

灰塚ダムのフラッシュ放流に関する現地観測

広島大学大学院 学生会員 ○岩苔和広
広島大学大学院 フェロー会員 河原能久
広島大学大学院 正会員 椿 涼太

1. はじめに

ダムの建設に伴い、その下流域において洪水頻度が減少し河道が攪乱されることが少なくなったため、河川環境が劣化する事例が増えている。その問題を解消するため、ダムからの放流によって人為的な小洪水を発生させ、河川下流部の生態環境を改善する試みであるフラッシュ放流が全国的に始められている。江の川においても、鮎の稚魚が放流される前に付着藻類が剥離することを目的としてフラッシュ放流が行われ、河床材料（砂や礫）の移動（浮き石の形成）、砂礫に付着した藻類の変化（鮎の餌場の育成）が調査されている¹⁾。しかし、まだ研究事例は少なく、その効果の評価を行うためには多くの検討が必要である。

本研究では、平成 21 年 3 月 25 日に行われた江の川水系の灰塚ダムからのフラッシュ放流を対象として、その効果を定量的に評価することを目的とし、様々な項目を計測した。ここでは、今後実施する数値解析に先立ち、計測結果の一部を速報として報告する。

2. フラッシュ放流と調査地点の概要

灰塚ダムは一級河川の江の川水系上下川に位置する特定多目的ダムである。平成 21 年 3 月 25 日に最大流量 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ のフラッシュ放流が実施された。ダム直下の地点での放流量のハイドログラフを図-1 に示す。8:00 から徐々に流量を増加させ、16:00 から 1 時間ほど $50 \text{ m}^3/\text{s}$ を保持し、その後さらに増水させ、18:30 頃から約 1 時間半にわたりピーク流量 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ を流し、その後急減させ、21:00 には一定流量に戻した。

図-2 に調査区間と観測断面、観測項目を示す。調査区間はダムの下流約 1km から約 9km の区間であり、調査区間の平均河床勾配は約 1/300 である。なお、灰塚ダム

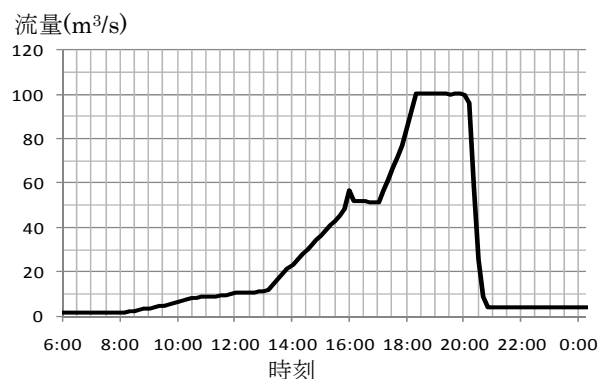


図-1 ダム直下の地点での流量ハイドログラフ

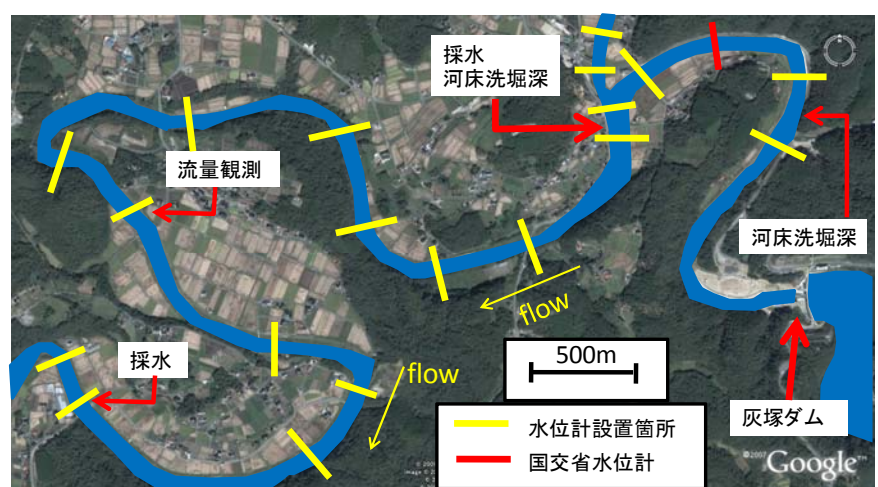


図-2 (上) 調査区間と観測箇所

図-3 (左) フラッシュ放流前とフラッシュ放流中の流況

の約 3km 下流にて支川の流入がある。また、図-3 に調査区間内でのフラッシュ放流前とフラッシュ放流中の流況写真を示す。写真のように調査区間内には多くの植生が繁茂しており、水位が上昇するにつれて植生が水没する箇所が多く見られる。

3. 観測手法と観測結果

(1) 水位

水圧式水位計を調査区間内の 19 断面に総計 21 本設置し、1 分間隔で計測した。図-4 に示すように、水位計はコンクリート製ブロックに取り付けた鋼管（側面に穴あり）内に固定し、そのブロック上面が河床面になるように埋めた。

図-5 は調査区間の上下流端で計測された水位ハイドログラフである。これより、今回のフラッシュ放流では上流端で 1.4m、下流端で 1.2m だけピーク時に水位が上昇していることが分かる。下流に行くほど川幅が広がるため水位上昇は小さくなる。また、図-6 には各地点での水位のピークの発生時刻と流下距離の関係を示すものである。図より、ピーク水位は約 8km 流下するのに 1 時間 2 分かかっており、洪水流の伝播速度は 2.15m/s であることが分かる。また、水位計から得られた観測値には振幅約 1cm の振動が含まれることが多かったが、植生域に設置した多くの箇所では振幅約 5cm の振動が生じていた。植生域と非植生域の境界部に大規模な渦が形成されていたことも考えられる。



図-4 水位計の設置方法

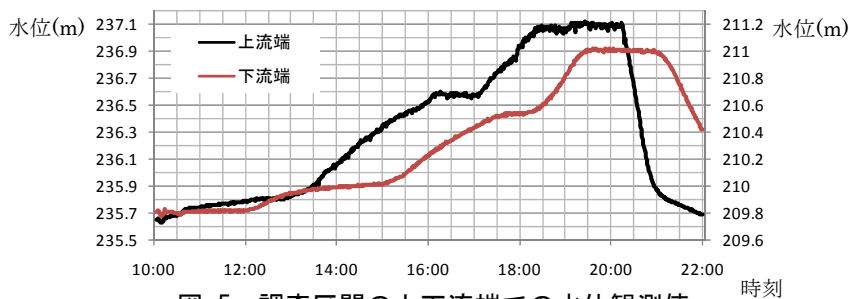


図-5 調査区間の上下流端での水位観測値

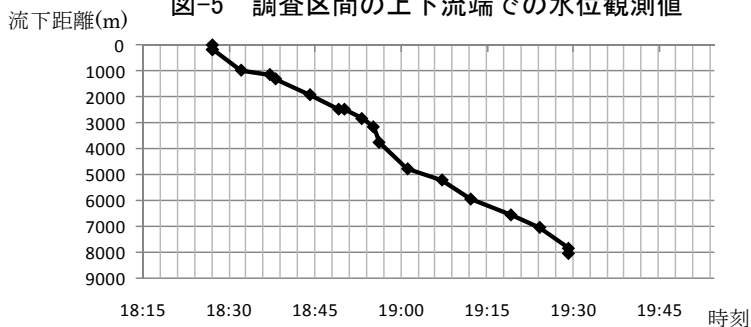


図-6 ピーク水位発生時刻と縦断距離の関係

(2) 流量

流量は、図-2 に示す流量観測断面（堰の上流に設置）において計測した。図-7 に流量観測風景の写真を示す。写真のように横断方向にロープを張り、ADCP (RD Instruments 社、ワークホース) をゆっくり横断させて計測した。計測は 30 分間隔で行い、毎回 3 回計測し、誤差が少ないことを確認して観測値とした。計測時間は 12 時半から観測可能な 19 時までとした。

図-8 に 18 時での ADCP による観測結果を示す。図-8 のように水深、横断・水深方向に分割された流速値が得られ、それにより流量が算出



図-7 ADCP を用いた流量観測風景

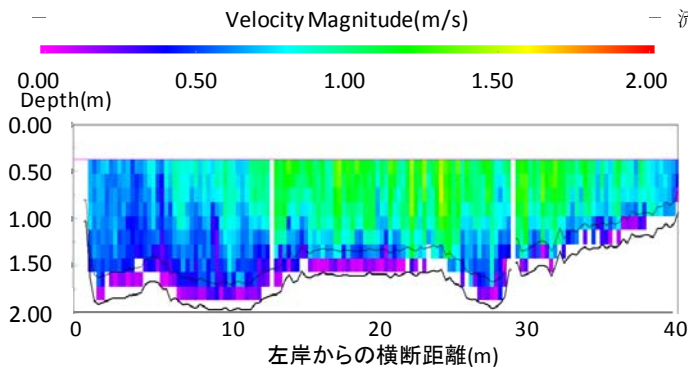


図-8 ADCPでの観測結果(18:00)

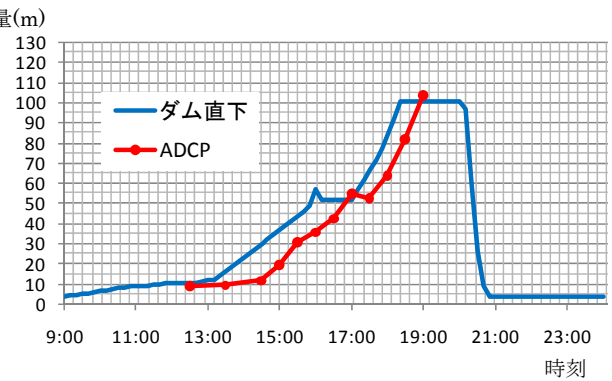


図-9 流量ハイドログラフの比較

される。

図-9 に、ADCP によって計測された流量とダム直下で計測された流量を比較している。ADCP により計測された流量は、途中でほぼ一定となった約 $50\text{m}^3/\text{s}$ やピーク流量の $100\text{m}^3/\text{s}$ と良好に一致しており、ADCP を用いて得られた流量は高精度に計測できていることが分かる。

(3) 河床洗堀深

今回用いた洗堀深計は、図-10 に示すように、直径 7.8cm、高さ 5.0cm の円柱状のコンクリート製ブロックを電極でつなぎ、3 段重ねたものであり、底部にあるデータログで電圧を記録し、電圧値から上に重なっているブロックの個数を把握する装置である。この装置を河床に埋め、河床が 5cm 掘れる毎に 1 つずつブロックが流出されるように作られている。観測箇所は 2 箇所であり 1 分間隔で計測を行った。また、周りに色礫を設置し、視覚的に洗堀と埋め戻しを把握できるよう配慮した。



図-10 設置した洗堀深計の外

2 箇所のうち上流地点では洗堀深計は植生域に設置しており、ブロックの流失は発生しなかった。一方、下流地点（瀬）では、図-11 に示すように、洗堀深計で計測された電圧が急変している時刻があり、18:42 に最上部のブロックが流出したことがわかる。ブロック周辺に設置した色礫も 5cm 程度のものまで流失しており、今回のフラッシュ放流では約 5cm の河床変動が発生したことが判明した。

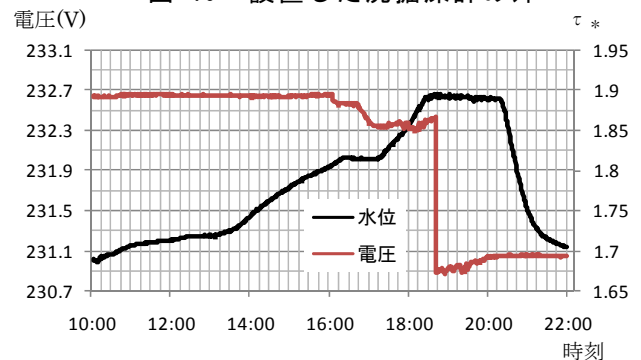


図-11 洗堀深計による計測値と水位ハイドログラフ

(4) クロロフィル a (Chl. a) と懸濁物質 (SS)

流水中の Chl.a と SS の採水は、ダムから約 2.5km と 9.1km 下流の 2 地点で行った。採水間隔は 30 分間隔であり、表層水を 1 リットル採水し、分析は大学に持ち帰り行った。図-12 は、Chl.a と SS のハイドログラフとともに、採水地点に最も近い水位計で計測された水深のハイドログラフである。図より、2.5km 地点でのピークの発生順序は、まず Chl.a、次に SS、水位の順となっている。流量が $50\text{m}^3/\text{s}$ に達する前に Chl.a はピークを示しており、河床材料に付着している藻類の剥離が発生したことを示している。一方、9.1km 地点では、水位のピーク以前に Chl.a や SS のピークが発生している。両地点の Chl.a や SS の濃度を比較す

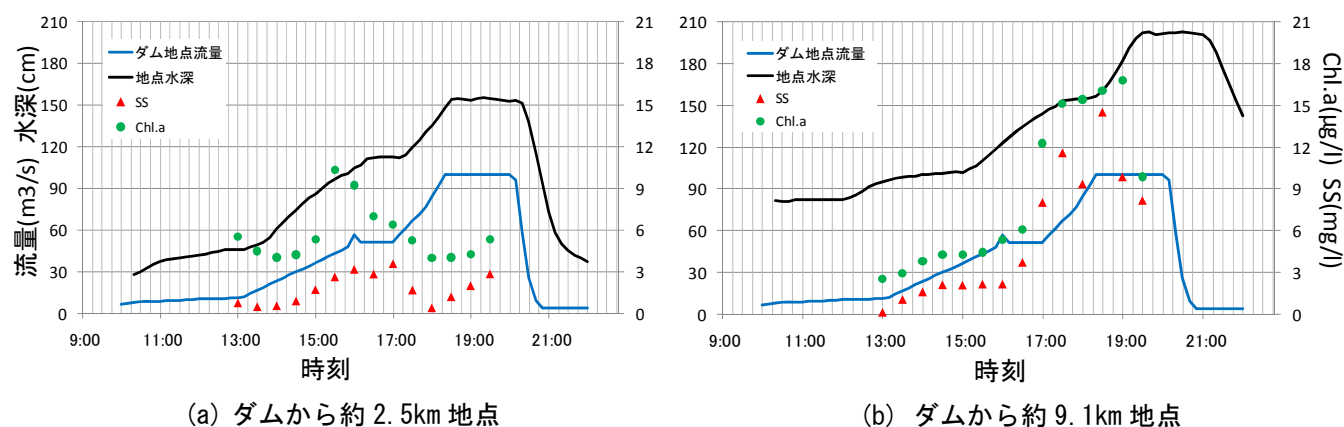


図-12 クロロフィル a と SS のハイドログラフ

ると、下流地点の方が高く、両地点間で付着藻類の剥離や土砂の巻き上げが発生したことを示している。

4. おわりに

本研究では灰塚ダムからの最大 $100\text{m}^3/\text{s}$ のフラッシュ放流において、水位、流量、河床変動、水質項目等のデータを取得した。現段階でのデータ整理から次のような知見を得た。

- 1) 水位ハイドログラフより、ピーク水位の伝播速度は約 2.2m/s と推定された。
- 2) 流量がピークに達していた時点で 5cm 程度の河床変動が発生した地点が存在し、土砂輸送が発生したことが確認された。
- 3) 付着藻類の剥離を目的とした場合、流量は $50\text{m}^3/\text{s}$ 程度であってもクロロフィル a の増加、SS の増加が発生したため、河床材料に付着した藻類の一部は剥離し流下したと推定される。

今後フラッシュ放流を対象として 2 次元数値解析を行う予定である。本研究ではフラッシュ放流に関して流量の上昇期のみを観測をした。フラッシュ放流の効果についてより詳細に検討する場合、フラッシュ放流前や減水期にも同様の観測をすることが望まれる。

謝辞

現地観測に当たり、国土交通省中国地方整備局三次河川国道事務所灰塚ダム管理支所にはデータの提供等ご協力をいただきました。御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省中国地方整備局三次河川国道事務所：第 12 回江の川河川環境調査委員会報告書，平成 21 年 3 月。