

砂分主体の置土の流出・流下状況に関する現地調査

八千代エンジニアリング株式会社 小林真之, 鈴木伴征

1. はじめに

近年、ダム堆砂対策やダム下流河川の河川環境改善を目的として、様々な河川で置土による土砂還元が実施されている。土砂還元を実施する際には、治水面・利水面・環境面に配慮して、置土に用いる土砂の質や量を設定する。しかし、置土に使用する土砂は現地の採取場所の制約条件に大きく左右されるため、濁水の主成分となる細粒分が含まれる場合がある。

また土砂還元を実施する場合、必要に応じてその土砂の流下範囲や到達範囲を把握するためのモニタリング調査を行うが、置土の粒径成分が浮遊砂が主体の場合、到達範囲が広範囲に及ぶことから、流下実態を把握することは困難である。

そこで今回、堆砂対策の影響把握を目的として実施した A ダムの下流における計 5 回分の土砂還元試験における、置土の流出状況と置土のトレーサー追跡調査から得られた知見について紹介する。

2. 対象地の概要

今回対象とした A ダムは、堤高 25m 程度の重力式コンクリートダムであり、ダム完成当初から計画の堆砂速度を超過しており、現在堆砂率が 150%以上となっている。流域は泥岩や砂岩が主体で有り、ダム堆砂の粒度構成としては 70%を砂分、粘土・シルト分が 25%を占めている。

A ダム下流の B 川は、ダムから約 10km までの河床勾配は 1/100~1/200 であるが 10km 下流~河口は 1/1000 程度となり、比較的緩やかな河床勾配となっている。B 川中流~A ダム間では河床低下が生じており、護岸の被災等が報告されている。

A ダムでは、ダムの堆砂を用いた置土による土砂還元試験を 7 年前から計 5 回実施しており、ダムから 150m 程度下流の右岸側に置土している (図 1)。

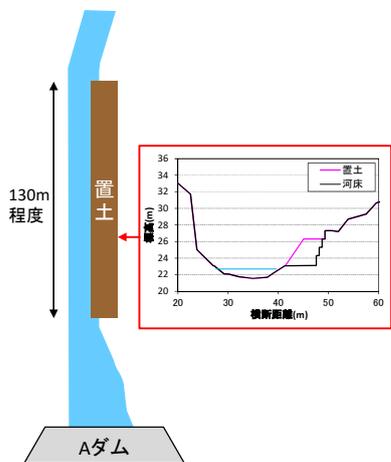


図 1 A ダム下流での置土の設置イメージ

3. 現地調査の概要

(1) 置土の流出量調査

A ダム下流での置土の設置イメージを図 1 に示す。置土は延長 130m 程度、幅 5~10m、高さ 2.5~4m で、河川に沿って縦断的に細長に設置している。細長形状の置土の流出状況を把握するため、ポールや巻き尺等を用いた簡易計測を定期的に行うことで置土の流出量を把握した。

(2) 置土のトレーサー追跡調査

置土の流下距離を把握するために、カラーサンドをトレーサーとして用いた追跡調査を実施した。調査に使用するカラーサンドは代表粒径が 0.3 mm と 1.0 mm の 2 種類のものを使用し、置土の高さ方向に 3 段ほどを敷いて、置土と同時に流出する構造とした。置土の流出後にダム~河口 (約 30km) の砂州等に設定した代表箇所 11 地点で土砂を採取した。その後、採取した土砂を乾燥させ、乾燥重量 100g 当たりに含まれるカラーサンドの個数と粒径を目視により確認した。

なお、トレーサー追跡調査は第 1 回試験~第 3 回試験の計 3 回で実施し、カラーサンドの色は 1 回目が赤色、2 回目が青色、3 回目が緑色を使用した。

4. 置土の流出に関する現地調査

(1) 置土の流出状況

A ダム下流での置土の設置概要と流出状況を図 2 に示す。第 1 回試験では、1500 m³ の置土を設置し、設置 3 日後に発生したピーク流量 110 m³/s の出水によりほぼ全量が流下した。第 2 回試験では、3100 m³ を設置したが最初の出水までに 2.5 ヶ月ほどかかり、その後置土の高さ半分程度まで冠水する 50 m³/s 以上の出水が 6 回生じ、そのうちピーク流量 260 m³/s の比較的大きい出水が生じたが、全量の流出には至らなかった。第 3 回試験では、2000 m³ の置土を設置し、30 日後に発生した 240 m³/s の出

項目	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
置土流出量・残存量 (m ³)					
	置土高(m)	3	4	2.5	3
置土の粒径					
	設置時期	出水期	非出水期	出水期	非出水期
設置から最初の出水まで経過日数	3	79	30	-(*)	10
設置から調査までの経過日数	11	242	48	-(*)	10
出水規模 (m ³ /s)	110	260	240	-(*)	150
出水回数 (50m ³ /s以上)	2	7	2	-(*)	1

※調査期間内に出水発生せず

図 2 A ダム下流での置土の設置概要と流出状況

水で90%が流出した。第4回試験では、2000 m³の置土を設置したが、その後出水が発生せず置土がほとんど流下しなかった。第5回試験では、2000 m³の置土を設置し、10日後に発生した150 m³/s出水でほぼ全量が流出した。

また第2回、第4回試験では、置土設置から数ヶ月後には置土が固化した状況となり、さらに植生が繁茂するなど、流出しづらい状況となった。

(2) 置土の流出に関する考察

置土性状・流況と置土流出率との相関性を図3にまとめる。置土流出率と置土性状や流況の各指標との想定される相関性を確認し、整合が取れている指標を抽出したところ、置土の流出しやすい条件として、以下の条件が確認された。

- ① 置土の粘土成分の割合：置土の粘土成分の割合が小さいほど、流出率が高くなる様子が見られる。これは粘土成分が少ない土砂ほど粘着性が小さく、置土が固化しにくく、置土が流出しやすい状況であると考えられる。
- ② 最初の出水までの期間：置土の設置完了から出水が生じるまでの期間が短いほど、自重による圧密の影響を受けて固化する可能性が低くなり、置土流出しやすくなると考えられる。また第2回試験や第4回試験等では出水が少ないため植生の繁茂し、さらに流下しにくくなる状況が確認された。
- ③ 置土の高さ・置土量：置土量が少なく置土の高さが低いほど、施工時の転圧や自重による圧密がしにくくなり、置土が固化しにくい状態であると考えられる。

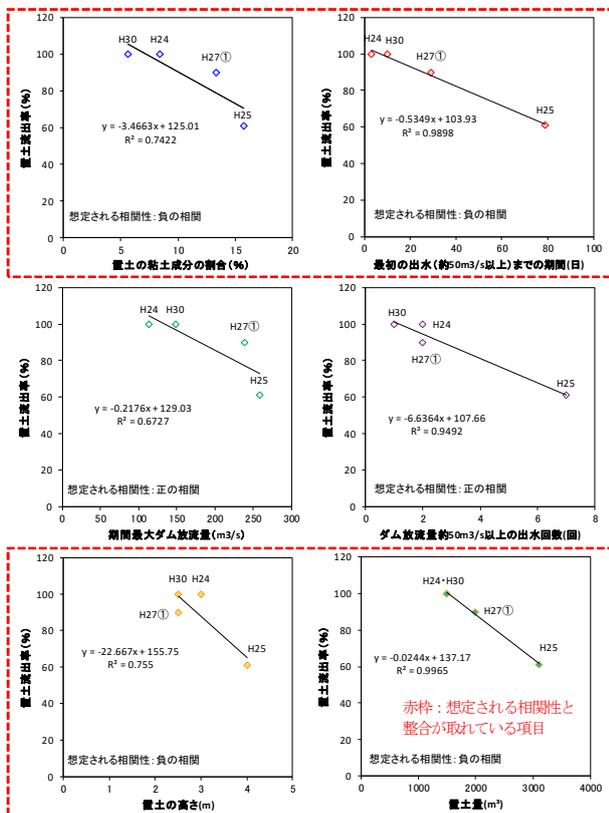


図3 置土性状・流況と置土流出率との相関性

5. 置土の流下に関する現地調査

第1回～第3回試験で実施したトレーサー追跡調査結果を図3に示す。第1回試験(カラーサンド：赤)では、置土がピーク流量が60,110 m³/sの2出水で流出し、上流の調査地点の他、中流～河口まで広い範囲で堆積している状況が確認された。

第2回試験、第3回試験では、ピーク流量が200 m³/s以上の出水で置土が流出し、中流～下流の調査地点で青や緑のカラーサンドがほとんど確認されなかった。このことから、Aダムで放流量が200 m³/s以上になるとダム直下の置土は河道に堆積する海域まで一気に流出すると考えられる。一方、赤カラーサンドは中流から下流にかけて、青や緑のカラーサンドより含有数が多い結果となった。これは、赤カラーサンドは一度河床に堆積したため200 m³/s規模の出水が発生しても河床付近の流速は非常に小さく、第1回試験の置土は比較的河床に留まったものと推測される。

また青カラーサンドに着目すると、第3回試験では第2回試験で確認されなかった地点でも発見された。このことから、一度河床や河岸部に堆積した置土が徐々に流下していき、新たに堆積しているものと考えられる。

6. 最後に

土砂還元を使用する土砂は、貯水池の土砂であるため、少なからず細粒分は含まれることから、設置時期・設置形状をより工夫するなど対応していく必要がある。今後もモニタリング調査を継続していき、さらに知見を増やすと共に考察を深めていきたい。

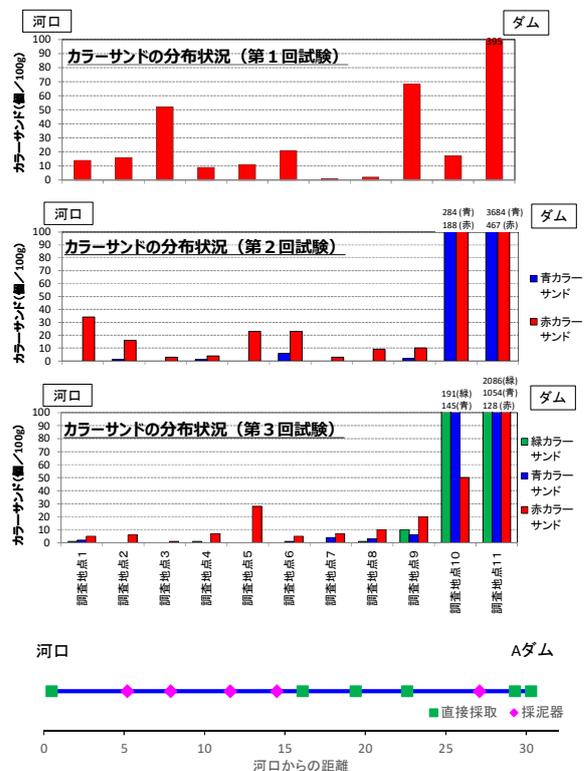


図4 トレーサー追跡調査結果(第1回～第3回試験)

