

天ヶ瀬ダム再開発事業における下流物理環境への影響予測について

足立 勝人¹・山村 達也²

¹近畿地方整備局 河川部 河川環境課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

²近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 開発工務課 (〒520-2279滋賀県大津市黒津4-5-1)

近年、環境に対する国民の関心の高まりにともない、環境影響評価法が適用される事業だけでなく、同法が適用されない事業においても環境影響に対する適切な対応が必要とされている。こうした背景の中、天ヶ瀬ダム再開発事業においても環境影響評価法の技術的内容に準じて、事業における環境影響を総合的に評価してとりまとめる必要がある。特に天ヶ瀬ダム再開発事業については、放流量の増加にともない天ヶ瀬ダム下流で河道を構成する河床材料に変化が生じ、動植物の生息に影響を及ぼす可能性が考えられることから、本稿では、下流河川である宇治川の物理環境への影響予測について検討した結果を報告するものである。

キーワード 環境, 生態系, 影響予測

1. 天ヶ瀬ダム再開発事業の概要

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とした事業である。(図-1)

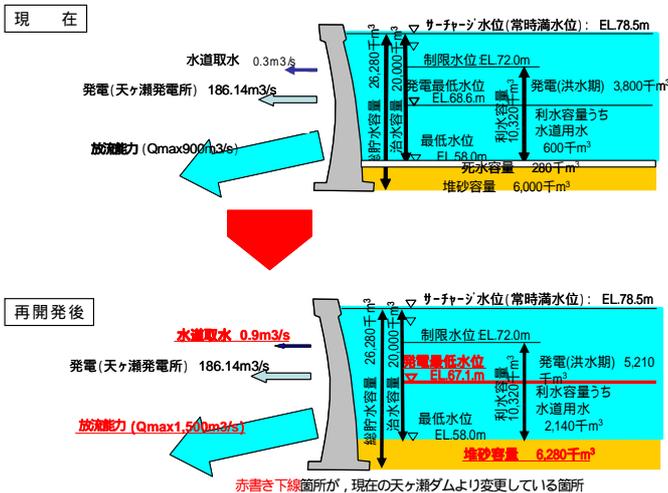


図-1 天ヶ瀬ダム再開発事業による貯水池運用の変更

既設天ヶ瀬ダムの放流能力を、制限水位(EL.72.0m)における放流能力900m³/sという現状から、発電最低水位(EL.67.1m)における放流能力1,500m³/s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設備を設ける。流水は貯水池内に設置される流入部から圧力トンネル区間を流下し、ゲートによる調節を経た後に、

地下減勢池部で減勢され、吐口部から本川に放流される。トンネル式放流設備の施設の概要を図-2及び図-3に示す。



図-2 トンネル式放流設備概要図(施設配置図)

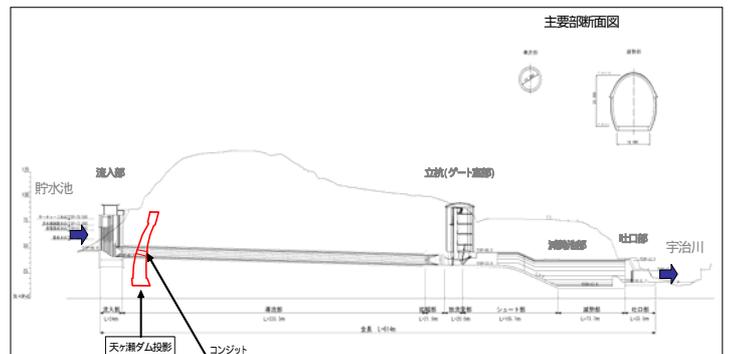


図-3 トンネル式放流設備等の概要図(施設縦断面図)

2. 事業による下流河川へのインパクトについて

天ヶ瀬ダム下流の宇治川には、絶滅危惧種のナカセコカワナが生息する礫質の河床（塔の島付近）や野鳥の生息地となっている向島のヨシ原など生物にとって重要な環境（図4）が多く存在しており、事業の実施にあたっては、下流河川への影響について配慮する必要がある。

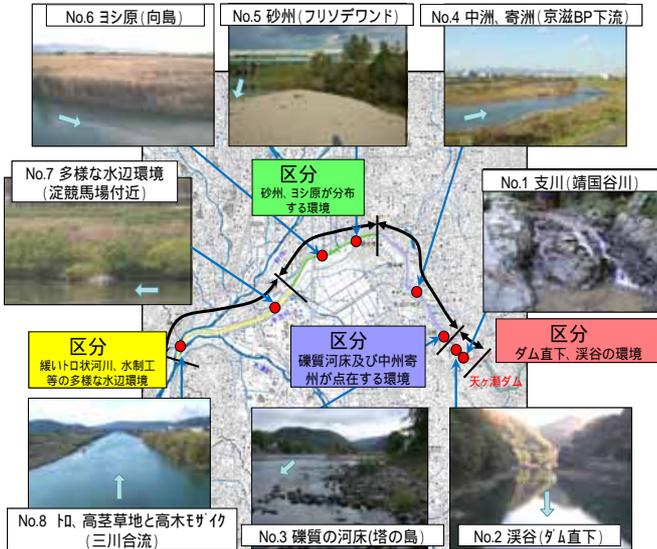


図-4 宇治川における生物にとって重要な環境

事業の実施による影響を検討するにあたり、下流河川の物理環境に与えるインパクトとしては、次のことが考えられた。

(1) 後期放流時及び出水時ピーク流量の変化

後期放流時及び出水時のピーク流量は、事業により現在の900m³/s（山科川合流前）及び1,600m³/s（山科川合流後）から1,500m³/s（山科川合流前）及び2,200m³/s（山科川合流後）に増量される。これにより河道に発生する掃流力が増加し、現行のダム操作の流量では動き得ない河床材料が移動する。

(2) 後期放流継続時間の変化

事業の実施により後期放流の頻度については大きく変化は生じないものと考えられるが、再開後の後期放流の継続時間は、再開前に比べて短くなる。これにより河道に発生する掃流力の発生時間が変化し、河床の攪乱具合に変化が生じる。

3. インパクトに対する影響予測について

前項のインパクトに対する下流河川への影響を予測するにあたり、まずピーク流量の増大による再開前後の河床材料の移動特性について、準二次元不等流計算により再開前後の移動限界粒径の変化を算出した。（図-5）ダム直下（53.3km）から51.4kmの区間で再開前と比べて移動限界粒径が20～100mm程度大きくなっているが、その他の区間では0～10mm程度の変化であり、河床に働く掃流力の変化は小さいと考えられる。なお、50.0～51.4kmにおいて移動限界粒径が再開前に比べて小さくなっているのは、河川整備計画にともなう塔の島地区の河道改修によって河積が拡大されるためである。比較的掃流力の変化の大きいダム直下から51.4km区間については、天ヶ瀬ダム完成後から河床高に大きな変化が生じていない区間であり、河床材料も100mm以上の礫が主体となっていることから100～200mmの河床構成材料が動きやすくなるが、河床の変化は小さいと考えられる。以上より、ピーク流量の増加による移動限界粒径の観点からの定性的な予測では下流の物理環境に大きな変化は生じないとする。ただし、下流河川の物理環境を予測するうえで移動限界粒径の観点から見た変化予測だけではピーク流量の継続時間等が考慮されないため不確実性が残される。したがって、ピーク流量の変化だけでなく継続時間や流量の変化による土砂の挙動を定量的に把握するため下流河川における河床変動計算の実施により予測することとした。

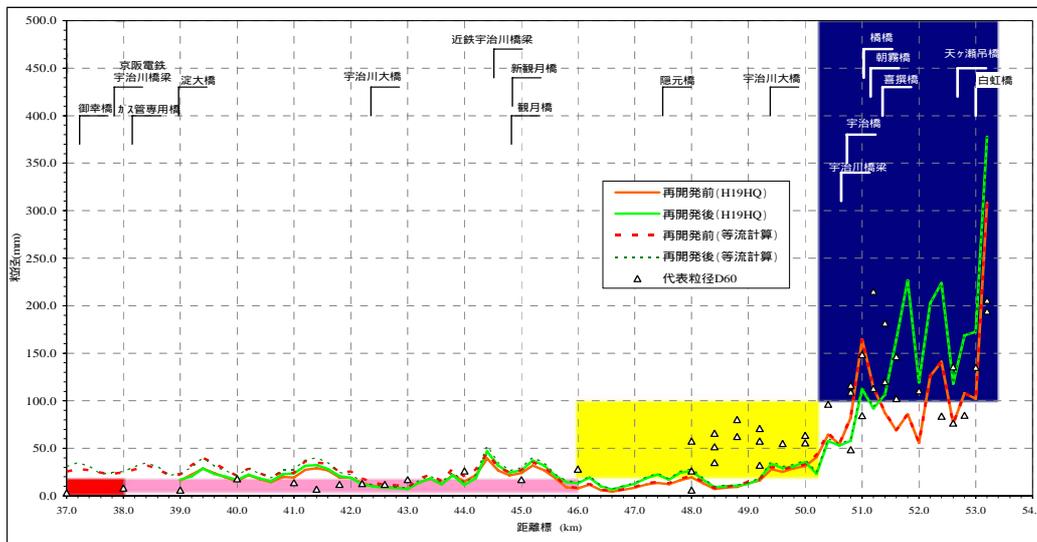


図-5 再開前後の移動限界粒径

4. 影響予測のための河床変動計算の実施

河床変動計算は不等流計算と流砂量の計算を組み合わせたモデルにより、河床変動量及び粒度分布の変動を予測計算するものである。計算にあたっては、図-6の手順により行った。なお、河床変動計算モデルの構築にあたっては、平成19年時点の河道を再現河道として検証計算を実施し、モデルの再現性を確認したうえで予測計算を実施した。

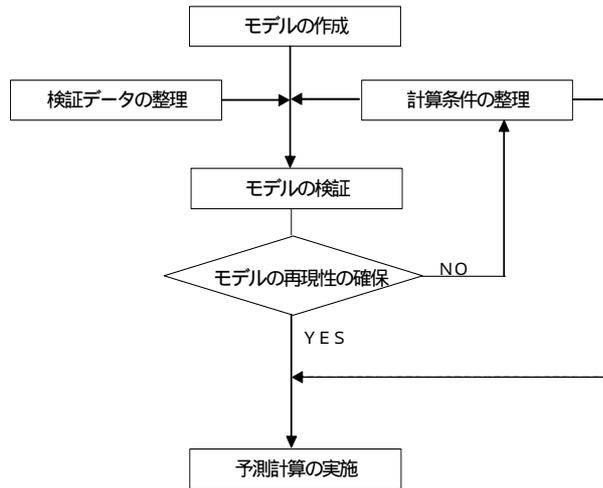


図-6 河床変動計算実施の手順

上記の手順のとおり天ヶ瀬ダム下流の河床変動計算を実施するにあたって、計算モデルを構築するために以下の課題を検討する必要があった。

計算対象範囲の設定

下流端水位の設定

河道改修（塔の島地区河床掘削）による影響の考慮

(1) 計算対象範囲の設定

宇治川の河床の変化は、天ヶ瀬ダムによる影響のほか、淀川本川からの背水による流速変化の影響も考えられる。淀川の影響を考慮するため、三川合流後の淀川も含めた河床変動計算を実施する方法も考えられた。しかし、淀川を含めた場合、桂川や木津川の影響を含めて河床変動計算を実施する必要があり、宇治川以外の基礎データ収集やモデルの検証等が新たに必要になる。前述の準二次元不等流計算結果から宇治川下流側では再開発前後の変化は小さいとの予測結果が得られていることから、同様に三川合流後の変化は小さいと考えられる。よって、淀川を含めた計算は実施せずに下流端水位の設定等で工夫をして、淀川の影響も考慮した河床変動計算を実施することとした。

(2) 下流端水位の設定

宇治川の下流三川合流点付近の水位は、宇治川の流量の変化に加えて、淀川の背水の影響を受けて変化する。下流端水位は、下流端地点の断面形状から等流計算により設定する方法が考えられるが、淀川の背水の影響があ

る宇治川では、等流計算による方法を用いた場合、下流端水位が低く設定され流速が大きくなり、土砂の移動量が多くなるために、河床の低下量を過大評価することに繋がる。また、等流計算による設定方法以外では、三川合流点直上流の39k地点の淀地点に実測の水位データがあることから、実測データを用いることで淀川の背水の影響を考慮する方法が考えられる。

上記を踏まえ、下流端水位の設定方法としては、以下の3つの方法が考えられる。

等流計算から求める方法：設定が容易で水位が低く変化量が大きくなる傾向にあると考えられるため、下流物理環境の定性的な評価としては安全側となる。

H19年淀地点HQ式から求める方法：計算断面と同じ平成19年のHQ式から下流端水位を求める方法。

高水流量観測結果の近似式から求める方法：平成9年～19年までの高水流量観測の結果から近似式を求め、下流端水位を求める方法。（淀地点のHQの信頼性に配慮）

下流端水位設定のととでは下流端水位の水位差が再開発前0.2m、再開発後0.4mであり大きな違いはないため、計算断面と同じであるの方法を用いるのが妥当であると考えた。ただし、降雨のパターンや木津川、宇治川での出水の状況から最悪の場合も想定し、淀川の背水が宇治川にまったく影響しないのケースでも計算を行い、影響の有無を確認することとした。

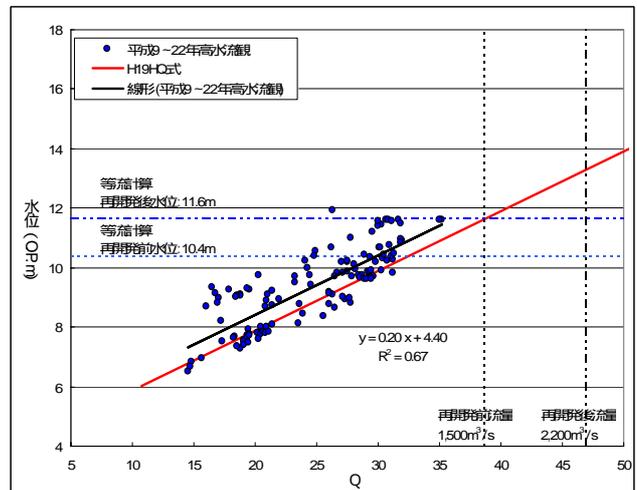


図-7 高水流量観測結果の近似曲線と平成19年HQの関係

(3) 河道改修(塔の島地区河床掘削)による影響の考慮

現在、天ヶ瀬ダム下流の塔の島地区において河道改修が進められており、河道改修による影響として河道形状の変化と河床材料の変化が考えられる。したがって、精度の高い予測計算とするためには河道改修の影響を計算モデルに考慮する必要があり、以下のとおり検討を行った。

1)河道形状の変化

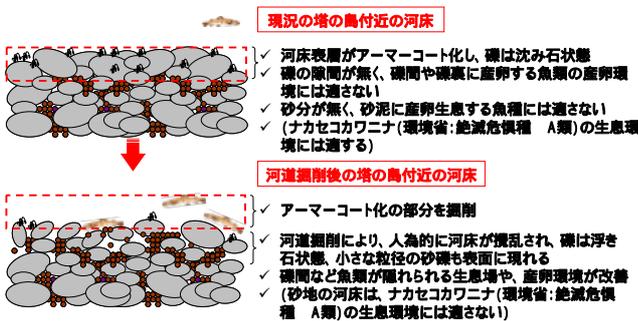
天ヶ瀬再開事業の前提として塔の島地区の河道改修があることから、計算ケースを以下の3ケースを設定し、予測計算を行った。

	河道形状	流量条件
ケース1	現況河道	再開前流量
ケース2	塔の島掘削後河道	再開前流量
ケース3	塔の島掘削後河道	再開後流量

2)河床材料の変化

現状の塔の島地区は流速を受けて細粒分が流されたことや天ヶ瀬ダムにより土砂供給が少ないことなどから河床材料が粗粒化しており比較的大きな礫が見られている。

その河道を掘削することで、表面の粗粒化している河床材料が除かれ、粗粒化していない小さな粒径の砂礫を含む河床材料が表面に現れることが考えられた。



このため、塔の島地区では、すでに河道掘削が一部で実施されていることから、掘削後の河道で河床材料調査を行い(図-8)、掘削後の箇所を把握して計算条件として設定することとした。

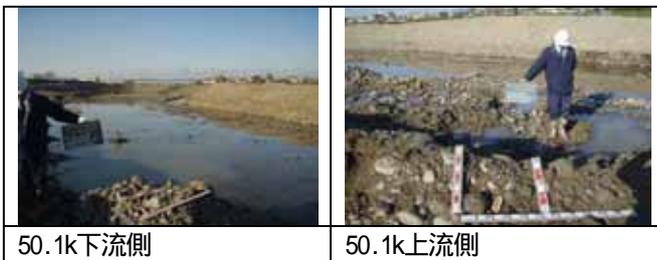


図-8 河床材料調査地点の状況

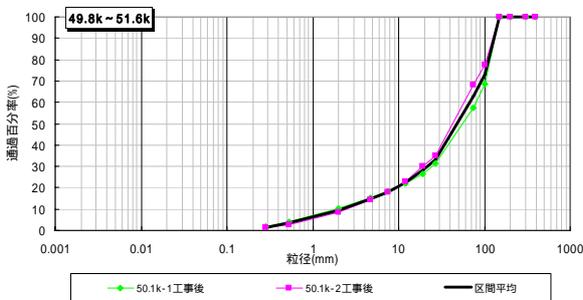


図-9 掘削後の河道での河床材料調査結果

以上の検討結果を踏まえて、以下のとおり予測条件を設定し、河床変動計算を実施した。

項目	内容
河道条件	1) 現況断面(平成19年測量) 再開前流量 2) 掘削後断面(整備計画河道) 再開前流量 3) 掘削後断面(整備計画河道) 再開後流量
流量条件	実績洪水(平成8年~平成19年:12年間)を用いる。支川流量:流域面積比で設定
対象範囲	宇治川37kから天ヶ瀬ダム 支川:山科川(残流域からの流入量を含む)
河床材料	平成15年,平成18年及び平成21年の河床材料調査結果を用いる。 塔の島地区(49.8k~51.6k)の河床材料のみ平成23年調査結果を用いる。 支川からの供給土砂量の粒径は昭和39年調査結果を用いる。 粒径は、0.005mm以上の粒径を14階級に区分。
供給土砂量	支川からの流量見合いで設定
下流端水位	宇治川37k地点のH-Qの関係から換算する。 37k地点等流によるH-Q関係 39k地点のH-Q式を再現可能な37k地点のH-Q関係
粗度係数	宇治川の河道計画における設定値を用いる 高水敷:0.02~0.08, 低水路:0.026~0.035
交換層厚	最大粒径程度(500mm)とする。
堆積層厚	露岩部:0.5m(51.6k~51.8k 52.2k~53.2k) 上記以外は10m(無制限)。

図-10 河床変動計算条件一覧

5. 河床変動計算による予測評価結果

出発水位を等流計算またはH-Q式として予測検討した河床変動計算結果をそれぞれ図-11~15に示す。

河床変動計算の結果、ダム直下から45.6k(山科川合流前)までは、再開無しも再開ありも同様の傾向を示しており、河床低下は小さいが、粗粒化の傾向が見られている。

河床の低下量が大きく算定される傾向にある等流計算での予測結果で見ると、45.6k~三川合流点までは、再開無しの場合(図-11)は、山科川合流後で10年後に1m程度低下し、その後、徐々に低下し、100年後に最大2m程度、その他の区間で1m程度河床の低下が見られ、20mm未満の礫が流出して粗粒化する傾向(図-15)が見られている。再開ありの場合(図-12)は、山科川合流後で10年後に1m程度低下し、その後、徐々に低下し、100年後に最大2m程度、その他の区間で1.5~2m程度河床低下が見られ、20mm未満の粒径の礫が流出して粗粒化する傾向が見られる。再開あり、再開無しにかかわらず最初10年の河床低下が大きく、その後も徐々に河床が低下する傾向が見られている。再開ありと再開無しと比較すると河床低下と粗粒化の傾向は変わらないが、再開ありで部分的に100年後で河床が50cm~1m程度低下する傾向が見られている。

図-13より、再開発ありと再開発無しの違いは山科川合流後で見られており、再開発ありの場合には、再開発無しに比べて41k~42kの区間で100年後に最大で1m程度河床が低下すると予測された。

41.4k付近の状況は以下のとおりであり、水際には河畔林が広がっており、護岸等の整備は行われていない。また、本区間は向島ヨシ原の下流に位置し、向島ヨシ原で見られるようなヨシ群落広がった高水敷は無く、河道は狭窄部となっているため、局所的な河床低下は生じるが、向島ヨシ原からは離れており、生態系に与える影響は小さいと考えられる。



41.4k 右岸側の状況

41.4k 左岸側の状況

予測の結果から再開発のあり無しに関わらず、宇治川の河床低下や粗粒化の傾向は今後も続く予測されるため、新たな知見の情報収集等を行うとともに、河床低下や粗粒化の現象の把握に努めることが今後も必要であるとする。

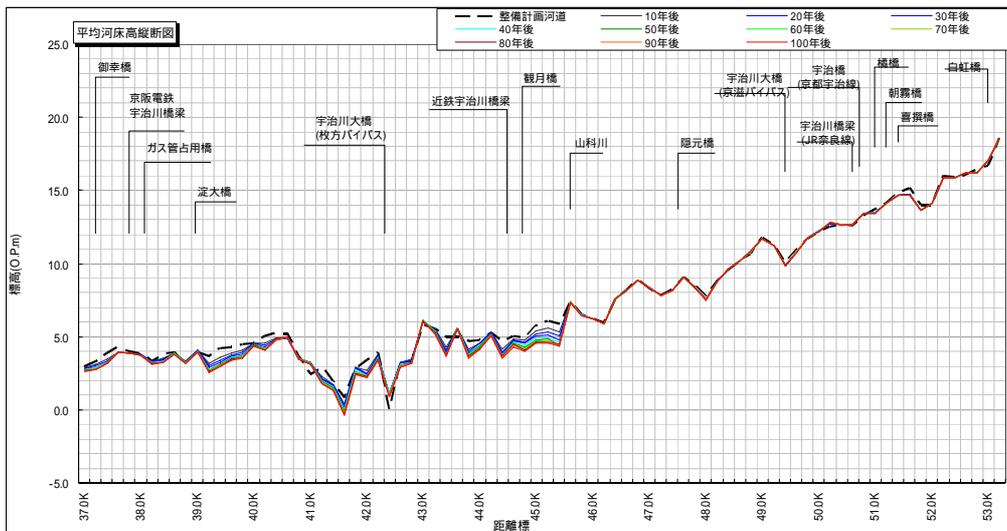


図-11 平均河床高の予測結果
(等流計算，整備計画河道，再開発前流量)

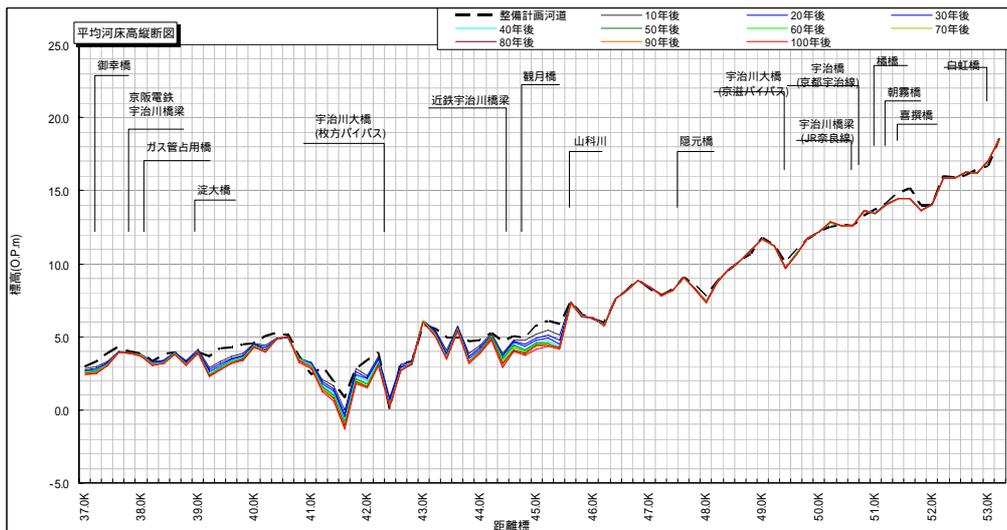


図-12 平均河床高の予測結果
(等流計算，整備計画河道，再開発後流量)

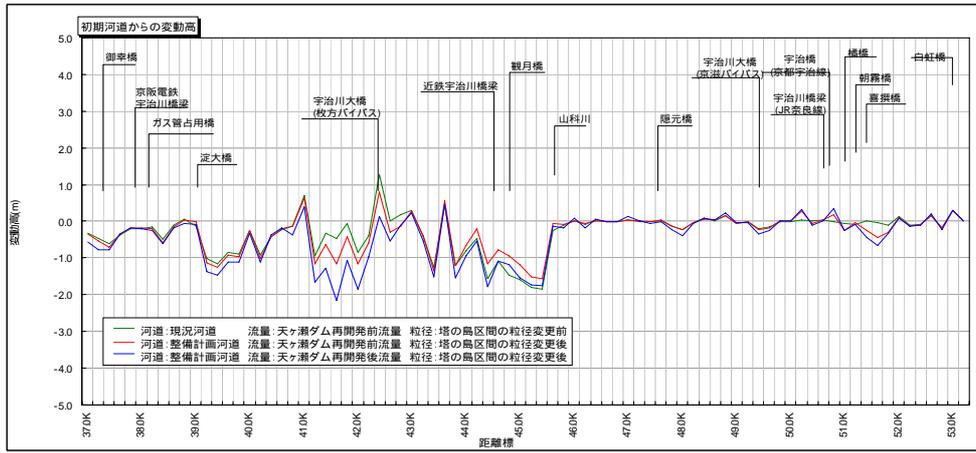


図-13 再開発前後の平均河床高の変化
(下流端水位：等流計算)

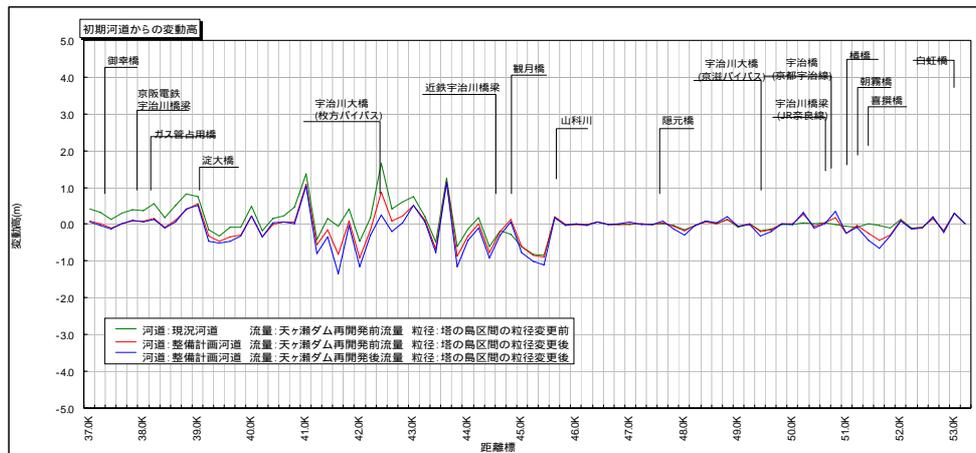


図-14 再開発前後の平均河床高の変化
(下流端水位：淀地点H0式)

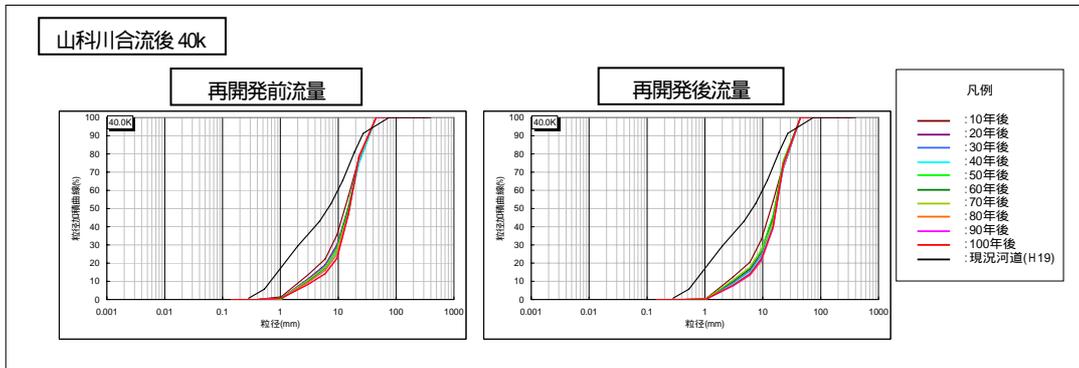


図-15 河床材料（粒径）の予測結果
(下流端水位：等流計算)

6. 今後の課題

天ヶ瀬ダム下流の宇治川は、ダムの影響等により、河床低下と粗粒化の傾向が見られており、再開発後の予測計算の結果でも傾向としては大きな変化はないものの天ヶ瀬ダム再開発事業により河床低下と粗粒化の傾向が一部区間で助長されると予測された。

宇治川には現在でも多様な生物環境が残されており、生物にとって重要な環境（図-4）については、今後も保全していく必要がある。したがって、河床低下や粗粒化

については水系全体の課題として、今後も検討していく必要があると考える。

検討にあたっては、天ヶ瀬ダムからの排砂や河川内の置き土による土砂供給など水系全体の総合土砂管理の観点での対策や河床低下、粗粒化の影響を受ける可能性のあるフリソデワンドや向島ヨシ原など重要な環境についてモニタリングを実施し、必要に応じ保全対策を検討することが今後必要と考える。