

那賀川の土砂還元による河川環境の改善効果 (中間報告)

那賀川河川事務所 調査課 中山 一馬
那賀川河川事務所 調査課 課長 青木 朋也
那賀川河川事務所 管理課 専門官 藤井 和志

那賀川で唯一洪水調節機能を有する長安口ダムでは、貯水池機能の保全を図るために、貯水池上流河道に堆積している土砂を掘削し、ダム下流河道に置き土砂することで、洪水時に下流河道へ還元する取り組みを実施している。

今回は、還元土砂が、那賀川の治水・利水・河川環境に大きな影響を与えることのないよう、置き土砂下流の区域において、物理環境の変化と生物環境の変化に着目したモニタリング調査を実施した結果の中間報告を行うものである。

キーワード ダム堆砂、土砂還元、モニタリング調査、総合土砂管理、ダム管理

1. 那賀川流域の概要

那賀川は徳島県南部に位置し、その源を徳島県那賀郡の剣山山系ジロウギユウ（標高1,929m）に発し、徳島、高知両県の県境山地の東麓に沿って南下した後、東に流れ、坂州木頭川、赤松川等の支川を合せて那賀川平野に出て、紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長125 km、流域面積874km²の一級河川である。（図-1）

那賀川の土砂生産域では、台風常襲地帯である四国山地の南東斜面に位置するため、特に台風の接近通過時に集中的に大雨の降る傾向があり、日最大降水量の日本記録を塗り替えるような日本でも有数の多雨地帯である。このため、上流域では年間平均降水量が3,000 mmを超えており、下流域を含めても流域のほとんどが2,000 mmを超えている。全国の既往降雨記録によると、日最大降水量では、上流域に位置する日早（那賀町）が1,114 mmと昭和51年から日本記録を維持していたが、平成16年の台風10号において、当流域の海川（那賀町）で1,317 mmと日本記録を更新した。（図-2）このような状況から、那賀川の土砂生産域では、脆弱な地質特性と日本有数の多雨・豪雨地帯であることが相まって、過去に大規模土砂災害が度々発生している。



図-1 那賀川の流域図

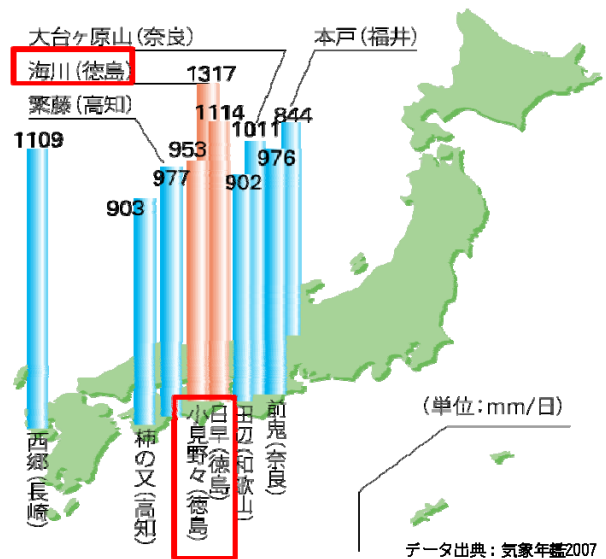


図-2 日最大雨量トップ10

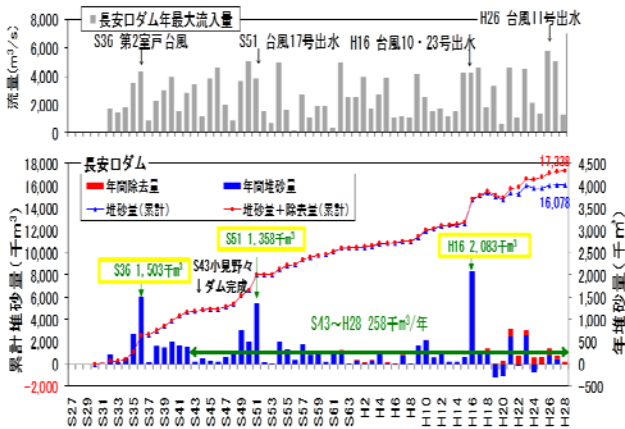
2. 長安口ダムにおける土砂管理上の課題

長安口ダムでは、昭和30年度の完成から約60年が経過し、平成28年時点で堆砂量16,078千m³となっている。これは、総貯水容量54,278千m³の30%に当たる。また、ダム完成当初の堆砂容量5,294千m³の約3.0倍、長安口ダム改造事業後の堆砂容量17,478千m³の92%に当たる。

堆砂の進行速度については、小見野々ダム完成前後で変化することから、小見野々ダム完成後についてみると、長安口ダムの昭和43年～平成28年の年平均堆砂量は258千m³/年であるが、台風17号災害が発生した昭和51年の年間堆砂量は1,358千m³、台風10号災害が発生した平成16年の年間堆砂量は2,083千m³となっており、上流の土砂生産域における大規模崩壊発生に伴い、年平均堆砂量の5～8倍の堆砂が生じている。

また、昭和43年～昭和50年は、年平均堆砂量が246千m³/年と比較的多かったのに対して、昭和51年災害後の

昭和52年～平成15年は年平均堆砂量が175千 m^3 /年となり、堆砂の進行速度が減少していた。一方で、平成16年災害後の平成17年～平成28年は211千 m^3 /年となり、堆砂の進行が進んでいる状況にある。

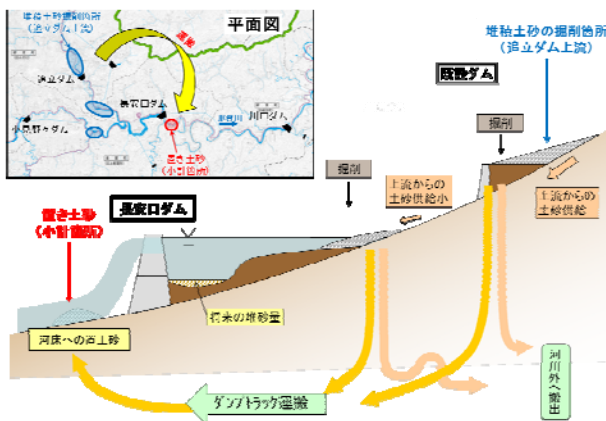


図－3 堆砂量と年最大最大流入量の経年変化

3. 長安ロダムにおける土砂還元の取り組み

長安ロダムでは、貯水池機能を保全するための当面の対策として、河川整備計画の整備期間を念頭に30年後の長安ロダム有効貯水容量を36,800千 m^3 確保することを目的とした堆砂対策を行っている。

堆砂対策としては、長安ロダムに流入する土砂を抑制するために、長安ロダム上流にある追立ダム箇所の掘削及び流入した土砂を除去する貯水池上流部での陸上掘削を実施している。また、掘削土砂は、下流河道の河川環境の改善に資するべく、ダム下流への置き土砂による土砂還元を行っている。平成19年～平成28年の堆砂除去量は1,528千 m^3 となっており、そのうち1,372千 m^3 が土砂還元され、156千 m^3 は有効利用等が図られている。



図－4 土砂還元の取り組みイメージ

4. 土砂還元モニタリング

(1) 土砂還元モニタリングの目的

那賀川流砂系^{注)}では、土砂生産域における土砂移

動量や土砂移動の過程、河道域における流域全体を一貫した測量や粒度分布調査、海岸域における土砂収支など、土砂動態に関する基礎的な調査資料が十分に得られておらず、これらの把握を進めることが急務である。

さらに、土砂動態変化と治水面・防災面、利用面の課題や河川環境変化との関係を把握し、土砂移動により起こり得る現象を予測可能としていく必要がある。また、総合土砂管理計画が策定されていない段階においても、治水面・防災面、利用面の各課題や環境面の変化を監視するためのモニタリングが必要である。

置き土砂による土砂還元及びモニタリング調査については、平成20年度より実施されており、土砂還元に伴う物理環境変化の大きい長安ロダムから川口ダム貯水池上流端までの区間では、平成27年度から更に詳細な調査を実施している。今回は、当区間における物理環境と生物環境についてのモニタリング調査結果を報告する。

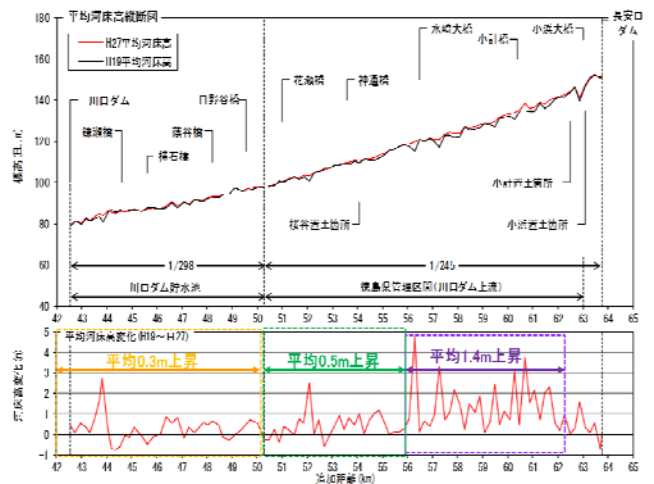
注) 流砂系：流域の源頭部から海岸までの一貫した土砂の運動領域のこと。

(2) モニタリング結果 (物理環境)

物理環境調査は、置き土砂による河川形態や河床材料等の変化を物理的な指標により評価するものであり、河床の高さ、瀬淵の状況 (形状、流速、水深)、河床材料 (河床の石の大きさ) に着目して実施した。

① 河床高の状況

図－5に、長安ロダムから川口ダム貯水池上流端までの河床高の変化を示す。長安ロダム下流の小計置土箇所から約6.5kmまでは、最大5m、平均1.4mの河床高の変化が確認された。また、約6.5km地点から川口ダム貯水池上流端までは平均0.5m、川口ダム貯水池内は平均0.3mの河床高の変化が確認された。



図－5 平均河床高縦断面図と河床高変化

② 瀬・淵の状況

瀬・淵の分類については、川の基本的な形態 (水深、水面、流速、低湿) から判断するのが一般的である。

(表－1) 那賀川では、平成28年度に実施した最深河床高の測量結果及び瀬・淵分布の調査結果から、長安ロダム下流～川口ダム上流の早瀬、平瀬、淵及びびとろについ

て、調査員の主観が出来る限り入らないよう、現地で計測出来る流速や水面勾配及び水深から定量的に区分する方法を試みた。具体的な流れを図-6に示す。まず、流速により瀬と淵に区分し、水面勾配によって早瀬、小さいと平瀬とした。また、「淵・とろ」は、最大水深によって「淵」と「とろ」に区分した。この判断基準による区分により、一定の水準で実際の河川形態を定量的に評価することができたと考えられる。

表-1 中流域における典型的な瀬・淵の区分

水深	深い	浅い	浅い
水面	波立たない	しわのような波	白波が立つ
流速	ゆるい	速い	もっと速い
河床	砂・礫など	沈み石	浮き石
区分	淵	平瀬	早瀬
		瀬	

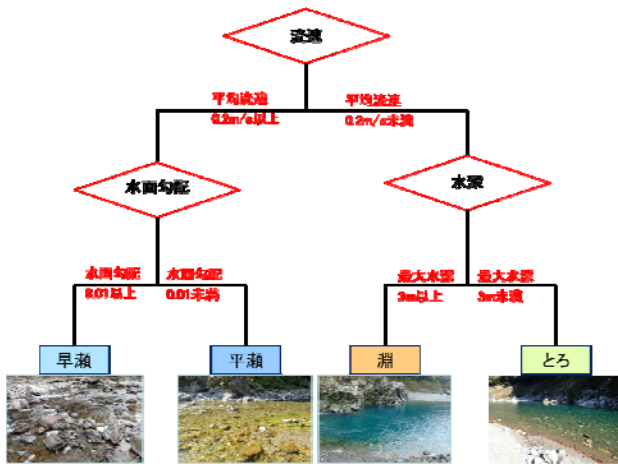


図-6 平均河床高縦断面図と河床高変化

図-7に、長安口ダムから川口ダム貯水池上流端までの瀬・淵の割合について、土砂還元直後の平成22年度と平成28年度を比較した結果を示す。河床変動量が顕著であった長安口ダムから56kまでの区間について、瀬の割合が13%から37%に増加しており、土砂が流下した区間における瀬の割合が増加していることが確認された。

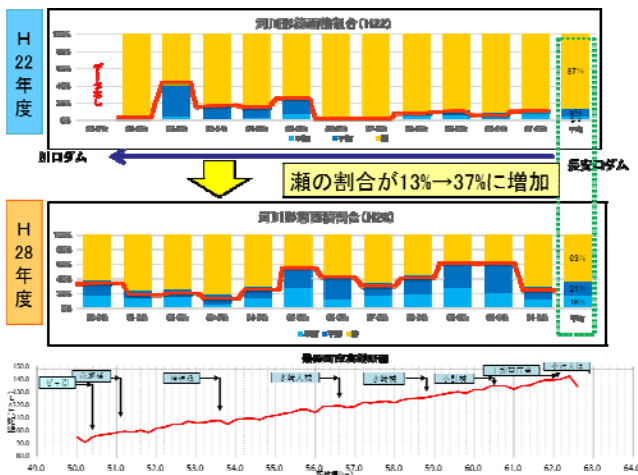


図-7 河床形態（瀬・淵）の変化割合

③ 河床材料の状況

土砂還元による河床の変化を比較するために、長安口ダム下流の小計地区において、土砂還元前の平成20年度と平成28年度の水中写真の状況を示す。(図-8)

平成20年度の河床は、石(100mm以上)が優占し、粗粒化しており、落ち葉等の有機物の堆積が目立っていた。一方で、土砂還元後である平成28年度の河床には、供給された礫(2mm~100mm)が多く見られるようになった。さらに、瀬などの浅場ができることで、流れの強弱や複雑な流れが生じたことや伏流と湧出が盛んになることで、有機物の堆積等も減少した。

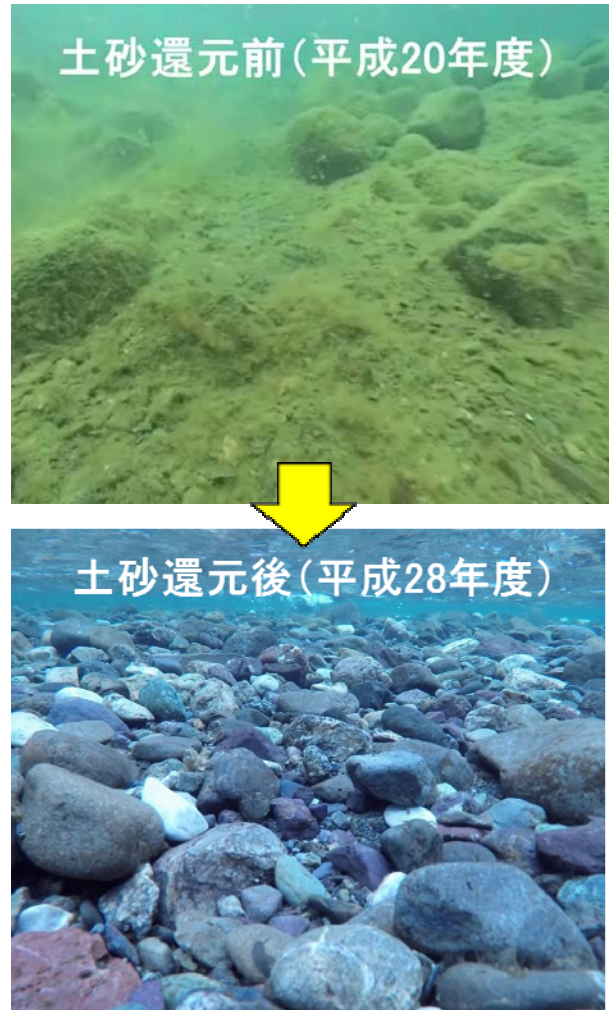


図-8 土砂還元前後の河床状況写真

図-9に、小計橋における平瀬の河床状況(河床材料の組成割合)の経年変化を示す。

平成20年度は、石(100mm~)の割合が33.3%、礫(~100mm)の割合が56.1%、砂(~2mm)が10.5%の割合であり、河床には200mmから500mmの石が目立っていた。土砂還元が始まる平成21年度から石の上に流下した礫が堆積することで、石の割合が次第に減少傾向を示すようになり、平成26年度以降は礫の割合が98%となり、河床の大部分を礫が占めるようになった。

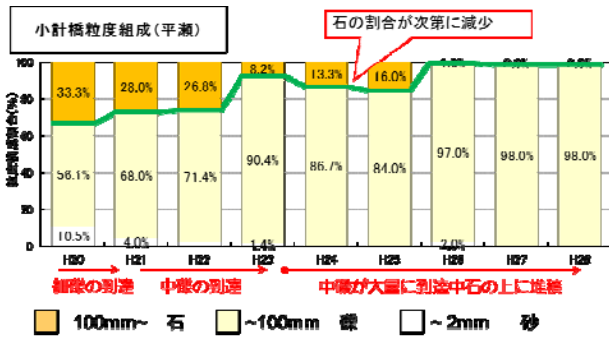


図-9 小計地区における河床材料の経年変化

④ 物理環境調査のまとめ

土砂還元を行うことで河床高は、置き土砂の量と出水の規模により変動するが、土砂はある箇所に溜まり続けるのではなく、出水により堆積と浸食が繰り返されると考えられる。また、砂礫河原と瀬が出現し、淵環境から瀬環境への変化した。さらに、粗粒化が解消され、河床材料が多様化した。(一様に小さな粒径で埋まってしまうのではなく、早瀬には石が卓越、平瀬には礫が卓越、淵やとろには砂礫や石が混在する環境に変化した。)

(3) モニタリング結果 (生物環境)

生物環境調査は、置き土砂の影響が懸念されている生物環境を把握するために、魚類、底生動物、付着藻類について調査を実施しているが、本報告では那賀川の生物としてなじみの深い魚類を中心に整理した。

① 魚類調査

表-2に、長安ロダムから川口ダム貯水池上流端における魚類の経年的な確認状況を示す。魚類調査において、これまでに23種類の魚類が確認されている。平成22年から継続して確認されている魚類は、「はい」、「あゆ」、「じんぞく」等の15種となっている。

アユについては、漁業権魚種であり、全区間で確認された。夏は小石から大石が見られる早瀬での確認が多く、秋は小礫から大礫が卓越する流れの緩やかな淵(とろを含む)から平瀬にかけて多く確認された。また、捕獲したアユについて、土砂還元とアユの成長状況の変化を確認するため、H27~H29に下流域の持井橋から長安ロダム下流の小浜の区間、そして流入支川の古屋谷川で、捕獲したアユの大きさや体重を測定し、成長の状況を調査した。図-10に、捕獲したアユについて、大きさや体重から体長と肥満度の関係を整理したグラフを示す。土砂還元を実施している川口ダム上流においても、体長20cm前後のアユが確認された。(体長20cmのアユは、尾ビレまで含めると23~24cmであった。)

また、平成29年度に長安ロダム~川口ダム貯水池上流端においてアユの産卵場調査を実施したところ、川口ダム湛水域の上流(日野谷橋より上流約500m)において、図-11のようにアユの産卵場が確認された。産卵場は、淵(とろを含む)の上流に位置する早瀬で、土砂還元により供給された細礫(2~20mm)~中礫(20~50mm)が主体の河床材料の箇所であった。

表-2 魚類の経年的な確認状況

No	和名	那賀川での呼び名	区分	H27	H28	H29	H30
1	ニホンアユ	アユ	産卵魚	●	●	●	●
2	コイ	こい	在り	●	●	●	●
3	フナ	ふな	在り	●	●	●	●
4	ボウズ	ぼうず	在り	●	●	●	●
5	カマツカ	かまつか	在り	●	●	●	●
6	ウツク	うつく	在り	●	●	●	●
7	ムツゴロ	むつごろ	在り	●	●	●	●
8	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
9	ニギハヤヒ	にぎはやひ	在り	●	●	●	●
10	サケ	さけ	在り	●	●	●	●
11	アサギ	あさぎ	在り	●	●	●	●
12	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
13	シマアユ	しまあゆ	在り	●	●	●	●
14	オホアユ	おほあゆ	在り	●	●	●	●
15	オホアユ	おほあゆ	在り	●	●	●	●
16	オホアユ	おほあゆ	在り	●	●	●	●
17	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
18	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
19	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
20	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
21	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
22	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●
23	アユ	あゆ	在り	●	●	●	●

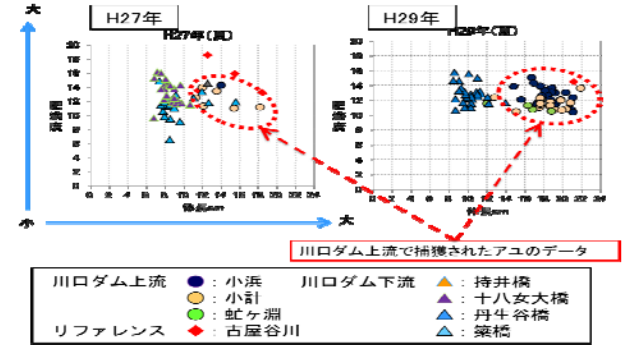


図-10 捕獲したアユの体長と肥満度の関係



図-11 アユ産卵場の河床の様子と卵

② 生物環境調査のまとめ

魚類調査を実施した結果、瀬淵形状や河床材料が変化したが、見られなくなった(絶滅した)魚類はいない。また、アユが大型に育つことのできる河川環境は維持されている。さらに、アユ等の細礫に産卵する魚類の産卵環境が新たに出現した。

5. 今後の課題とモニタリングの方向性

物理環境及び生物環境に関するモニタリングを実施した結果、以下のように現状と課題について整理した。
 ◆モニタリングは、長安ロダム下流の土砂還元区間を中心に実施しており、川口ダム下流の基礎情報が少ない。
 ◆モニタリングの開始が置き土砂以降であり、置き土砂以前との比較ができないため、物理環境変化と生物環境変化の応答関係の把握が十分でない。

今後は、土砂還元による物理環境の変化が及んでいない下流河川での現状を把握したうえで、土砂還元による治水、利水及び河川環境への影響や効果について検討し、より望ましい置き土砂材料を決定する必要がある。

また、土砂還元を含む那賀川の土砂管理は、関係機関が個々に課題に取り組むだけでなく、流域全体として取り組む必要があり、関係機関が連携して現状把握を行い、総合的な土砂管理計画を策定する必要がある。