

耳川のダム通砂運用前における河川生態系の実態評価

宮崎大学工学部社会環境システム工学科 学生会員 ○白坂厚大
 宮崎大学工学部社会環境システム工学科 正会員 糠澤桂
 宮崎大学工学部社会環境システム工学科 正会員 鈴木祥広

1. はじめに

ダム貯水池への堆砂は世界的にダムの維持管理における大きな問題である。また、堆砂によって河川を本来流下する土砂が捕捉されることに起因したダム下流における河床の粗粒化や露盤化の問題が指摘されている¹⁾。これにより、河道における多様な生息場や本来の生物相が失われた事例が報告されている²⁾。そこでダム堆砂の解決策として、近年では土砂還元や、排砂バイパスの設置、通砂運用（スルーシング）などが行われつつある³⁾。通砂運用は融雪期や台風などの出水時に、水位を低下させることで貯水池に流入する土砂の流下を促すものである。排砂バイパスの運用期間が長期になるほど、元の姿に近づく可能性が示唆されるなど、河川生態系への影響に関する研究は散見⁴⁾する。しかしながら、通砂運用は、ダム改造が必要なことに起因して実施例が少ないため、その生態影響に関する知見はほとんど存在しない。

本研究の調査対象河川である宮崎県耳川では、本川下流に位置する発電用ダム3基（山須原ダム、西郷ダム、大内原ダム）を連携させた通砂運用を行う予定である。ダム改造が施され通砂運用が開始した場合、ダム下流の生態系に大きな影響が生じることが予想される。そこで本研究では、ダム下流と対照河川において、これまで蓄積された環境モニタリングデータ（e.g., 底生動物、河床材料）を活用することにより、ダム改造前の河川生態系の実態評価を目的とする。

2. 方法

2.1 対象河川

宮崎県北部に位置する耳川流域の山須原ダム、西郷ダム、大内原ダムの3基のダム直下の河道区間を対象とした（図-1）。耳川は流域面積881km²、流路延長94.8kmの2級河川で、7つの発電用ダムを有する電源河川でもある。この内、山須原ダムと西郷ダムはそれぞれ平成33年と平成29年から通砂運用を開始する予定である。また、ダム下流河川に加えて、本川の河道区間でダム直下ではない8点、上流にダムが存在しない対照河川として、耳川の支川の坪谷川において調査を行った（図-1）。調査項目は、底生動物、付着藻類量（クロロフィルa量）、流速、水深、および河床礫径である。

2.2 現地調査とデータ解析

底生動物の採取には25cm×25cmの方形枠付サーバーネット（メッシュサイズ：0.5mm）を用いた。

早瀬と平瀬で3回ずつサンプリングを行い、一つにまとめて99.5%エタノールで固定した（n=1/地点）。サンプルは同定した後、平方メートルに換算し、個体数密度とした。（ind/m²）付着藻類量測定のため、早瀬と平瀬でそれぞれ5個ずつ無作為に選んだ礫の日光が当たる面の5cm×5cmの範囲を金属ブラシで削り取り、ボトルに蒸留水と混入した。実験室に持ち帰ったサンプルは、吸光光度法（分光光度計、HITACHI U-1800）によってクロロフィルa量（μg/m²）を1サンプルにつき3回計測し、その平均値を用いた。線格子法により測線上の礫100個の河床礫の長径、中径、短径を計測し、礫径を算出し、その平均を河床礫径（cm）として用いた。以上に加えて、ダム管理者が保有する魚類調査データと同項目のデータ（2007～2016）を活用した。

種多様性と粗流化の指標としてShannon-Weiner多様度指数（H'）と造網-滑行指数⁵⁾を用いた。造網-滑行指数は底生動物を生活型（遊泳型、滑行型、固着型、匍匐型、造網型、掘潜型など）で分類後、安定した河床を好む造網型と適度に攪乱を受けた河床を好む滑行型の存在比率（造網型/造網型+滑行型）を算出したものである。また、同年の地点間の類似度として木元のCIIを算出した。

ダムの生態系への影響程度を評価するため、調査地点をダムあり河川、貯水池区間、対照河川およびその他河道区間で分類して評価した。一方で、調査期間（夏季と冬季）において出水によりデータそのものがバラつく可能性、また出水によりダムの影響が変化する可能性が考えられる。このため、調査が夏季（7月～9月）に行われたものを梅雨や台風に起因する攪乱を受けた可能性のあるサンプルとして出水期、冬季（1月）に調査が行われたものを非出水期として2水準の要因に加えて、調査場所をダムあり河川、貯水池区間、対照河川およびその他河道区間



図-1 調査地点

の4水準の要因として二元配置分散分析 (ANOVA) を行った. 目的変数は各種生物変数 (e.g., 種多様度, 造網-滑行指数) とした. なお, 調査地点の七ツ山川は支川であるものの, 上流にダムがあるため対照河川ではなくダムあり河川とした.

3. 結果と考察

全地点の各種データの年平均と標準誤差を示す (図-2). 河床礫径は, 本川の大内原ダム直下においてやや粗粒化傾向を有するが, 山須原ダム直下から西郷直下では相対的に小さい値となった. 底生動物個体数密度 ($=305.4 \sim 7617.2 \text{ ind./m}^2$) と分

類群数 ($=14.7 \sim 49.5$) は, ダム直下地点において大きく ($=32.2 \sim 49.5$), ダム上流の貯水池区間において小さい ($=14.7 \sim 23.3$) 傾向を示した. 一般的に, ダム直下河川において造網型底生動物が優占することに起因して個体数密度が増加するが, 種多様性は低下することが知られている (e.g., 谷田ら, 1999). 本研究においては, ダム直下において個体数密度は増加したが, 種多様性の減少傾向は確認されなかった. 西郷ダム直下地点において分類群数は相対的に高い (平均 $\pm$ SD $=49.5 \pm 12.1$). これは西郷ダムの改造工事に伴う上流からの細粒土砂の供給が関係している可能性がある. 実際に, 西郷ダム直下の河床礫径は他地点に比べて相対的に小さい. 粗粒化の指標として用いた造網-滑行指数をダム直下地点と対照区とした坪谷川間で比較すると, ダム直下において大きい傾向にあることが分かった. 魚類の魚類多様度は, ダムの有無に関わらず下流において緩やかな増加傾向を示した. また, クロロフィル a 量は対照河川の坪谷川において最も大きい値を示した ($=8.1 \mu\text{g/m}^2$).

二元配置分散分析の結果, 河床礫径 ($P=0.013$) 底生動物の分類群数 ($P=1.09E^{-14}$), 個体数密度 ($P=6.07E^{-7}$), 種多様度 ($P=0.003$), 造網-滑行指数 ($P=2.46E^{-10}$), 魚類の多様度 ($P=1.05E^{-7}$) および付

着藻類分類群数 ($P=2.07E^{-3}$) において調査場所間で有意差を検出した. 底生動物個体数密度 ($P=4.28E^{-4}$), クロロフィル a 量 ($P=5.34E^{-3}$) および付着藻類分類群数 ($P=3.82E^{-3}$) は出水-非出水期間でも有意差を検出した. また, 造網-滑行指数と底生動物多様度において, 調査場所と出水-非出水期の交互作用を検出した. したがって, ダムは造網-滑行指数を有意に変化させているが, これは出水の有無による影響を受けていることを示唆する. また, 類似度 (木元の CII) によって上下流の連続した区間について, ダムあり区間とダムなし区間を比較すると, ダムあり区間では類似度が大きく低下した. また, ダム直下において造網-滑行指数が上昇していることから, 流量制御の影響によって, ダム下流において河床が安定していることが示唆された.

謝辞: 本研究は九州電力株式会社からデータを提供頂いた. また, 科学研究費補助金 (16H02363, 風間聡; 16H05750, 渡辺幸三; 26820196, 糠澤桂) の助成を受けた. 併せて深甚なる謝意を表す.

参考文献

- 1) 辻本哲郎, ダムが河川の物理的環境に与える影響—河川工学及び水理学的視点から—, 応用生態工学 2(2), 103-112, 1999
- 2) 谷田一三, 竹門康弘, ダムが河川の底生動物へ与える影響, 応用生態工学, Vol.2, 153-164, 1999
- 3) 角哲也, 貯水池土砂管理の現状と将来, 電力土木, No.338, 2008
- 4) 渡辺幸三, 近藤俊介, 泉昂佑, 八重樫咲子, メタバーコーディングを活用した排砂バイパスダム上下流間の河川底生動物の群集構造の評価, 土木学会論文集 G (環境), Vol.72, No.7, III_559-III_566, 2016
- 5) 栗津陽介, 小林草平, 角哲也, 竹門康弘, 排砂バイパスを導入したダム下流における河床環境と底生動物群集, 京都大学防災研究所年報, 第 58 号 B, 2015

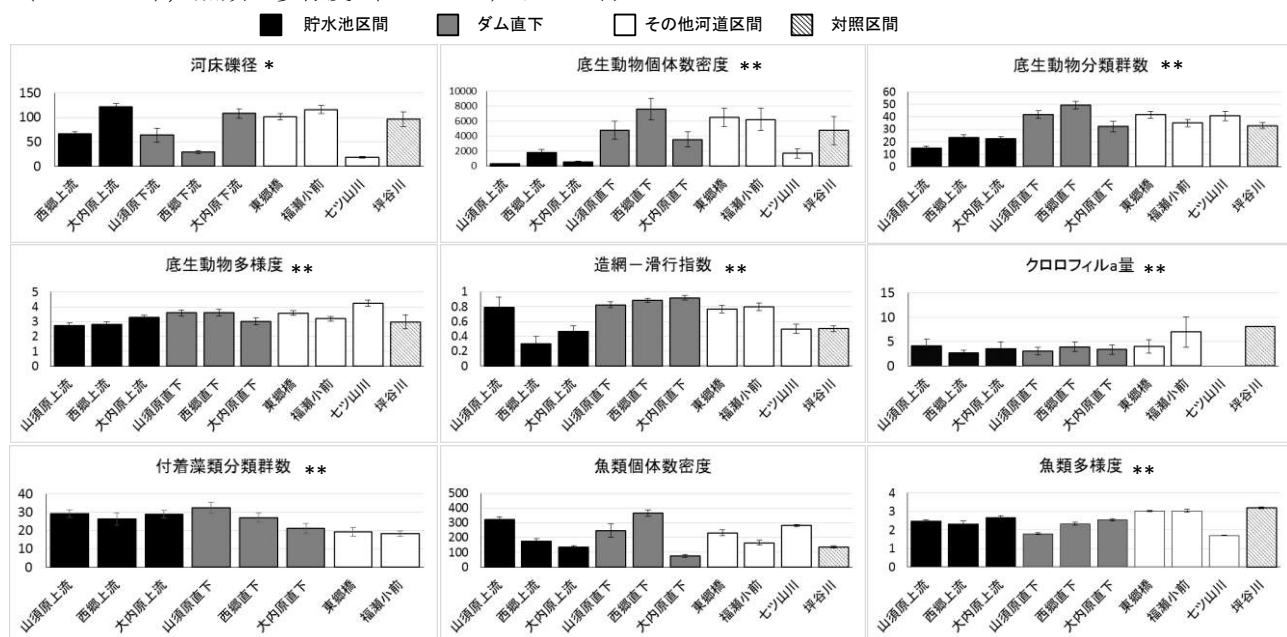


図-2 各調査地点における調査結果の年平均 分散分析の結果地点間において有意差検出(*: $P<0.01$, **: $P<0.05$)