

長安ロダム堆砂対策における下流河川土砂還元による河道応答

白川豪人・郷田正博・滝本隆也・高橋恵理

1. はじめに

長安ロダムでは堆砂対策として、貯水池で土砂の掘削除去を行い、年間約200千 m^3 の日本最大級の下流河川土砂還元を行っている。今後は長期的堆砂対策として、全国で初めて管理型堆砂計画を導入し、運搬能力の増強が可能な堆砂除去土砂運搬設備（ベルトコンベア）を用いた排砂管理を実施する予定である。本稿では、モニタリング調査により把握したダム下流への土砂還元による河床環境の応答状況について報告する。

2. 下流河川への土砂還元の実施状況

2.1 長安ロダム堆砂対策の概要

長安ロダムは一級河川那賀川の中流部に位置する多目的ダムである。長安ロダムの上流域は土砂生産が活発であるため、長安ロダム貯水池では経年的な堆砂に加え、大規模土砂災害時の土砂流入により、総貯水容量54,278千 m^3 の29%にあたる約15,977千 m^3 の土砂が堆積している（図-1）。

長安ロダム改造事業の堆砂対策では、初期掘削により捕捉ポケットを確保し、貯水池へ流入する

礫分・砂分を陸上掘削により捕捉・除去する。掘削土砂は主に置土によりダム下流河道への土砂還元利用している（図-2）。

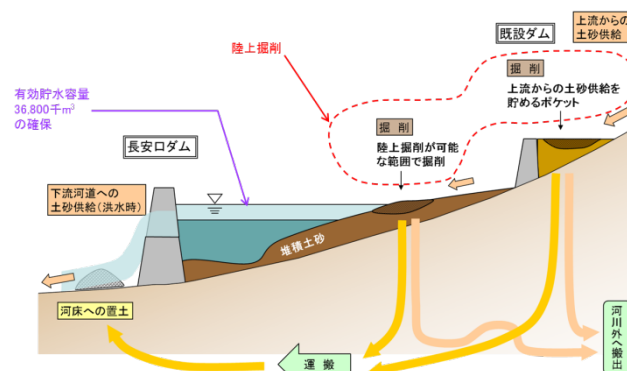


図-2 長安ロダム改造事業の堆砂対策の概要

堆砂除去範囲は、支川である坂州木頭川の追立ダム箇所と十二社箇所、那賀川本川の平谷箇所3箇所である（図-3）。陸上掘削した土砂は、主たる土砂還元地点であるダム直下の小浜・小計箇所までダンプトラックにより運搬している。長安ロダム改造事業での平成19年度～平成26年度の堆砂除去量は約1,272千 m^3 であり、そのうち約1,130千 m^3 を下流河川土砂還元し、約143千 m^3 は土地造成等の有効利用を図っている。

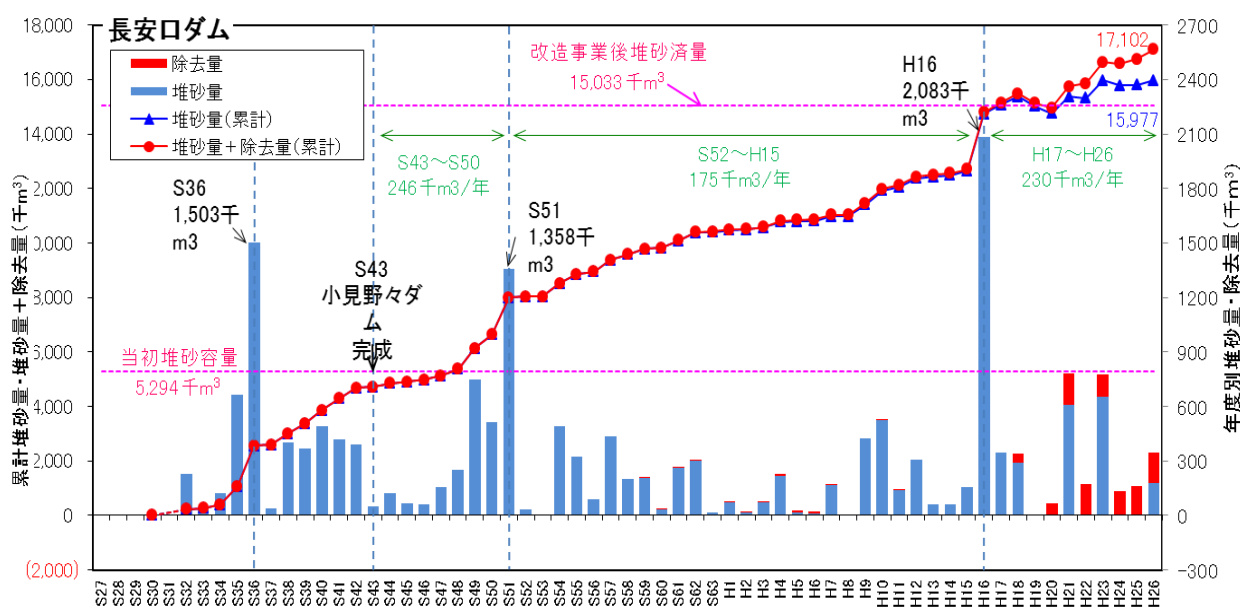


図-1 長安ロダムの堆砂量の経年変化

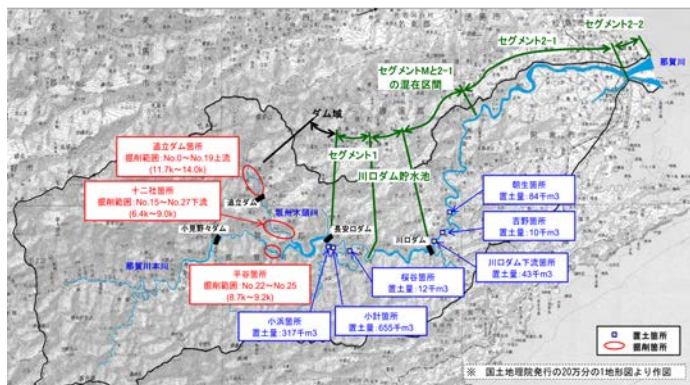


図-3 長安ロダム改造事業における堆砂対策位置図

掘削箇所の粒度分布をもとに求めた還元土砂の粒度分布は、砂分24%、礫分76%であり、60%粒径12mmの礫集団で構成されている(図-4)。

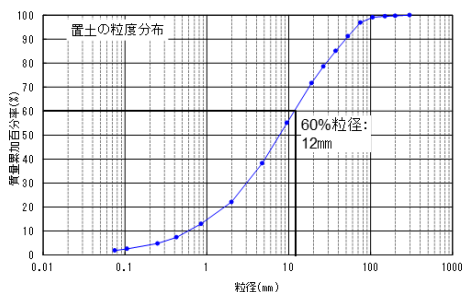


図-4 還元土砂の粒度分布(平成20年調査結果)

2.2 還元土砂の流下状況

還元土砂の流下量は平成21年度出水以降、置土箇所の出水前後の測量により算出しており、平成27年度までに合計約1,003千 m^3 の土砂が流下している(表-1)。大規模な出水が発生した平成23年度には約215千 m^3 、戦後最大流量を記録した台風が発生した平成26年度は約291千 m^3 の土砂が流下した(図-5)。

3. 下流河川への土砂還元の応答状況

3.1 土砂還元後の河床の変動状況

流下量を算出している平成21年出水前～平成26年度の河床の変動状況を図-6に示す。セグメント区分により、那賀川の河道を以下4区間に大別している。

- ① セグメント1区間(50.48k～63.76k)
- ② セグメントM・2-1混在区間(22.6k～42.5k)
- ③ セグメント2-1区間(2.0k～22.6k)
- ④ セグメント2-2区間(-0.8k～2.0k)

セグメント1区間の57.0kより上流では、平均的に見ると最深河床が2m以上、平均河床で1～2m程度上昇している。川口ダム下流のセグメントM・2-1混在区間では、平成15～26年には河床

表-1 各地点別の置土流下状況

年度	置土が流下した出水	置土流下量(m^3)						
		朝生	吉野	川口	桜谷	小計	小浜	合計
H21	H21.8.10出水	57,000		11,000	4,000		48,000	120,000
H22	H22.6.26出水等			2,000	5,000	64,000	53,000	124,000
H23	H23.5.29出水等		4,000			8,000	8,000	20,000
	H23.7.19出水等		6,000	13,000	3,000	91,000	61,000	174,000
	H23.9.3出水等					18,000	1,000	21,000
	計		10,000	15,000	3,000	117,000	70,000	215,000
H24	H24.6.19出水					31,000	2,000	33,000
	H24.7.12出水					8,000		8,000
	H24.9.17出水					11,000	1,000	12,000
	計					50,000	3,000	53,000
H25	H25.6.26出水					4,000	10,000	14,000
	H25.9.4出水			1,000		28,000	23,000	52,000
	計			1,000		32,000	33,000	66,000
H26	H26.6.6出水					55,000	41,000	96,000
	H26.7.10出水						11,000	11,000
	H26.8.2出水、H26.8.10出水			11,000		88,000	85,000	184,000
	計			11,000		143,000	137,000	291,000
H27	H27.7.17出水等						15,000	15,000
	計						15,000	15,000
	合計	57,000	10,000	40,000	12,000	525,000	359,000	1,003,000



図-5 平成26年度の還元土砂流下状況

上昇の傾向が見られ、最深河床の変動幅は1m程度である。セグメント2-1区間では、3.4k～6.4kの範囲で1m以上の河床上昇箇所があるが、その他の範囲では最深河床は低下傾向で、平均河床高の変動は小さい。セグメント2-2区間では、最深河床高で2m程度、平均河床高で0.5m程度の河床低下がみられる。

平成21年出水前の横断測量と平成26年台風11号出水後の横断測量から算出した河床変動量を図-7に示す。セグメントごとの河床変動量は、川口ダム貯水池上流域のセグメント1区間で約513.4千 m^3 、川口ダム貯水池内で約252.4千 m^3 と、合計約765.8千 m^3 が堆積している。小浜・小計・桜谷箇所の置土流下量は約762千 m^3 であり、長安ロダム直下の支川古屋谷川からの流入は約5千 m^3 であることから、長安ロダム下流で置土し流下した土砂は、主に川口ダム貯水池までの区間に堆積しており、土砂還元を開始した平成19年度からの約10年間で約10km程度下流へ移動したものと推察される。

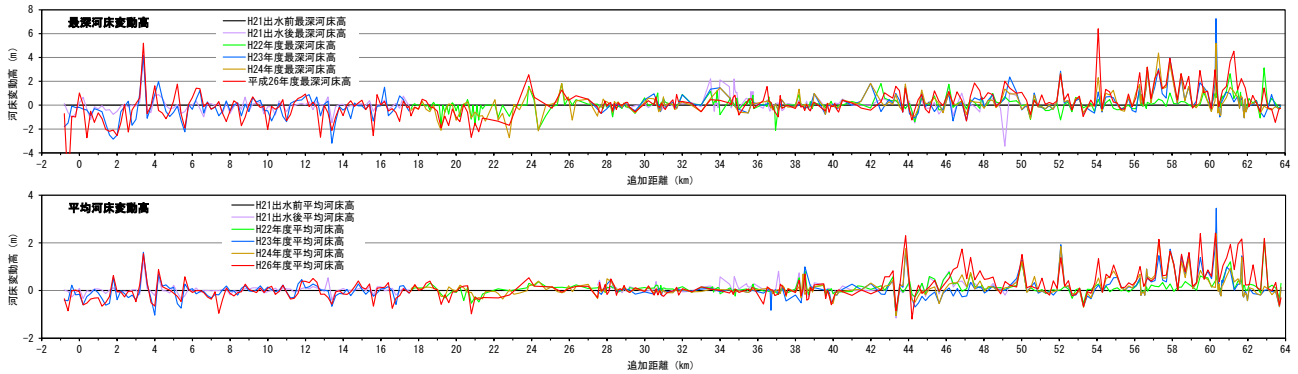


図-6 平成21年～平成26年の那賀川の河床変動高(m)

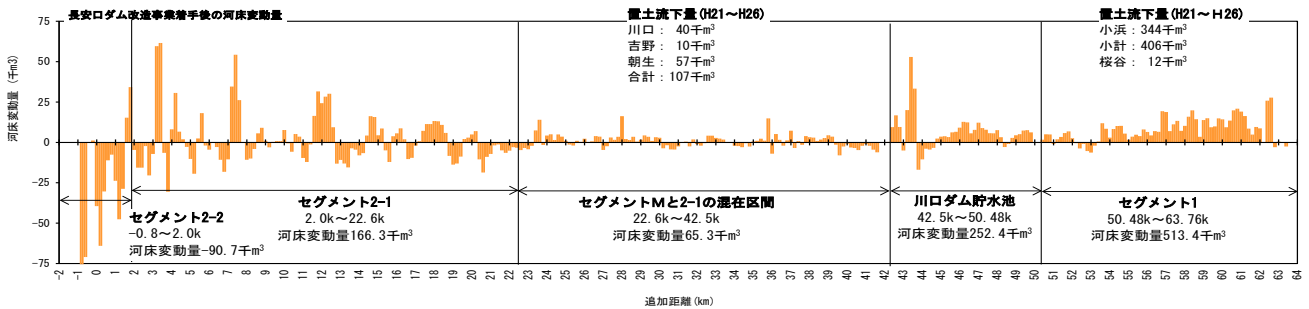


図-7 平成21年～平成26年の那賀川の河床変動量(千m³)

3.2 モニタリング調査の概要

長安ロダム改造事業では、平成19年度から下流河川土砂還元を開始し、平成20年度より還元土砂による河床環境の変化に対するモニタリング調査を開始した。調査箇所は、長安ロダム下流62k～川口ダム上流50kの間と、リファレンス区間として支川の古屋谷川で実施している(図-8)。

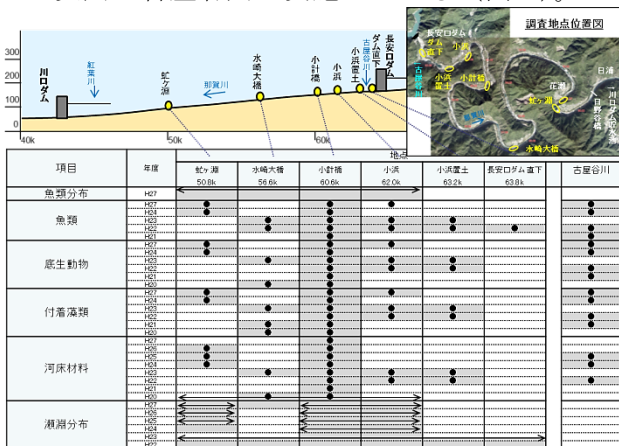


図-8 モニタリング項目と調査位置図

3.3 河床材料の変遷と分布状況

小浜地区・小計橋付近の河川景観の経年変化を図-9に示す。平成19～21年は河床に大きな石が多く存在し、空隙の多い環境であったが、平成23年度には河床全体に粒径の小さな砂礫が堆積する環境に変化した。平成26年度は小粒径の砂礫が堆積することで河床の空隙が減少し、単調な河床となった。小計橋付近では約4m河床上昇し、



図-9 河川景観の経年変化(小浜地区・小計橋)

置土地点から流下してくる中礫以下の粒径が約85%を占めるまでになった。平成27年度には小浜地区では河岸の土砂堆積が進行した。

50k～62k区間における平瀬の河床材料の分布状況を図-10に示す。還元土砂の堆積が見られる57.0kより上流では、100mm以上の材料m3のみ

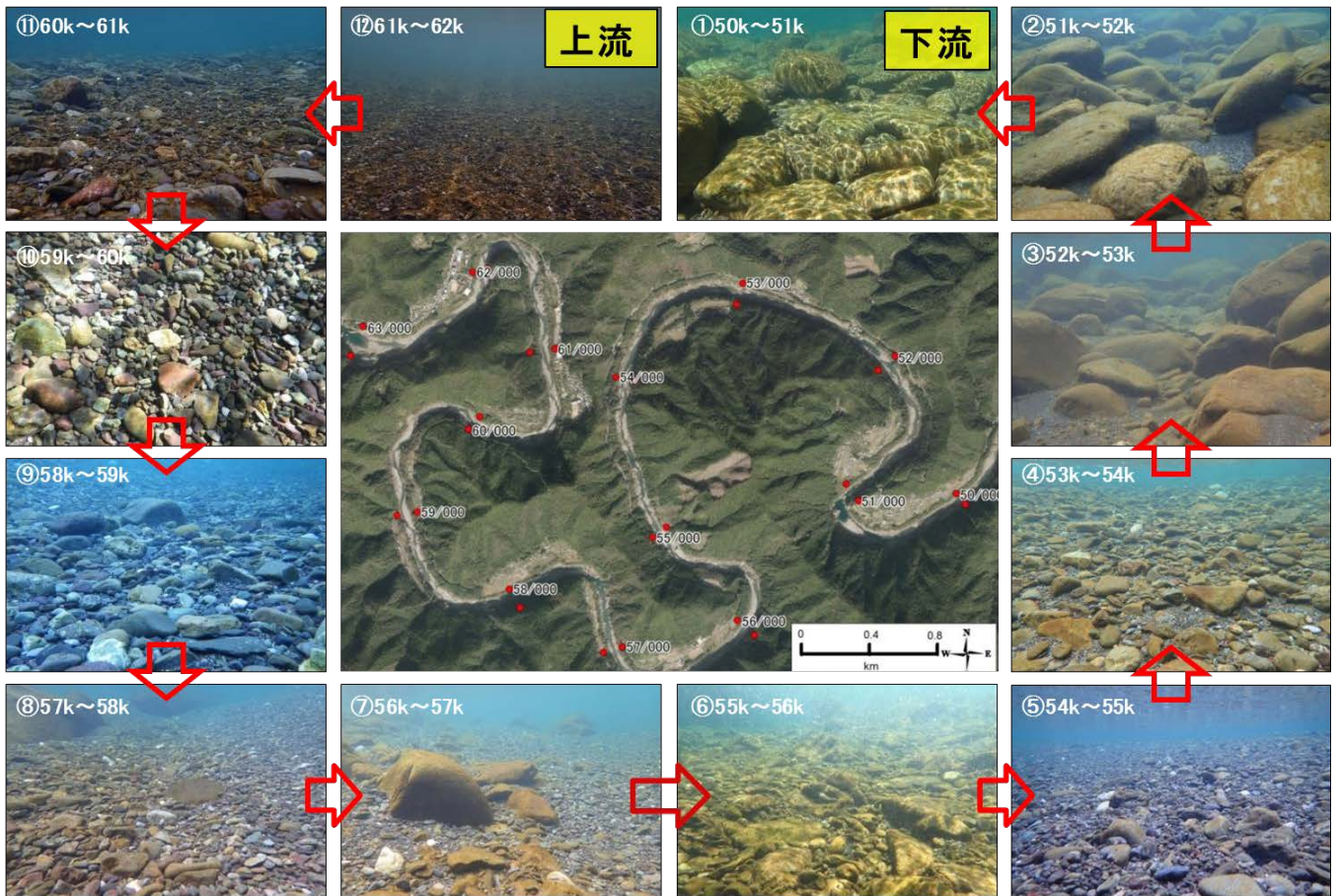


図-10 平瀬の河床材料の分布状況



図-11 小計橋付近の河床材料の変遷

のユニットは見られず、2~20mmの材料 $m1$ や 20~100mmの材料 $m2$ が主となる。土砂堆積の少な

い57.0k下流は、 $m3$ 材のみ、若しくは $m3$ 材の隙間に $m2$ 材が堆積しているユニットが見られた。

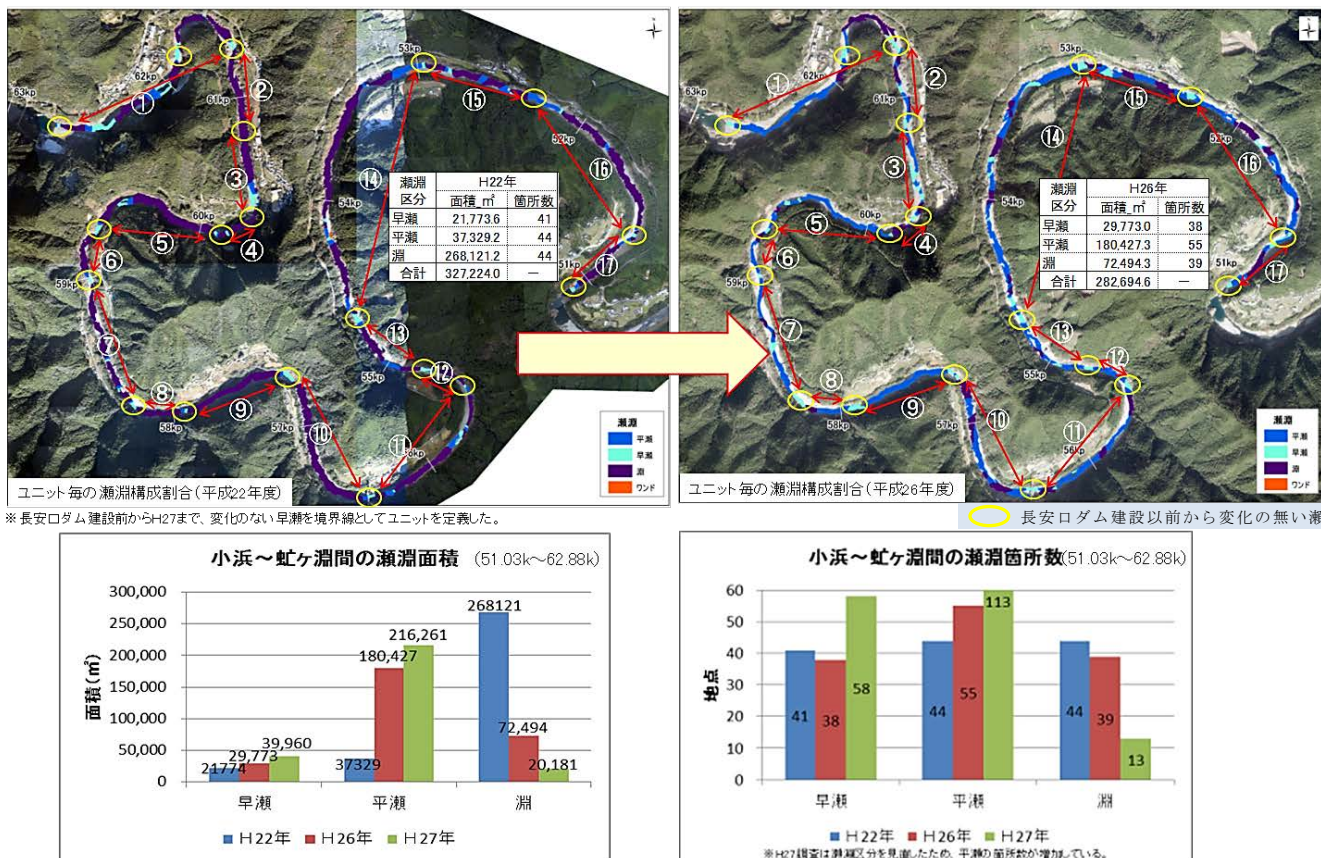


図-12 土砂還元後の瀬淵分布の変遷

土砂の堆積が顕著に見られる長安ロダム下流の小計橋(60.3k~60.5k)付近では、平成21年頃まで見られた直線的で緩やかな流れの“とろ”が還元土砂の堆積により浅くなり、流れの速い早瀬や平瀬等の瀬に変化している。河床材料では、岩や巨石が中礫・細礫の堆積により埋没し、還元土砂の粒径割合に近い状態に変化している(図-11)。

3.4 瀬淵分布の変遷

平成22年から平成27年の瀬淵分布の変遷を図-12に示す。全体的な水域面積は減少しているが、早瀬環境は位置・面積とも大きな変化は見られず、平瀬環境が増加し、淵環境が減少している。長安ロダム建設以前から変化の無い瀬は平成27年度においても維持されている。また、水衝部等に見られる淵は、土砂堆積の影響が見られる56.8kより上流の区間においても残存している。このことから、土砂堆積が進んでも、瀬も淵も有する河川形態は維持されることが示唆された。

3.5 川口ダム上流の河道環境変化状況

モニタリング調査により把握した、土砂の堆積状況や水面勾配、河床材料といった物理環境項目から、長安ロダム下流から川口ダムまでの間をA

～Eの5区間に区分し、空間比較を行った(図-13)。

土砂堆積の影響が少ない区間Aは、とろ区間に土砂は堆積しつつあるが、河川形態には大きな変化は見られず、とろの割合が高く延長も長い。河川形態に関わらず河床材料はm3材が主である。

区間Bは元河床をm1材が覆い、土砂堆積が見られつつあるが、水面幅に変化は見られない。

区間Cでは土砂供給量が増え、河岸に砂が堆積し洲が形成されている。とろの延長が短くなり、早瀬や平瀬ととろが交互に連続し現れるようになる。

区間Dは土砂堆積が見られ、河道の変化も見られる。瀬淵が明瞭で河道の蛇行が認められるようになり、水面幅が縮小している。とろであった区間に土砂が堆積して形成された平瀬が多くなり、早瀬や平瀬の割合が各区間の中で最も高く、延長も長い。

最も堆砂の進んでいる区間Eでは、淵環境が変化し、m2・m3材を主とする平瀬や早瀬等が形成されている。河床勾配が急であるため、河道内に堆積したm1・m2材は中小規模出水で流下し、

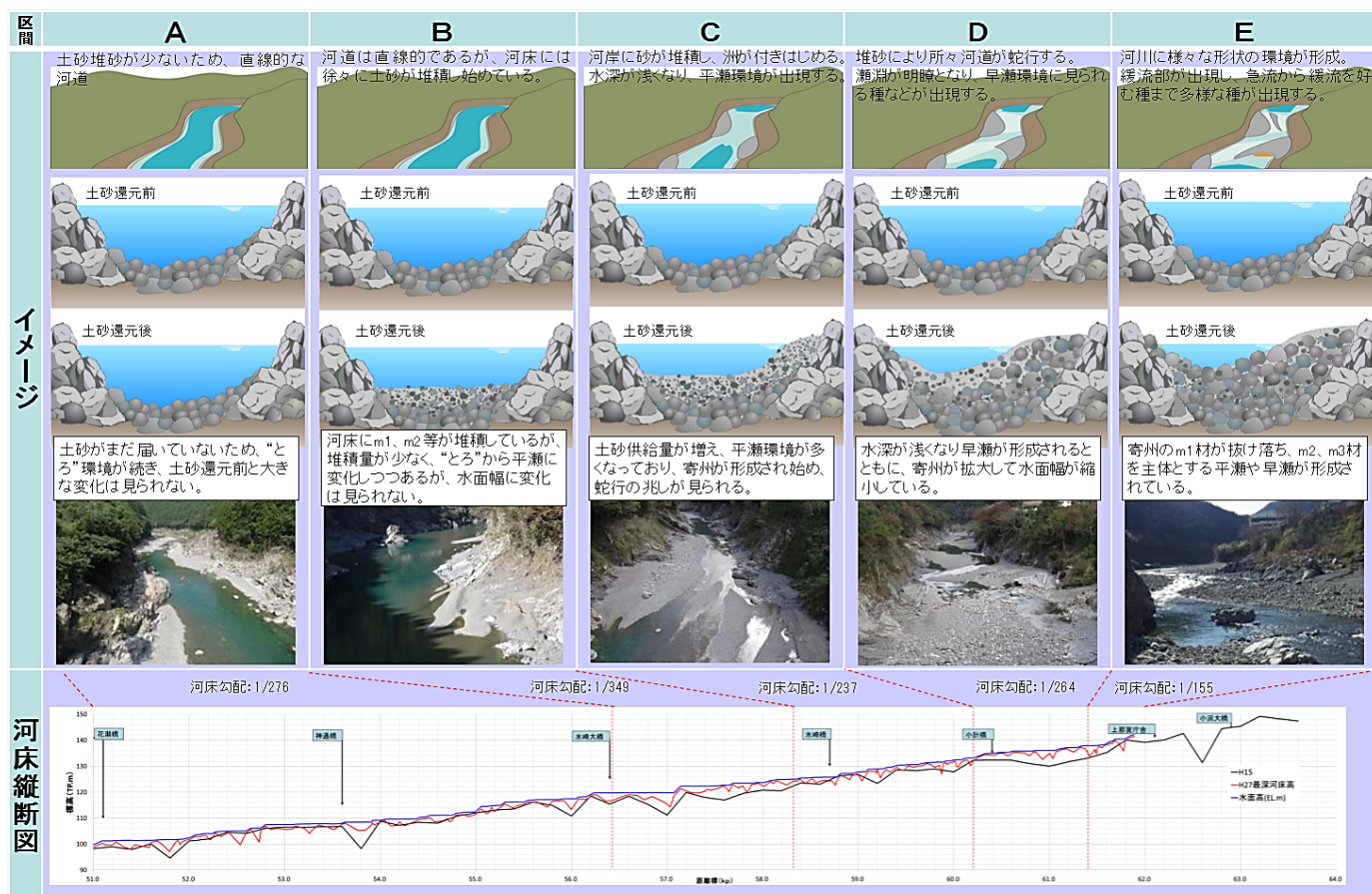


図-13 川口ダム～長安ロダムの河道環境変化状況

m3材が主となる河床も多く見られる。各区間の中でとろの割合が最も低く、早瀬・平瀬・淵の割合や延長がほぼ同じという河川形態になっている。

区間Eには粒径の大きなm3材も置土箇所から流下してきており、最も堆砂の影響を受けている区間であると言える。平成19年度と比較すると瀬の形成といった河道の変化があるが、大規模出水により約291千m³が流下した後の平成27年度調査と平成26年度調査を比較すると、河道幅に大きな変化は無く安定している。以上から、川口ダム～長安ロダムの間は堆砂が進行しても、河道閉塞はせず、瀬や淵が交互に連続する区間Eのような形状で安定すると考えられる。

4. まとめ

下流河川土砂還元の物理環境への影響について、すでに土砂堆積が生じ、河川形態が変化し始めている長安ロダム下流から川口ダムの間でモニタリング調査を実施し、データを蓄積してきた。

モニタリング調査により把握した物理環境により区分した区間A～Eの現状の空間比較により、今後長安ロダムから川口ダムの間で起こりうる河道変遷の方向性を示した。

引き続き、将来河川形態の変化が予測される川口ダム下流地点の影響検討の基礎資料とすべく、継続的にモニタリング調査を実施していきたい。

白川 豪人



国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所開発工務課長
Tsuyohito SHIRAKAWA

郷田 正博



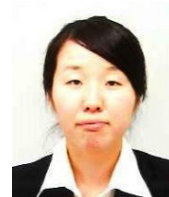
国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所管理課専門官
Masahiro GOUDA

滝本 隆也



国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所開発工務課係長
Takaya TAKIMOTO

高橋 恵理



国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所開発工務課技官
Eri TAKAHASHI