

フラッシュ放流にあわせた中礫の瀬への土砂還元の試行

広島大学大学院工学研究科 正会員 〇椿 涼太
広島大学大学院工学研究科 学生会員 坪下健太郎
広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 河原能久

1. 背景と目的

ダム下流の河道では、一般的に河床低下、粗粒化等の物理環境の変化が起き、生物生息場としての機能が変化する例が多い。また、ダム碓砂の進行はダム容量を削減していくことになる。これらの複合的な問題の緩和を狙い、ダム下流への置き土等の土砂還元が実施されている。

土砂還元の実施により、河床表面の粒径分布や瀬淵などの構造等の変化などがおきる。したがって、土砂還元方法の設計において、河道のどの範囲で、どれくらいの変化が起きるかを予測する必要がある。

本研究では、江の川水系上下川の灰塚ダム下流（図1）の D_{84} が10～20cm程度の大礫で構成された瀬を対象として、フラッシュ放流中の掃流砂礫による付着藻類剥離効果の増進¹⁾と、また粗粒化の緩和も念頭におき、 D_{60} =3cmの中礫の河道還元を試行した。

2. 現地観測方法

灰塚ダムで、2015年3月27日に実施されたフラッシュ放流を対象イベントとして現地計測を実施した。放流のピーク流量は100m³/sで、約1.5時間時間継続し、その前後は流量がほぼ一定速度で変化する台形型の放流ハイドログラフで実施された。

河道内で事前に採取した土砂をふるい分けして、粒径3cmほどの中礫を確保し、これをPt.Gの瀬に事前に設置するもの（置き土）と、Pt.yの瀬に放流ピーク時に投入するもの²⁾（土砂投入）の二通りの土砂還元方法を試行した。置き土は同じ瀬で横断方向に設置量を220kg、110kg、なしの三区間を設定し、それぞれ5m下流に土砂移動センサー³⁾を設置して、土砂設置量の変化による土砂移動状況の違いを確認した。土砂投入地点では、110kgの土砂を水位ピーク時に投入した。投入地点の11m下流に土砂移動センサーを設置した。

放流後に、現地観測を行い、残存状況を確認するとともに残存範囲の大きさをGPSおよびメジャーで記録した。これらの調査地点の河床材料の粒度分布を線格子法で調査し、また流向に沿った河床起伏の分布を1.5mの範囲で2cmピッチを1セットとして計測した。

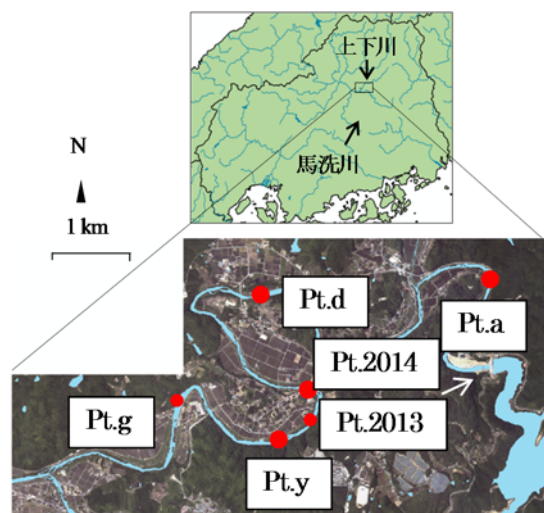


図1 上下川と調査地点

表1 還元土砂の堆積状況

	実効面 積 (m ²)	河床面積当たり の補足量(kg/m ²)	堆積厚 さ(cm)
Pt.g 置き土 110kg	3.27	33.6	2.1
Pt.g 置き土 220kg	3.69	59.6	3.7
Pt.y 投入 110kg	10.1	10.9	0.7

3. 現地観測結果

(1) 還元土砂の移動状況

還元土砂の大部分は、放流後も設置・投入箇所に残存していたが、河床表面に露出した大礫上には堆積せず、大礫の間のくぼみに堆積していた。そこで、大礫の露出面積を除いた実効面積を算出した。次に投入土砂の体積を実効面積で割り、平均堆積厚さを算出した。これらの結果を表1に示す。土砂投入ケースでは置き土ケースにくらべ堆積厚さは1/3～1/5であった。これは、2地点の流況の違いに加え、土砂投入では水面か

キーワード 掃流砂、掃流力、土砂還元、堆積厚さ

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819

ら河床に至るまでに流れによる拡散効果が大きいと
考えている。

(2) 代表粒径 D_{84} と各地点の標準偏差の関係

図1に示す各地点での、河床起伏の標準偏差と粒度分布から算出した D_{84} の関係を図2に示す。この結果から起伏の標準偏差は地点ごとの代表粒径に比例していることが分かった。

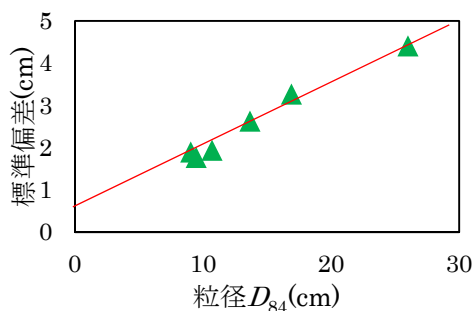


図2 河床データの標準偏差と代表粒径 D_{84} の関係

(3) 河床のくぼみ広さの関係

代表粒径 D_{84} と還元土砂が捕捉される河床のくぼみ広さの関係性を確かめるため、河床の標高分布の計測結果に対して、まず一次関数でトレンドを補正し、次に D_{84} に相当する長さの移動平均をほどこし、標高0を交差する間隔により河床の起伏の凸長さと凹長さを求めた。凸長さと凹長さを D_{84} により無次元化し、 D_{84} との関係を図3に示す。この結果から $D_{84} > 10\text{cm}$ では、凸長さは代表粒径の長さの1~2倍程度、凹長さは代表粒径の0.5~2.5倍程度になっていることが分かる。土砂還元を実施した2地点はともに $D_{84} > 10\text{cm}$ の箇所であり、河床の起伏はある程度共通性を持っているといえる。そこで、この河床起伏を再現する水路を作成し、還元土砂の移動状況を確認することとした。

4. 還元土砂の移動の再現実験

実河川の粒径分布や河床形状の計測結果を踏まえ、縮尺1/2~1/3の河床を実験水路に再現し、フラッシュ放流のピーク流況を想定した底面せん断応力が生じる流況を再現した。実験結果より得られた大礫間での小礫の捕捉厚さ δ および小礫の粒径 d をそれぞれ D_{84} で無次元化し、大礫に対応する無次元掃流力 τ_{D84} との関係をもとめたものを、図4に示す。現地のPt.yは底面せん断応力は $\tau_{D84} = 0.023$ 、投入礫の粒径は $d/D_{84} = 0.2$ であり、

平均堆積厚さは $\delta/D_{84} = 0.06$ であるが、室内実験に基づく図4では $\delta/D_{84} = 0.6$ となる。一方、Pt.gでは $\tau_{D84} = 0.021$ 、置き土の粒径は $d/D_{84} = 0.3$ とで平均堆積厚さは $\delta/D_{84} = 0.3$ となるが、図4では $\delta/D_{84} = 0.7$ となる。置き土を再現した室内実験結果は、現地観測結果にくらべ堆積厚さを2倍ほど過大評価した。現時点では定量的な再現性に課題はあるが、粒径の大きさや攪乱イベントの規模による還元土砂の拡散範囲を評価するツールとして、発展させていきたいと考えている。

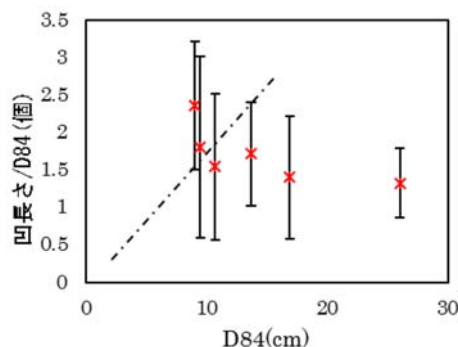
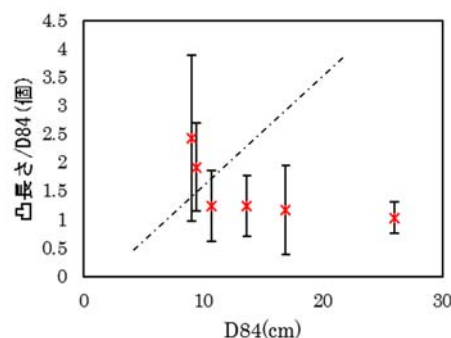


図3 凸凹長さと代表粒径の関係

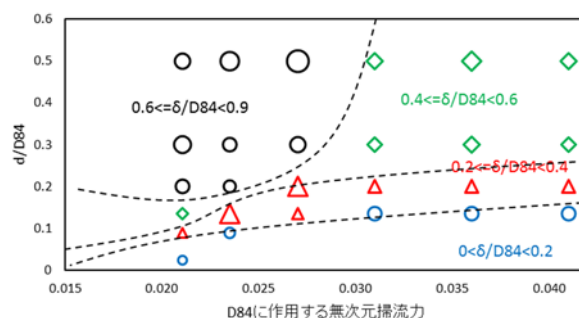


図4 無次元堆積厚さ δ/D_{84} 、代表粒径に作用する無次元掃流力 τ_{D84} 、無次元粒径 d/D_{84} の関係

参考文献

- 1) 石尾ら：河川技術論文集, Vol.20, pp.109-115, 2014.6.
- 2) Ock, G. et al.: Hydrol. Res. Letters 7(3), 54-59 (2013)
- 3) 椿ら：河川技術論文集, Vol.20, pp.49-55, 2014.6.