

那賀川における土砂還元に関する モニタリングについて（河床変動）

尾嶋 百合香

四国地方整備局 那賀川河川事務所 調査・品質確保課（〒774-0011 阿南市領家町室ノ内390）

那賀川では土砂還元を実施しており、平成21年8月10日豪雨出水で約12万 m^3 の土砂が流下した。出水前後にモニタリングを行い、置土地点から約3km程度の範囲に還元土砂が堆積していることを確認するとともに、河床変動解析モデルの構築を行い、8月10日豪雨出水による河床状況変化を概ね再現することが可能となった。

キーワード 土砂還元, 置土, 土砂管理, 河床材料マップ, 河床変動解析

1. はじめに

那賀川は徳島県南部に位置し、剣山山系ジロウギユウ（標高1,929m）に源を発し紀伊水道に注ぐ幹線流路延長125km、流域面積874 km^2 の急流河川である。特に上流部は急峻な山地で秩父帯の脆弱な地質が分布しており、全国有数の多雨地帯でもあるため土砂生産が活発である。

昭和31年には、流域上流部に洪水調節・流水の正常な機能の維持・かんがい・発電を目的とした長安ロダムが完成し、54年経過した現在では堆砂対策と下流河道の河床低下対策が課題となっている。

このような背景から、那賀川では、堆砂対策のために掘削した土砂を下流河川に供給する土砂還元(置土)を実施している。土砂還元の実績を表-1に示す。

平成3年度から平成18年度までは徳島県により年2~24 km^3 の土砂還元が実施されてきた。平成19年度からは国土交通省により実施し、平成21年8月10日豪雨で発生した出水により、モニタリング開始後始めて還元土砂が流下した。

近年、土砂還元の試みを実施する河川が増えているが、土砂還元を実施したことによる下流河道の河床材料変化、

河床変動、生物環境の変化については不明な点が多く、那賀川ではこれらの変化状況を確認するモニタリングを実施しつつ土砂還元を行っている。

本論文では、平成21年8月10日豪雨出水前後のモニタリング結果をもとに、河床材料変化・河床変動の状況について明らかにし、今後下流河道における変化を予測しつつ土砂還元を実施するため、河床変動解析モデルの構築を行い、平成21年8月10日豪雨出水前後の河床状況変化を対象に再現計算を行った結果について示す。

表-1 那賀川における土砂還元実績

年度	朝生	川口ダム直下流	桜谷	小浜大橋上流	合計	備考
H3	3,000	930			3,930	H18まで徳島県が実施
H4	3,000	1,000			4,000	
H5	2,500	1,500			4,000	
H6	3,000	1,000			4,000	
H7	2,000	2,013			4,013	
H8~H9					0	
H10		2,000			2,000	
H11		2,000			2,000	
H12~H15					0	
H16	6,700	6,200	1,800	9,300	24,000	H16(台風10号)
H17	9,800	4,900	2,000	7,000	23,700	災害復旧
H18	6,600	1,000	2,300	2,100	12,000	
H19				6,000	6,000	H19から国交省が実施
H20		3,100	3,900	48,700	55,700	
H21	83,100	15,100			98,200	
計	119,700	40,743	10,000	73,100	243,543	

※H21は8月10日豪雨発生までの還元量

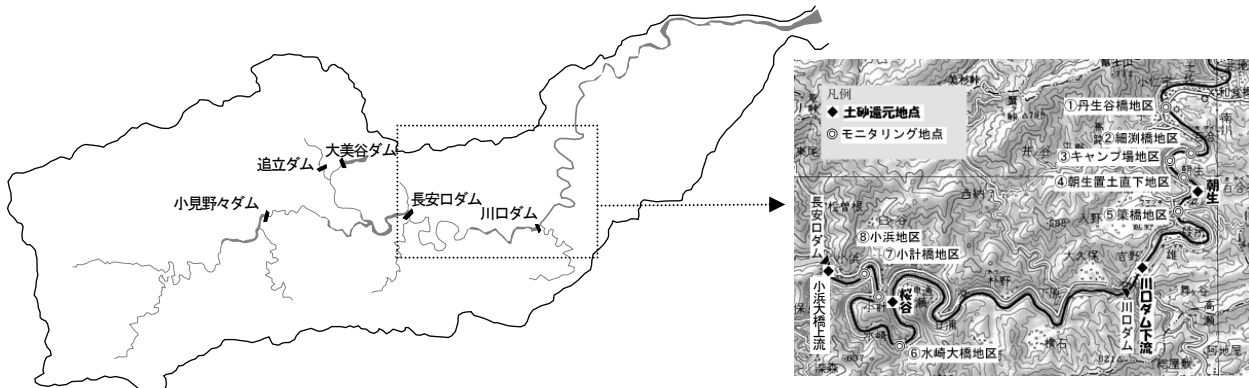


図-1 那賀川流域の概要

2. 還元土砂流下・堆積状況のモニタリング

(1) モニタリングの概要

モニタリング項目を表-2に示す。モニタリングでは環境調査も実施しているが、現段階では明瞭な環境変化が確認されていないため、本論文では土砂移動に関する項目について結果を示す。

土砂還元による河道の変化は、還元地点から下流へ離れるほど小さくなるものと考えられる。従って、河道の変化を確認するためのモニタリング地点(以降、評価地点)は、還元量が大きい小浜大橋上流地点および朝生地点からの流出土砂の影響度を把握するように図-1に示すように縦断的に位置を変化させた8地点を配置した。

表-2 モニタリング項目

対象	項目	内容
還元土砂	横断測量	流下前後の置土形状変化を測量
	横断測量	50mピッチで河床形状を測量
評価地点 8地点	河床材料マップ作成	現地踏査による目視により、河床材料粒径の平面分布図作成
	粒度分布	顕著な変化地点の粒度分布調査
	水中ビデオ作成	水中撮影により材料変化を把握
	環境調査	魚類・底生動物・藻類・景観撮影等

(2) 出水発生状況

平成21年8月10日豪雨による出水は、8月9日～10日にかけて発生した。出水時の和食地点の流量(10分間隔)は、図-2に示す通りであり、9日18:30に3,140 m^3/s の1回目のピークが発生し、10日10:20に5,750 m^3/s の2回目のピークが発生する2山の出水となっている。

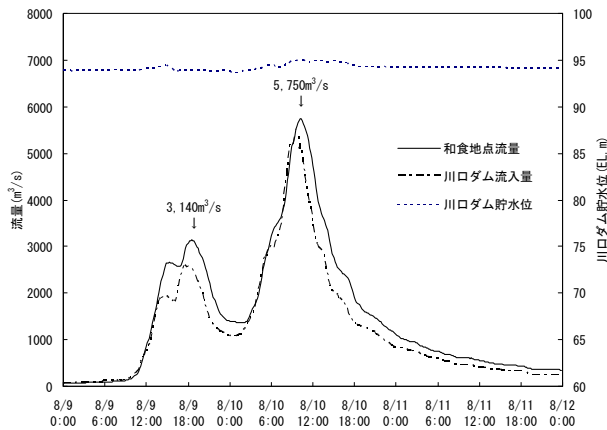


図-2 平成21年8月10日豪雨出水時の水位・流量

注：和食地点は平成21年の水位・流量曲線が未確定のため、近年の大規模出水発生年(平成16年)の水位・流量曲線を用いた推定値である。

(3) 還元土砂流下状況

平成21年8月10日豪雨出水発生時には、表-3に示すように約16万 m^3 の還元土砂が設置されていた。還元土砂の粒度分布は堆砂掘削箇所の粒度調査により把握されており、図-3に示す通りである。

8月10日豪雨出水後に残留した土砂の測量より、表-3に示すように還元土砂の流下量は約12万 m^3 であった。

表-3 8月10日豪雨出水前後の還元土砂の設置・残留・流下量

	小浜大橋 上流	桜谷	川口ダム 下流	朝生	合計
設置量	54,700	3,900	18,200	83,100	15,900
残留量	7,100	0	6,700	26,500	40,300
流下量	47,600	3,900	11,500	56,600	119,600
流下率	87.0%	100.0%	63.2%	68.1%	74.8%

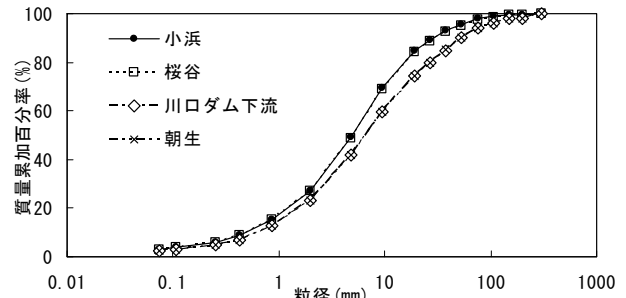


図-3 還元土砂の粒度分布

(4) 評価地点の変化状況

評価地点8地点では、出水前後の50mピッチの横断測量により河床形状の変化を確認するとともに、河床材料マップ作成を行い河床材料の変化を確認した。また、出水後に顕著に堆積した土砂を採取して河床材料調査を実施した。河床材料マップは図-4に示すように粒径を7区分するとともに、材料の混在状況を記録した。図-5に確認された変化の1例を示す。

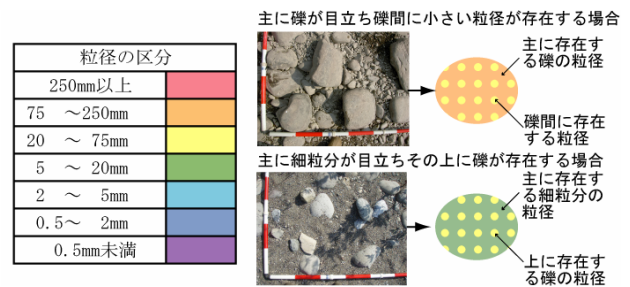


図-4 河床材料の区分と河床材料マップにおける表現方法

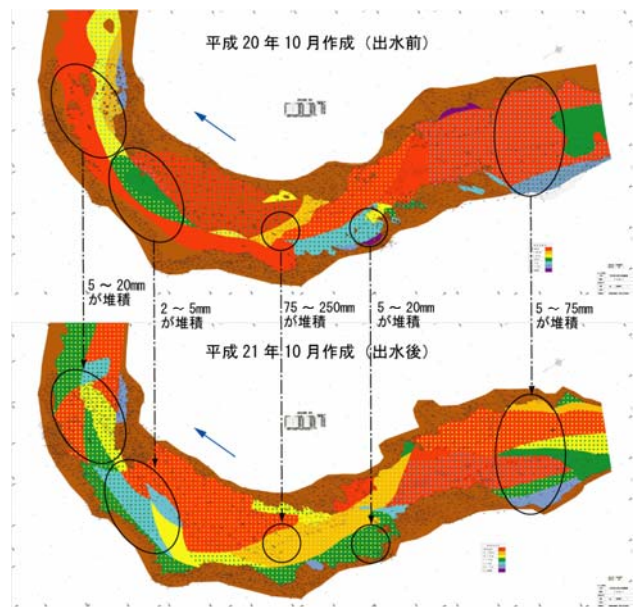


図-5 評価地点において確認された変化の1例(小浜地区)

(5) 土砂還元による河道の変化に関する考察

モニタリング結果から明らかとなった土砂還元による土砂移動と河道の変化状況を図-6に示す。

土砂の堆積状況および河床材料の変化状況から、平成21年8月10日豪雨出水による、小浜地点からの流出土砂の影響範囲は小浜地区～小計橋地区、朝生地点からの流出土砂の影響範囲は朝生置土直下地区～細洲橋地区と推定される。

1出水により河床形状および河床材料に顕著な変化が確認された範囲は土砂還元地点から約3km程度の範囲であり、これより下流へ変化が及ぶには複数回の出水により土砂が移動するものと考えられる。

3. 河床変動解析モデルによる再現計算

(1) 解析モデルの概要

土砂の設置形状により流下量をコントロールする方法の検討では還元土砂の平面形状変化を予測するため2次元河床変動解析が必要である。また、下流河道の変化についても、河原や瀬・淵の形状など平面的な把握が必要である。

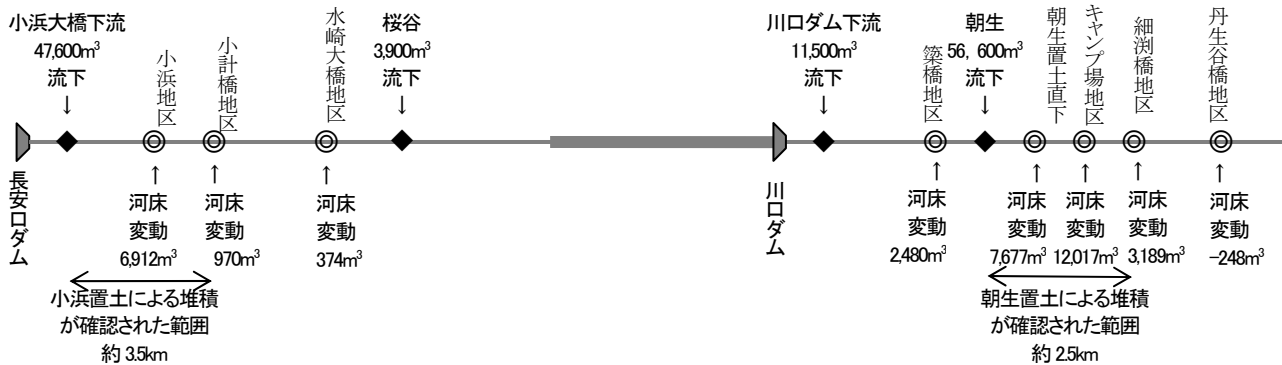


図-6 平成21年8月10日豪雨出水時の土砂還元による土砂移動と河道の変化状況

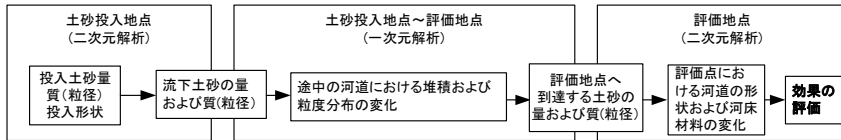


図-7 解析モデルの概念図

表-4 解析方法・解析条件の概要

項目	内容
解析方法	土砂投入地点・評価地点：一般座標系による平面二次元河床変動解析 土砂投入地点～評価地点の土砂移動：不等流解析による一次元河床変動解析 掃流砂量式：芦田・道上式，平衡浮遊砂濃度式：Lane&Kalinske 式
計算対象出水	平成21年8月9～11日 8月10日豪雨出水
流量	川口ダム流入量および和食地点流量を使用し、流域面積により流量配分を設定
下流端水位	川口ダム地点では実績水位を適用，十八女大橋付近17.0k地点では等流水深を適用
地形条件	2次元解析：平成16年度LPデータより計算メッシュデータを作成 1次元解析：長安ロダム下流～川口ダム末端部：平成15年度測量資料より断面を作成 川口ダム貯水池内：平成20年度川口ダム堆砂測量より断面を作成 17k600～21k400：平成14年度測量 21k550～26k360：平成9年度、平成11年度、平成19年度測量 27k000～42k000：平成15年度、平成19年度測量
土砂還元条件	出水発生時の還元土砂量・還元土砂形状・還元土砂の粒度分布をもとに2次元解析における地形メッシュと粒度分布を設定
支川流入土砂量	代表断面・代表粒度における平衡流砂量，代表粒度は支川における河床材料調査結果をもとに設定 古屋谷川：勾配1/110 河幅22.5m，紅葉川：勾配1/63 河幅23.9m 赤松川：勾配1/130 河幅15.0m，谷内川：勾配1/300 河幅12.0m
その他の条件	粗度係数0.045，水の密度1.0，砂礫の密度2.65

一方で、土砂還元による変化は長期的かつ広範囲に把握する必要があり、2次元解析では計算負荷が大きいことから、図-7に示すように土砂還元地点・評価地点は2次元解析、土砂投入地点～評価地点は1次元解析を適用した。解析方法・解析条件の概要について表-4に示す。

また、小浜・桜谷・川口ダム下流では、置土が河岸部に設置されており、側岸侵食による土砂の流下過程を再現する必要があることから、2次元解析では図-8に示すような側岸崩落の過程を考慮したモデルとした。

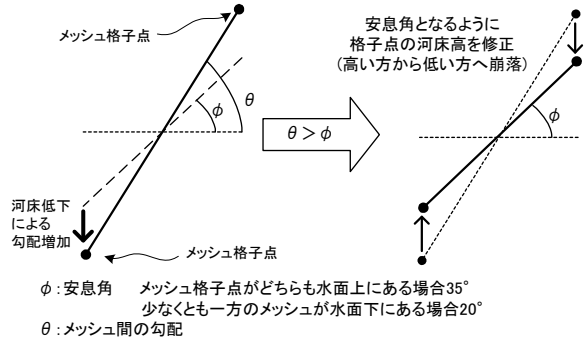


図-8 側岸崩落過程の概念図

(2) 還元土砂流下状況の再現計算(2次元解析)

置土形状および置土量の変化の再現計算結果を表-5、図-9に示す。還元土砂の流下状況については概ね再現される結果となった。

(3) 流下土砂移動状況の再現計算(1次元解析)

流下土砂移動状況の1次元解析にあたっては、支川流入土砂を考慮していることから、土砂還元による流砂量の変化を抽出するため、土砂還元あり・なしの2通りについて計算を行い、流砂量の差分から土砂還元による流砂量の増分を抽出した。図-10に示すように計算結果による還元土砂の堆積範囲は、図-6に示したモニタリング調査により土砂の堆積が確認された範囲と概ね一致した。

(4) モニタリング地点の変化状況の再現計算(2次元解析)

小浜地点における河床変動高・粒度分布の計算結果と、測量結果との比較を図-11示す。

土砂の堆積位置は概ね横断測量により把握されている堆積位置と一致した。

4. おわりに

本論文では、平成21年8月10日豪雨出水時の土砂還元による土砂動態について、モニタリング結果をもとに考察し、調査結果を再現する解析モデルを構築した。

今後は、定期横断測量やLPデータの活用により、今回対象とした範囲以外の河道の変化状況を把握し、評価地点を通過したと考えられる砂分により、下流に変化が無いか確認して解析モデルを河口まで拡張する予定である。

また、作成された解析モデルにより土砂還元による将来の変化を予測して、長期的に還元すべき土砂量・粒径等について検討する予定である。

表-5 置土流下量実績と計算結果の比較(単位:m³)

	小浜大橋上流	桜谷	川口ダム下流	朝生
実績流下量	47,600	3,900	11,500	56,600
計算結果	48,000	3,600	10,900	56,300

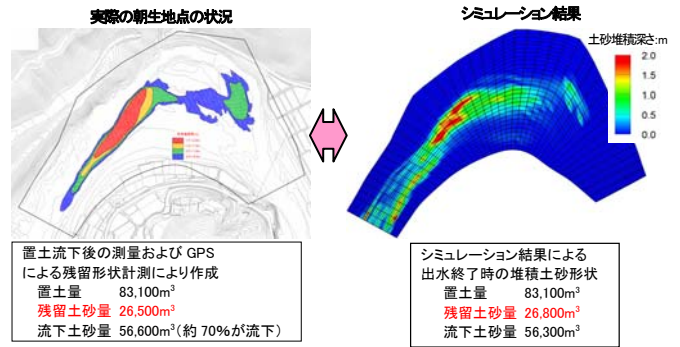


図-9 置土形状変化実績と計算結果の比較例(朝生地区)

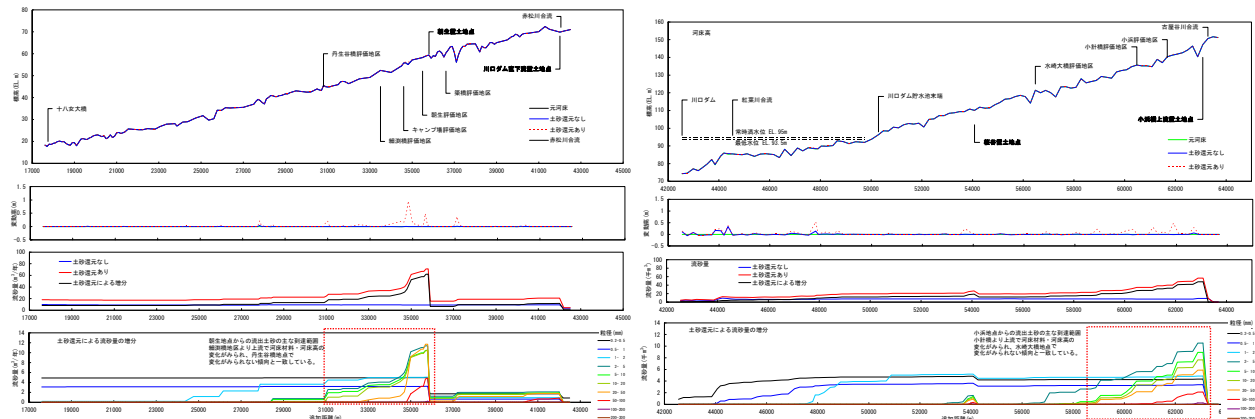


図-10 河床高と流砂量の変化の解析結果

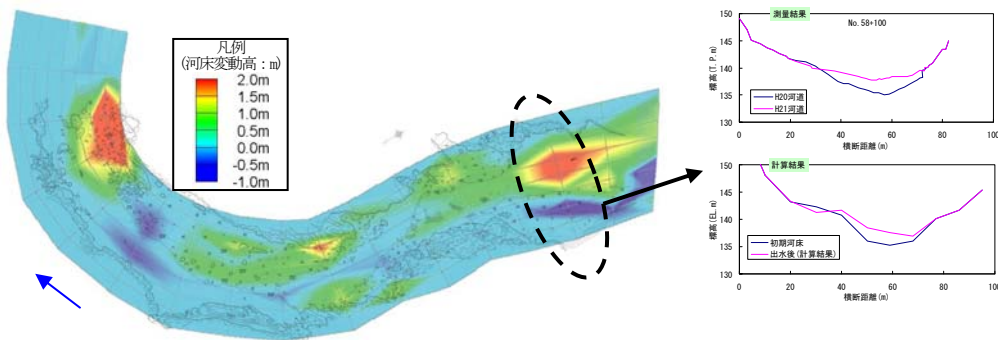


図-11 評価地点における河床形状・粒度分布の変化の実績と計算結果の比較