

4 天竜川ダム再編事業で目指すもの

4-1 天竜川中下流部における望ましい環境

天竜川らしさをダム群完成以前の天竜川の姿に求めると、中下流部の天竜川の特徴は、複列砂州が形成され、砂礫河原が広がる河川環境といえる。言い換えれば、上流から多量の土砂供給があるため、出水時に河床が動きやすく、また河床に堆積する砂礫により河道が振れ、河川環境の攪乱を広い範囲に受け易い環境である。

天竜川らしさ＝「複列砂州で砂礫河原が広がる河川環境」と捉えると、この環境を維持するためには、適度の土砂供給と出水による攪乱が重要な要素である。

この河川環境を生物の生息環境として捉えると、水中では、土砂供給が盛んで小規模出水でも河床が動くため、攪乱の影響を受けやすく、付着藻類の剥離更新が盛んで、アユ等の魚類や水生昆虫類のエサ場として、生産力に富んでいたと考えられる。また、河道が振れやすいために、旧河道の跡地などの一時水域が多数見られ、魚類の産卵場や稚魚の成育場としての機能を有していたと考えられる。

4-2 天竜川ダム再編事業で目指すもの

天竜川ダム再編事業は、佐久間ダムに治水機能を新たに確保し、中下流部の洪水防御を図ることを目的としており、あわせて恒久的な貯水池土砂対策を実施することにより、天竜川中下流部の土砂移動の連続性を目指すものである。

事業のなかでは、健全な流砂系の確保を視野に入れて、下流へ土砂を供給するダム、上流から土砂を供給される海岸だけではなく、供給土砂の通り道となる河道について、流砂が影響をおよぼす物理・生物環境の変化から見た排砂に対する方針についても考えておく必要がある。

排砂に伴う河道への影響は多々考えられるが、ここでは河道管理上問題となる事項、排砂による影響の判別（排砂に伴う影響か、排砂以外の要因に伴う影響か）がそれほど困難でない事項に絞って、影響事項としている。そして、土砂供給に伴って河床付着藻類の更新が期待されるが、藻類のリフレッシュ化による底生生物や魚類への影響が発現するまでには藻類への影響以上に時間を要するし、かつ土砂以外の多くの要因が関係しているため、条件としての直接的な指標にはなりづらいと考えている。

以上より、ダムからの排砂量の決定にあたっては排砂に関する技術的視点、運用上の課題、他管理者等との調整*などの他に、下記した事項についても、程度やハードルの高さの違いはあるものの、条件を満たしていく必要がある。これらの事項は各々防災機能事項（①②③）、環境機能事項（②：特に外来種の場合、③④⑤⑥）、利水機能事項（①：取水他、④）に関係する事項である。

- ① 安定的な河床高を維持する
- ② 樹林化をこれ以上進行させない
- ③ 海岸侵食をこれ以上進めない
- ④ 濁水が生態系や水利用に大きな影響をおよぼさない
- ⑤ 土砂により付着藻類をリフレッシュさせる
- ⑥ 土砂により生態系に良好な生育・生息環境を形成する

土砂動態を考えるにあたっては粒径集団毎に検討する必要があるが、流下能力の低い区間において河床上昇させない、もしくは河床上昇しても掘削等で流下能力確保に対応できる範囲内とすることが重要な条件の一つとなる【①】。

次に経年的に進んでいる海岸侵食を防止することが重要であるが、指標として汀線をどの程度前進させるかについて提示することは困難であるので、少なくとも河道からの土砂供給によって、河口付近の汀線及び河口テラスを後退させないことが不可欠な目標となる【③】。ただし、河川からの土砂供給以外に、波浪・構造物などによる土砂動態の変化も影響するので、事前に影響度合いについて要因分析を行っておく必要がある。また、ダムからの排砂を含めて河道を通じて供給するだけでは海岸侵食抑制には不十分な可能性も考えられるので、安倍川で実施されている直接的な土砂供給についても別途シナリオで検討しなければならない可能性もある。

この2点が河道から見た排砂に対する基本条件（1次目標）となる。これらが満たされれば、例えば安定的な河床高維持により長期的には樹林化の抑制【②】にもつながるなど、副次的な機能発揮が期待できる。

土砂供給に関して懸念されるのは、供給される砂以外に大量のシルト・粘土を伴うことであり、生態系や水利用への影響が考えられる。洪水は元々濁水を伴うものであるが、土砂供給に伴って更なる濁度の増加が生じる可能性がある。濁度は重要な指標ではあり、排砂工法・位置、また洪水特性によっても異なってくる【④】。

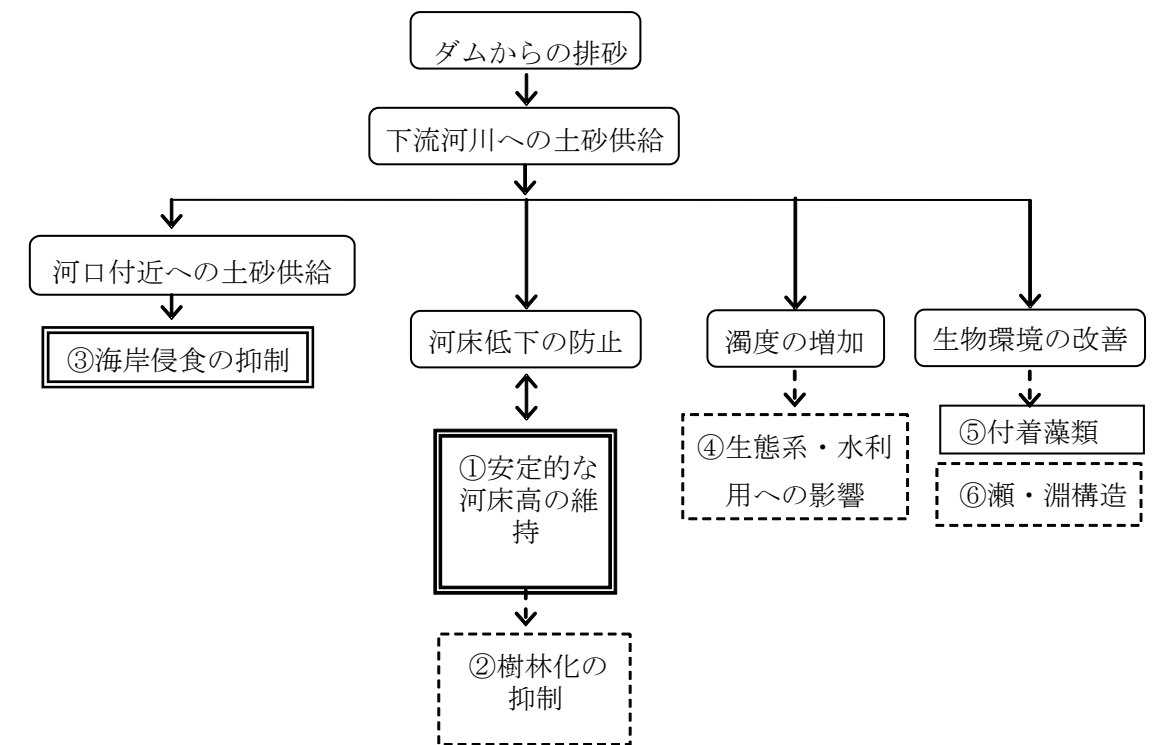
環境機能事項のうち、付着藻類は給砂による効果発現を判別しやすいが、定量的な目標とするのは難しいので、現状よりの改善を図るという2次目標設定が考えられる【⑤】。また、プロセスは明確ではないものの、礫供給により早瀬で浮き石が増加したり、砂供給によって砂礫質に生息する底生動物や砂礫質に産卵する魚類にとって有利となることが考えられ、直接的な指標化までにはいかないが、土砂供給が良い影響をおよぼすこと【⑥】が予測され、2次目標にはなりうる。

以上より、ダムからの排砂にあたっての河道等における1次目標は①安定的な河床高及び③海岸侵食抑制となり、2次目標は⑤付着藻類のリフレッシュ化及び⑥生態系に良好な生育・生息環境となる。

*①～③については、長期的な変動を計算により予測する（②は副次的予測）

④については、当該地点の濁度を計算により予測する

④⑤⑥については、既存事例等も使って予測を行う



4-3 流砂系に働きかける行為と派生する現象

天竜川ダム再編事業により変化すると考えられる環境を図 4-1 に示す。なお、矢印の色分けは今後行う検討も含めて記している。

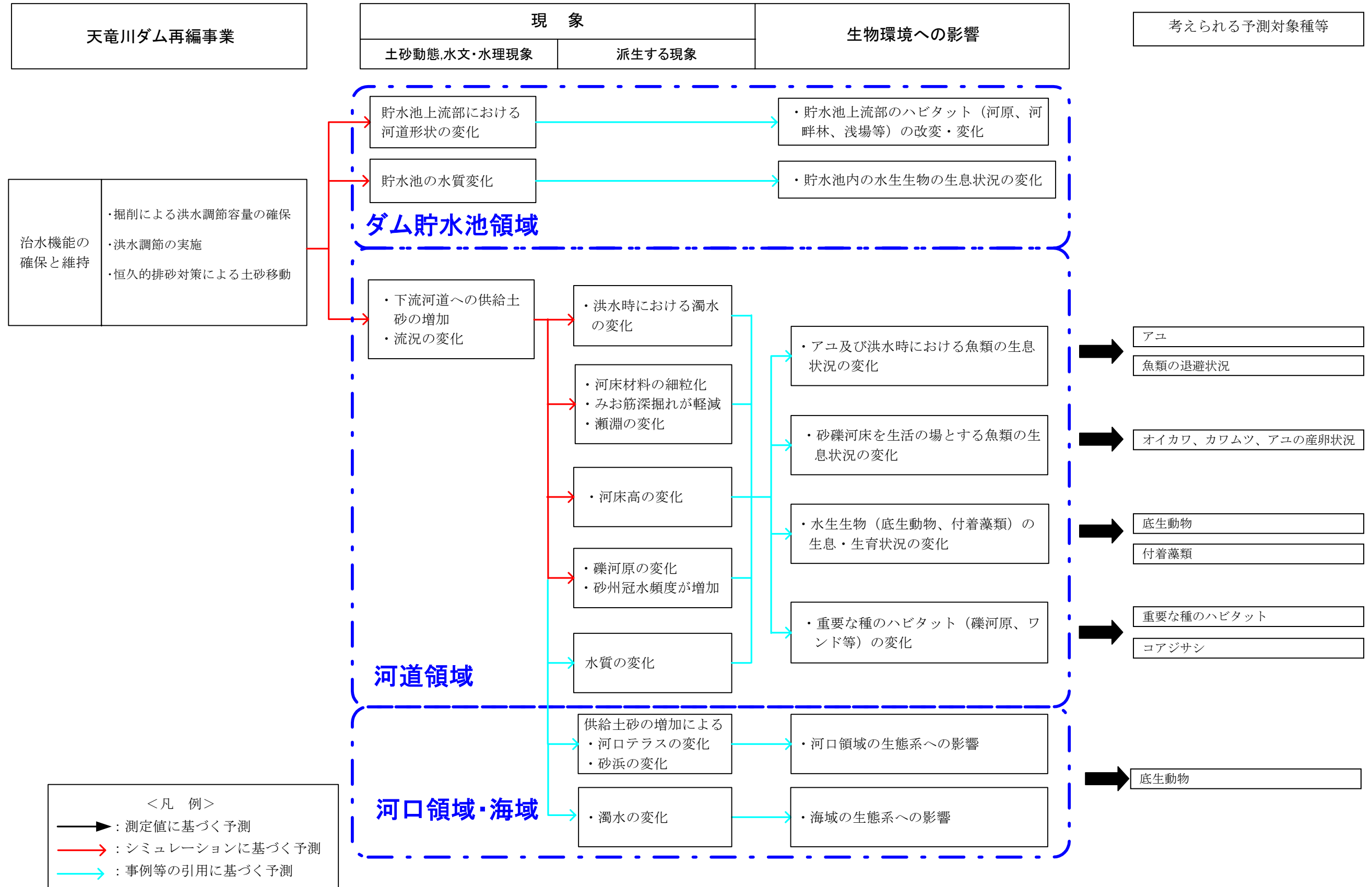


図 4-1 天竜川ダム再編事業で想定されるインパクト

5 予測・評価手法の検討

5-1 再編事業による環境変化

天竜川ダム再編事業により変化する環境は、前出のインパクトフローから抜粋すると、次のように考えられる。(物理環境は茶色, 生物環境は緑色で示す)

- ① 天竜川ダム再編事業により水理現象, 土砂動態, 水質が変化する
- ② 上記①に伴い、河床材料, 河床高, 砂州, 瀬淵が変化する。
- ③ 上記②に伴い、砂州の冠水頻度や砂礫で覆われる頻度が変化する。
- ④ 上記③に伴い、礫河原や植生が変化する。
- ⑤ 上記①②に伴い、魚類や水生生物の生息状況が変化する。
- ⑥ 上記①④に伴い、礫河原やワンドに生息する重要種の生息状況が変化する。

これらの派生する現象を領域毎に物理環境・生物環境について、予測項目、指標的な種を選定し、その予測・評価手法を検討する。また、これまでに実施している環境予測の現況分析モデルとその課題を示す。

5-2 環境変化に対する予測・評価手法の検討

5-2-1 物理環境の予測・評価手法の検討

物理環境の予測・評価の手法として、次表の内容を考えている。

表 5-1 物理環境の予測・評価の手法

領域	発生する現象		予測・評価手法
ダム貯水池領域	「貯水池上流部における河道形状の変化」		ダム貯水池の堆砂シミュレーションモデル（佐久間ダム：鉛直二次元堆砂・SSモデル、秋葉ダム：一次元河床変動モデル）を構築し、再編事業を実施した場合の堆砂形状を予測・評価する。
	「貯水池の水質変化」		濁水シミュレーションモデル（佐久間ダム：鉛直二次元堆砂・SSモデル、秋葉ダム：一次元河床変動モデルにウォッシュロード粒径を追加する、もしくは完全混合型SSモデル）を構築し、再編事業を実施した場合の濁水現象を予測・評価する。
河道領域	「河床材料の細粒化」	河床高の変化	一次元河床変動モデルを構築し、再編事業を実施した場合の低水路河床高を予測・評価する。
	「瀬淵の変化」	横断形状の変化	一次元河床変動モデルによる水理量（摩擦速度, B/H）の算定結果と、既往知見（複列砂州や交互砂州の判定図等）を照合し、下流河道における横断形状の変化を、定性的に予測する。主要箇所について平面二次元モデルで瀬淵を予測。
	「みお筋深掘れが軽減」	河床材料の変化	一次元河床変動モデルを構築し、再編事業を実施した場合の河床材料変化を予測・評価する
	「砂州冠水頻度が増加」	濁水現象の変化	一次元河床変動モデルにウォッシュロード粒径を追加、再編事業を実施した場合の濁水流下現象を予測・評価する。
河口領域・海域	「河口テラスの変化」	海岸汀線の変化	再編事業を実施した場合の海岸形状を、海岸管理者と連携し、予測・評価する。 洪水後の拡散状況の観察を行う。
	「濁水の変化」		

5-2-2 生物環境の予測・評価手法の検討

天竜川ダム再編事業に伴い、ダム下流への土砂供給に伴う河道領域・河口領域の生物環境の変化及び土砂による水質への影響（濁度の増加）等が想定される。

これらの影響を予測するため、本事業においては、①動物・植物の重要な種、②生態系を対象に調査・検討を行い、必要に応じて保全等の対策や環境の監視（モニタリング）を行っていくこととする。

影響予測の方針として、動物・植物の重要な種については、ハビタット（生物の生息・生育の場）の変化に着目し、生態系については、ハビタットや影響要因に対する影響を把握しやすい指標的な種等の変化に着目する。

以下に影響要因毎の予測評価手法、現時点において想定される影響等を示す。

表 5-2 影響予測評価の手法（1/2）

領域	番号	生物の生息・生育環境の変化	現状の課題に対する事業による効果等	予測評価対象種等	予測対象地点	影響予測の手法	想定される影響等	考えられる調査	備考
河道領域	1	河床材料の細粒化	粗粒化の軽減	オイカワ、カワムツ、アユの産卵状況	秋葉ダム直下（粗粒化が顕著）	一次元河床変動シミュレーションの結果及び出水前後の産卵環境の変化及び産卵状況から、砂礫河床を産卵の場とする魚類の生息環境の変化の方向性を予測	現状、粗粒化が顕著な秋葉ダム直下区間において、砂礫河床を産卵の場として利用している魚種としてはオイカワ、カワムツ、アユが想定される。天竜川ダム再編事業では土砂を佐久間ダム下流に供給することにより、粗粒化が顕著な区間においては新たに砂礫河床（産卵場）が形成されるため、砂礫河床を産卵の場としている魚類にとっては産卵機会が増加する可能性が考えられる。新たに形成された砂礫河床を魚類が利用する可能性については土砂供給試験などにより確認が必要である。	—	今後モニタリングについて検討
	2	洪水時における濁水の変化 河床材料の細粒化	—	底生動物	佐久間ダム～河口（類型区分に各1地点）	一次元河床変動シミュレーション、濁水シミュレーションの結果及び底質、粒度組成と底生動物の関係をもとに、底生動物の生息環境の変化の程度及び底生動物への影響を予測	現状、天竜川において確認されている底生動物は6種類の生活型に分類される。天竜川ダム再編事業では供給土砂、流況に変化が生じる結果、河床材料、水質が変化し、底生動物に影響を及ぼす可能性が考えられる。 影響予測は土砂供給試験を行うなど、供給土砂、流況、水質の変化と底生動物に関する基礎的な知見を基に、底生動物の生活型分類の構成比に着目し予測・評価を行う。	—	今後モニタリングについて検討
	3	洪水時における濁水の変化 河床材料の細粒化	—	付着藻類	佐久間ダム～河口（類型区分に各1地点）	一次元河床変動シミュレーション、濁水シミュレーションの結果及び底質、粒度組成と藻類の関係をもとに、藻類の生息環境の変化の程度及び藻類への影響を予測	現状、天竜川において生育する付着藻類は、アユ等の魚類の餌飼料に利用される等、河川域の生産者に位置づけられる。天竜川ダム再編事業では供給土砂、流況に変化が生じる結果、河床形態、水質が変化し、付着藻類の生育に影響を及ぼす可能性が想定される。 土砂供給の変化により河床に堆積、沈着・付着した土砂等が付着藻類に影響を及ぼす可能性が考えられる。さらに高い濁度は付着藻類の光合成を阻害することが想定される。美和ダムの事例からは剥離された付着藻類が短期間において回復することから、天竜川においても剥離された付着藻類は短期間で回復することが想定される。 河床に堆積、沈着・付着した土砂等の影響については、土砂供給試験などにより確認する必要がある。	・付着藻類の回復状況調査	予測のため調査が必要
	4	洪水時における濁水の変化 礫河原の変化 瀬淵の変化 砂州冠水頻度が増加	—	重要な種のハビタット	佐久間ダム～河口（類型区分に各1地点）	一次元河床変動シミュレーション及び二次元河床変動シミュレーション結果から予測される砂州形状、瀬淵形状の変化に関する予測結果をもとに、重要な種の生息環境の変化の程度及び重要な種への影響を予測	現状、天竜川において河道内を生息・生育の場として利用しているタコノアシ、コムラサキ、メダカ、コアジサシ、カヤネズミ等の重要な種がいる。天竜川ダム再編事業では供給土砂、流況に変化が生じる結果、川幅水深比が変化し、これらの重要な種が生息・生育するハビタットに影響を及ぼす可能性が想定される。 既往の調査において、重要な種についての確認位置や大まかな環境区分の分布状況についても明らかになっている。これらの情報により、各々の重要な種のハビタットを推定し、そのハビタットの消長により影響の程度を予測する。	—	今後モニタリングについて検討

表 5-3 影響予測評価の手法 (2/2)

領域	番号	生物の生息・生育環境の変化	現状の課題に対する事業による効果等	予測評価対象種等	予測対象地点	影響予測の手法	想定される影響等	考えられる調査	備考
河道領域	5	洪水時における濁水の変化 礫河原の変化 瀬淵の変化 砂州冠水頻度が増加	樹林化の抑制	コアジサシ	船明ダム～河口 (1地点)	一次元河床変動シミュレーション及び二次元河床変動シミュレーション結果から予測される砂州の砂礫で覆われる頻度及び礫河原の変化の推定結果をもとに、礫河原に生息するコアジサシの生息環境の変化の程度及びコアジサシへの影響を予測	現状、天竜川においては第二東名天竜橋～河口までの砂州において、コアジサシの営巣が確認されている。天竜川ダム再編事業では供給土砂、流況に変化が生じる結果、砂州の冠水頻度が変化し、コアジサシの営巣する礫河原・中州は増加する可能性が考えられる。天竜川におけるコアジサシに関する知見として、コアジサシは植生の進入していない砂州に営巣する可能性の高いことが調査整理されている。樹林化抑制の可能性については一次元河床変動シミュレーション及び二次元河床変動シミュレーションの結果を使用して予測する。	—	今後モニタリングについて検討
	6	洪水時における濁水の変化	—	アユ	佐久間ダム～河口 (類型区分に各1地点)	濁水シミュレーションの結果をもとに、魚類の生息環境の変化の方向性を予測	天竜川ダム再編事業では土砂を佐久間ダム下流に供給することにより、洪水時の濁度が高くなる反面、濁水期間は変化することが想定される。 これまでに蓄積された知見より、濁水の期間が長い河川と濁水の期間が短い河川に生育・生息する魚類のバイオマス (体重等) を測定した場合、濁水の期間が短い河川に生育・生息するアユのバイオマスは大きくなる傾向にある例が報告されていることから、本事業においても同様の効果が生じるものと想定される。 なお、影響予測の不確実性が高いと判断される場合には、必要に応じてモニタリングを行う。	—	今後モニタリングについて検討
	7	洪水時における濁水の変化	—	魚類の退避状況	佐久間ダム～河口 (類型区分に各1地点)	濁水シミュレーションの結果及び洪水時における魚類のワンド、細流等への避難状況調査結果をもとに、魚類の生息環境の変化の程度及び魚類への影響を予測	現状、天竜川に生息している生物で濁水の影響を受けやすい生物として魚類が想定される。天竜川ダム再編事業では、洪水時における濁水に変化が生じる結果、洪水時の水質が変化し、魚類に影響を及ぼす可能性が想定される。 これまでに蓄積された知見より、洪水時 (平常時と比較して濁度が高い時) には、濁度の低いワンド、細流に退避していることが報告されている。 自然条件下において、濁度の変化が魚類に及ぼす影響について影響予測を行うことは困難であるが、現状、天竜川において、洪水時にワンド・細流等に魚類が退避している場合、それらのハビタットが消失しなければ、濁度が高くなった場合も、魚類は退避場所に退避するものと想定される。 なお、影響予測の不確実性が高いと判断される場合には、必要に応じてモニタリングを行う。	・魚類の退避状況調査	予測精度向上のため調査が必要
河口領域・海域	8	供給土砂の増加による ・河口テラスの変化 ・砂浜の変化 濁水の変化	海岸侵食の抑制	底生動物	河口テラス周辺	海岸変化シミュレーション、濁水シミュレーション及び海岸領域における底生動物の生息状況調査の結果をもとに、海岸領域における底生動物の生息環境の変化の程度及び底生動物への影響を予測	現状、天竜川の河口テラス周辺 (海岸部) では砂浜が分布し、海浜性の植物が生育している。また、水深が浅い海域には底生性の動物が生息している。天竜川ダム再編事業では供給土砂、流況に変化が生じる結果、底質、濁度に変化し、これらの生物の生息・生育の場としての機能を有するハビタットが変化し、ハビタットを利用している生物に影響を及ぼす可能性が考えられる。 なお、影響予測の不確実性が高いと判断される場合には、必要に応じてモニタリングを行う。 これら河口領域の海岸に関する予測・評価については海岸管理者との連携が必要である。	・ハビタット (魚類、昆虫類、底生動物、植物、海藻・海草類) の分布状況調査	予測のため調査が必要

※河口領域の海岸に関する予測・評価は海岸管理者との連携が必要である。

5-3 これまでに実施している予測手法とその課題

数値シミュレーションや事例等の引用により予測できる項目と、予測ができない、もしくは予測の熟度が低い項目を分けると、次表のようになる。

表 5-4 予測可能な項目と、予測が困難な項目

	物理環境	生物環境
予測可能	土砂動態, 濁水, 河床材料, 河床高,	洪水時の魚類退避行動, アユ生息環境の変化
予測が困難 (もしくは熟度が低い)	水質(濁水以外), 砂州形状, 瀬淵形状, 砂州の冠水頻度, 礫河原の変化, 河口域の濁水拡散, 底質変化	魚類や水生生物の生息状況, 河道内の植生変化, 礫河原やワンドに生息する重要種の生息状況, 河口域・海域の生物の生息状況

従って、(現状分析含む) 予測のための調査が必要な項目と、調査のみ行う(モニタリング)項目は、次表のようになる。

表 5-5 予測のための現地調査と、環境変化を把握するための現地調査(モニタリング)

	物理環境	生物環境
予測のための調査	横断測量, 貯水池ボーリング, 河床材料調査, 出水時濁水調査, 流入土砂捕捉,	洪水時魚類退避調査, アユ生息環境調査
モニタリング	(濁水以外)水質調査, レーザー測量, 河口域堆積物ボーリング, 河口域底質調査	河道内生物調査, 魚類産卵調査, 陸上生物調査, 河口域・海域の生物調査

(1) シミュレーションに基づく予測

1) 河床変動モデルによる土砂動態の予測

2 オーダー異なる粒径集団である砂成分と礫成分を混合しないものとした計算手法とし、具体的には礫成分の河床変動計算から得られる河床高を砂成分の固定河床高として、砂成分と礫成分を2回に分けて交互に河床変動計算を行っている。その結果を以下に示す。

【河床高】

・図 5-2 を見ると土砂変動量で示した同様の箇所で見られるが、25k より下流区間ではほぼ一致していることがわかる。

【粒径】

・図 5-1 は代表断面毎の粒度分布について、河床変動計算結果と河床材料調査結果(S41、S55、H13)とを比較したものである。掃流力を0.8倍した計算結果は、近年の調査結果である平成13年表層の粒度分布に比較的適合していることがわかる。

表 5-6 H15 年度河床変動シミュレーション^{注1)}による人為的インパクトの影響予測結果(河床変動ボリューム: 万 m³/年)

河道区間	ダムなし & 砂利採取なし	ダムなし & 砂利採取あり	ダムあり & 砂利採取なし	(現況)ダムあり & 砂利採取あり
46~25k	26.2	21.4	-2.2	-7.0
25~14k	1.0	-31.8	2.6	-32.2
14~3k	0.6	-15.9	1.0	-16.4
3~0k	-2.0	-3.7	-3.6	-4.8

注1) S35~H11 までの40年間の実績流量で計算。砂利採取量は年実績値を年末に一括控除。

上表を見ると、区間毎に河床低下の主要因が異なり、以下のようなことが把握できる。

- ・ 46~25k (秋葉ダム直下~鹿島橋): ダムの影響が大
- ・ 25~14k (鹿島橋~一雲済川合流後): 砂利採取の影響が大
- ・ 14~3k (一雲済川合流後~安間川合流後): 砂利採取の影響が大
- ・ 3~0k (安間川合流後~河口): ダムと砂利採取の影響が同程度

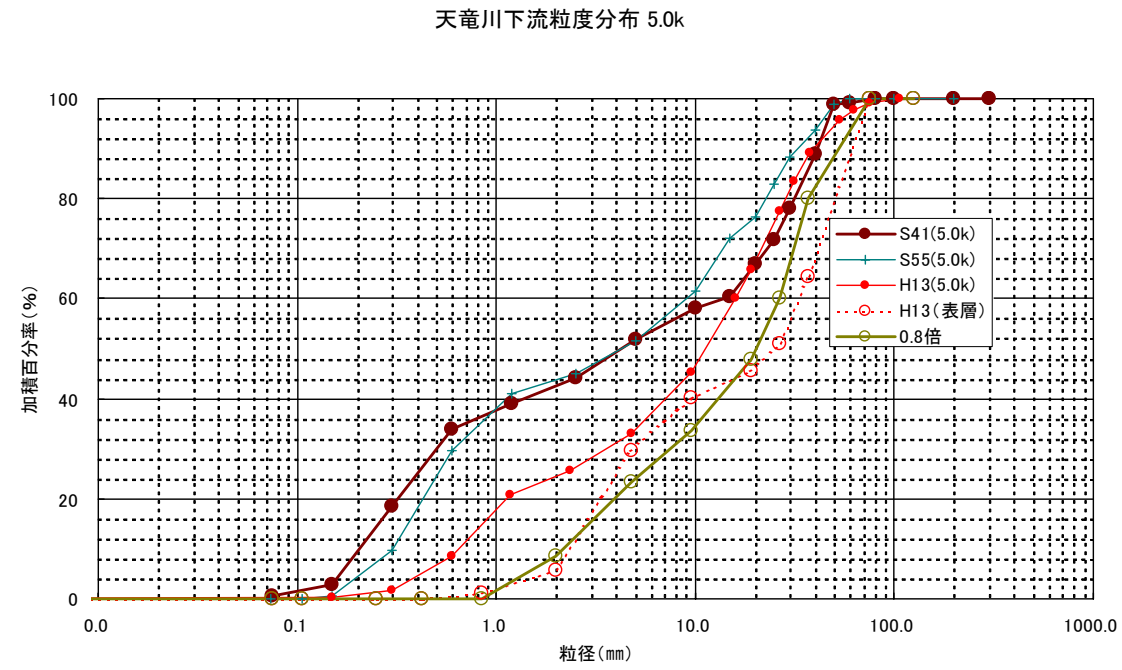


図 5-1 砂成分と礫成分を分離した河床変動計算について、礫分の掃流力を 0.8 倍とした場合の粒度分布累加曲線 (S54/1979 年~H11/1999 年)

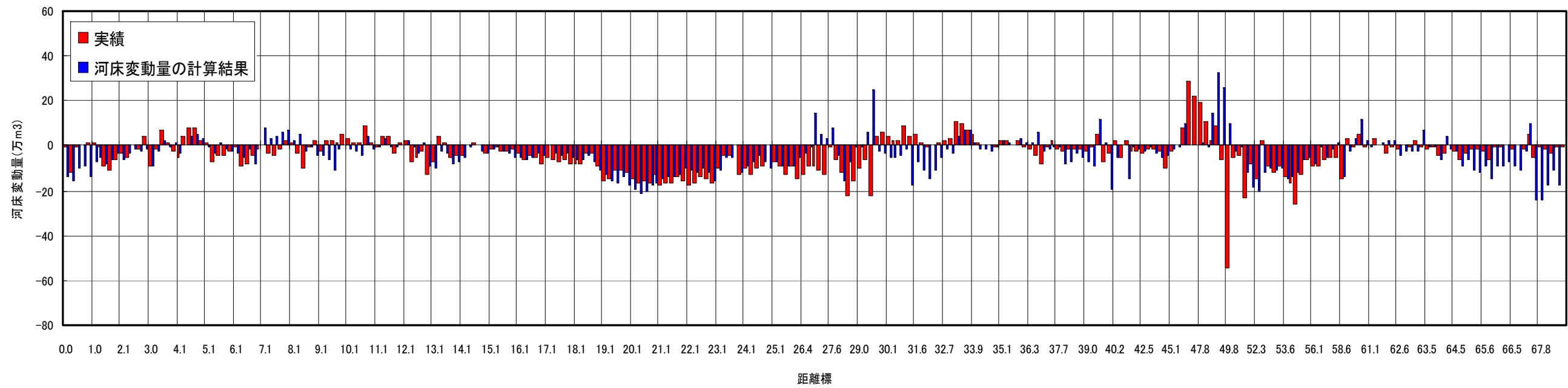


図 5-2 砂成分と礫成分を分離した河床変動計算において、礫分の掃流力を 0.8 倍とした場合の河床変動量計算結果 (S54/1979 年~H11/1999 年)

2) 1ライン海浜変形モデルによる汀線変化予測

海岸侵食対策と利水ダム機能維持・回復のための土砂管理対策委員会（事務局：農林水産省 農村振興局・水産庁，経済産業省 資源エネルギー庁，国土交通省河川局・港湾局）による結果から引用した。

表 5-7 シミュレーションモデルによる土砂動態の推定

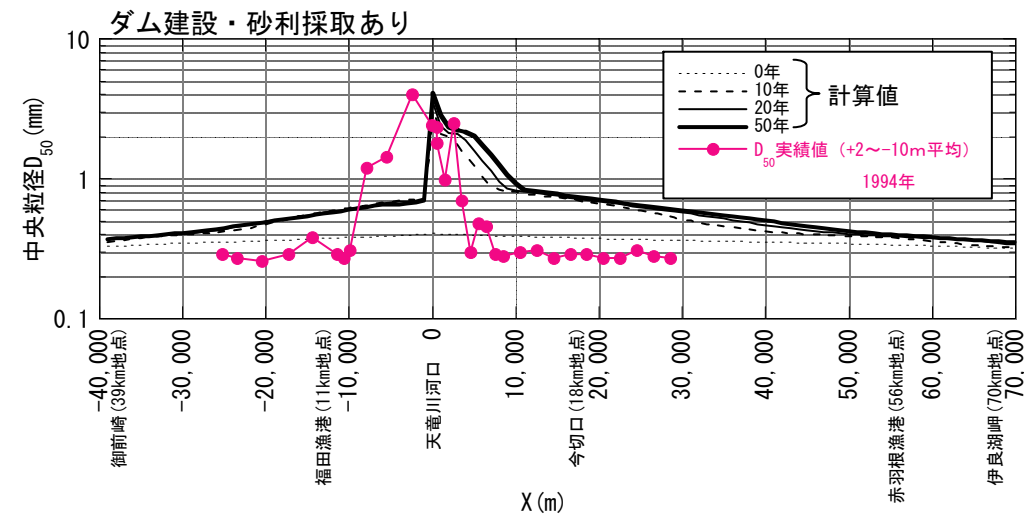
項目	内容
1ライン海浜変形モデルの構築 (H15年度に実施)	(1) 河口からの供給土砂：一次元河床変動計算による河口での粒径別流出土量 (2) 計算区域：御前崎～伊良湖岬（延長 109km） (3) 初期汀線：直線汀線に波向直角入射させ、河口から土砂流出させて 10 万年分計算し、平衡汀線を求めこれを初期汀線とした。 (4) 計算ケース①ダムなし+砂利採取なし ②ダムあり+砂利採取あり…50 年間計算する。

※表中の『海域への供給土砂量』は、現状施設（ダム、砂利採取）ありの状態である。

i) 再現シミュレーションの検証

中央粒径 d_{50} の実績値と計算値を比較したものを図 5-3 に示す。実績値の d_{50} はモデル上の限界移動水深を T.P. -10m と設定していることから、T.P. +2m～T.P. -10m の平均値としている。

計算値の方が若干粒径が粗くなっているが、河口部での粒径が粗く、河口から離れるに従って粒径が細くなる傾向は再現されている。



D50計算値と実測値との比較

図 5-3 D₅₀ 計算値と実績値の比較

汀線後退量について計算値と空中写真から読みとった実績値を比較したものを図 5-4 に示す。

河口部に海岸保全施設等がなく、最も侵食の進行した 20 年の結果を見ると河口部での汀線後退はほぼ再現されていると考えられる。

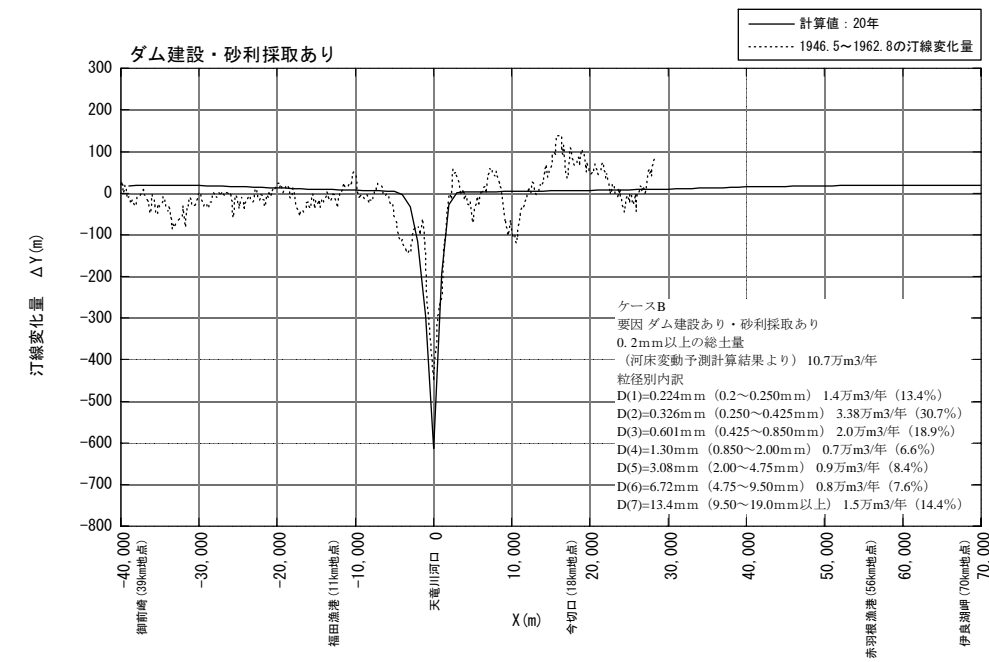


図 5-4 汀線変化量の計算値と実績推定値との比較（20年）

ii) 汀線維持に必要な土砂の量と質

侵食の激しい河口部の現況汀線の維持には、砂成分の土砂であれば 20~30 万 m³/年程度河口部に投入できれば可能と考えられる。

しかし、礫成分の土砂の河口部への投入は、汀線の底質の粗粒化を更に促進することになり、汀線付近の環境への影響が大きい。

3) 貯水池シミュレーションモデルによる予測

洪水調節容量確保のための貯水池掘削後、及び土砂恒久対策実施後の佐久間ダム及び秋葉ダムにおける堆砂形状等の変化を把握するために、貯水池内の土砂動態を表現しうる河床変動シミュレーションモデルを作成している。

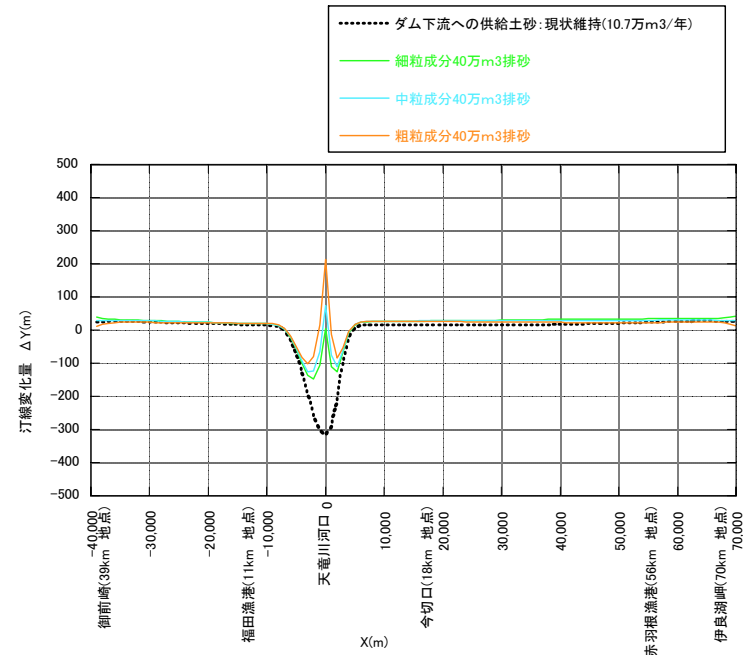
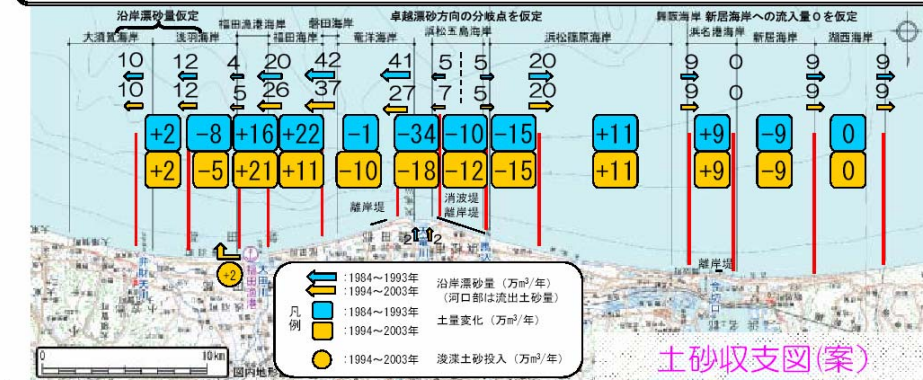


図 5-5 単粒径の砂を供給した場合の汀線変化量

なお、静岡県の委員会においては、次図に示す分析結果を示している。

広域長期的土砂収支図（案）

- ・中島海岸（浜松篠原海岸）では約15~20万m³/年オーダーで砂が流出している一方、今切口周辺（浜名港海岸）は、約9万m³/年オーダーの堆積傾向にある。
- ・広域的長期的海岸侵食を解決するためには、天竜川からの流出土砂（特に海岸形成に寄与する細粒分）を回復させることが基本となる。



4) 物理環境の予測・評価手法の課題

河床高，河床材料，瀬淵形状，濁水といった物理環境の予測・評価手法において、現状では以下のような課題がある。

i) ダム貯水池領域及び河道領域

課題 1：支川から流入する浮遊砂及び掃流砂の量や粒度構成の観測値がないため、対象ダム貯水池の堆砂量を再現しうる流量のべき乗関数や対象ダム貯水池の粒度構成を利用している。

課題 2：ダムからの放流土砂量（ウォッシュロード、浮遊砂）の観測値が未だ少ない（H15～のみ）ため、シミュレーションモデルのダム放流土砂量の検証を行う必要がある。

課題 3：瀬淵の形状変化を予測するための平面二次元河床変動シミュレーションモデルが作成されていないため、主要箇所についてモデルを作成する必要がある。

ii) 海岸領域

課題 1：海岸への流入土砂量（主にウォッシュロード、浮遊砂）の観測値が未だ少ない（H15～のみ）ため、シミュレーションモデルの河口放出土砂量の検証を行う必要がある。

(2) 事例等の引用に基づく予測

物理環境のなかで、数値シミュレーションによる予測が困難、もしくは現時点において予測の熟度が低い項目は、次表のようになる。

表 5-8 予測が困難な項目

	物理環境
予測が困難 (もしくは熟度が低い)	<ul style="list-style-type: none"> ・水質（濁水以外） ・砂州形状，瀬淵形状 ・砂州の冠水頻度 ・砂州の砂礫で覆われる頻度 ・礫河原の変化 ・河口域の濁水拡散，底質変化

これらの項目については、事業実施前及び実施後の観測データを蓄積し、その比較により事業による影響を把握するモニタリング、もしくは蓄積された知見や事例に基づく定性予測を行うことを考えている。

具体的には、以下のとおりである。

1) (濁水以外の) 水質

有機汚濁（BOD，COD）や栄養塩（窒素類，リン類），溶存酸素（DO）といった水質項目は、生物の関与や化学的变化を伴い、数値シミュレーションモデルも開発されている現状にあるが、機構が複雑で関連する要因が多岐に亘るため、予測の熟度が低い現状にある。

このため、事業実施前及び実施後の観測データを蓄積し、その比較により事業による影響を把握するモニタリングを主とし、貯水池にあつては総リン流入負荷量と年間回転率を用いたボーレンワイダーの相関図により貧栄養，中栄養，富栄養の状態を予測する等の方法を必要に応じて用いる。河道領域においては、BODの自浄作用を考慮した完全混合モデル等により、事業による BOD の変化を予測する方法を、必要に応じて用いることを考えている。

2) 砂州形状，瀬淵形状

河道領域の主要区間においては、平面二次元河床変動モデルで砂州形状や瀬淵の変化の予測を試みる。しかしながら、現状における平面二次元河床変動モデル等では、河床形状の再現性が実務的なレベルまで向上していないことが多いため、航空レーザー測量データを蓄積し流況等との関連分析を行うことにより、流況や土砂流出状況との相関性を見出し、事業実施後における砂州形状や瀬淵形状の変化を、定性的に予測することを考えている。

また、一次元河床変動モデルによる水理量（摩擦速度， B/H ）の算定結果と、既往知見（複列砂州や交互砂州の判定図等）を照合し、下流河道における横断形状の変化を、定性的に予測することを考えている。

3) 砂州の冠水頻度

砂州の冠水頻度も、砂州形状や瀬淵の変化の予測と同様に、平面二次元河床変動モデルの結果を用いて推定するのが望ましいが、上記と同様の理由により、一次元河床変動モデルによる水理量（水位～流量関係式）と実績年間流況から、砂州冠水頻度の変化を推定することを考えている。

4) 砂州の砂礫で覆われる頻度や、礫河原の変化

砂州が砂礫で覆われる頻度も、砂州形状や瀬淵の変化の予測と同様に、平面二次元河床変動モデルの結果を用いて推定するのが望ましいが、上記と同様の理由により、一次元河床変動モデルによる水理量（水位～流量関係式）と河床堆積土砂の粒径分布から、砂礫で覆われる頻度や礫河原の変化を推定することを考えている。

5) 河口領域の濁水拡散，底質変化

河口領域の濁水拡散や底質変化は、平面二次元濁水拡散モデルを構築したうえで、拡散範囲や海底へのシルト堆積厚を予測することが定量的な予測手法となる。

しかしながら、河口領域～海域に及ぶ開いた水域の流動・濁水シミュレーションには、海域における濁度（または SS）の観測結果や、外洋の境界潮位条件といった観測データが無い不確定要因が使用されるため、モデルの構築が当海域では困難な状況にある。

そこで、河口に近い掛塚橋における出水時濁水調査を今まで同様に、事業実施前及び試験実施時等に行って、放出土砂量の把握を行うとともに、河口域堆積物の調査により事業実施前の状況を把握する。また、河道領域の河床変動モデルにウォッシュロード粒径を追加して計算することで、事業実施前後の河口放出濁水の変化を定量的に予測することも考えている。