

人工的流量変動を伴うダム放流が河川環境に及ぼす影響

福岡大学工学部 橋本彰博

人工的流量変動を伴うダム放流が河川環境に及ぼす影響

福岡大学工学部 橋本 彰博

1. 本研究の目的

自然エネルギーの一つである水力発電はクリーンなエネルギーと言われているが、負の面も有している。例えば流れ込み発電の場合はダムによる水質の悪化はないが、川の途中に減水区間が生ずることとなる。

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¹⁾。

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。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、下釜ダムが建設された。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²⁾。

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， $40\text{m}^3/\text{s}$ 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 日に $40\text{m}^3/\text{s}$ のフラッシュ放流が実施された。



図-1 大山川と観測地点

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 2 回の計 6 回（国土交通省実施）、および図-1 中の Stn.1 から Stn.3 までの 3 地点で 2018 年 3 月 1 日に実施された。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。

3.2 水質調査

フラッシュ放流による水質の変化を調べるために、Stn.1 から Stn.5 までの 5 地点において採水を実施し、BOD、栄養塩（三態窒素、リン酸、TN、TP、シリカ）の分析を行った。併せて多項目水質計を用いて水温、pH の測定も実施した。

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水位変化を図-2 に示す。2017 年 2 月に 1 回、2018 年 2 月に 2 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）。フラッシュ放流は 2017 年 2 月 7 日および 2 月 21 日に予定されていたが、21 日は降雨に伴うゲート操作のため中止となった。また、当初の計画では 3 月下旬から 6 月にかけて河川環境改善放流として 1 週間単位で $2.6\text{m}^3/\text{s}$ の流量変動を与えることが予定されていたが、九州電力の事由や漁協の申し入れ等により実施が見送られた。また、8 月以降にも流量変動を与える予定であったが、平成 29 年 7 月九州北部豪雨により夜明ダムが被災したため、実施が見送られた。

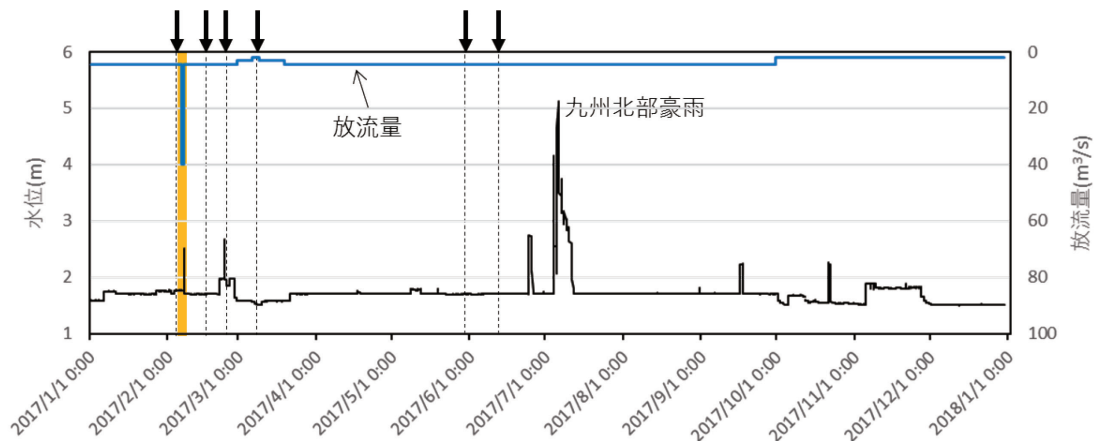
4.2 付着藻類調査

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。

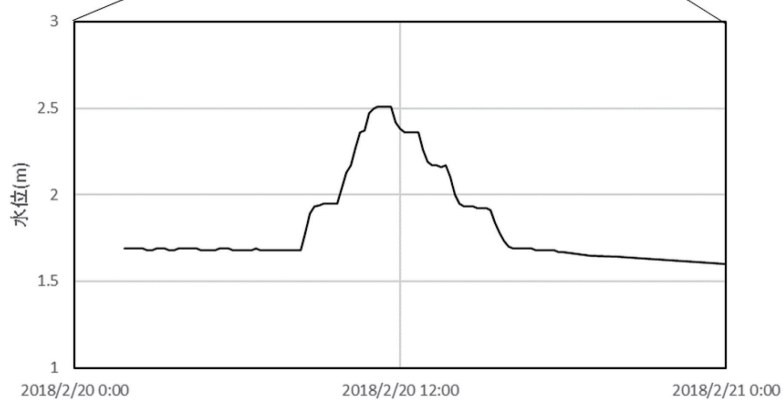
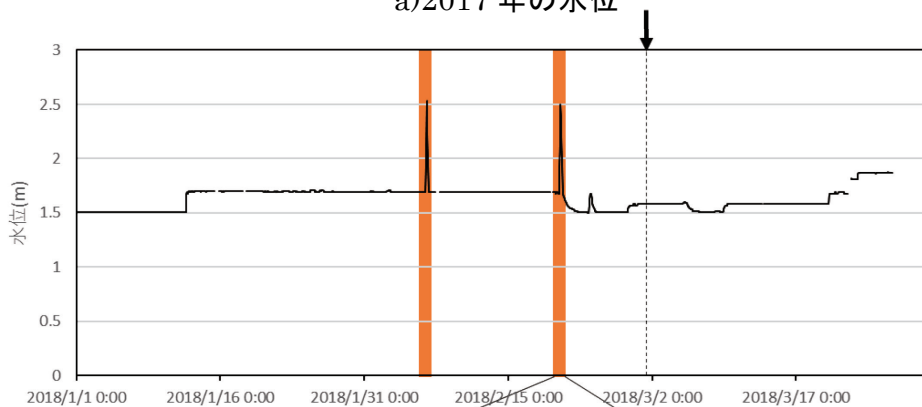
強熱減量は、アユの餌資源の観点から見ると 40%以上であれば肥満度は低下せず、50%以上が望ましいことが既往の研究から指摘されている⁵⁾。図-3 より、強熱減量

はフラッシュ放流前後の調査結果では 10%以下と低く、5月、6月の調査結果は 60%以上の高い値を示している。

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後の調査結果（2/4 および 2/17）は他の調査日の結果に比べて大きな値をとっている。



a)2017 年の水位



b)2018 年の水位

図-2 小五馬橋地点における水位変動

ここで、2/21のフラッシュ放流は中止となったが、降雨に伴う流量の増大により2/23にフラッシュ放流と同程度の出水が起きている。この出水の影響を受けて2/25では値が減少したと推察される。

クロロフィル a とフェオフィチンの結果を見ると(図-6)、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。2月、3月の調査結果ではクロロフィル a に対するフェオフィチン濃度の割合が高いのに対して、5、6月の調査結果では小さくなっている。

4.3 水質調査

水質調査の結果として、水温、pH、BOD、SSを表-1、溶存態無機窒素、TN、TPの流下方向分布を図-7から図-9に示す。採水はフラッシュ放流の9日後に実施された。いずれの地点においてもSSは非常に低い値であった。溶存態無機窒素(図-7)、TN(図-8)はともに流下方向に大きな変化はなく、また硝酸態窒素の占める割合が大きいことがわかった。TP(図-9)をみると、下流に向かうのにしたがって値が増加していた。

4.4 考察

第2回の観測で無機物量および有機物量が増加し第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は減少している。図-10に生藻類比の変化を示す。これより、第2回の付着藻類は枯死した藻類の割合が大きいことが分かる。2017年2月のフラッシュ放流によりそれまでの河床堆積物が輸送されたものの全てが流されることはなく付着

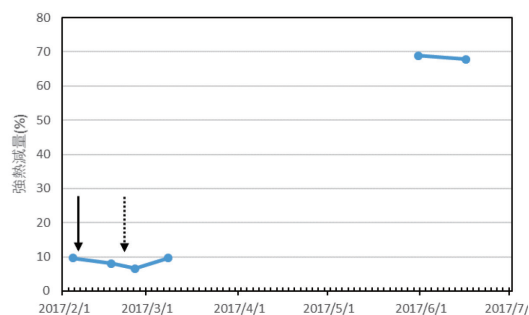


図-3 強熱減量

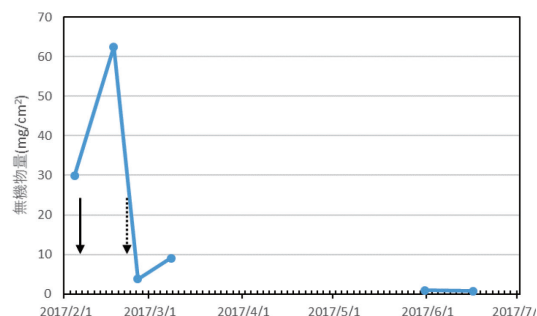


図-4 無機物量

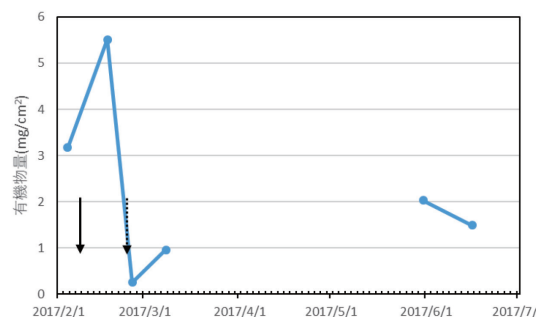


図-5 有機物量

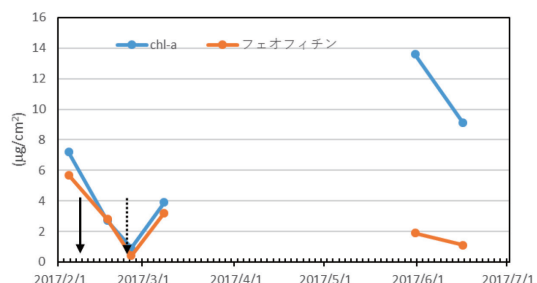


図-6 Chl-a とフェオフィチン

藻類上に堆積したり、枯死した藻類が剥離することなく残存したためと考えられる。その後、短い間隔でフラッシュ放流と同程度の出水が起きたことにより付着藻類は剥離して堆積物とともに流送され、第3回では大きく減少したと考えられる。このことを反映して、第3回の生藻類比が約0.7程度と付着藻類が更新されていることがわかる。この結果より、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る。

水質分布について、取水堰から放流開始後は濁水でありアユに影響を及ぼすことが懸念されている。SS濃度が非常に低い値をとっており、フラッシュ放流の9日後では既に放流の影響は収まっている。既往の研究でも濁度の連続観測結果から濁りはフラッシュ放流終了時には放流前と同程度まで低下することがわかっており、流水中に含まれる濁質の影響よりも放流後に河床に堆積することの影響を調べる必要がある。栄養塩について、今回は溶存態の占める割合が大きく、流下方向に大きな変化はみられなかった。今後は流量変動直後の懸濁態の動態に着目してみたい。

5 まとめ

本研究では新たに提案された一週間単位で流量を変化させる放流の仕方に基づき、大山川ダムで実施された河川環境改善放流の社会実験の効果を検討することを当初の目的としていた。しかしながら、平成29年7月九州北部豪雨の

表-1 水質分析結果

地点名称	pH	Temp	BOD(mg/L)	SS(mg/L)
Stn.1	7.38	8.58	0.525	0.0005
Stn.2	7.73	9.8	1.16	0.00125
Stn.3	7.78	10.55	1.33	0.001625
Stn.4	7.66	11.35	1.09	0.004625
Stn.5	7.85	10.99	0.955	0.00375

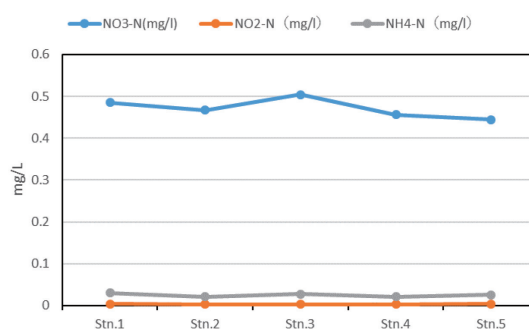


図-7 溶存態窒素
(NO3-N, NO2-N, NH4-N)

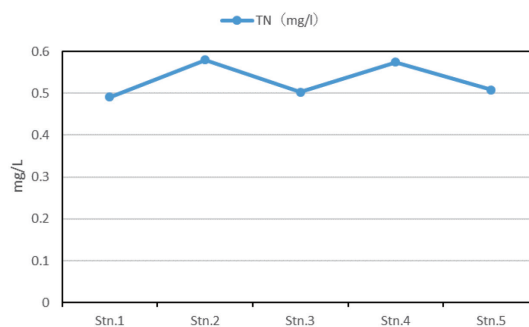


図-8 TN

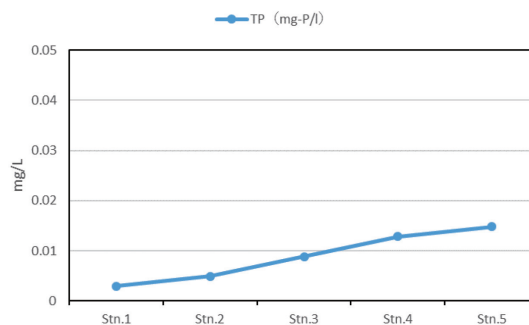


図-9 TP

発災により当初計画されていた放流パターンの実施が見送られたため、引き続きフラッシュ放流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、以下に示すような所定の成果が得られた。

- 1) 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と推察された。
- 2) フラッシュ放流による濁水の継続期間はそれほど長くない、フラッシュ放流の9日後には既に放流の影響は収まっていた。栄養塩についてはフラッシュ放流直後の懸濁態の動態に着目して検討する必要がある。

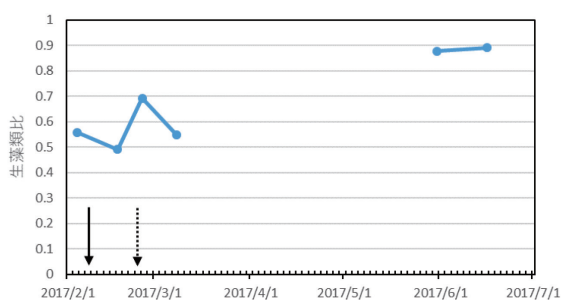


図-10 生藻類比

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.