を設ける。



写真-1 トンネル式放流施設概要図(施設配置図)

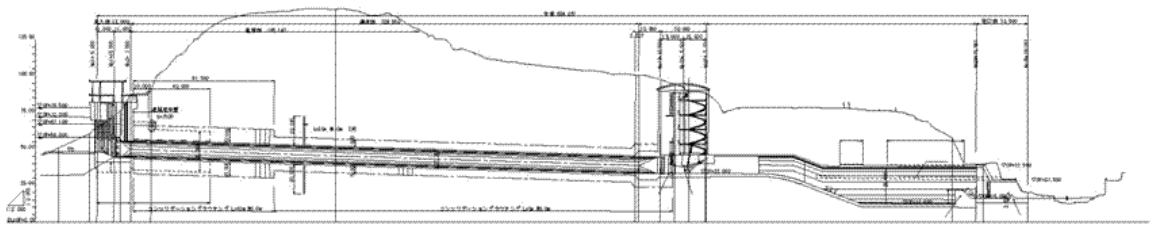


図-1 トンネル式放流施設概要図(施設縦断面図)

2. 治水

2.1 淀川水系の洪水防御と瀬田川洗堰

淀川水系では、木津川、桂川、宇治川等が先に増水することにより、淀川本川の水位ピークを迎え、その後ある時間差をもって琵琶湖が水位ピークを迎えます。

このような洪水特性から、下流が危険な時は下流の洪水防御のため、瀬田川洗堰は放流制限または全閉操作を行います。

その際に瀬田川洗堰の放流制限または全閉操作によって上昇した琵琶湖水位を低下させるため、速やかに後期放流を行う必要があります。

この考え方は明治時代における淀川改良工事以来踏襲されてきた基本的な考え方でした。瀬田川洗堰が明治38年に完成して以来、長い間操作規則が制定されないまま、洗堰は過去幾度となく全閉されましたが、琵琶湖総合開発事業の実施に伴い関係府県の合意が成立し、平成4年に瀬田川洗堰操作規則が制定されました。

現在、下流において被害のおそれが生じる場合には瀬田川洗堰の全閉操作を行うこととなっています。整備計画期間内において、流域全体の治水安全度の向上を図る観点から、下流に影響を及ぼさない範囲で、原則として瀬田川洗堰の全閉操作は行わないこととし、洪水時においても洗堰設置前と同程度の流量を流下させることを検討することとしています。

表-1 過去の洗堰全閉の実績

出水名	全閉理由	琵琶湖最高水位	全閉継続時間
T6台風	大塚切れ	1.43m	30日間
S28台風13号	向島決壊	1.19m	8日間
S36台風6号	枚方洪水	1.30m	11時間
S40台風24号	枚方洪水	1.16m	15時間
S47台風6号	天ヶ瀬ダム	1.26m	4時間

注1)水位は彦根水位、ただしT6台風時は鳥居川水位

注2)T6台風、S28台風13号は、旧洗堰のため桁数本から数十本空いているときも「全閉」とした。

2.2 琵琶湖洪水の特徴

琵琶湖は、流入河川が約120であるのに対し、流出河川は瀬田川のみで、しかも流出量が十分ではありません。このため、昔から琵琶湖沿岸では浸水が多発しました。既往最大である明治29年洪水には、琵琶湖の水位は鳥居川水位でB. S. L. +3.76mに達しました。

2.3 洪水時の瀬田川洗堰操作

○瀬田川洗堰の操作を巡る上下流からの要請

琵琶湖の水位が上昇すると、琵琶湖沿岸住民からは、琵琶湖からの唯一の流出河川である瀬田川から出来るだけ多くの量を流し、琵琶湖の水位上昇を抑制することを要請されます。反面、我が国の産業、経済の中心であった下流の淀川沿川の低地では、これまでも幾度と無く淀川が破堤し、その度に大きな被害を受けてきました。そのため、下流の淀川沿川の住民からは、下流が洪水で危険なときは琵琶湖に可能な限り貯留させて、下流への流出を抑制させることを要請されます。

渇水になり琵琶湖の水位が低下すると、琵琶湖からの取水や船舶の航行に支障を与えることとなります。また漁業などにも影響が出ます。そのため、琵琶湖沿岸の住民からは、渇水時は琵琶湖からの流出量を減らし琵琶湖水位を保持させることを要請されます。一方、我が国有数の人口集中地域であり、また産業・経済発展地域でもある下流京阪神では、増大した水需要を常に満足させるように、渇水で琵琶湖の水位が低下しても、琵琶湖からの豊富で安定した水供給を要請されます。

○操作規則制定に向けての調整

昭和47年から25年間かけて行われた琵琶湖総合開発事業が実施されましたが、これは、わが国で初めて水資源開発と水源地域開発を一体的に進めた事業であり、水資源開発公団（現独立行政法人水資源機構）が実施する「琵琶湖開発事業」と国、県、市町村が実施する「地域開発事業」で構成され、種々の施策を実施したうえで「40m³/s」の水資源開発を行うものでした。

この際滋賀県は、水位が低下しても関係住民の生活に支障をきたさないよう十分な対策を講じたうえで事業を開始するとともに、滋賀県知事の意見を十分尊重して瀬田川洗堰操作規則の制定を行うことを絶対条件としました。

洗堰の操作規則制定にあたっては、過去の長い対立の歴史を踏まえ、近畿地方建設局長（現近畿地方整備局長）は、次のような『琵琶湖洗堰操作に関する基本的考え』を滋賀県に示し、操作規則制定に向けて理解を求めました。

琵琶湖は一旦洪水ともなれば湖水位が上昇し、湖辺住民の生命・財産に甚大な被害をもたらしてきた。淀川水系が大洪水の時には、琵琶湖水位がピークに達する以前に洗堰が一時的に全閉又は制限放流されねばならぬことを厳粛に受けとめ、この制約下で洗堰からの流出量が最大となるようにあらゆる可能性を駆使し、琵琶湖の水位上昇をおさえる方針である。

その後、建設大臣（現国土交通大臣）が洗堰操作規則制定に際し、各府県知事に意見聴取を行ったうえで、上下流府県の合意に基づく現在の洗堰操作規則が平成4年に制定されました。

2.4 瀬田川・宇治川の河川整備

瀬田川から宇治川の流下能力を増大させる方策としては、既設天ヶ瀬ダムの放流能力の増強、瀬田川洗堰下流から鹿跳溪谷の間及び宇治川塔の島地区において流下能力を確保するための整備が必要となります。

○瀬田川洗堰下流部の流下能力増大方策

瀬田川洗堰から下流部の河床掘削を継続実施します。鹿跳溪谷は優れた景観を形成していることから、流下能力の増大方法について、学識経験者の助言を得て、景観、自然環境の保全、親水性の観点を重視して検討します。



写真-2 瀬田川洗堰下流部の河道掘削



写真-3 鹿跳溪谷の流下能力増大方策案

○塔の島地区の整備

塔の島地区の流下能力増大方策については、景観、自然環境の保全、親水性に配慮した河道整備を実施するため、「塔の島地区河川整備に関する検討委員会」の審議を踏まえ、最小限の掘削で対処する方針です。



写真-4 宇治川塔の島地区の掘削範囲

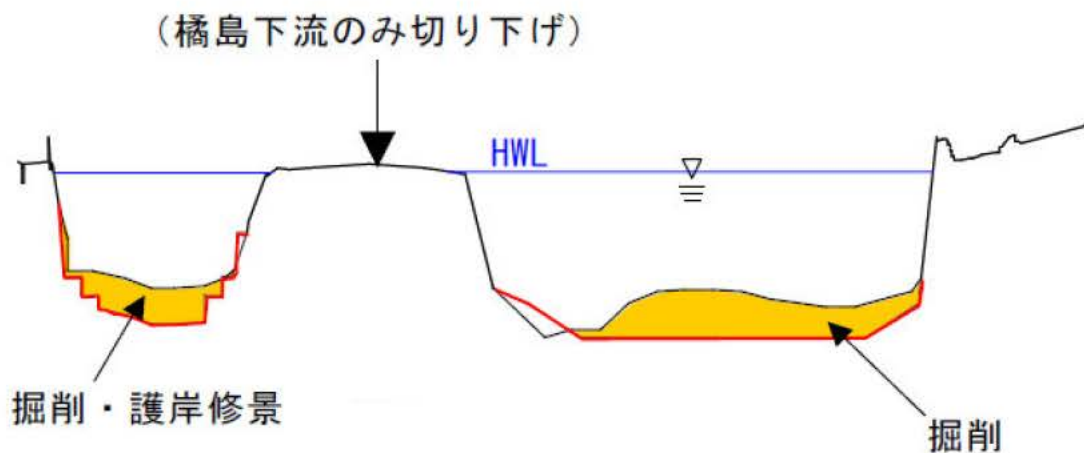


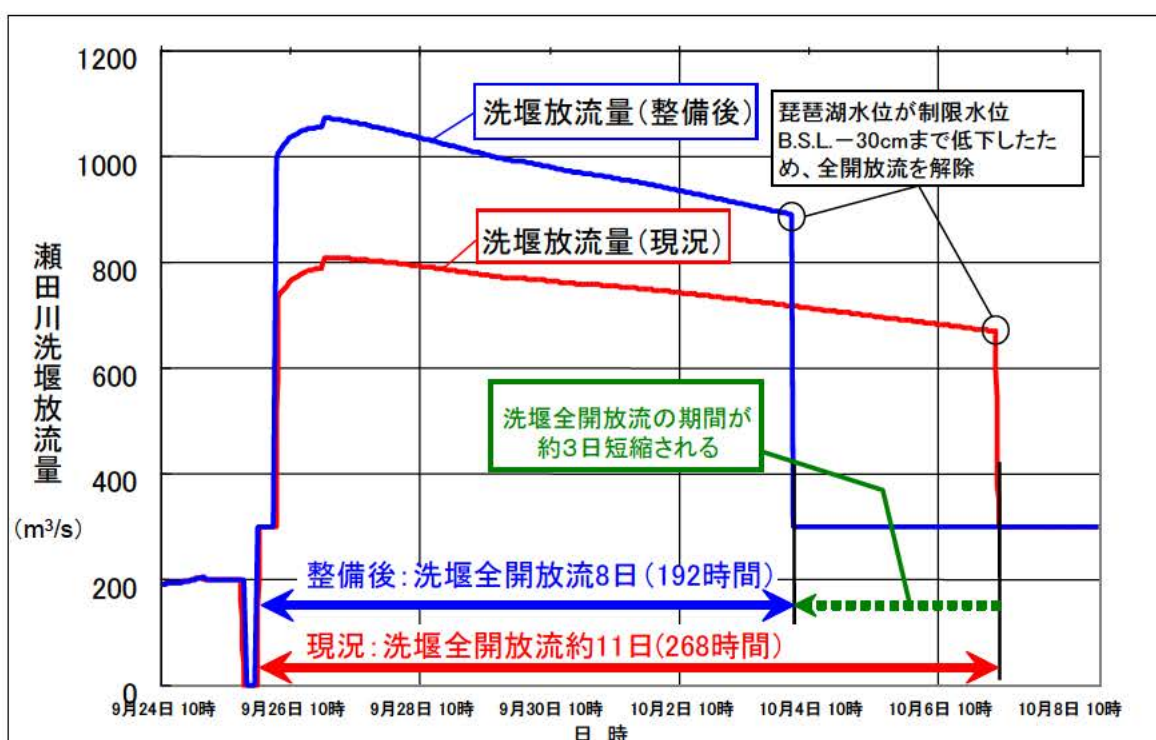
図-2 宇治川塔の島地区の掘削断面図

2.5 天ヶ瀬ダム再開発及び瀬田川・宇治川の河川整備による治水効果

天ヶ瀬ダム再開発及び瀬田川・宇治川の河川整備による治水効果の一例を示しますと次の通りとなります。

○宇治川における治水効果

宇治川の戦後最大洪水である昭和28年台風13号洪水が発生した場合において、天ヶ瀬ダムの放流能力増強と宇治川・瀬田川の整備により、琵琶湖後期放流の継続日数が約11日から約8日に短縮されます。



【計算条件】 大戸川ダムなし、瀬田川洗堰全閉あり

図-3 琵琶湖後期放流の継続時間の比較
<昭和28年台風13号洪水におけるシミュレーション>

○琵琶湖における治水効果

琵琶湖の戦後最高水位を記録した昭和36年6月洪水が発生した場合において、天ヶ瀬ダムの放流能力増強と宇治川・瀬田川の整備により、最高水位が B.S.L. +0.90m から B.S.L. +0.71m となります。

氾濫注意水位 (B.S.L.+0.70m) を超える時間は、120 時間から 15 時間となります。また、常時満水位 (B.S.L. +0.30m) を超える時間は、482 時間から 202 時間となります。

※ 氾濫注意水位とは、市町村長の避難準備情報等の発令判断の目安、住民のはん濫に関する情報への注意喚起、水防団の出動目安となる水位です。琵琶湖の氾濫注意水位は、平成18年3月31日に滋賀県により定められています。

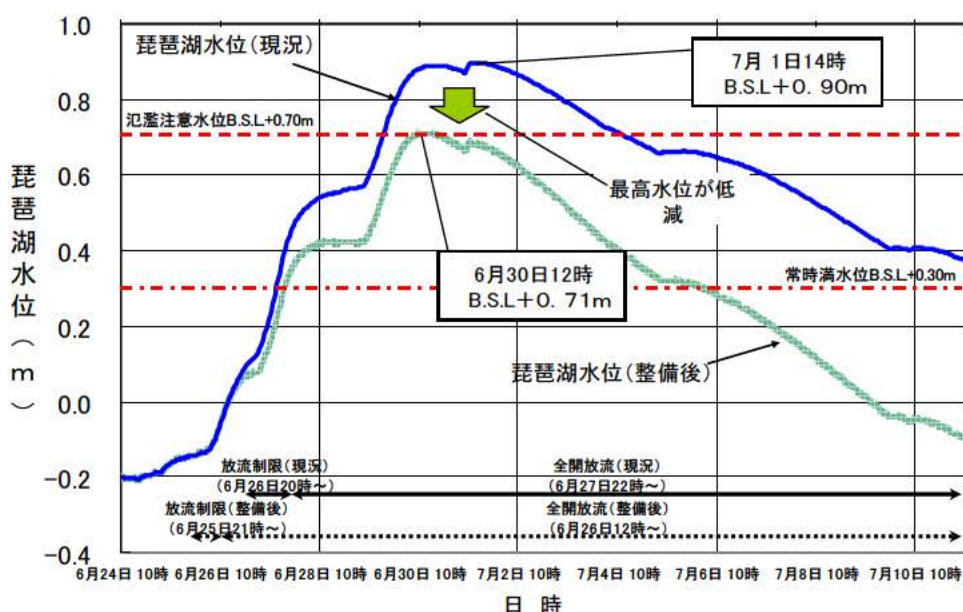


図-4 琵琶湖水位の時間変化の比較
 <昭和36年6月洪水のシミュレーション>

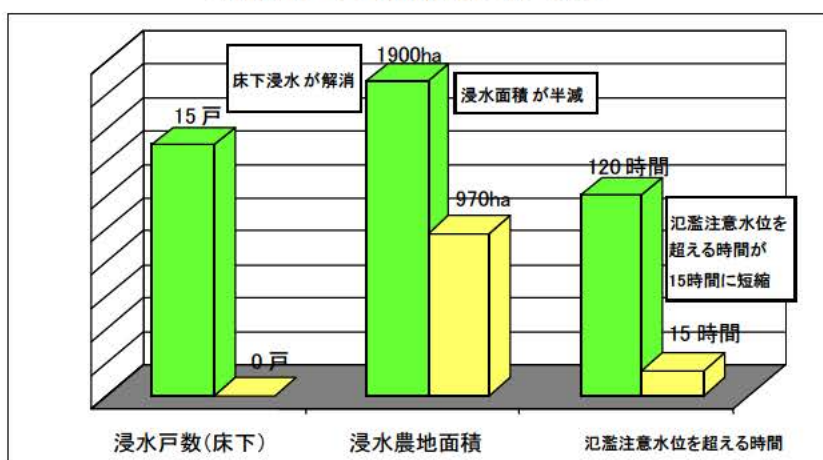


図-5 琵琶湖水位の低下による浸水被害の軽減
 <昭和36年6月洪水のシミュレーション>

3. 利水

3.1 京都府の水道用水の確保

宇治市、城陽市、八幡市、久御山町の3市1町を対象とした水道用水について、京都府営水道の水利権 $0.9\text{m}^3/\text{s}$ のうち $0.6\text{m}^3/\text{s}$ が天ヶ瀬ダム再開発事業を前提とした暫定豊水水利権であり、今後も安定的な確保が必要となっています。

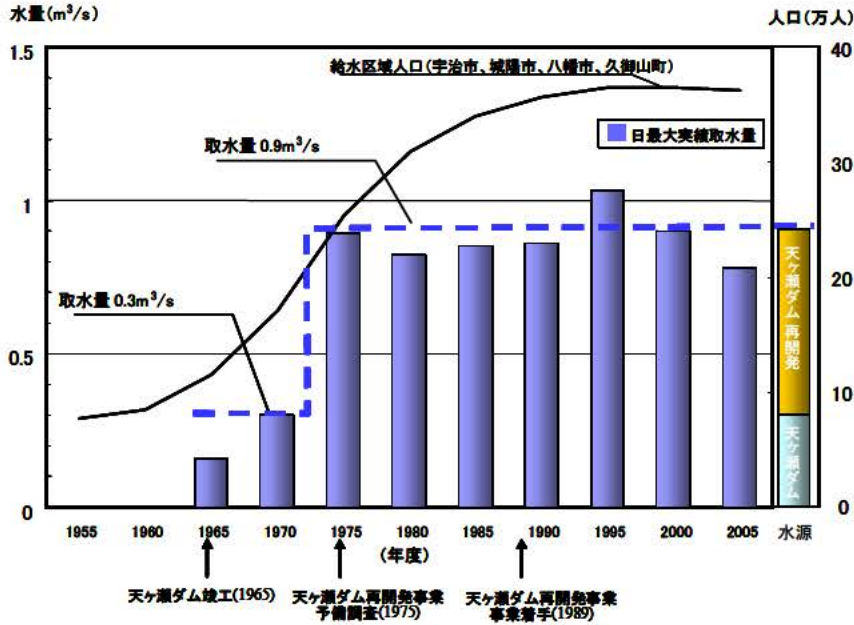


図-6 京都府南部(宇治浄水場)の水源確保の現状

3.2 発電能力の増強

電力ピークが従来の冬型から夏型に移行したことに伴い、発電能力の増強が必要となっています。

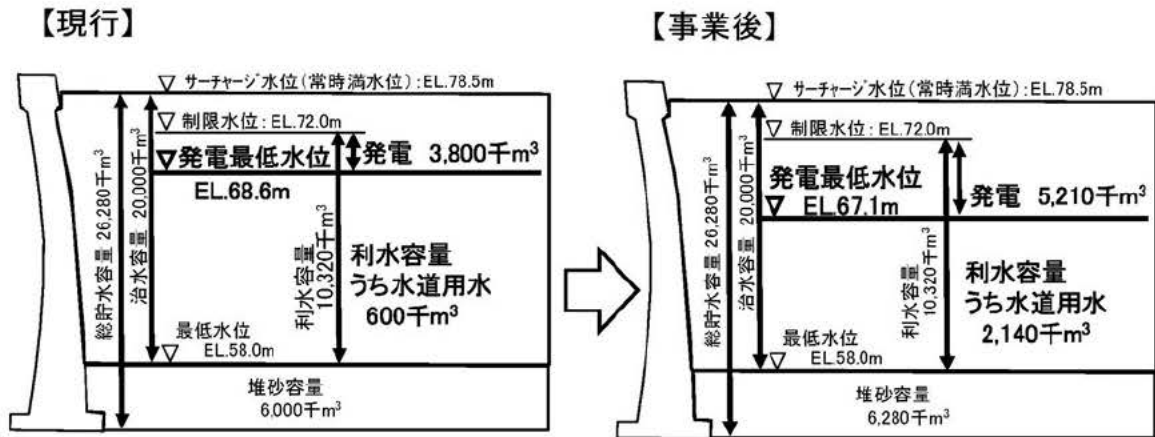


図-7 天ヶ瀬ダム容量配分図

4. 放流能力増強方策

4. 1 天ヶ瀬ダム of 放流能力増強

天ヶ瀬ダムの現況施設能力は、制限水位 (E. L. +72. 0m) で約900m³/sであり、常時満水位 (E. L. +78. 5m) で非常用洪水吐を使う場合は1, 630m³/sとなります。制限水位以上では、非常用洪水吐を使わないと後期放流に必要な1, 500m³/sが放流できません。

非常用洪水吐を用いて琵琶湖水位低下のための後期放流を行っている状態の時に洪水が襲来した場合には、予備放流が十分に出来ず、所定の洪水調節が不可能となり、下流で浸水被害が発生する恐れがあります。

したがって、通常 of 天ヶ瀬ダムの貯水池運用範囲内において、天ヶ瀬ダムから1, 500m³/sを流すことができるように放流能力を増強する必要があり、洪水時に最低水位 (E. L. +58. 0m) で1, 140m³/s、琵琶湖後期放流時において、発電最低水位 (E. L. +67. 1m) で1, 500m³/sが必要となります。

4. 2. 放流能力増強 of 検討

最新の技術や新たな知見に基づきコスト削減を図るため、既存施設 of 有効活用、ダム堤体に新たに放流ゲートを設置する方法等を検討した結果、トンネル式放流施設により放流能力を増強することとしました。

これまでの検討は、既存施設を有効活用した方策については、天ヶ瀬ダム地点及び周辺地域を含め以下の6施設を抽出し、平成15年度から学識者による技術検討会を開催し検討しました。

- ①天ヶ瀬ダム本体
- ②天ヶ瀬ダム堤外仮排水路トンネル
- ③天ヶ瀬発電所導水路
- ④旧志津川発電所導水路
- ⑤宇治発電所導水路
- ⑥琵琶湖疏水(第1, 第2)

平成17年度からは、次の2案に案を絞り検討を行った結果、放流能力増大方策としてトンネル式放流施設を設けることとしました。

- 1)天ヶ瀬発電所導水路+トンネル式放流施設(縮小)
- 2)天ヶ瀬ダム発電所導水路+ダム本体(改造)

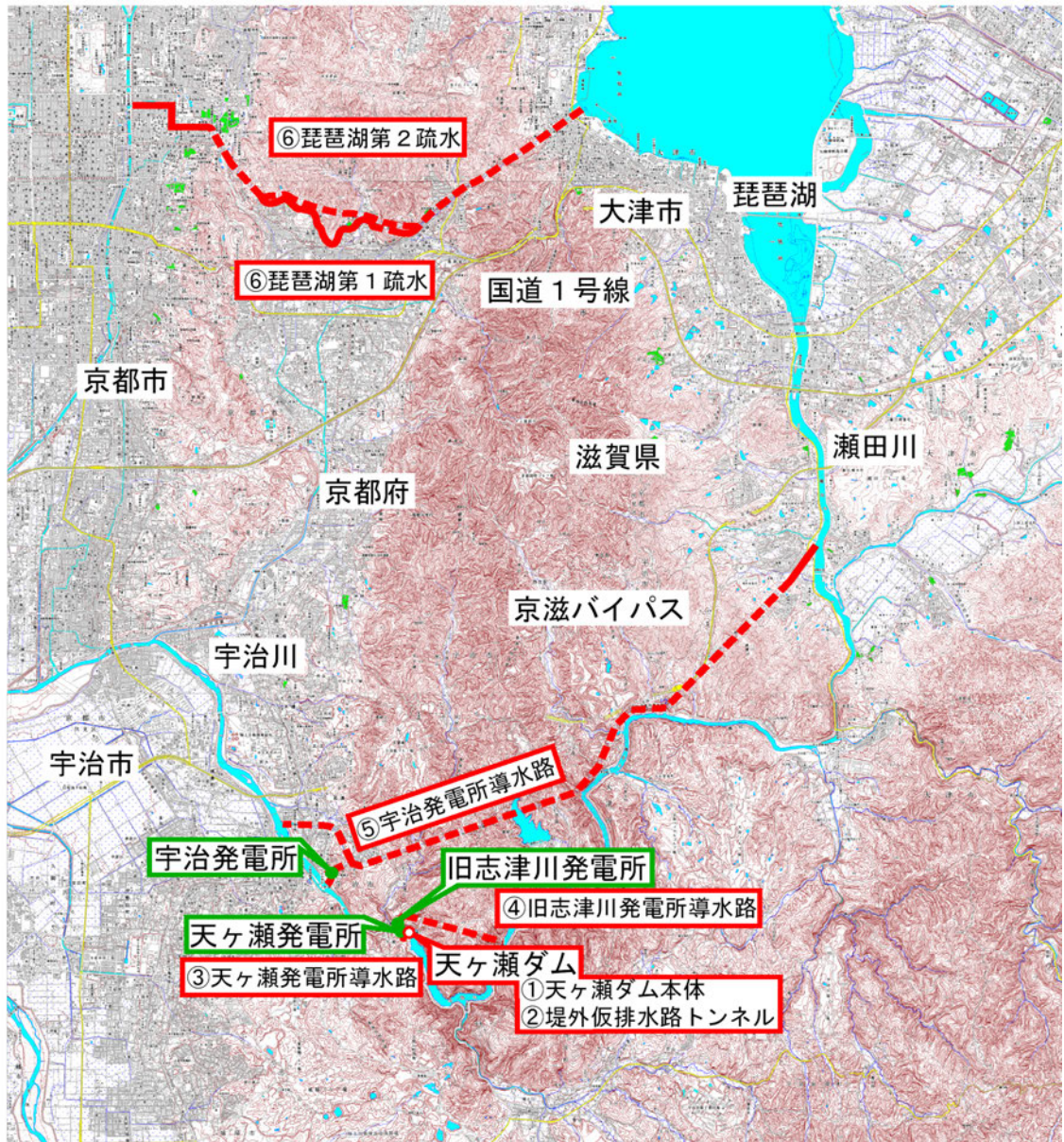


図-8 検討対象施設の位置図

表-2 検討対象施設の諸元

施設名称	形状など	運用の現状
①天ヶ瀬ダム本体	天ヶ瀬ダム本体中央コンジット : B3.42m×H4.56m×3門 中心高 : OP+45.00m	・常用洪水吐として運用中
②ダム建設時 仮排水路	天ヶ瀬ダム河床部トンネル : 6mの馬蹄形 A=28m ² , L=251m i=約1/250 呑口高 : OP+19.00m 吐口高 : OP+18.00m	・天ヶ瀬ダム建設時に閉塞され、現在は運用していない ・閉塞は、呑口、吐口及び呑口下流114m付近より、30m間をコンクリート充填 ・呑口は、天ヶ瀬発電所取水口のほぼ真下 ・吐口は減勢池外
③天ヶ瀬発電所 導水路	天ヶ瀬ダム左岸水圧鉄管 : φ5.2m×2条 A=21m ² ×2条 L1=257m, L2=276m i=約1/500 取水口高 : OP+55.00m 吐口高 : OP+16.00m	・関西電力発電所の導水路として運用中
④旧志津川発電所 導水路	天ヶ瀬ダム右岸トンネル部 : 6.06mの馬蹄形 A=29m ² , L=1,830m i=約1/1,300 呑口高 : OP+59.27m 吐口高 : OP+57.89m 水圧鉄管部 : 撤去済	・天ヶ瀬ダム建設時に廃止され、現在は運用していない ・ただし、導水路は現在、京大防災研究所の地震観測所として使用 ・閉塞は、呑口下流45m付近より、10m間をコンクリート充填 ・呑口の志津川堰堤（大峰ダム）は天ヶ瀬ダムの堆砂位 OP+57.00まで部分撤去 ・吐口側の発電所は機器のみ撤去し建物は現存
⑤宇治発電所導水路	洗堰上流右岸トンネル部 : 6.06mの馬蹄形 L=約10km i=約1/2,000 開渠部 : W=5~8m, H=6m L=約970m, i=約1/2,000 水圧鉄管部 : φ2.438m×5条	・関西電力発電所の導水路として運用中
⑥琵琶湖疏水 (第1、第2)	琵琶湖第1疏水トンネル部 : B=4.54mの馬蹄形 i=1/3,000 琵琶湖第2疏水トンネル部 : B=3.64mの幌形 i=1/3,000	・京都市への上水供給等に運用中

1)天ヶ瀬発電所導水路の活用案

既設の天ヶ瀬発電所導水路を利用して琵琶湖後期放流時の放流量の一部に対応する案です。天ヶ瀬発電所導水路の放流能力は約 186m³/s です。

放流能力増大方法として既設導水路を活用する場合、貯水位が発電最低水位 (E. L. +67. 1m) 以下になると取水口までの水深 (水頭差) が浅いためキャビテーションが発生し、発電用設備に障害が生じます。発電系統の故障など停電時には、発電用設備の安全性を守るため取水を停止して対応しております。したがって、洪水時に常に放流するためには、発電設備を迂回するための導水路バイパスの建設が必要となります。したがって、天ヶ瀬発電所導水路の施設改造を行わずに対応することは困難です。

2)天ヶ瀬ダム本体の改造案

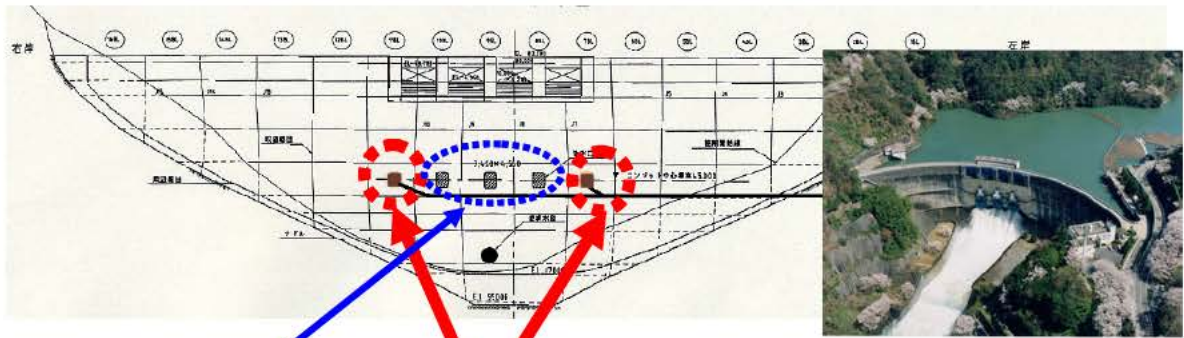
天ヶ瀬ダムの放流能力増大の方策として、コスト縮減の観点から既設の放流ゲートの両側に新たな放流ゲートを設置する方策を検討しました。

これまで既存のアーチダム本体に新たな開口を設けた事例がないため、ダム本体の安全性、ダムを運用しながら施工ができるかという実現性について検討を実施しました。

検討の結果、洪水期の施工は難しく非洪水期に施工する事となります。冬季において、ダム本体を削孔した時に隅角部に温度応力が集中し、ダム本体のコンクリート強度の制御目標を超過することが判明しました。

このため、天ヶ瀬ダムの構造上の特徴 (比較的スレンダーなアーチ式ダムであること) や貯水池運用の特徴 (揚水式発電により常時負荷が変動していること) を踏まえた追加の構造計算等が必要となりましたが、他に実施事例がないため、その検討に要する時間の長期化が想定されたため更なる検討は妥当でないと判断しました。

削孔に伴う引張応力集中を軽減する対策としては、施工時の天ヶ瀬ダム貯水位の低下、ダム本体への保温材の使用、ヒーターや温水によるダム本体への加温などが考えられますが、これらの対策のそれぞれの効果や組み合わせた場合の効果などを検討するためには、水位低下による構造計算や温度応力などの複雑な応力計算等を行わなければなりません。最短でもこれまでと同程度の検討期間 (2～3年間) が必要と見込まれ、取り得る対策の技術的可能性、費用面が現段階でも未確定であるため、これ以上の検討は断念することとしました。



既設放流設備 3門

増設放流設備 2門

図-9 天ヶ瀬ダム堤体削孔平面図


5. 環境対策

天ヶ瀬ダム再開発事業に関する環境関係の調査検討については、表-3に示す項目について順次検討を進めてきました。

調査検討にあたっては「瀬田川及び天ヶ瀬ダム再開発環境ワーキンググループ」に報告し、ご意見を伺いながら進めています。

なお、「瀬田川及び天ヶ瀬ダム再開発環境ワーキンググループ」に関する情報や会議結果については、琵琶湖河川事務所ホームページで公表しています。

表-3 天ヶ瀬ダム再開発事業に関する環境調査(実施済)

 実施済み範囲

	現状の把握	再開発後の運用に関する影響	工事期間中の影響	備考
貯水池内環境	<ul style="list-style-type: none"> ・生物調査 ・水理水質調査 ・土砂環境調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・水理水質 (貯水池挙動) ・生物 (水際生物影響) 	<ul style="list-style-type: none"> ・水質 ・生物 	
下流河川環境	<ul style="list-style-type: none"> ・生物調査 ・河床材料調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・底質 ・生物 	<ul style="list-style-type: none"> ・水質 ・生物 	・トンネル放流口から流況が安定する範囲
周辺環境	<ul style="list-style-type: none"> ・低周波音調査 	・トンネルからの放流の増加による低周波音	・騒音、振動	

5.1 現状の把握

天ヶ瀬ダム再開発による環境への影響については、最大放流量が増加することによる下流河川環境及び周辺環境への影響、貯水池運用の変更による貯水池内環境への影響が考えられます。このため、「瀬田川及び天ヶ瀬ダム再開発環境ワーキンググループ」の意見を踏まえ、考えられる影響を抽出し、調査検討を行いました。

5.1.1 貯水池内環境

○生物調査

天ヶ瀬ダム再開発後は、揚水発電によるダム貯水池内の日水位変動幅が拡がり、水際の湖辺環境に変化をもたらす可能性があるため、ダム周辺の生物環境調査を下図に示す範囲で実施しました。

生物環境調査項目

- ・哺乳類
- ・鳥類
- ・両生類
- ・爬虫類
- ・魚類
- ・昆虫類
- ・底生動物
- ・陸上植物
- ・水生植物



図-10 ダム湖周辺の生物環境調査範囲

分類	確認種数	写真			
哺乳類	28種				
鳥類	120種	ヒダサンショウウオ 準絶滅危惧種(準絶滅危惧種) (PDE)	オカセコウモリ 絶滅危惧1類(準絶滅危惧種) (PDE)	カワセミ 準絶滅危惧種(近絶滅) (PDE)	イトリガモ 絶滅危惧2類(準絶滅危惧種) (PDE)
両生類	12種				
爬虫類	14種				
魚類	44種				
昆虫類	2065種				
底生動物	183種				
陸上植物	1298種				
水生植物	171種				
※平成2～15年度調査					

注釈

環境省RDB:「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック(汽水・淡水魚類)」(2003)

「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック(淡水貝類)」(2005)

「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック(維管束植物)」(2000)

「無脊椎動物(陸上昆虫類、貝類、クモ類、甲殻類等レッドリスト)」(2000)

滋賀県RDB:「滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック2005」及び「鳥類、爬虫類、両生類及びその他脊椎動物のレッドリストの見直し」(2006.12)

写真-5 天ヶ瀬ダム周辺で確認されている動物・植物

○水理水質環境

揚水発電によるダム貯水池内の日水位変動幅が広がり、ダム貯水池水質に変化をもたらす可能性があるため、天ヶ瀬ダム貯水池に係る水文環境として水量、水質、水位、水温の基礎データを収集しました。

◇水量

天ヶ瀬ダム貯水池は静水部が少なく、回転率が高いことが特徴です。

天ヶ瀬ダム貯水池内の水は、天ヶ瀬ダムの総流入量と貯水池総容量(2,628万m³)から勘案すると、年間約100回入れ替わります。

これを時間でいうと、琵琶湖の水が瀬田川を經由してダム湖に流入し約3日程度滞留して宇治川へ流下していることとなります。

これについては、再開発で変わるものではないため、再開発により貯水池内水質に大きな影響を与えることはないと考えられます。

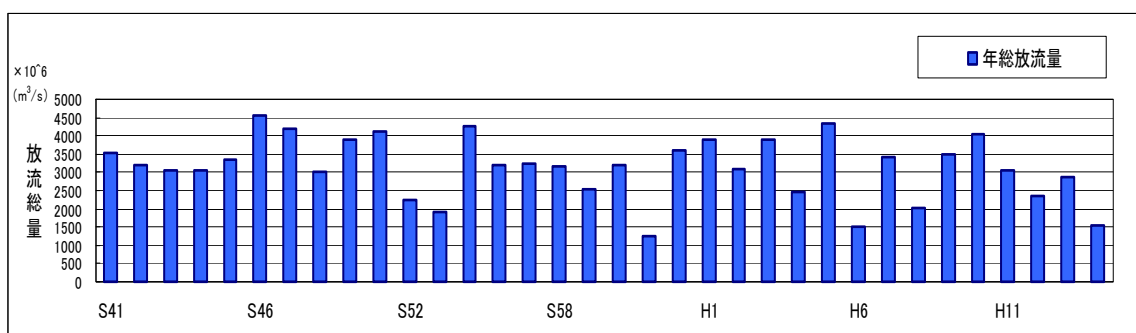


図-11 天ヶ瀬ダム年総放流量経年グラフ(1966~2002)

貯水池の水の年間交換率 = 年間総流入量 / 貯水池総容量 = 約 100
(1年間に約 100 回水が入れ替わる)

◇水質

貯水池内の水質については、琵琶湖の流出水による影響を大きく受け、琵琶湖の水質と同様の値を示します。

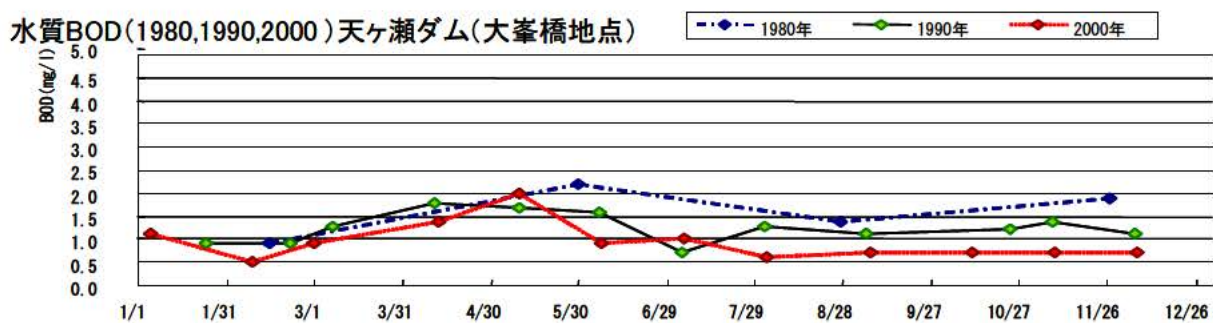
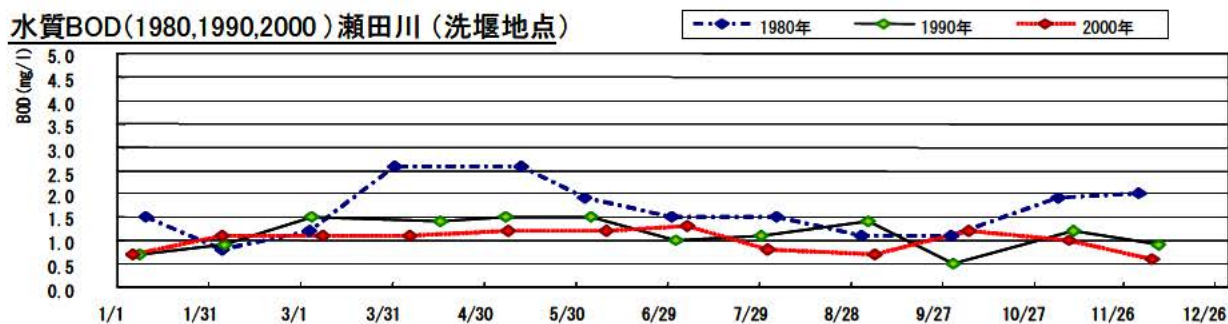


図-12 天ヶ瀬ダム貯水池の水質

◇水位

天ヶ瀬ダムは、揚水発電により基本的に毎日揚水するため、昼と夜との間で1~2m程度の日水位変動があります。

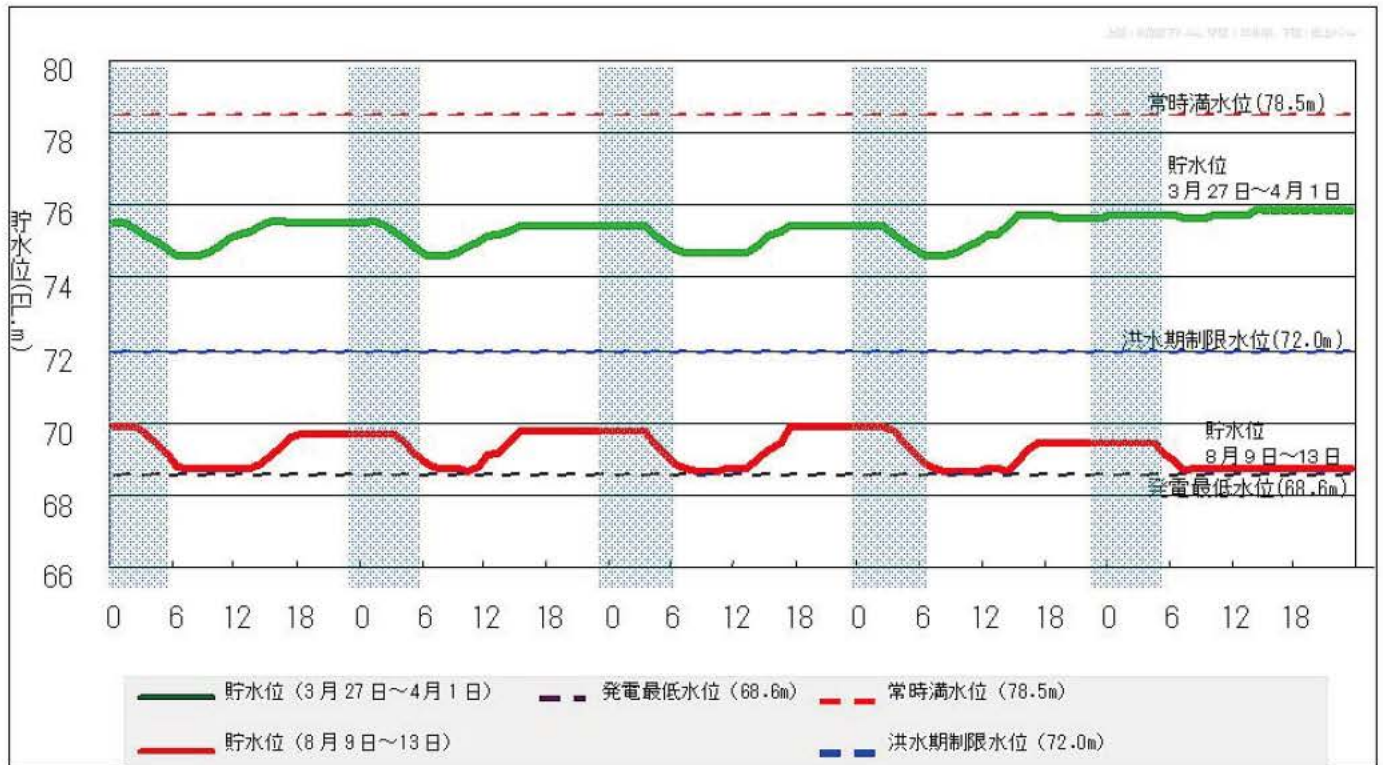


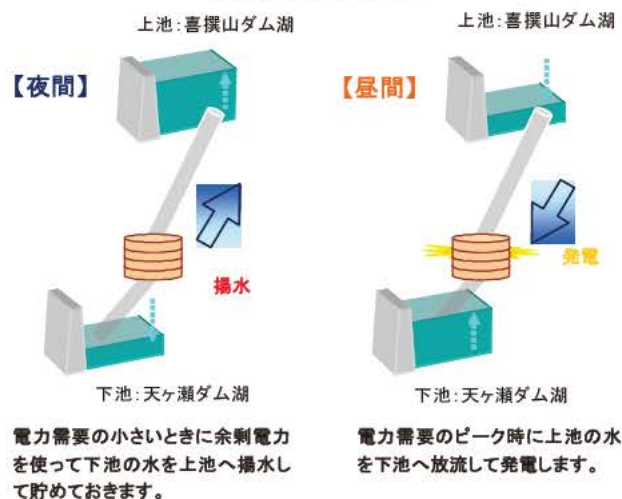
図-13 時刻貯水位グラフ

部:夜中に余剰電力を使って天ヶ瀬ダムの水を喜撰山発電所にポンプアップするため、天ヶ瀬ダムの水位が下がります。

非洪水期は常時満水位 (EL. 78.5m) 付近で推移し、洪水期は発電最低水位 (EL. 68.6m) 付近まで低下する場合があります。

[参 考]

揚水発電のしくみ



◇水温

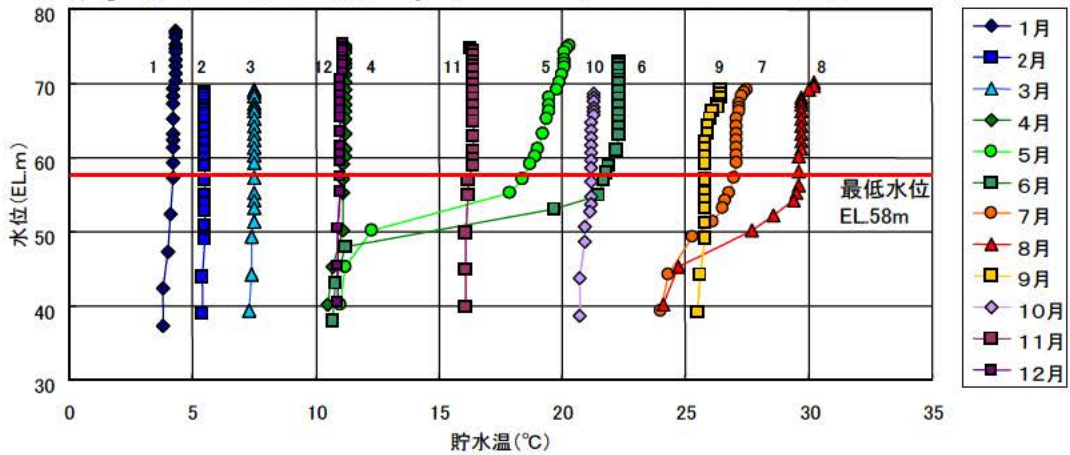
天ヶ瀬ダム貯水池の水温は年間で5℃から30℃で変動しています。

年間を通じて水面から最低水位 (E. L. +58.0m) までの深さ方向の温度変化はほとんどありませんが、これは揚水発電所の運転により貯水池が攪拌されるためだと考えられ、揚水発電によるダム湖内の日水位変動幅が広がったとしても貯水池水温に与える影響は少ないと考えられます。

最低水位以下の死水域については、夏場であっても揚水発電所運転の影響を受けないため、水温が急激に変化する場合があります。

トンネル式放流施設からの放流水が下流河川の水温変動に与える影響については、トンネル式放流施設の取水口が、ダム本体放流口とほぼ同じ高さで計画していることから、現時点の洪水時における放流水温から大きく変化することは無いと考えられます。

貯水池水温分布(H13) 天ヶ瀬ダム堤体付近



貯水池水温分布(H14) 天ヶ瀬ダム堤体付近

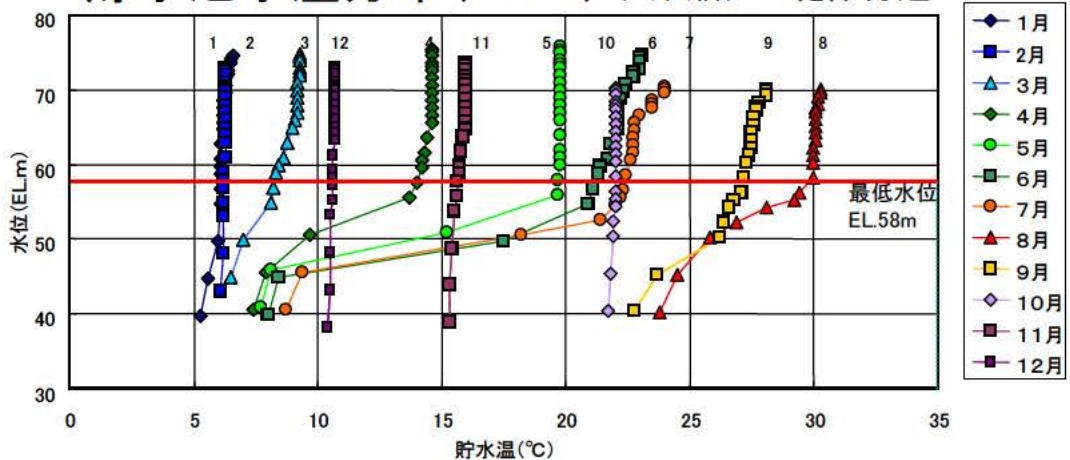


図-14 天ヶ瀬ダム貯水池水温分布

5.1.2 下流河川環境

再開発後のダム下流宇治川の河川水の状態を予測し、環境に与える影響を検討するために調査検討を実施しました。

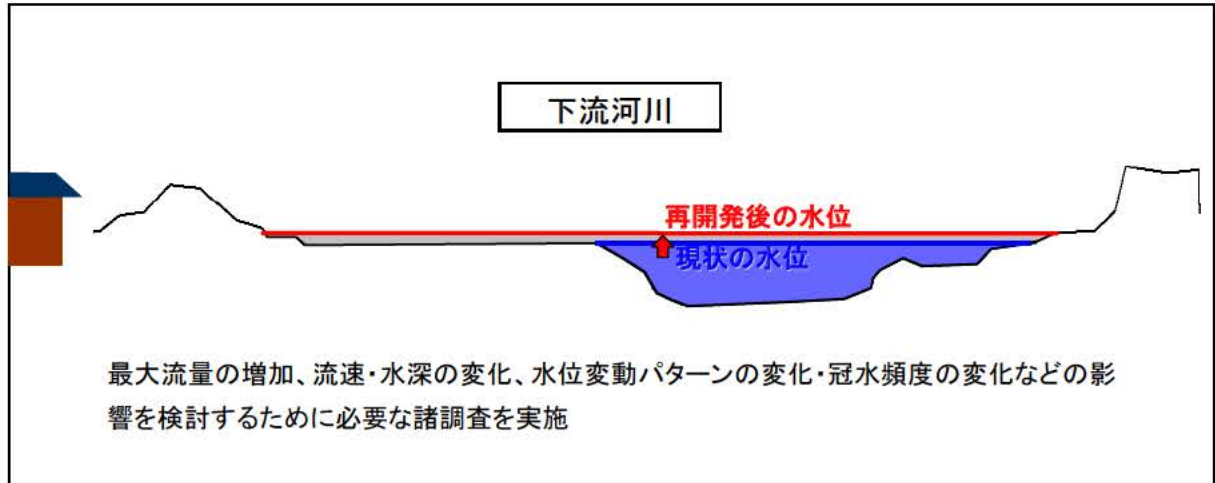


図-15 下流河川の流況変化(イメージ図)

○水文環境

水文環境の主な調査項目は、ダム建設以来継続して観測しています。

再開発により洪水時に下流への最大放流量が毎秒900m³から最大毎秒1500m³に増大します。再開発後、琵琶湖後期放流に伴う最大放流量は増加しますが、流量増加日数は現在より減少すると考えられます。(図-17)

例えば、宇治川の戦後最大洪水である昭和28年13号台風洪水が発生した場合において、天ヶ瀬ダムの放流能力増強、宇治川・瀬田川の整備により、琵琶湖後期放流の継続日数が約11日から約8日に短縮されます。(図-18)

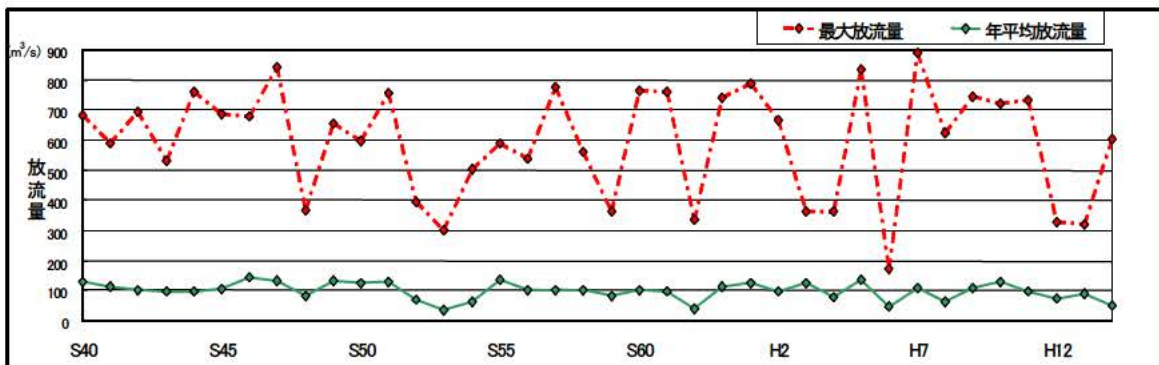


図-16 天ヶ瀬ダムの年最大放流量と年平均放流量

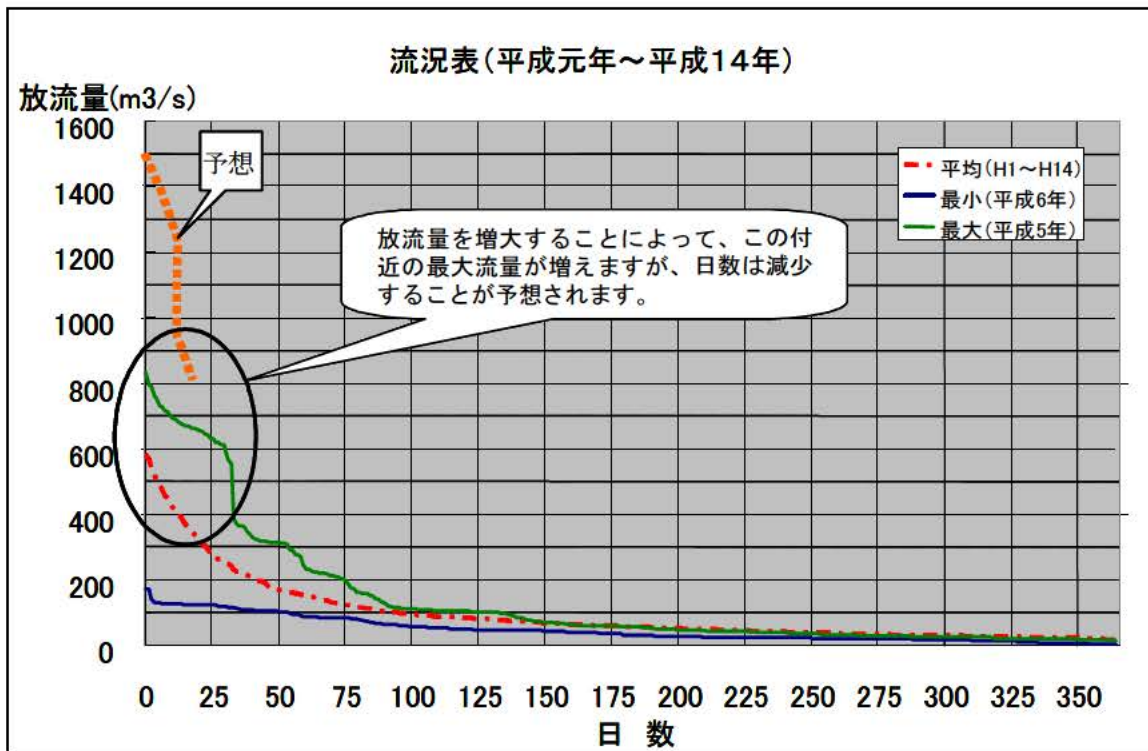
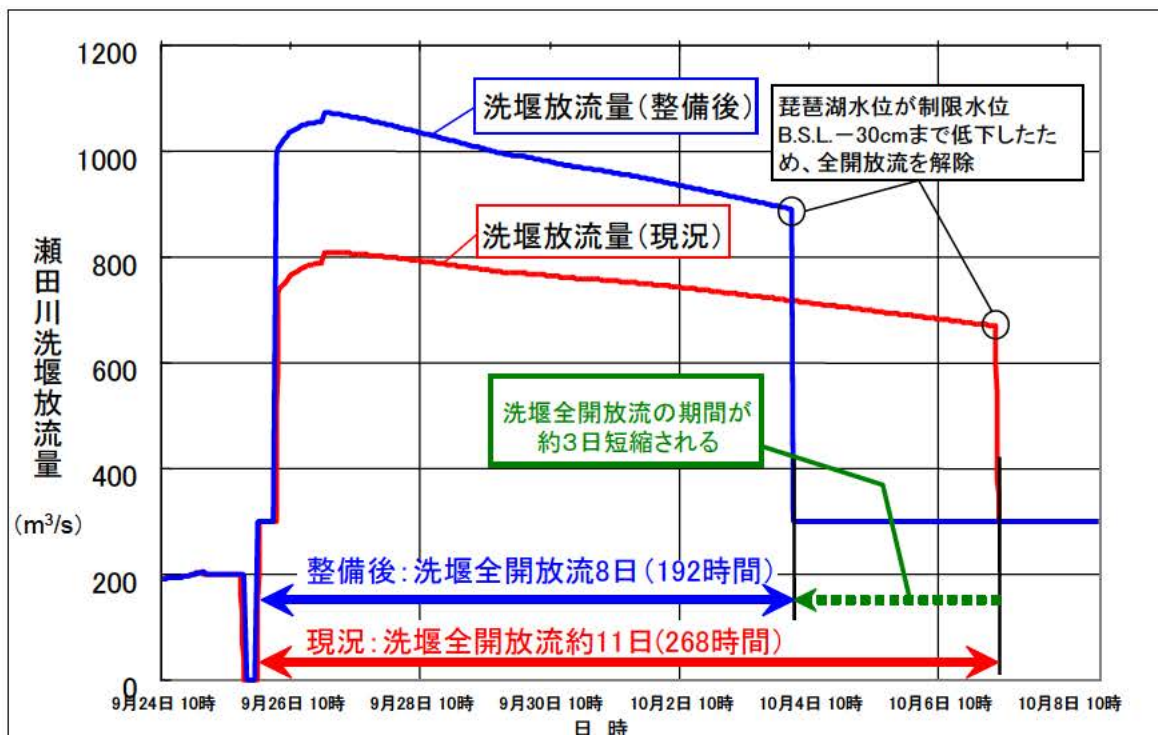


図-17 天ヶ瀬ダム放流量の状況



【計算条件】 大戸川ダムなし、瀨田川洗堰全閉あり

図-18 琵琶湖後期放流の継続時間の比較
 <昭和28年台風13号洪水におけるシミュレーション>

◇平成7年洪水実績における放流能力増大による流況の変化

図-19、20 は天ヶ瀬ダムで最大毎秒 900m³ 程度の放流があった平成 7 年の流況について毎秒 1,500m³ まで放流量を増大した場合のシミュレーションを行った結果です。この結果、5 月から 6 月の洪水において約 5 日間早く水位が低下することとなります。

宇治川塔の島地区においては、現況で 400m³/s 程度の流量で塔の島への立入禁止措置が図られておりますが、放流量が増大することにより、塔の島への立入禁止措置の日数が減少すると考えられます。

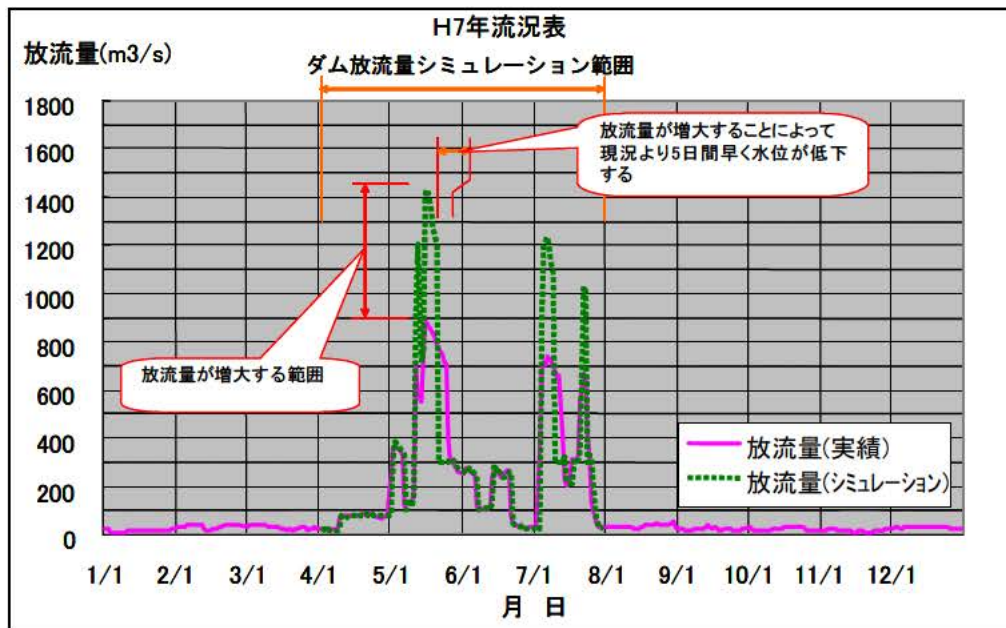


図-19 平成 7 年の天ヶ瀬ダム放流量

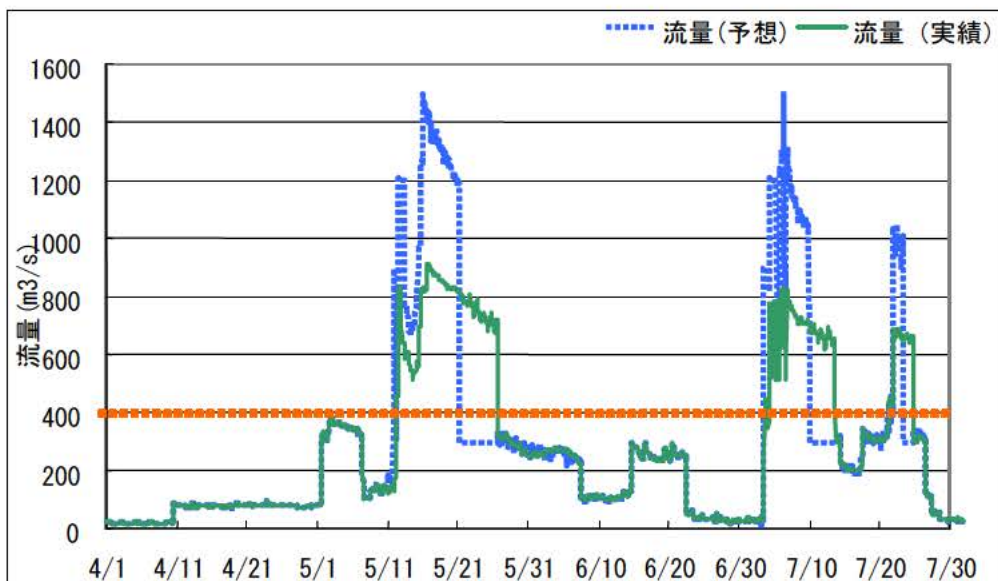


図-20 平成 7 年洪水実績における放流能力増大シミュレーション

<備考：上図における検討条件>

放流量：天ヶ瀬ダム放流量は、予備放流時に最大 900m³/s とし、水位 58.0m まで下げるものとした。その後は最大 1200m³/s とし、水位 72.0m まで下げるものとした。後期放流時は最大 1500m³/s とし、水位 72.0m を維持するものとした。

5. 1. 3 周辺環境

○低周波音

天ヶ瀬ダムの最大放流量が増大することによって、ダム放流に伴い発生する低周波音が増幅され、周辺地域に影響を及ぼすおそれがあるため、現在の状況と再開発後の状況を予測するための現況調査を、平成 13 年、15 年、16 年に計 5 日間行いました。

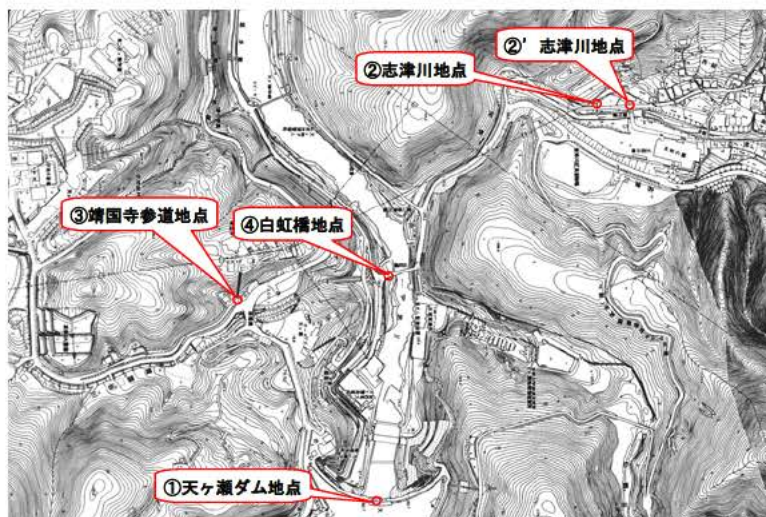


図-21 低周波音調査地点図(抜粋)

表-4 低周波音測定結果(抜粋)

音圧レベルの数値はフラット特性値

測定場所	H13.9.13 調査		H16.9.30 調査	
	天ヶ瀬ダム放流量 (m ³ /s)	音圧レベル (dB)	天ヶ瀬ダム放流量 (m ³ /s)	音圧レベル (dB)
①	106.0	96.9	420.0	103.1
②	—	—	446.0	83.3
②'	106.0	74.1	—	—
③	106.0	83.6	—	—
④	106.0	87.7	420.0	100.2

表中の天ヶ瀬ダム放流量は発電所放流量を含みません

トンネル式放流施設による影響について、平成19年度に他事例を調べた結果、トンネル式放流設備を有するダムは、下記のとおり7つ確認しました。これらのダムに関して聞き取り調査を行ったところ、放流に伴う低周波音によって被害が発生しているという報告はありませんでした。

・十勝ダム(北海道) ・鳴子ダム(宮城県) ・有間ダム(埼玉県) ・宇曾川ダム(滋賀県) ・笹生川ダム(福井県) ・五十里ダム(栃木県) ・美和ダム(長野県)

5.2 貯水池運用の変更による影響

天ヶ瀬ダム貯水池運用の変更に伴う環境への影響については、発電最低水位の引き下げ (E.L. +68.6m から E.L. +67.1m へ変更) によって、貯水池の水位変動幅が1.5m増加することによる生物の生息・生育環境への影響が考えられます。

このため、発電最低水位を引き下げることによる影響を抽出し、調査検討を行いました。

(1) 貯水池挙動調査検討

天ヶ瀬ダム再開発により、発電最低水位が下がることで流速が早くなる箇所があります。この箇所の環境への影響について検討を行いました。

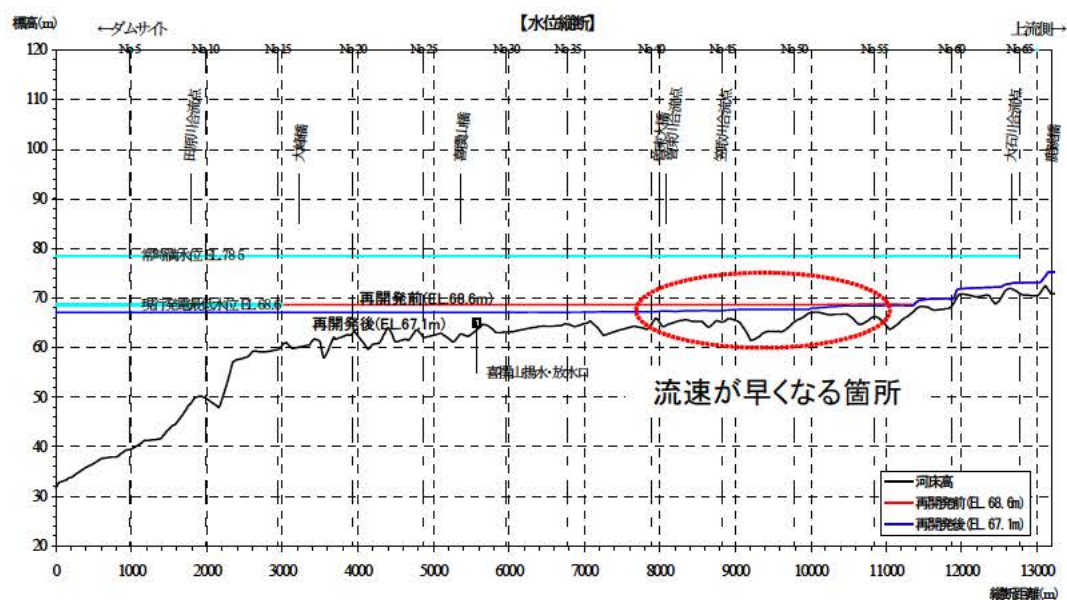


図-22 ダム貯水池の水位縦断面図

◇発電最低水位の変更に伴う流速の変化

天ヶ瀬ダム再開発による発電最低水位が変更された場合の、表層部と底層部の流速の変化を解析した結果、発電最低水位が低下することで、流速が0.4m/s程度から1.6m/s程度と早くなる区間が現れます。(曾東川合流付近から南郷IC(京滋バイパス)上流付近の約3kmの区間)

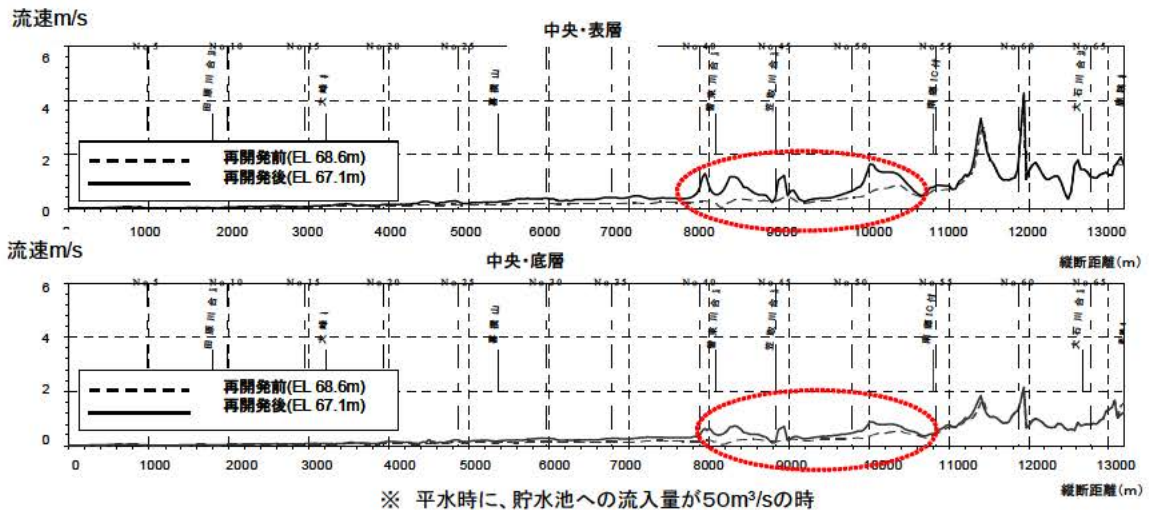


図-23 平水時に発電最低水位が変更された場合の流速の比較縦断面図

◇干出域の増加

再開発による発電最低水位の変更(水位低下)によって新たな干出域が生じます。

再開発後の主な干出域(発電最低水位が68.6m→67.1mになることによって干出する範囲)



図-24 再開発後の天ヶ瀬ダム貯水池の主な干出域

貯水池周辺斜面の安定性については、現在にの水位変動幅内での変動であることから、安定性に問題が生じることはないと考えています。

(2) 貯水池水際動植物調査

◇底生動物の分布状況

2006年9月から2007年1月にかけて底生生物の調査を行いました。

冬季調査時には、12月の水位上昇の影響で、干出した斜面上にカワニナ類、ヒメタニシ等が石の下などの多湿な環境で生存していることが分かりました。

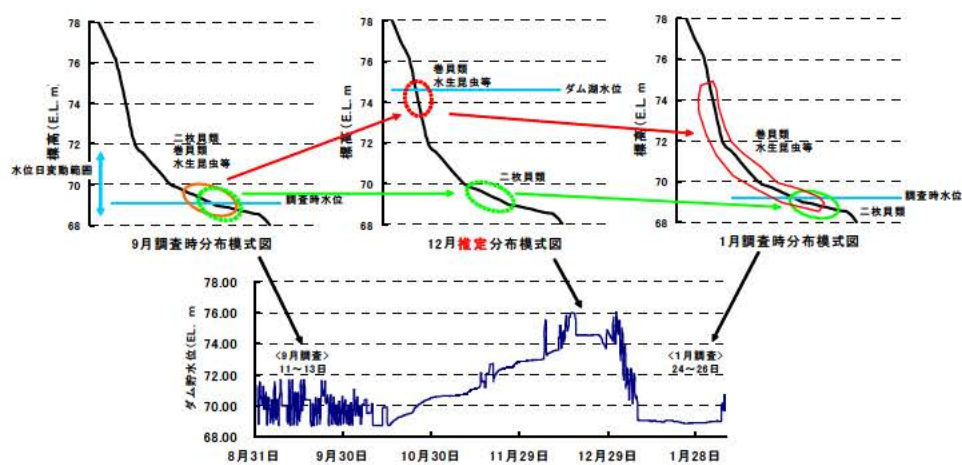


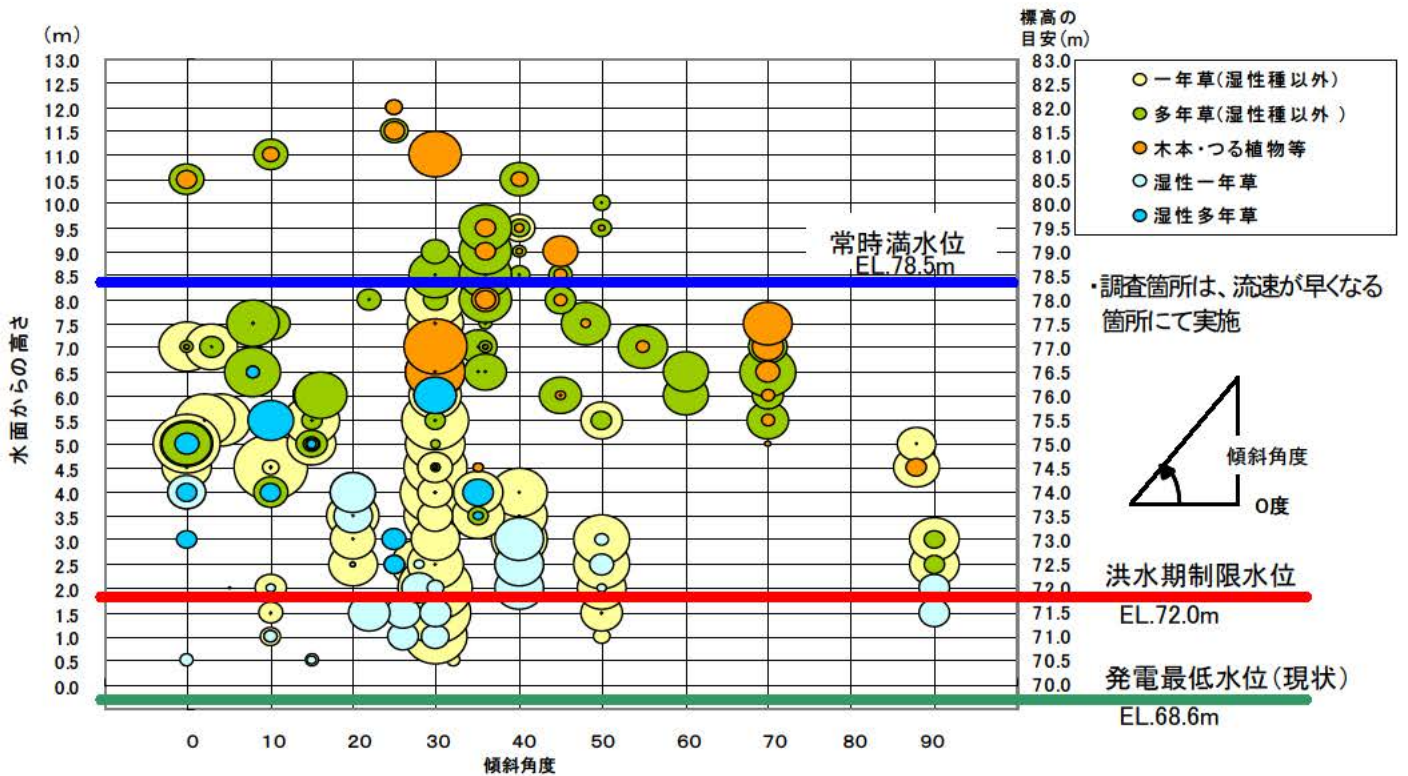
図-25 2006年9月から2007年1月のダム湖水位変化

流速変化により付着藻類皮膜の発達、剥離に与える影響は、再開発により一部流速の増加がありますが、上流からの供給が維持されるため、再開発前後での変化はほとんど無いと考えられました。

◇流速が変わる区間での水際植物調査

天ヶ瀬ダム貯水池斜面の植物の分布は、冠水頻度に応じた分布となっています。

洪水期制限水位（E.L.+72.0m）以下では、地形傾斜にかかわらず一年草が優占しています。発電による水位の日変動域には、湿性一年草が生育しています。



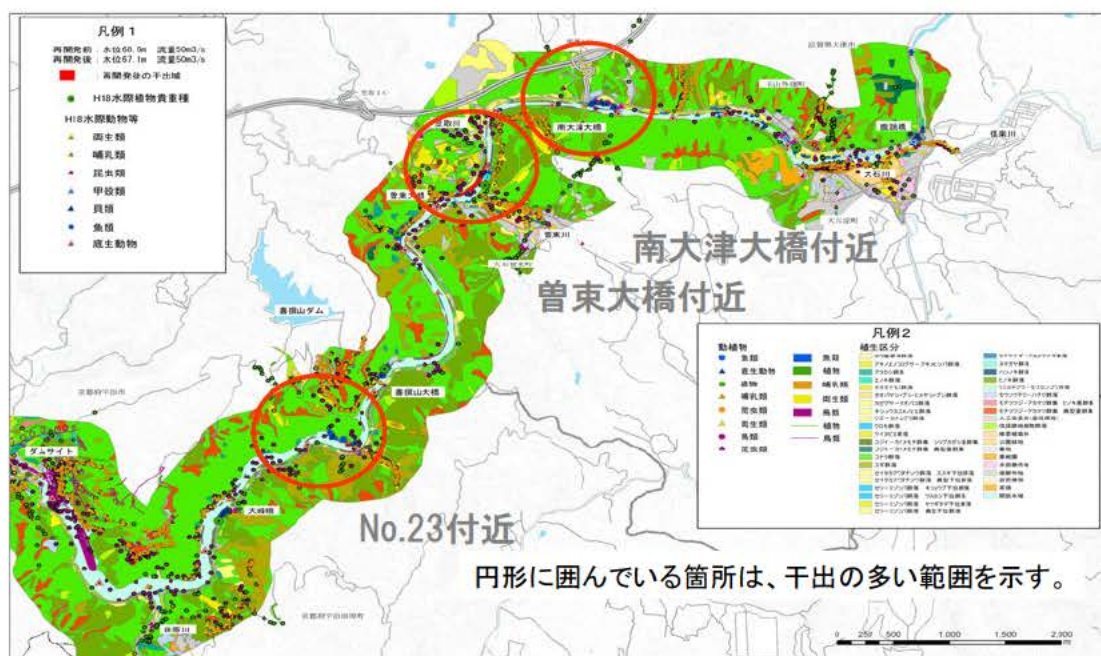
注) 円の大きさは、分類語との被度の合計値であり、同一グラフ内の相対的なボリュームを示す。

図-26 水際植物調査結果(冠水状況と水際植物の関係)

◇新たな干出域と生物分布

貯水位低下に伴う干出域と生物分布の情報を重ね合わせて、出現種の利用状況等を推定し、影響を受ける種を検討しております。

なお、円形に囲んでいる箇所は、干出の多い範囲を示しています。



図一27 水位低下により影響を受ける生物分布の状況

5.3 調査検討結果

○下流河川環境

天ヶ瀬ダム再開発後は、最大放流が増大することにより、ダム直下付近での流速の増大、また下流河川における水位上昇が見込まれます。これらは、大規模な出水時及び後期放流時の限られた期間での変化であり、年間を通じた流況にはこれまでと大きな変化は生じないものと考えられます。

琵琶湖後期放流による下流河川の流速及び水位の変化によって生じる環境影響については、琵琶湖後期放流量が増加することにより下流河川の流速や水位が上昇しますが、河床洗掘や、向島ヨシ原等の冠水深及び流速の増加が想定され、その状況を調査したうえで下流宇治川の河川整備に併せて学識者のご意見を伺いながら検討をすすめ、必要に応じて対策を講じることとします。

○周辺環境(低周波音)

トンネル式放流施設によって発生する低周波音特性や伝搬状況については、トンネル式放流施設の施設設計段階において模型実験を行い、構造等に工夫し、周辺に低周波音が発生しないような設計を実施していくことで対処することとしています。

○貯水池内環境

ダム貯水池内の湖辺環境について、貯水池の水位変動に伴う生物の生息・生育環境等への影響について検討した結果、貯水池上流を中心に一時的に湛水域の減少が生じます。しかし、水位の日変動が頻繁であり湿潤な環境はある程度保たれること、また、流入河川の湿地環境を干出させるような変動は生じないという結果が得られました。

6. 堆砂対策

天ヶ瀬ダムの堆砂状況は、ダム堆砂が直接的な貯水池機能障害を引き起こす状況ではなく、今後とも継続的に監視を続けるとともに、ダム機能の維持及び下流環境改善のための検討を行うこととしています。

天ヶ瀬ダム再開発による土砂移動の連続性を確保する方策として、放流能力増強と併せ、排砂施設として旧志津川導水路を活用する案を検討しました。

天ヶ瀬ダム再開発の技術検討委員会において、排砂施設が頻繁に維持管理のための保守点検が必要な事例が有ることを踏まえ、洪水時に排砂する施設とすることは好ましくないとの見解を得たこと、放流能力増強策としても妥当ではないため、採用を見送りました。

天ヶ瀬ダムにおける土砂移動の連続性確保のための排砂方策を検討する上で、宇治川だけでなく淀川下流の土砂管理に与える影響を検討する必要があります。

このため、天ヶ瀬ダムにおける土砂移動の連続性確保するための施設については天ヶ瀬ダム再開発計画に係わらず、別途、淀川流域全体の土砂管理の検討状況を踏まえ検討することとしました。

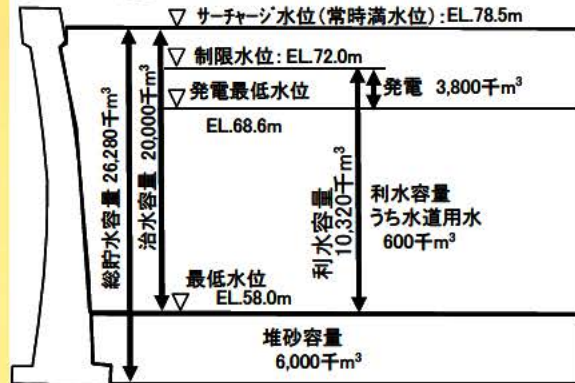
7. 現行天ヶ瀬ダムの概要

天ヶ瀬ダムは、昭和28年台風13号による大洪水をきっかけに、昭和34年に洪水調節、水道、発電の3つの目的で着工、昭和39年に完成した多目的ダムです。

天ヶ瀬ダム本体及び貯水池諸元	
河川名	淀川水系淀川(宇治川)
位置	[左岸]宇治市横島町六石 [右岸]宇治市横島町横尾山
流域面積	琵琶湖流域3,848km ² (内湖面積680km ²) 天ヶ瀬ダム流域352km ² 計(全流域)
型式	ドーム型アーチ式
堤頂長及び堤高	堤頂長254m、堤高73m
体積	ダム本体121,500m ³ 、副ダム水たき42,500m ³ 、計164,000m ³
地質	砂岩、粘板岩
コンジットゲート	3門、放流量1,100m ³ /S(能力)、840m ³ /S(計画最大放流量)
クレストゲート	4門、放流量680m ³ /S(能力)
湛水面積	1.88km ²
常時満水位	O.P. 78.5m
洪水期制限水位	O.P. 72.0m(6月16日～10月15日)
最低水位	O.P. 58.0m
利用水深	20.5m
総貯水量	26,280,000m ³ (甲子園球場約70杯分)
有効貯水容量	20,000,000m ³

図-29 天ヶ瀬ダムの諸元

【洪水期】



【非洪水期】

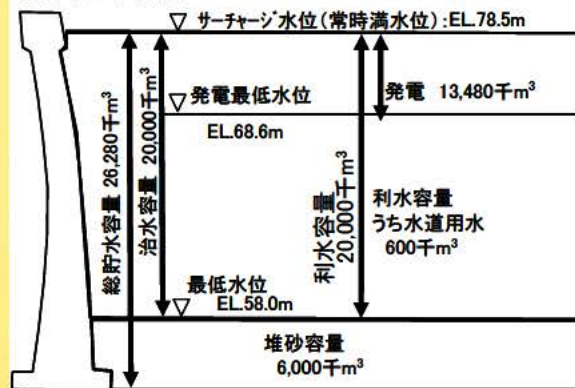


図-30 天ヶ瀬ダム容量配分図(現行)

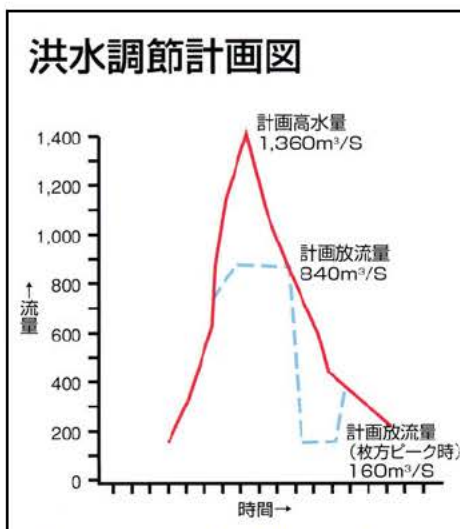


図-31 天ヶ瀬ダム洪水調節計画図

(1)洪水調節

天ヶ瀬ダム地点の計画高水量毎秒1,360m³を毎秒840m³に調節して宇治川の氾濫を防ぎます。さらに、下流淀川のピーク時には毎秒160m³に調節して下流域の洪水を防ぎます。

(2)水道

宇治市、城陽市、八幡市、久御山町の3市1町に供給する上水道用水として最大毎秒0.3m³をダム湖より取水しています。

また、毎秒0.6m³の水量について天ヶ瀬ダム再開発事業を前提とした暫定取水を行っています。

(3)発電

天ヶ瀬ダム下流の天ヶ瀬発電所は最大使用水量毎秒186.14m³で最大発電電力92,000kWの発電を行い、また上流にある喜撰山発電所は天ヶ瀬ダム貯水池を下部調整池として最大使用水量毎秒248m³で最大466,000kWの発電を行っています。

【補足資料】

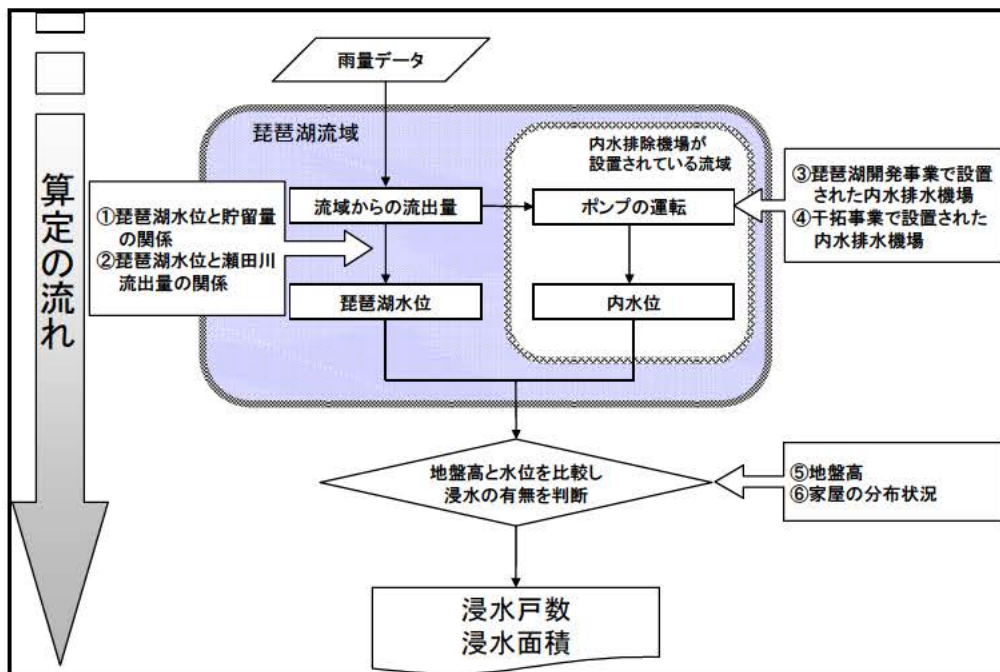
1. 琵琶湖沿岸の浸水想定について

琵琶湖の水位上昇による沿岸部の想定浸水被害は、雨量データに基づき流域からの流出量を算出し、琵琶湖への貯留量や瀬田川への流出量を考慮した上で、琵琶湖水位を算出して求めます。

なお、内水排水機場が設置されている地域においては、ポンプ運転を考慮して、内水位を計算したうえで、想定浸水被害を求めます。

このように琵琶湖水位と内水位を地盤高と比較し、浸水深と浸水範囲を算出しています。

したがって、琵琶湖最高水位が同じ水位となる洪水であっても、降雨の継続時間、時間分布や空間分布の違い、内水排水機場が設置されている場合、その運転状況によって想定浸水被害は異なります。



図一補1 琵琶湖沿岸の浸水想定算定までの流れ

琵琶湖の戦後最高水位を記録した昭和 36 年 6 月洪水が発生した場合において、現況の河道状況における想定浸水被害、天ヶ瀬ダムの放流能力増強と宇治川・瀬田川の整備後における想定浸水被害を算定すると表一補 1 のとおりとなります。

表一補 1 昭和 36 年 6 月洪水が発生した場合の想定浸水被害

	現在の河道状況における想定被害	整備完了後における想定被害	参考 被害実績
琵琶湖最高水位	B. S. L. +0. 90m	B. S. L. +0. 71m	B. S. L. +1. 10m
浸水面積（全体）	約 3000ha	約 1900ha ^{※2}	4688. 8ha
浸水面積（田）	約 1800ha	約 940ha	11025 町 ^{※1} (=約 110100ha)
浸水面積（畑）	約 50ha	約 30ha	記載なし
床上浸水戸数	0 戸	0 戸	223 戸
床下浸水戸数	15 戸	0 戸	2445 戸

※1 水稻冠水面積。ただし琵琶湖の水位上昇以外の被害も含まれます。

※2 第 63 回委員会審議資料 2-2 において、浸水農地面積を約 1800ha と記載しましたが、正しくは約 1900ha です。

※3 被害実績については、琵琶湖水位以外は、「滋賀県災害誌」（滋賀県）より

※4 最高水位 鳥居川観測所 7 月 1 日 14 時 B. S. L +1. 10m

【参考】これまでの計算結果の相違点

これまでの想定浸水被害は、図一補 1 の丸数字を付けた以下の条件について変更していることにより、計算結果が異なります。

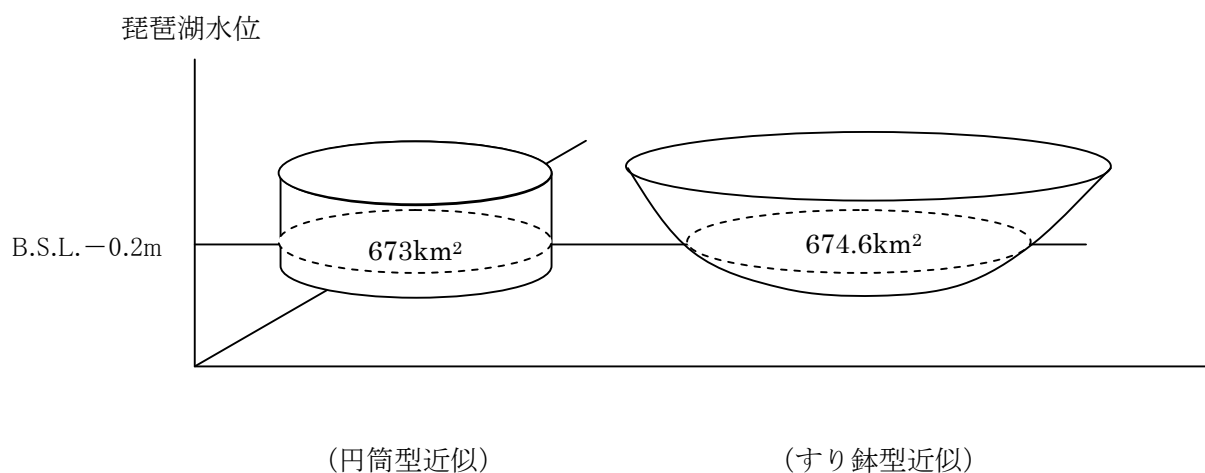
- ① 琵琶湖水位と貯留量の関係
- ② 琵琶湖水位と瀬田川流出量の関係
- ③ 琵琶湖開発事業で設置された内水排水機場
- ④ 干拓事業で設置された内水排水機場
- ⑤ 地盤高
- ⑥ 家屋の分布状況

(1)琵琶湖水位の計算条件の変更(①、②について)

整備計画原案の作成において、琵琶湖の湖岸形状や瀬田川改修の進捗状況を反映するため、琵琶湖水位を計算する際に用いる以下の条件を変更しました。

表一補2 琵琶湖水位計算条件の新旧比較

	これまで	今回	備考
琵琶湖水位と琵琶湖貯留量の関係	円筒形近似 湖面積 (673km ²)	すり鉢形近似 湖面積 (674.6km ²)	湖岸形状について最新の航空測量結果を反映
琵琶湖水位と瀬田川流出量の関係	平成10年測量断面	平成16年測量断面	洗堰下流河道の河床掘削を反映



図一補2 琵琶湖水位と貯留量概念図

(2) 想定浸水被害の計算条件の変更(③、④、⑤、⑥について)

内水排水場の運転条件、地盤高と家屋分布を変更しました。

表一補3 計算条件

委員会等	流域委員会 第20回委員会	対話討論会 (第3回天ヶ瀬 ダムワーク(1))	流域委員会 第3回3ダムサ ブワーキング	流域委員会 第63回委員会
	2003年 4月20日	2004年 2月8日	2004年 11月18日	2007年 9月26日
③琵琶湖開発事業で設置された内水排水機場(14箇所)	ポンプによる排水計算実施	ポンプによる排水計算実施	ポンプによる排水計算実施	ポンプによる排水計算実施
④干拓事業で設置された内水排水機場(8箇所)	ポンプの計算をせず琵琶湖水位と同じ高さまで水位上昇	対象として見込まず	対象として見込まず	ポンプによる排水計算実施
⑤地盤高	都市計画図の値を使用	航空測量データを使用	航空測量データを使用	航空測量データを使用
⑥家屋分布	国土地理院作成の数値情報を使用	家屋の嵩上げ高を考慮し数値情報を補正	琵琶湖計画高水位 B.S.L.+1.4m 以下の家屋の地盤高を個別調査	琵琶湖計画高水位 B.S.L.+1.4m 以下の家屋の地盤高を個別調査

表一補4 想定浸水被害の計算結果(昭和36年6月洪水)

委員会等	流域委員会 第20回委員会	対話討論会 (第3回天ヶ瀬 ダムワーク(1))	流域委員会 第3回3ダムサ ブワーキング	流域委員会 第63回委員会
	琵琶湖水位	B.S.L.+0.98m	B.S.L.+0.98m	B.S.L.+0.98m
浸水戸数	11戸	7戸	18戸	15戸
浸水面積(全体)	3533ha	3533ha	2675ha	2986ha
浸水農地(田・畑)	2315ha	約2300ha (2315ha)	約1600ha (1587ha)	約1900ha (1880ha)
浸水農地(田)	2234ha	2234ha	1550ha	1829ha
浸水農地(畑)	81ha	81ha	50ha	51ha

2. 既存施設を有効活用した天ヶ瀬ダム放流能力増強案について

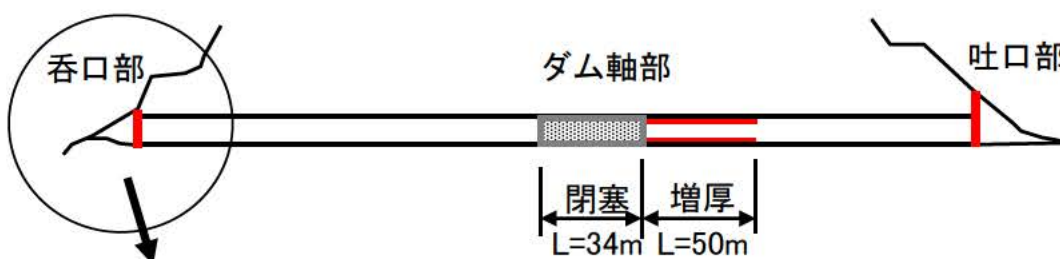
◇天ヶ瀬ダム堤外仮排水路トンネル

(第2回ダムワーキング(H16.7.18) 資料4-2 P59からP60)

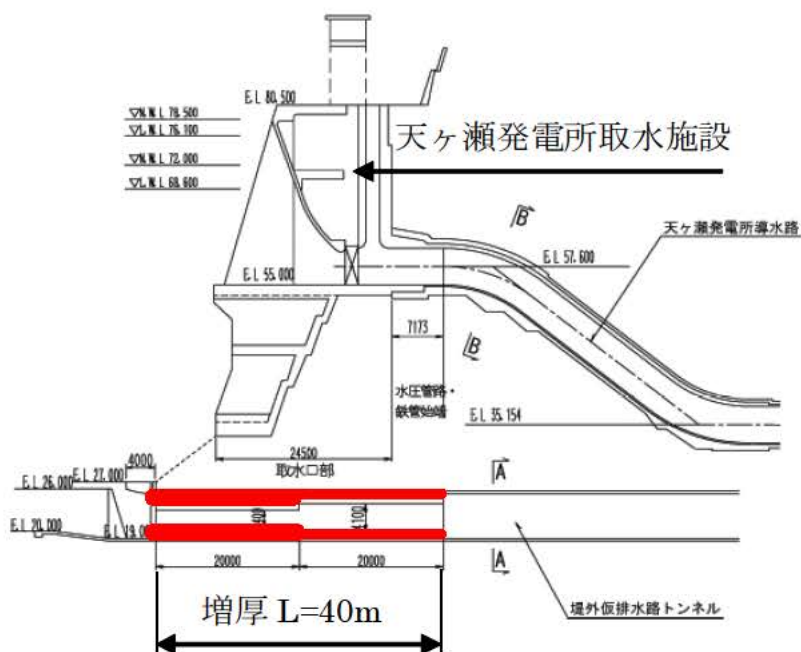
【現況】

堤外仮排水路は、ダム建設時の仮排水路として利用されていたもので、天ヶ瀬ダムの建設完了と同時に呑口部、ダム軸部、吐口部の閉塞が行われています。なお、呑口部では天ヶ瀬発電所の取水施設が直上に建設されることから施設の安全性を考慮して、長さ40mのライニング厚の増厚が行われています。

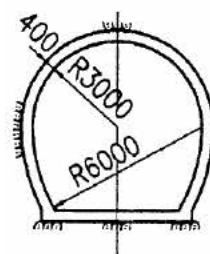
また、ダム軸部はダムスラストの分布を考慮して、長さ34mの閉塞および長さ50mのライニング厚の増厚が行われています。



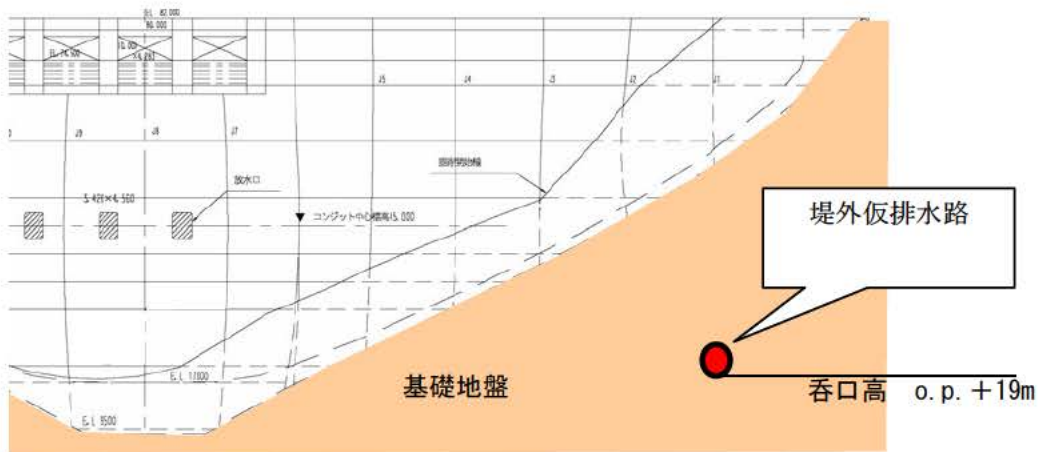
図一補3 堤外仮排水路縦断面図



図一補4 呑口部補強縦断面図



図一補5 堤外仮排水路断面図

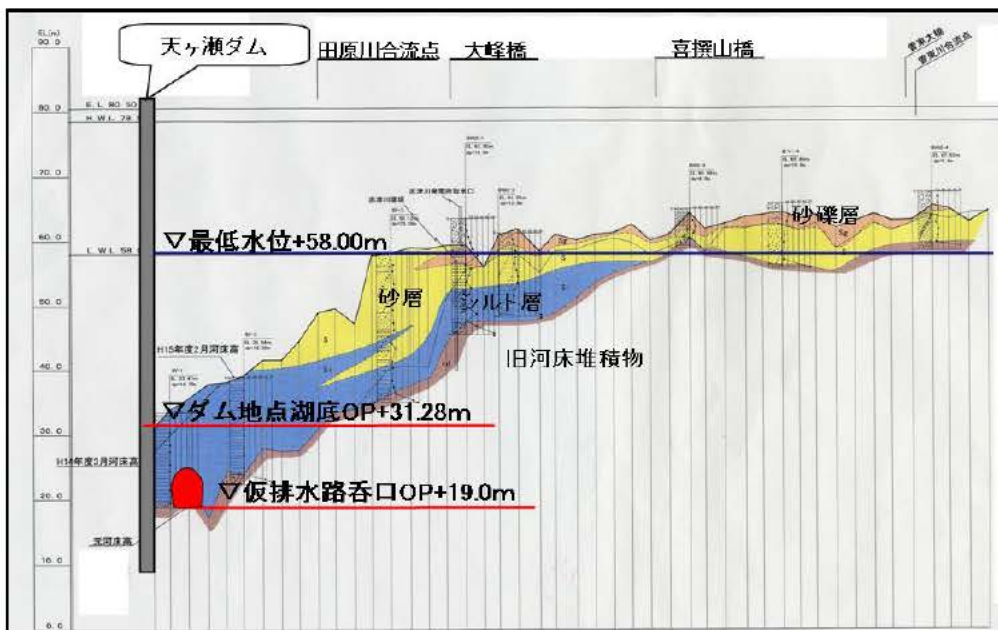


図一補 6 堤外仮排水路と天ヶ瀬ダムとの位置関係

【放流能力増強策】

図に示すように堤外仮排水路呑口部の補強は、天ヶ瀬発電所取水口の建設時に補強したものであり、構造上これを撤去することはできません。また、ダム完成前に、ダムスラスト方向と堤外仮排水路の交点を中心として閉塞及び増厚がなされていますが、これを撤去することはダムの安全性への影響が懸念されるため、不適當です。

さらに、堤外仮排水路の呑口敷高は+19.0m と天ヶ瀬ダムの現況堆砂面以下に位置するため、施設運用時においても、再度埋没する恐れや、ダムに堆積したヘドロなどを排出することによる宇治川筋への環境の悪化が懸念されます。よって、堤外仮排水路を利用した案は採用できません。



図一補 7 貯水池縦断面図 (平成15年2月測量)

◇旧志津川発電所導水路

(第2回ダムワーキング(H16.7.18) 資料4-2 P62からP63)

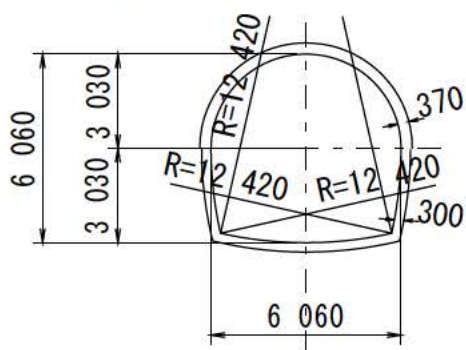
(第9回ダムワーキング(H16.12.1) 資料3-4 P12からP15)

【現況】

旧志津川発電所導水路は、天ヶ瀬ダムが建設されるまで発電用の導水路として機能していたもので、導水路は当時のままで現存しています。なお、トンネル内は京大地殻変動観測所として再利用されています。

発電所廃止に伴い導水路呑口部の閉塞、水圧鉄管部および発電用設備は撤去が行われています。また、トンネル出口の水槽部から余水吐トンネルが分岐して建設されており、現在、この余水吐トンネルは志津川として機能しています。

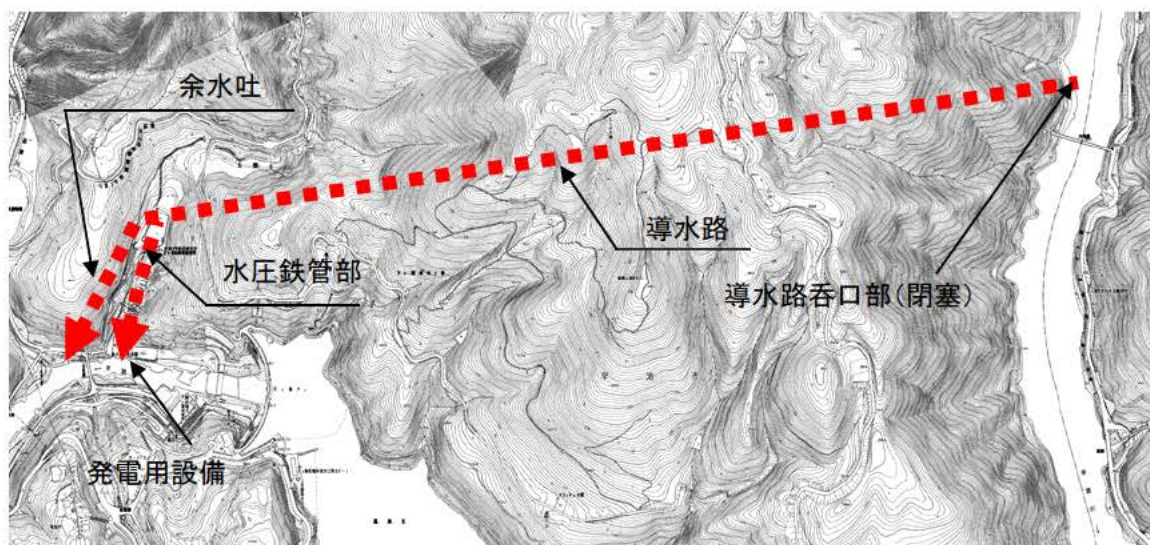
旧志津川発電所の建物は撤去されず、現在は民間企業の水理模型実験所として再利用されています。



図一補 8 既設導水路断面図



写真一補 1 旧志津川発電所導水路取水口
(貯水位 O.P.+71m 付近)



図一補 9 旧志津川発電所導水路ルート

【放流能力増強策】

旧志津川発電所導水路を活用する方法として、以下の2案について検討しました。

・「旧志津川発電所導水路 導水路拡幅」案

導水路延長が長い（1830m）ため、断面拡幅を行った場合、施工費が多大多なることから採用できません。

・「旧志津川発電所導水路 導水路改良」案

旧志津川発電所導水路は、昭和39年に完成した天ヶ瀬ダム建設によって廃止されていますが、呑口部で閉塞されており、導水路延長のほとんどが現存しています。

しかし、現在まで放置され、内部はかなり劣化しています。

このため、この施設を利用するためにはコンクリート等で内面を補強したり、導水路出口から宇治川までの施設改造が必要です。

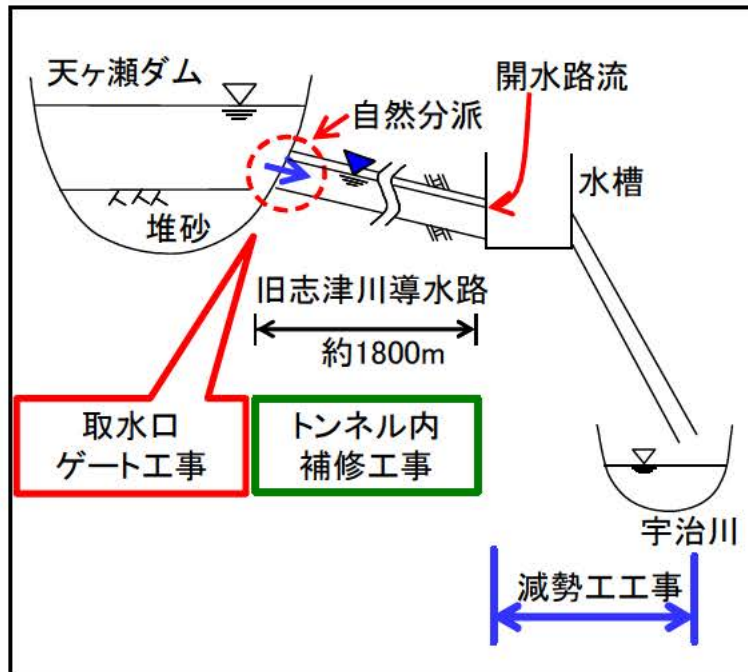


写真一補2 旧志津川導水路内の状況

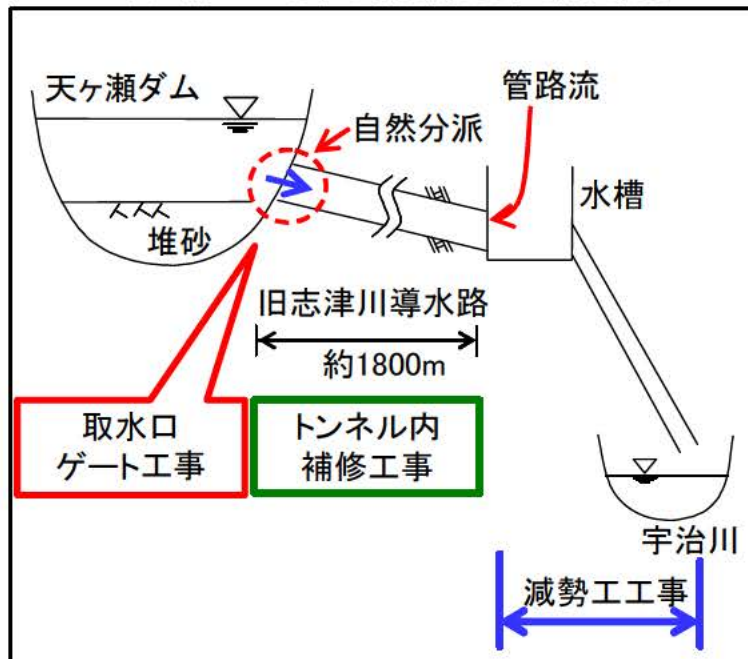
旧志津川発電所導水路を利用するためには、導水路トンネル部内面を補強し、さらにトンネル出口から宇治川までの施設改造を実施する必要がありますが、利用案としては導水路トンネルを流れる流水の形態によって2つに分かれます。

1つ目は図一補11の通り、取水口で分水し自然の流下（開水路流）によって流れる方法です。この場合、流下能力は計算上、 $82.9\text{m}^3/\text{s}$ になり、その事業費は約120億円になります。

2つ目は図一補12の通り、天ヶ瀬ダムの水位とトンネル出口にある水槽の水位差によって水を流す（管路流）方法があります。この場合、流下能力は天ヶ瀬ダムの貯水位によって決まり、計算上常時満水位 78.5m で $179.2\text{m}^3/\text{s}$ 、洪水期制限水位 72.0m で、 $142.0\text{m}^3/\text{s}$ 、発電最低水位 $67.1\text{m}^3/\text{s}$ で、 $106.5\text{m}^3/\text{s}$ になり、事業費は約200億円です。



図一補 10 旧志津川導水路改造案（開水路流）



図一補 11 旧志津川導水路改造案（管路流）

旧志津川発電所の放流能力は限定的で他の施設との組み合わせが必要となり、旧志津川発電所を增強するために要する費用が多大となるため、天ヶ瀬ダムの放流能力增強施設としての利用は非効率です。

◇宇治発電所導水路

(第2回ダムワーキング(H16.7.18) 資料4-2 P63)

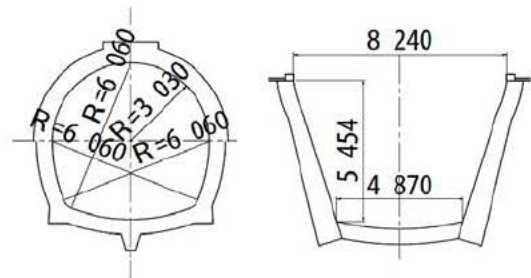
【現況】

宇治発電所は、洗堰上流右岸から取水し導水路を通して宇治発電所まで導流し、発電後宇治川塔の島付近で宇治川に放流しています。

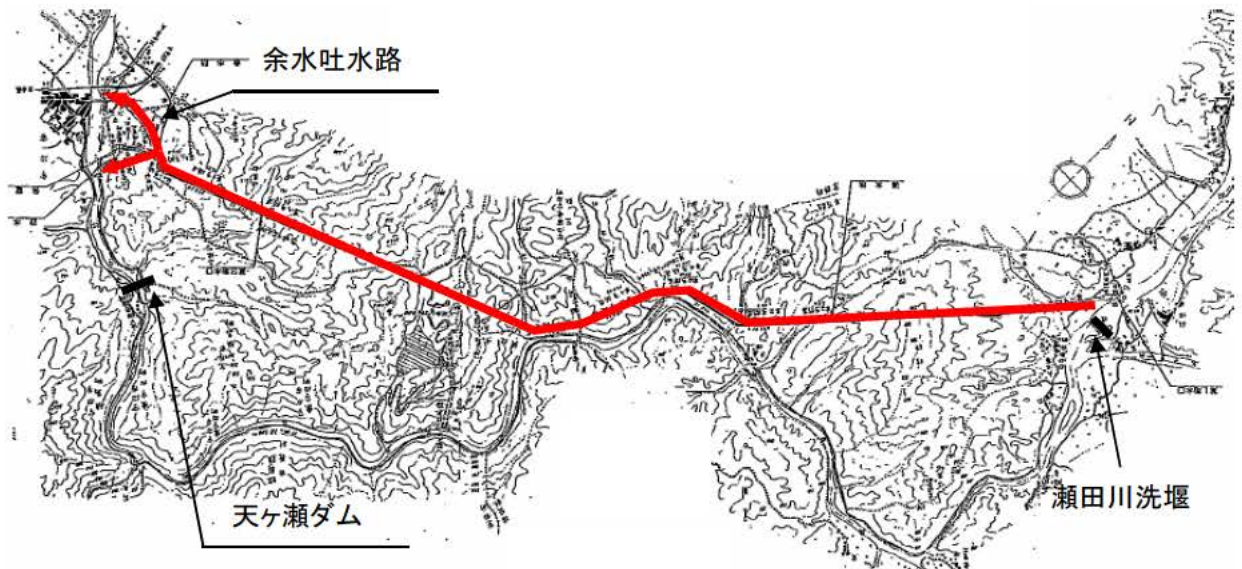
現況の導水施設の大半はトンネルで一部開水路があります。なお、発電用水圧鉄管手前には緊急停止用の余水吐水路が宇治川まで建設されています。



写真一補 3 宇治発電所取水口
(約 40m³/S 取水時)



図一補 12 宇治発電所導水路標準断面図



図一補 13 宇治発電所導水路位置図

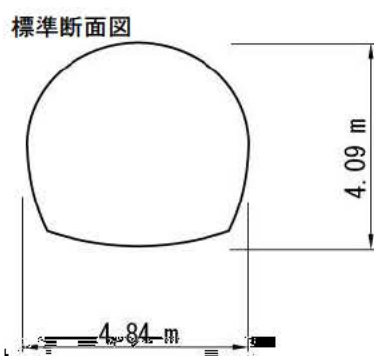
【放流能力増大方策】

宇治発電所は、宇治川からの自然流下であるため、導水路の断面によって導水量が決まっていることから、導水量を増大するためには導水路延長すべて（約11km）を拡幅する必要があり、現実的ではありません。

◇琵琶湖疏水

（第30回流域委員会（H16.6.22）資料4-2 P20上段）

放流能力の増強は、琵琶湖から宇治川塔の島地区を経て流せる量を、塔の島地区改修後で流せる量（ $1,500\text{m}^3/\text{s}$ ）まで、高めようとするものです。琵琶湖疏水は、塔の島地区をバイパスして桂川や宇治川に流れているため、放流能力の増強量の外数になります。



図一補 14 琵琶湖疏水標準断面図



写真一補 4 琵琶湖疏水