

フラッシュ放流等による河川環境改善の効果検証 ～一庫ダムにおける物理的・生物学的調査と分析～

藤津 亜弥子¹

¹水資源機構一庫ダム管理所 (〒666-0153 兵庫県川西市一庫字唐松 4-1)

一庫ダムは2013年4月に管理開始30年を迎えた。一般にダムができると、下流河川の河床の粗粒化が生じると言われている。一庫ダムでも河床材料の粗粒化の傾向が確認され、2002年よりフラッシュ放流等の河川環境改善の取り組みを地元漁業協同組合と協働で実施してきており、魚類の生息数の増加等が確認されてきている。今回、フラッシュ放流及び土砂還元の効果検証として、河床の粗粒化の改善及び付着藻類の剥離・更新に関する物理的・生物学的な調査を行い、取り組みの効果を定量的に評価した。

キーワード：フラッシュ放流、土砂還元、河床材料、付着藻類

1. はじめに

一庫ダムは、淀川水系猪名川の左支川一庫大路次川に建設された重力式コンクリートダムで、洪水調節、水道用水の供給、流水の正常な機能の維持を目的とした多目的ダムである。

猪名川は以前はアユの友釣り場として賑わっていたが、管理開始20年頃にはアユ釣りをしている人もアユの姿も見かけることが少なくなった。この要因として、①河川流量の平滑化により、ヨシが繁茂し水際域の減少による魚類・底生動物の産卵場の減少、②付着藻類の更新の減少による魚類の餌環境の変化、③土砂供給の減少による魚類・底生動物の産卵場、隠れ場所の減少、が考えられた。そのため、ダム下流において、2002年にヨシの除去、玉石の投入を、2003年から土砂投入とフラッシュ放流を実施しており、実施状況を表-1に示す。

フラッシュ放流等の取り組みは、国、水資源機構等の多くのダムで実施されているが、その効果検証に関する実施事例は少なく、検証も定性的な評価に留まっていることが多い。今回、一庫ダム下流において表層河床材料調査等の物理的調査や、付着藻類の剥離・更新効果等の生物学的調査を行い、効果検証を定量的に行った。

2. 効果検証の着眼点

今回、以下の視点で河川環境改善の効果検証を行った。

- ・フラッシュ放流等により河床の粗粒化が改善しているのか。
- ・フラッシュ放流等による藻類の剥離量を把握し、フラッシュ放流等がどの程度藻類の剥離に寄与しているのか。
- ・剥離後、どの種の藻類がどの程度増えたのか。
- ・フラッシュ放流時、藻類の剥離により水質はどう変化したのか。また、還元土砂の粒度分布の違いによる水質への影響はあるのか。

表-1 土砂還元実績

年	2003	2004	2005	2006	2007
最大放流量(m ³ /s)	20	-	16.5	20	11
継続時間(H)	2	-	7	2	6
土砂量(m ³)	300	600	600	1,000	2,000
年	2008	2009	2010	2011	2012
最大放流量(m ³ /s)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
流継続時間(H)	7	5	8	6.5	5
土砂量(m ³)	2,100	1,200	1,000	500	600

3. 2012年（平成24年）度調査概要

(1) フラッシュ放流・出水の概要

2012年のフラッシュ放流は、5月18日、6月12日の2回実施した。また、6月12日のフラッシュ放流以降、6月中旬から8月中旬にかけて自然出水が数回発生した。フラッシュ放流と自然出水の発生状況を表-2、図-1に示す。

(2) 調査の概要

現地調査の概要と調査地点を表-3、図-2に示す。

表-2 フラッシュ放流・出水の概要

月日	5/18	6/12	6/16	6/19	6/22	7/1
最大放流量(m ³ /s)	12.5	12.5	20.6	48.8	66.6	13.2
月日	7/3	7/7	7/12	7/15	7/20	8/18
最大放流量(m ³ /s)	20.5	49.9	41.2	40.2	23.9	12.0

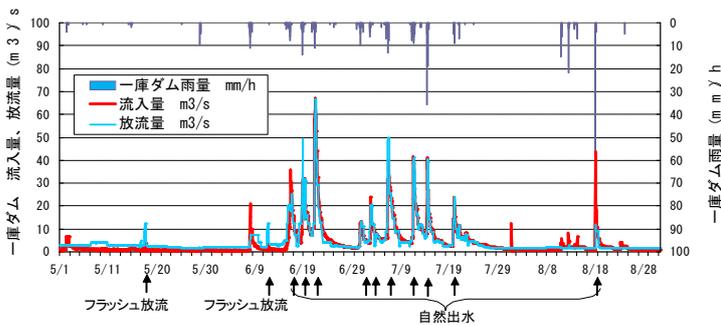


図-1 雨量と放流量

表-3 現地調査の概要

調査項目	目的	地点	調査時期
表層河床材料調査	表層河床材料の粗粒化の改善効果の確認	直下～合流点まで約1k間隔	放流前後 出水後 非洪水期
付着藻類調査	付着藻類の剥離・更新効果の確認	直上、直下、3.6k地点	放流前後 出水前後
藻類回復状況調査	付着藻類の更新効果の確認	直上、直下、3.6k地点	放流後 出水前後
水質調査	フラッシュ放流中の水質変化の確認	直下	フラッシュ放流中
還元土砂粒度分析	還元土砂の粒度分布の確認	還元地点	フラッシュ放流前

※直上：土砂還元地点直上流、直下：土砂還元地点直下流、還元地点：土砂還元地点、合流点：猪名川合流点

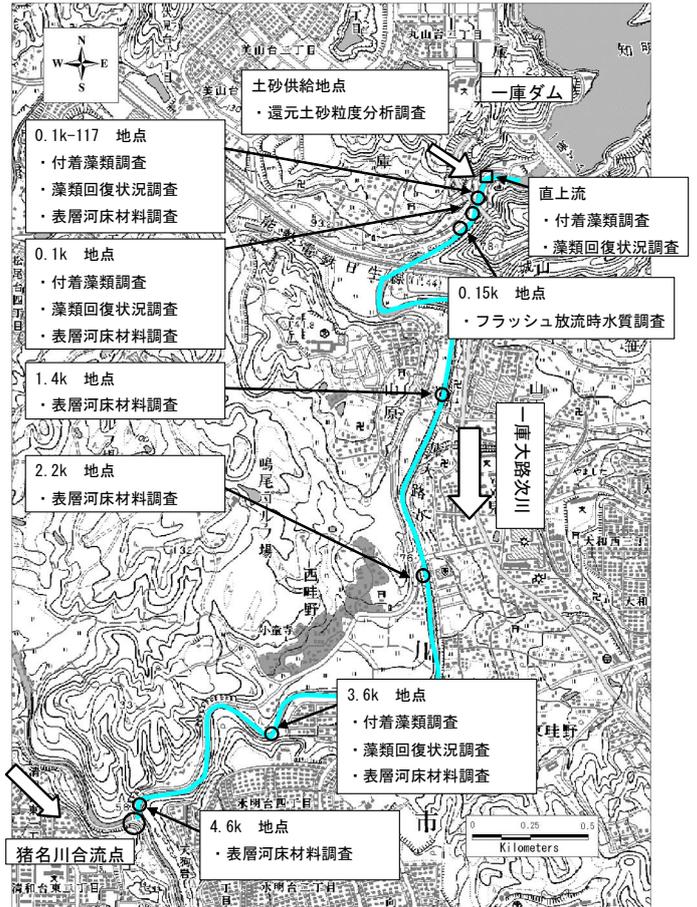


図-2 調査地点図

4. 調査結果

(1) 表層河床材料調査

面積格子法により各地点において流心及び左右岸の3箇所まで調査し、0.1k地点の調査結果を図-3に示す。6月12日の2回目のフラッシュ放流後、砂（粒径2mm以下）や細礫（粒径2mm～20mm）が増加しており、特に左岸はフラッシュ放流前には岩盤が優占したが、フラッシュ放流以降は、砂など細かい土砂の割合が高くなった。

(2) 付着藻類調査、藻類回復状況調査

調査はフラッシュ放流等で流出しない自然石を各調査地点で選定し、放流前後における付着藻類の量、優占種を測定した。なお、土砂還元の影響を比較するため、コントロール地点として土砂還元地点直上流地点を設けた。

フラッシュ放流による付着藻類の剥離・回復状況を写真-1に、クロロフィルa、フェオフィチン、強熱減量、藻類の細胞数の時系列調査結果を図-4に、調査結果の概要を表-4に示す。なお、クロロフィルaは藻類の現存量を、フェオフィチンは死滅した藻類量を、強熱減量は有

機物量を示す指標である。調査結果(図-4、表-4)より得られた事象は下記のとおり。

- ・クロロフィル a、フェオフィチン、強熱減量、細胞数は放流前に比べ放流後は減少し、出水のない6月下旬～7月上旬は増加していた。
- ・調査地点別では、土砂還元直下地点は他地点と比べ、フラッシュ放流時のクロロフィル a、フェオフィチン、強熱減量の減少率が10～20%高かった。
- ・フラッシュ放流と最大放流量約20m³/sの自然出水とのクロロフィル a等の減少率の差は大きくなかった。
- ・土砂還元地点より下流の各調査地点で藍藻が優占し、水温が20℃より高くなる6月中旬から細胞数が増加した。また、フラッシュ放流により減少した細胞数が10日前後で出水前の状態にほぼ回復した。
- ・藍藻を餌とするアユのハミ跡は、藍藻の量(細胞数)が多い3.6k地点で広範囲に確認され、特に糸状藻類が繁茂していない河床材料の表面に多く確認された。

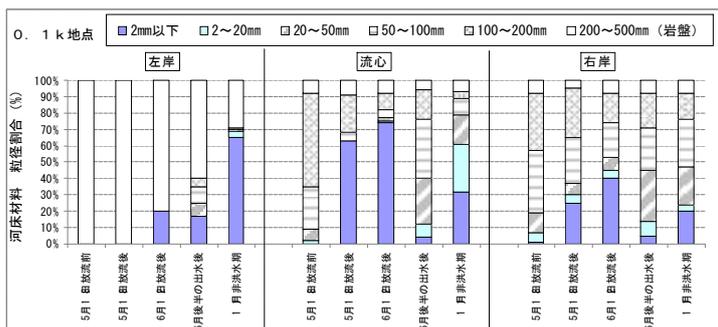


図-3 放流前後の表層河床材料の粒径割合

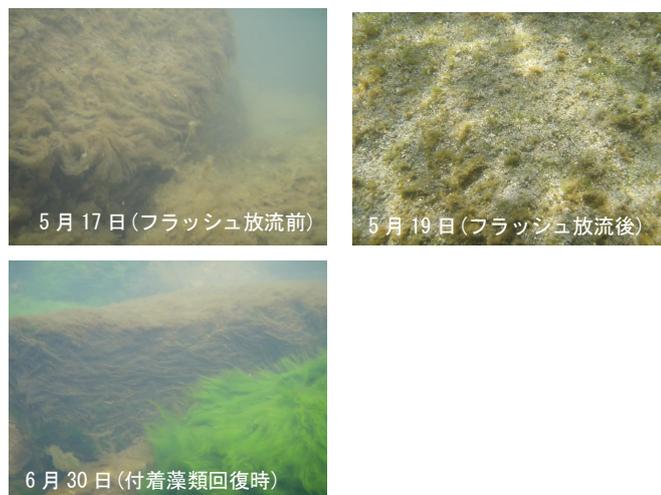


写真-1 付着藻類の剥離・回復状況(いずれも同地点)

表-4 付着藻類調査結果概要

	地点	剥離・回復効果	
		フラッシュ放流(5/18)前後	自然出水(7/3)前後
クロロフィル a	直上	12%減↓	—
	直下	50%減↓	43%減↓
	3.6k	30%減↓	30%減↓
フェオフィチン	直上	1%増↑	—
	直下	55%減↓	44%減↓
	3.6k	13%減↓	10%増↑
強熱減量	直上	14%増↑	—
	直下	28%減↓	82%減↓
	3.6k	10%減↓	1%増↑
細胞数	直上	59%減↓	—
	直下	13%減↓	13%増↑
	3.6k	23%増↑	62%減↓

※直上：土砂還元地点直上流、直下：土砂還元地点直下流

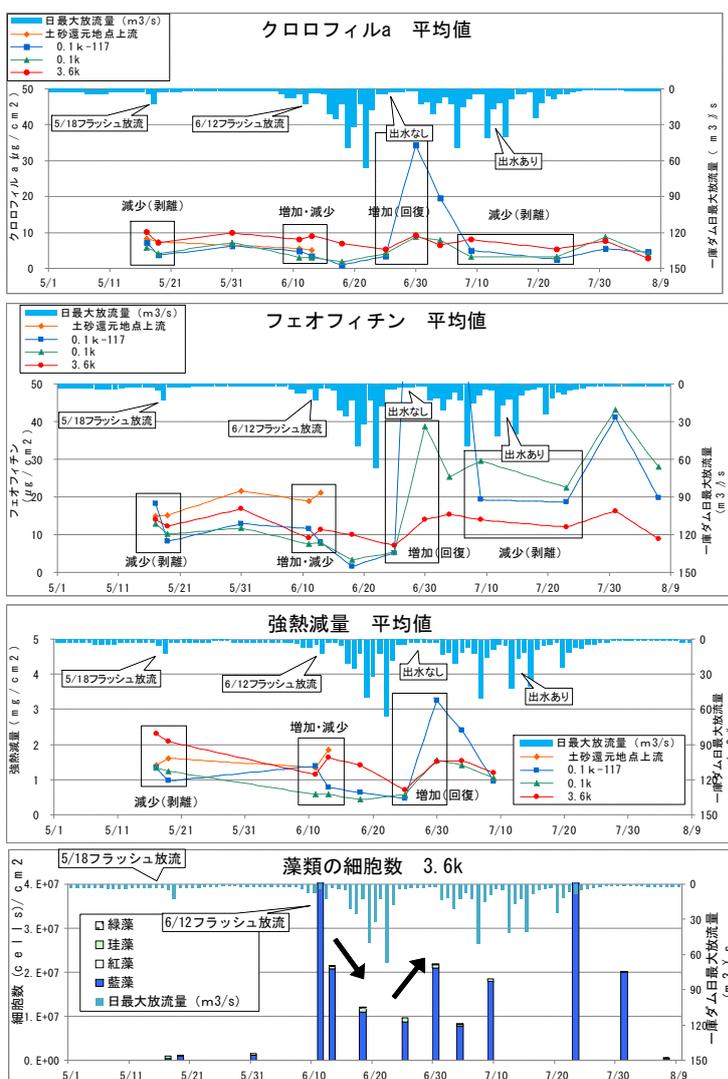


図-4 付着藻類調査結果

(3) 水質調査

1回目(5月18日)のフラッシュ放流における土砂投入時の水質の変化を図-5に示す。なお、土砂投入は9時に投入を開始し、12時に一度休止、13時より再開、17時に終了した。

クロロフィル a、フェオフィチンについては、一庫ダムからの放流量が増加し、ピーク放流量に到達した時刻付近で最大値を示した。ピーク流量に到達後は、その数値も徐々に低下し、土砂還元地点上流の水質自動観測地点における数値に近づく傾向が確認された。

濁度は、土砂投入開始～休止までの間で急上昇し、投入作業休止の間で一時的に低下し、投入作業再開で再び上昇した。土砂還元中に280度の高濁度を記録した。なお、6月12日の濁度最高値は550度、2011年(平成23年)フラッシュ放流時の濁度最高値は750度であった。

(4) 還元土砂粒度分析調査

フラッシュ放流時に使用する土砂は近隣の工事現場からの発生土等を使用しており、年により粒度特性が異なっている。図-6に示すとおり、2012年(平成24年)度の細粒分(粒径0.075mm以下)の割合は約17%で、2011年(平成23年)度の約12%、2005年(平成17年)度の約5%より多かった。

5. 到達点と課題

(1) 到達点

一庫ダムでは2003年からフラッシュ放流(土砂還元)を継続して実施し、河川環境改善の取り組みの到達点と課題について取りまとめた。

表層河床材料調査より、岩盤が優占し粗粒化の傾向が見られた地点において、継続的な土砂還元の実施により細かな粒径の割合が多くなっており、一庫大路次川の河床材料の粗粒化は改善傾向にあることが確認された。

付着藻類調査、藻類回復状況調査により、藻類の現存量を示すクロロフィル a、藻類の細胞数等が放流前に比べ放流後に減少し、その後増加しており、フラッシュ放流により藻類の剥離・更新が確認された。また、その効果は土砂還元地点の直下流地点が最大であり、土砂還元による促進効果が大きいことが考えられる。

今回の6月～7月の調査結果では、フラッシュ放流により減少した細胞数が10日前後でほぼ回復するため、この時期のフラッシュ放流の頻度は1回/1～2週間が目安となると考えられる。

(2) 課題

フラッシュ放流時の濁度は、細粒分(粒径0.075mm以下)の割合に大きく依存していると言われている¹⁾。従って、還元土砂を採取する際は予め粒度分析を行い、細粒分(粒径0.075mm以下)が5%以下程度の土砂を用いるよう努める。

付着藻類調査、藻類回復状況調査は、定期的に行われ、その傾向を把握することが望ましい。特に回復した藻類がアユの好む種かどうか、既に報告されているアユの胃の内容物の分析報告等と照らし合わせて確認することが望ましい。

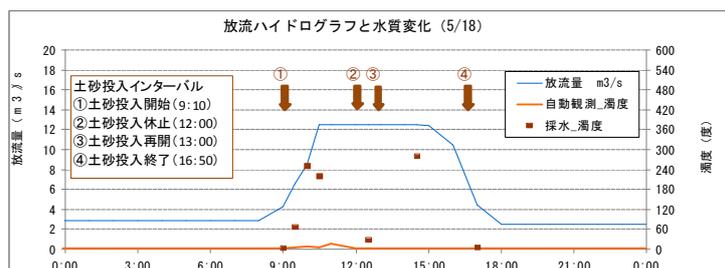
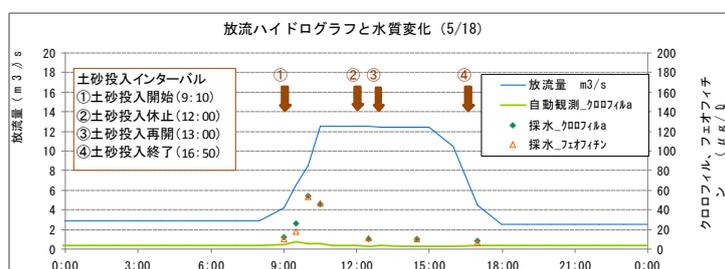


図-5 フラッシュ放流時水質変化

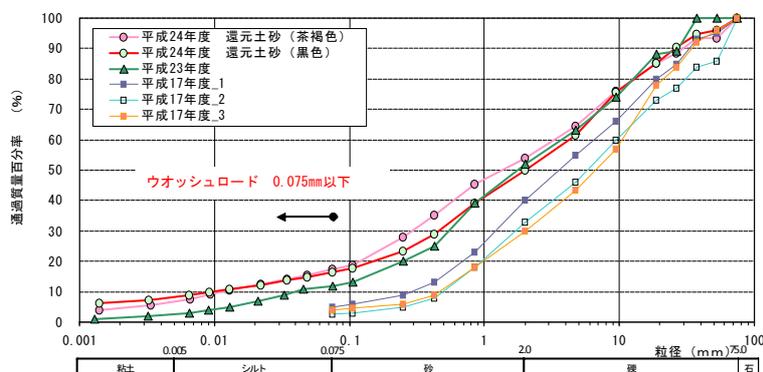


図-6 還元土砂粒度分布

6. おわりに

一庫ダムにおける河川環境改善の効果については、これまで在来魚の数の増加や藻類の写真から推測されてきたが、今回、付着藻類の剥離・更新を主としたより定量的な確認を行うことができた。

河川環境の改善は今後とも継続した取り組みが求められるとともに、定期的な効果検証が必要と考える。

参考文献

- 1) 角哲也、久保田明、三反田勇、吉越一郎、番場則之.
ダム堆砂の河川還元利用における簡易処理手法に関する検討(その4). 土木学会第64回年次学術講演会. 2009