

発電用ダムの通砂運用がダム下流河川の生物環境に与える影響 Effects of Sediment Routing in Hydropower Dam on the Downstream Biological Environment

○井関宏崇・林直人・森本晃樹・角哲也

○Hiroataka ISEKI, Naoto HAYASHI, Koki MORIMOTO, Tetsuya SUMI

This study evaluated the biological response to sediment sluicing at Setoishi Dam, Japan. Using a BACI design, we monitored benthic macroinvertebrates annually from 2015 to 2024. Sluicing operations significantly increased macroinvertebrate abundance downstream, particularly net-spinning caddisflies. Furthermore, the downstream community structure progressively shifted toward the upstream control state, evidenced by decreasing Bray–Curtis dissimilarity over time. These findings suggest that staged sediment sluicing effectively contributes to the recovery of downstream biological communities.

1. はじめに

近年、ダムの長寿命化と河川環境改善の両方に資する「流砂環境再生」の重要性が高まっている。その具体的な方策として、置土、ダムの通砂運用、土砂バイパストンネルの設置等が各地で展開され、一定の成果が示されている¹⁾。一方で、河川環境は流域ごとに異なることから、その流域の環境特性に応じて評価することが望ましい。

本研究では、球磨川水系に位置する瀬戸石ダム（電源開発株式会社）を対象に、通砂運用の実施に伴う河川環境への影響の把握・評価を目的として、ダム下流河川における底生動物群集の応答について考察した。

2. 瀬戸石ダムの通砂運用

2016年に通砂運用の試験運用を開始して以降、運用ステージごとに運用水位を段階的に低下させ2023年には本格運用に至っている。なお、令和2年7月豪雨により発電所が被災し、その後約1年10ヶ月の間、洪水吐ゲートをフルオープンにしたフリーフロー運用（FF運用）が継続されていた。瀬戸石ダムの通砂運用実績を表-1に示す。

3. 研究手法

調査地点はBACIデザインに基づき、ダムの影響を受けないCP地点（ダム上流約12.0km）とダム下流で通砂運用の影響を受けるIP地点（ダム下流約1.3km）の2地点を設定した。それぞれの地点では瀬頭・瀬中央・瀬尻の3か所において水深50cm以下、流速1m/s以下、こぶし大～人頭大の礫が優占する場所にサーバーネット（網目500μm）付コ

ドラート（50cm×50cm）を設置し、コドラート内の底生動物を流し込み採集した。採集した試料はホルマリンを入れて固定した後持ち帰り、可能な限り出現種を同定するとともに個体数の計数を行った。調査は毎年5月、11月、1月の3回実施し、これを通砂運用開始前の2015年から計10年間継続した。また、Bray–Curtis指数により非類似度の算定および非計量多次元尺度法（nMDS）による群集解析を実施した。なお、本稿では最も底生動物の個体数が多い1月の調査結果について評価する。

4. 結果

底生動物の個体数の調査結果を図-1に、nMDSによる群集解析の結果を図-2に、CP–IP間の非類似度の推移を図-3に示す。図-1より、堆砂減少量が大きく通砂運用の効果が顕著であったステージ③とFF運用により常時通砂されている状態のステージ④の調査結果に着目すると、IPの個体数はステージ③で増加傾向にあり、その後ステージ④において更に増加していた。IPで最も変化が大きか

表-1 通砂運用実績

運用ステージ	①通常運用	②試験運用	③移行期	④FF運用	⑤移行期	⑥本格運用
期間 (年度)	2015	2016 ~2017	2018 ~2020.6	2020.7 ~2021	2022	2023 ~2024
通砂運用水位 ^{※1} (EL.m)	47.45 ^{※2}	47(2016) 46(2017)	44	—	41.9	37
最大流入量 (m ³ /s)	2,086	1,484 ^{※3}	4,450	10,000 ^{※4}	5,544	2,712
通砂運用、FF運用 による調整池内の堆 砂変化量 ^{※5} (千m ³)	—	39	-185.3	-153.4	58.5	-38.9
ダム下流1km区間の 土砂堆積変化量 (千m ³)	—	-7.1	21.5	51.1	-30.5	-13.3

※1 瀬戸石ダムの満水位はEL.50m、低水位はEL.47m ※2 予備放流水位

※3 試験運用を実施した2016年9月以降の最大流入量 ※4 推定値 ※5 堆砂除去量を除く

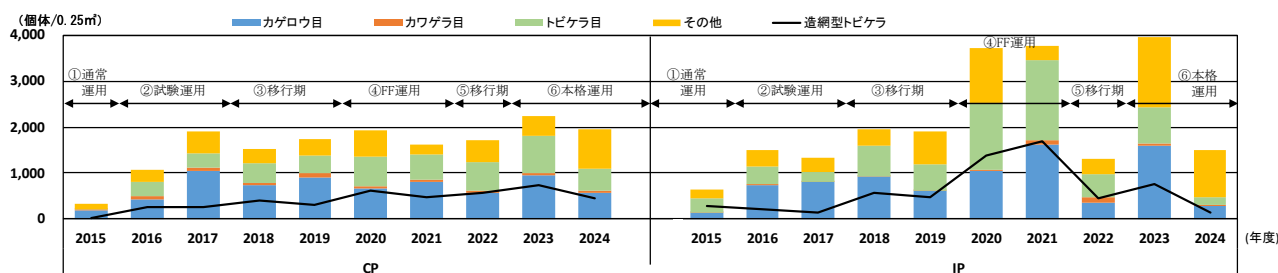


図-1 底生動物の調査結果（個体数）

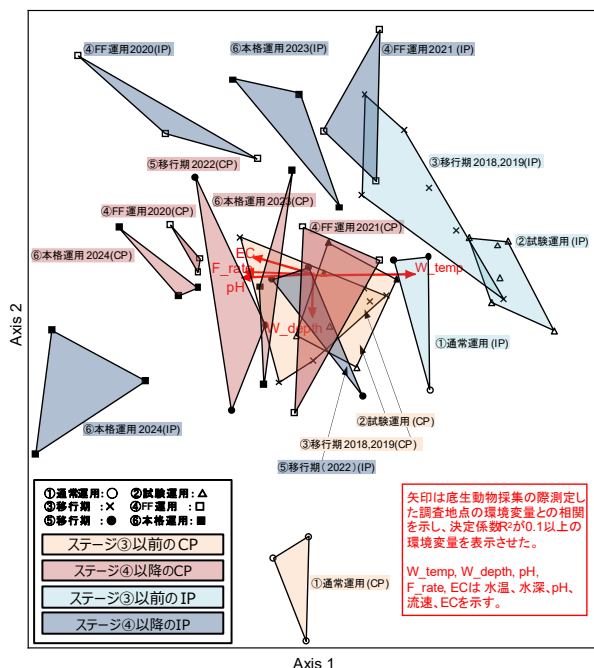


図-2 nMDS による群集解析結果

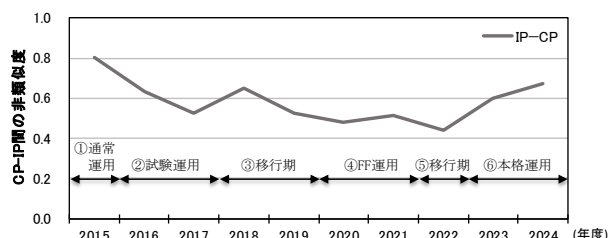


図-3 CP-IP 間の非類似度の推移

った底生動物はトビケラ目であり、ステージ①②に対しステージ③では IP の造網型トビケラの個体数は平均 1.68 倍程度、ステージ④では 5.05 倍程度であった。同様に CP でも造網型トビケラの増加が認められたが、IP の方が増加量が顕著であった。一般に土砂還元を実施し河床の攪乱強度が高まると造網型トビケラは減少する²⁾と考えられるが、IP の河床は 100mm 以上の石が優占しており比較的粒径が大きく安定していることに加え、出水と通砂に伴い主に濾過食者である造網型トビケラの餌が調整池から供給された可能性が考えられる。

図-2 より、IP の群集組成はステージ②からステージ③の変化よりもステージ③からステージ④

(2020 年度)の変化の方が大きく、令和 2 年 7 月豪雨により群集組成が大きく変化したことを示している。なお、IP は 2020 年度以降、毎年プロット位置が変化しており、毎年群集組成が変化していると考えられる。

図-3 より、通砂運用の継続に伴い底生動物群集の CP-IP 間の非類似度が低下（類似性が向上）している。これは、図-2 よりステージ④以降において、主に IP の底生動物群集が変化し、CP に近づいたことが要因と考えられる。ただし、2023 年度以降の類似性は低下しており、今後、令和 2 年 7 月豪雨の影響が小さくなるに伴い一定の値に収束するものと考えられる。

5. まとめ

本研究の結果を以下に列挙する。

- ・通砂運用ならびに FF 運用に伴い、ダム下流地点で造網型トビケラを中心に底生動物の個体数が増加した。
- ・令和 2 年 7 月豪雨が底生動物群集に与える影響は、ダム下流地点の方が大きい。
- ・通砂運用継続に伴い、ダム下流地点の底生動物群集がダム上流地点に近づくことを確認した。

謝辞

本研究を進める上で多大なご指導をいただいた、九州大学 鬼倉徳雄教授および熊本大学 皆川朋子教授に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 田代喬, 皆川朋子, 泉完, 篠田成郎: 土砂還元がダム下流生態系の食物網に及ぼす影響: 粒状有機物の起源と消費者への寄与の分析, 陸水学雑誌, Vol. 75, No. 2, pp. 79-91, 2014.
- 2) 岡田和也, 内田臣一, 小久保嘉将: 矢作川における造網性トビケラ類を用いた河床攪乱の評価, 愛知工業大学研究報告, 第 51 号, 2016