

重信川で発生した記録的出水による魚類・底生動物群集の変動

愛媛大学大学院 学生会員 ○角田康祐 愛媛大学大学院 正会員 三宅洋
フジタ建設コンサルタント 正会員 渡辺裕也 愛媛大学大学院 非会員 井上幹生

1. はじめに

流量変動は河川における最も普遍的な現象の一つである。出水および低水による物理的攪乱は、直接的に河川生物を除去するばかりでなく、その生息場所環境を改変することにより、間接的にも影響を及ぼしている。例えば、大規模な出水攪乱は河川地形を改変し、砂礫移動は河川内の一次生産を担う付着藻類を著しく減少させ、これを基底資源とする食物網の構造を改変する。このように、流量変動は河川生物とその生息場所環境に強い影響を及ぼすため、河川生態系特性の支配的な決定要因として認識されている。

出水規模の増加に伴い河川生態系への影響は大きくなる。土石流のように稀に起こる壊滅的な現象では、河川内のほぼすべての物質や生物が押し流されるため、河川生物群集に劇的な変化をもたらす。他方、近年の人為的な気候変動の進行により局所的な異常多雨の発生に伴う大規模出水の高頻度化が危惧されている。しかし、大規模出水は発生が極めて稀で捕捉が困難であるため、河川生態系に及ぼす影響については非常に限られた知見しか得られていない。

愛媛県重信川では、2017年9月17日の台風18号襲来時に戦後最大水位を記録する大規模出水が発生した。さらに10月22日の台風21号および10月29日の台風22号により大規模出水が連続した。著者は、一連の出水が発生する前後に底生動物および魚類の調査を実施することができたため、発生が極めて稀な大規模出水により引き起こされた群集構造の変動に関する知見を報告する。さらに、調査区間内で典型的に見られるユニット（瀬、淵、ワンド）にて行った調査の結果より、各ユニットにおける生物群集の出水攪乱に対する反応の違いを明らかにすることも目的とした。

2. 方法

本研究は2017年9月から11月にかけて愛媛県を流れる重信川の下流域にて調査を行った（図1）。1回目の調査を一連の出水攪乱が発生する前の9月6-7日に、2回目の調査は攪乱後に流量が安定し調査可能となった11月16-17日に実施した。当該区間内に見られる4種類の典型的なユニットである、瀬（Ri）に3箇所、自然に形成された側方洗掘型の淵（自然淵、Np）に3箇所、低水護岸沿いに形成された淵（護岸淵、Ap）に2箇所、下流端で主流路に接続するワンド（Bw）に3箇所の計11箇所に調査地を設定した。なお、出水により著しい河川地形の変化が見られたため、各調査地は攪乱前後で位置的に対応していない。

各調査地にて定量的な底生動物および魚類の調査を実施した。底生動物は流心部付近でDフレームネットを用いて3サンプルを採取した。魚類は各調査区間の代表的な物理環境を有する30 m²の範囲にてエレクトロフィッシャーを用いて採捕した。生物調査と同時に物理化学的環境を計測し、付着藻類のサンプルを採取した。

出水攪乱およびユニットの違いが底生動物および魚類に及ぼす影響を

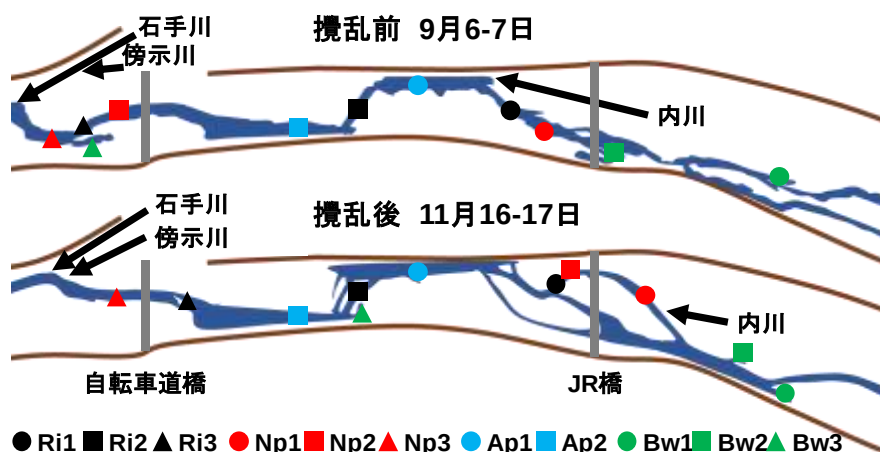


図1 調査地図。攪乱前（上）と攪乱後（下）の流路と調査地を示す。

明らかにするために、底生動物および魚類の生息密度を応答変数、調査時期（攪乱前後）および調査ユニット（Ri, Np, Ap, Bw）を説明変数として GLM による比較を行った。説明変数間の交互作用の効果が有意だった場合、Tukey の方法を用いた多重比較による群間の比較を行った。

3. 結果および考察

出水攪乱は底生動物を著しく減少させていた。GLM による解析の結果、底生動物の生息密度は攪乱前後で有意な差が見られた（図 2）。全ユニットを合わせて、生息密度は出水攪乱により 88.7%減少していた（攪乱前：平均 $6.53 \times 10^3 N m^{-2}$ 、攪乱後：平均 $0.74 \times 10^3 N m^{-2}$ ）。一方、ユニット間による違いは見られなかった。本研究で対象としたような大規模出水では、出水攪乱時に河床砂礫の大部分が移動していたため、底生動物は砂礫とともに除去されたものと考えられる。

出水攪乱が魚類に及ぼす影響は底生動物と大きく異なっていた。GLM による解析の結果、魚類の生息密度には攪乱前後およびユニットの有意な効果が見られ、さらに交互作用の効果も有意であった（図 2）。Turkey の方法による多重比較の結果、攪乱前の瀬で生息密度が高く、瀬では攪乱により生息密度が 20%以下に低下していることが明らかになった。大規模出水攪乱では多くの魚類が移動を余儀なくされ、生存した個体は出水後に徐々に再移入するものと考えられる。本研究では攪乱後の調査時にも依然として水位が高く、瀬では流れが激しかったため、魚類は再移入により生息密度を回復することができなかったものと考えられる。自然淵、護岸淵およびワンドに生息する魚類の生息密度は攪乱前後で有意な差は見られなかった。流量の増加は魚類の移動を活発にするため、攪乱後にこれらのユニットでは移入による回復が進行していたことが考えられる。一方、攪乱後にワンドの 2 地点で生息密度が高かったことから、一部のワンドが高水位時の流れ避難場所として機能することが示唆された。ワンドはいずれも攪乱後の調査時に流速が他のユニットと比較して小さかったことから、魚類の多くがワンドに避難していたものと考えられる。

4. まとめおよび今後の課題

本研究により、大規模出水攪乱は河川生物に非常に強い影響を及ぼしていることが明らかになった。ただし、攪乱により底生動物が大幅に減少する一方、魚類については攪乱後に一部のワンドを流れ避難場所として利用することが示唆された。重信川で発生した記録的大出水の前後で調査を行うことができた本研究の成果は、発生自体が稀で、その予測が極めて困難な大規模出水の影響を評価するものであり、今後の大規模出水攪乱への対策を講じる上で河川管理への応用が期待される。ただし、本研究は出水前後のみを対象として河川生物群集の変動に関する調査を行ったため、今後は攪乱後に河川生物群集の回復に注目して長期的な調査を行う必要がある。このような調査による知見の蓄積は、出水攪乱の影響を考慮した将来的な河川の適正管理手法の発展に大きく貢献するものと考えられる。

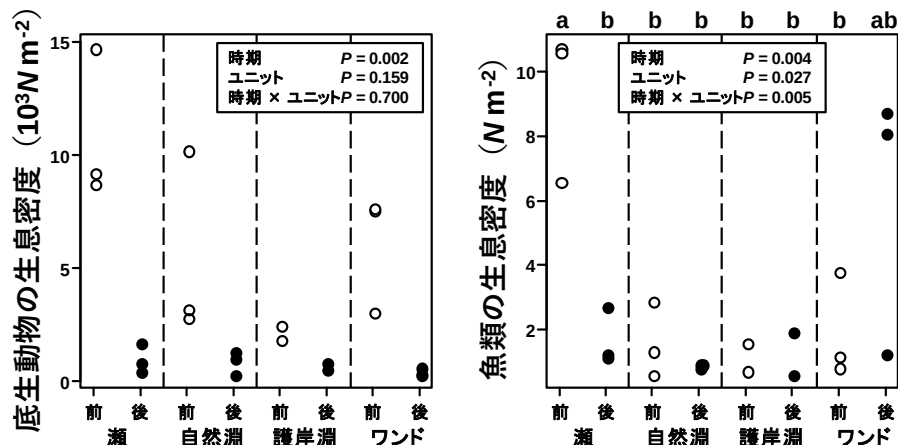


図 2 出水前後の各調査地における底生動物（右）および魚類（左）の生息密度の比較。グラフ上部の文字は Tukey の方法による多重比較の結果を表す。