

日常的流量変動を伴うダム放流による河川環境改善効果の検証

福岡大学工学部 橋本彰博

日常的流量変動を伴うダム放流による河川環境改善効果の検証

福岡大学工学部 橋本 彰博

1. 本研究の目的

河川環境を形成する重要な要素として流量、水温および土砂が挙げられる。しかしながら、これらはダムや堰といった河川横断構造物や河道の掘削・拡幅等、人間活動による改変の影響を受ける。例えば、ダムによる流量の平滑化、土砂供給量の減少に起因してダム下流域では河床低下、河床材料の粗粒化が生じ、河川生態系への影響が指摘されている。近年、こうした問題への対策としてフラッシュ放流が試験的に実施され、その効果について多くの成果が報告されている^{1),2),3)}。

筑後川上流の大山川も発電に起因した流量減少によるアユ漁の不振に悩まされ、日田市は永年に亘って九州電力と流量増加について厳しい話し合いを続けている。数年前にフラッシュ放流実験が数回に亘って実施された。その結果、秋季に実施されたフラッシュ放流ではピーク流量 $30\text{m}^3/\text{s}$ 以上で河床堆積物の掃流効果やアユの餌環境の質の向上が、春季のフラッシュ放流ではピーク流量 $40\text{m}^3/\text{s}$ 以上の放流により、冬季に堆積した古い付着藻類や河床堆積物等の掃流が確認され、フラッシュ放流が稚アユ放流前の河床堆積物の掃流およびアユの餌環境の改善に寄与することが示された。しかしながら、その効果は 10 日ほどしか継続しないという課題が残った⁴⁾。

そこで新たに一週間単位で流量を変化させる放流の仕方を提案し、平成 29 年度に社会実験が実施されることとなった。しかしながら、平成 29 年 7 月九州北部豪雨により実験の規模を縮小せざるを得ず、十分な検討を行うに至らなかった。本研究ではこのフィールド実験の効果を検討することを目的として現地観測を実施し、付着藻類と水質の変化について検討した。

2. 大山川の概要

2.1 大山川の維持流量の変遷

大山川は筑後川本川上流部のうち、松原ダム（津江川と杖立川の合流部）から玖珠川合流地点までを指す。松原ダムの下流には九州電力の取水堰（大山川ダム）があり、ここで取水された河川水は女子畑発電所と柳又発電所に導水されている。従って、大山川の大部分が減水区間とみなせる。昭和 28 年西日本水害の後策定された筑後川水系治水基本計画に基づき、松原ダム、下笠ダムが建設された。両ダムは治水のための洪水調節だけでなく発電も行う多目的ダムでもあったため、河

川水が発電用として利用され一時は松原ダム、大山川ダム直下の流量が平常時にはほぼゼロになった。

「発電ガイドライン」合意後、一定の河川維持流量を下流河川に流すことで河川環境に対して最低限必要な流量を確保する対策が講じられるようになり、大山川では1983年から大山川ダムにおいて通年で $1.5\text{m}^3/\text{s}$ の放流が開始された。その後、2002年には夏季(3月下旬～9月末)の放流量を $4.5\text{m}^3/\text{s}$ に増加、翌2003年には冬季(10月～3月下旬)の放流量も $1.8\text{m}^3/\text{s}$ に増加された。その結果、ダム建設後に姿を消していた大型のアユが復活するなど、河川環境の改善効果が報告されている⁵⁾。

2.2 フラッシュ放流について

大山川では河川の維持流量の増加に伴い、大型のアユ(ひびき鮎)が確認されるようになるなど動植物の生息・生育環境の改善効果がみられる一方で、ひびき鮎特有の香り(香味)が戻っていない等、地元住民からは更なる水量の増加、水質改善を求める意見が多く寄せられている。

このような背景のもと、三隈川・大山川を始めとする筑後川上流域の河川環境の改善に向けて、一定の水量を放流する「フラッシュ放流実験」が2011年9月下旬～10月上旬にかけて計4回、2012年3月初旬に1回の計5回実施された。大



図-1 大山川と観測地点

山川におけるフラッシュ放流の河川環境への効果について調査・研究^{3),4)}がなされ、その結果、40m³/s 規模のフラッシュ放流で付着藻類の剥離が促進されること等が報告されている。その後も河川環境改善のための社会実験は継続して実施されており、最近では2018年2月6日と20日、12月13日に40m³/sのフラッシュ放流が実施された。

今回実施される河川環境改善放流は維持流量を一定期間、一定量増加させるのではなく、大山川取水堰からの放流量を1週間単位で変化させる。具体的には夏季の河川維持流量4.5m³/sに最大2.6m³/sを上乗せした7.1m³/sとする。ゲート操作により流量の日変化は1.3m³/sとして2日間かけて7.1m³/sまで増大させ、約7日間その流量を維持した後、同様の方法で維持流量まで減量する。

3. 観測概要

フラッシュ放流による河川環境改善の効果を評価検討するための基礎データ蓄積を目的として、アユ等の藻食魚の採餌環境の指標となる付着藻類調査および水質調査を実施した。調査地点を図-1に示す。

3.1 生物の生息・生育環境調査

調査は金堀橋地点において、フラッシュ放流の前後に計4回、夏季の流量変化期間の4回の計8回（国土交通省実施）、および図-1中のStn.1およびStn.2の2地点で2018年1月から9月に実施された。観測項目はクロロフィルa、フェオフィチン、強熱減量、有機物量および無機物量、付着藻類相である。

4. 調査結果および考察

4.1 水位変化

調査期間における小五馬橋地点での2017年および2018年の水位変化を図-2に示す。2018年2月に2回12月に1回、フラッシュ放流による水位の上昇がみられる（オレンジ色のハッチ）。今回新たに計画された7日間の流量変動により、3月22日～3月30日、4月3日～12日、4月17日～26日、5月10日～17日（8、9日は降雨によるゲート放流により中止）の計4回の小規模な水位の変化が確認できる。また、5月22日～6月12日、8月1日～7月30日、9月5日～9月27日（15～20日は下笠ダム、松原ダムの水位が確保水位を低下する恐れがあったため、放流を中止）の3期間には環境改善のための増量1.8m³/sに伴う水位上昇が見られる。

一方、降雨イベントによる水位上昇が5月、6月および7月（西日本豪雨災害）に1回ずつ確認できる。

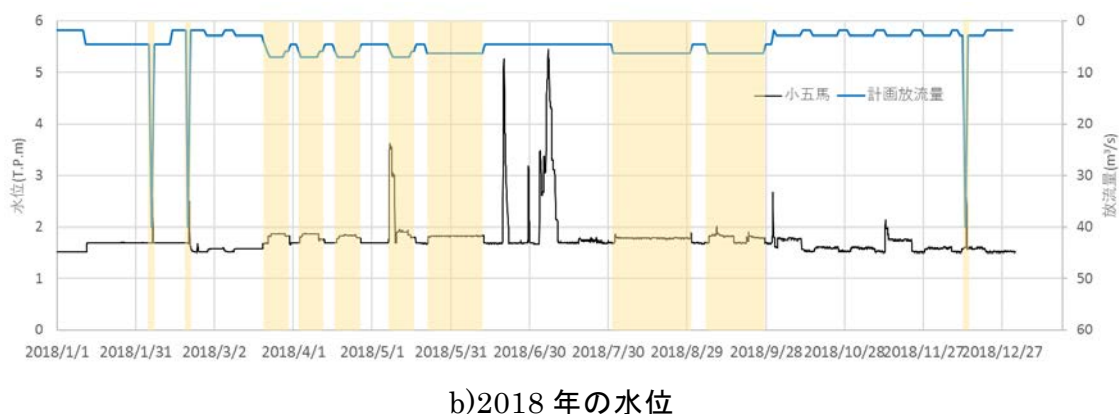
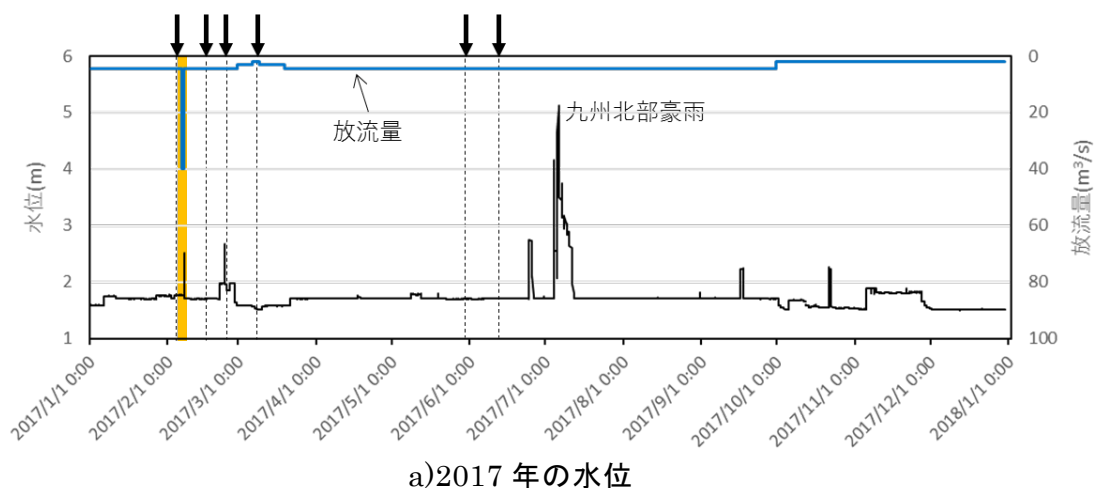


図-2 小五馬橋地点における水位変動

4.2 付着藻類調査

付着藻類調査の結果として、強熱減量、無機物量、有機物量、クロロフィル a とフェオフィチンの分析結果をそれぞれ図-3 から図-6 に示す。

強熱減量は、アユの餌資源の観点から見ると 40%以上であれば肥満度は低下せず、50%以上が望ましいことが既往の研究から指摘されている⁷⁾。図-3 より、強熱減量はフラッシュ放流前後の調査結果では 20%程度と低く、その後 2 月、3 月の調査では 60%程度と高い値を示している。今回新たに試みられた 7 日間程度の間で流量変動を与える環境放流実施後の 5 月（4 回目実施中）および 1.8m³/s 増量した 6 月の調査結果は 60%以上の高い値が維持されていることを確認できる。

無機物量および有機物量をみると（図-4，図-5），1回目のフラッシュ放流前の調査結果（1/30）は他の調査日の結果に比べて大きな値をとっている．その後，1回目のフラッシュ放流後（2/16）の約半分，2回目のフラッシュ放流後の調査（2/27）ではフラッシュ放流前の約1割程度にまで値が低下している．その後7日間の流量変動を与えた放流を実施した期間（5/11，5/21）においては徐々に値が増加している．6/22の調査結果では再び値が低下しているが，これは出水の影響を受けたものと推察される．

クロロフィル a とフェオフィチンの結果を見ると（図-6），有機物量および無機物量と同様にフラッシュ放流（出水）後の値が減少し，その後回復していることが分かる．また，クロロフィル a に対するフェオフィチン濃度の割合は全体的に低く，2回目のフラッシュ放流以降の調査結果では非常に小さくなっている．

4.3 考察

2017年のフラッシュ放流前後の調査結果より，フラッシュ放流は短い間隔で連続して実施することで付着藻類の更新等の改善効果がみられることが推察されている．2018年のフラッシュ放流前後の観測結果を見ると，第2回，第3回の観測で急激に減少している．この時のChl-aおよびフェオフィチンも同様に減少している．図-7に生藻類比（=クロロフィル a / (クロロフィル a + フェオフィチン)）の変化を示す．これより，観測期間全般において付着藻類は生きている藻類の割合が大きいことが分かる．

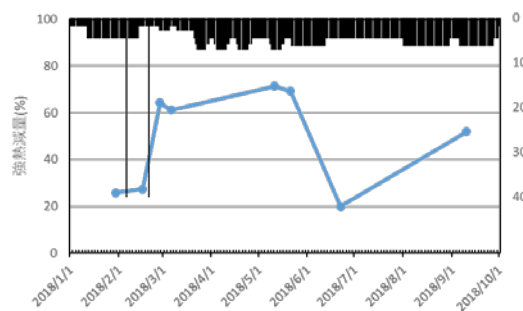


図-3 強熱減量

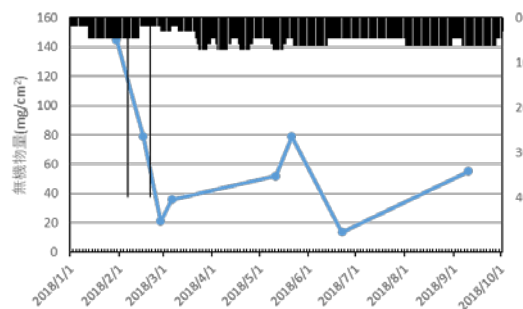


図-4 無機物量

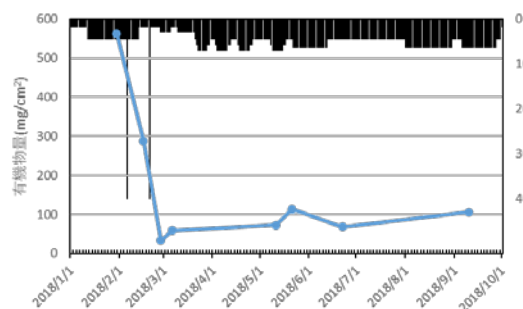


図-5 有機物量

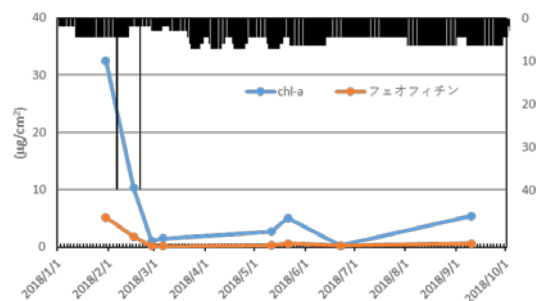


図-6 Chl-a とフェオフィチン

有機物に占める藻類量の比率を藻類比率＝（クロロフィル a／強熱減量）として求めたものを図-8 に、参考として 2017 年のものを図-9 にそれぞれ示す。フラッシュ放流後に比率が減少する傾向は昨年度と同様であるが、2018 年度はその後昨年度のように大きく上昇することはなく、小さい値が継続している。ここで、有機物量を昨年度と比較してみると（図-10）、2018 年度は 1 オーダー以上大きな値となっている。

初期状態が大きく異なるため、単純な比較はできないが、一定量を一定期間だけ維持流量を増大させた昨年と異なり、7 日間程度の流量変動を与えたことにより、これまで河床や河原に堆積していた有機物ならびに無機物が輸送されたことが推察される。

流量変動による流速の変化がどの程度になるか検討するために、小五馬橋地点における水位と大山川取水堰からの放流量の関係より水位流量曲線を作成した。さらに小五馬橋地点の横断面図（図-11）から任意の水位に対する流水断面積の関係を求めた。これらから求められた断面平均流速と大山川取水堰放流量の関係を図-12 に示す。なお、図中には大分県が実施した調査結果も合わせて示している。今回の流量変動による流速の変化は小五馬橋地点では 0.12～0.19m/s と 0.1m/s 程度と見積もられ、清和橋地点では 0.12～0.3m/s と 0.2m/s 程度であった。日田市の報告によると、2018 年度は大山川においてアユが豊漁であったことから、0.1～0.2m/s 程度の流速変化であっても河川

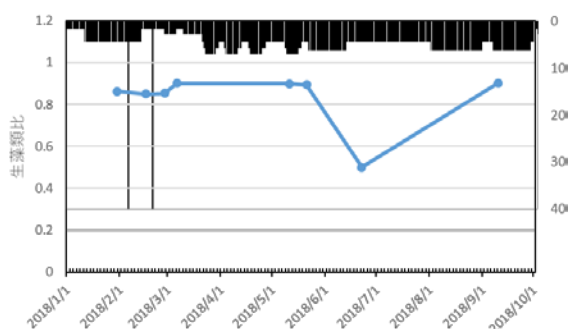


図-7 生藻類比

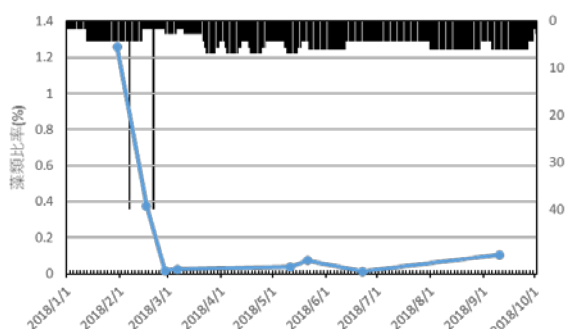


図-8 藻類比率

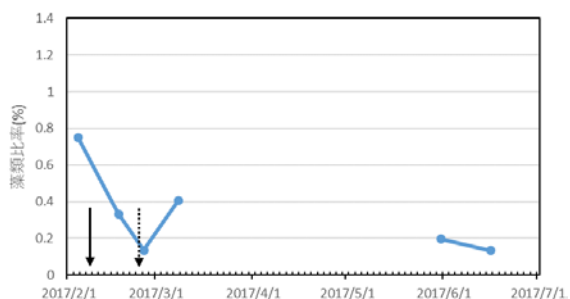


図-9 藻類比率（2017年）

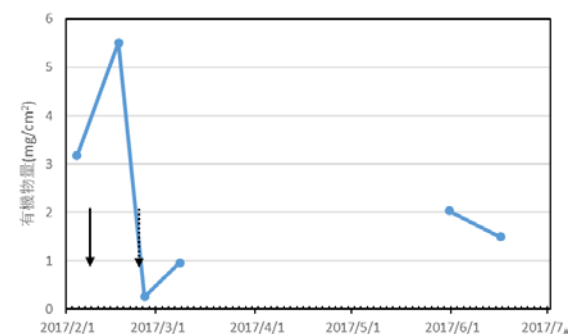


図-10 有機物量（2017年）

環境に影響与えたことが推察される。今後、継続して調査を実施することが重要であり、河床材料分布の変化、流量変動期間中の浮遊物質、流速および摩擦速度の平面分布等と合わせて検討することで、河川環境の改善に最も有効に働く指標を抽出することが課題である。

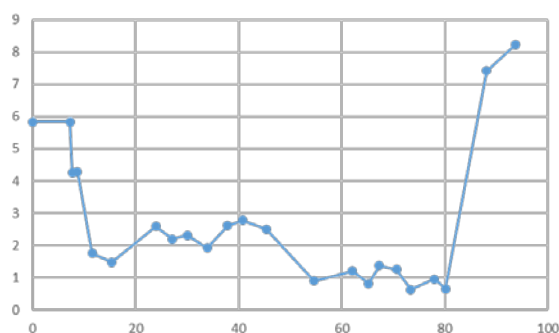


図-11 小五馬橋地点の河川横断面

5 まとめ

本研究では平成29年7月九州北部豪雨の発災により見送られた一週間単位で流量を変化させる放流方法を実施し、引き続きフラッシュ放流に加えて日常的な流量変動による河川環境の改善効果についての基礎データ蓄積に重点を置き現地観測を実施した。その結果、以下に示すような所定の成果が得られた。

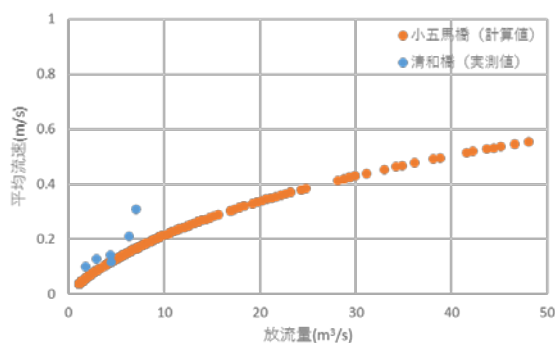


図-12 放流量と平均流量
(小五馬橋地点)

- 1) 観測期間全般において付着藻類は生きている藻類の割合が大きいこと、藻類比率はフラッシュ放流後に比率が減少する傾向は昨年度と同様であるが、2018年度はその後昨年度のように大きく上昇することはなく、小さい値が継続していた。その一方で有機物量は昨年度よりも1オーダー以上大きな値となっていた。以上より、7日間程度の流量変動を与えたことにより、これまで河床や河原に堆積していた有機物ならびに無機物が輸送されたことが推察される。
- 2) 今回の流量変動による流速の変化は小五馬橋地点では0.12~0.19m/sと0.1m/s程度、清和橋地点では0.12~0.3m/sと0.2m/s程度であった。2018年度は大山川においてアユが豊漁であったことから、0.1~0.2m/s程度の流速変化であっても河川環境に影響与えたことが推察される。今後、継続して調査を実施することが重要である。

参考文献

- 1) 赤松良久, 池田駿介, 浅野誠一郎, 大澤和敏: ダム下流における糸状藻類の強制剥離に関する研究, 土木学会論文集 B, Vol.65, No.4, pp285-295, 2009.
- 2) 中土井佑輔, 椿涼太, 河原能久, 岩苔和広, 吉武央気: 灰塚ダム下流域におけ

るフラッシュ放流の現地観測と数値解析, 応用力学論文集, Vol.13, pp837-846, 2010.

- 3) 日田市：三隈川・大山川フラッシュ放流実験調査報告書, 58p., 2013.
- 4) 河川整備基金助成事業：「維持流量の弾力的運用による河川環境の保全・改善効果」報告書, 40p., 2006.
- 5) 矢野真一郎, 黄偉, 林琳, 井芹寧, 原川将人：筑後川上流(大山川)における小規模出水の付着藻類相への影響に関する現地調査, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.68, No.4, pp.I_757-I_762, 2012.
- 6) 矢野真一郎, 原川将人, 黄偉, 林琳, 小松利光：大山川における付着藻類の剥離に必要なフラッシュ放流規模に関する現地実験～水力発電用取水堰(大山川ダム)について～, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.70, No.4, I_1309-I_1314, 2014.