

底生動物の生物量空間分布予測モデルを用いた土砂還元の影響評価手法に関する検討

山口大学 学生会員 ○花岡 拓身
山口大学 正会員 赤松 良久

1. はじめに

ダムは治水機能や利水機能を有し、今日の人々の生活に欠かせない土木構造物である。その一方で、河川生態系に影響を及ぼしていることが確認されている。ダムは土砂の移動を阻害することから、ダム下流では物理環境の変化や生物多様性の低下が引き起こされている。この問題に対し、日本各地の河川において、ダム下流への土砂還元が行われている。人為的に土砂供給を行うことから水生生物へ及ぼす影響を定量的に評価する必要があるが、観測点周辺の局所的な範囲に留まっている。そこで、本研究では、物理モデルと統計モデルを組み合わせた生物量空間分布予測モデルを用いて、土砂還元が底生動物に及ぼす影響を空間的かつ定量的に評価することを目的とした。

2. 材料と方法

(1) 調査地の概要

江の川は、島根県江津市で日本海に注ぐ一級河川である。本川下流域に浜原ダムが存在する。浜原ダム堤体の下流では、2014年から置き土が投入され(図-1)、2020年11月には、8,000 m³の置き土が投入された。

(2) 置き土の流出状況の把握

出水による置き土の流出量を把握するため、UAV写真測量を実施した。空撮は、置き土流出前から流出後にかけて2021年3, 8, 9月に行った。SfM-MVS(Structure from Motion-Multi View Stereo)解析によって空撮画像を3Dモデルに復元し、オルソ画像とDSM(Digital Surface Model)を構築した。ArcGISの機能を用いて各空撮間の標高差を算出し集計することで、置き土の流出量を算出した。

置き土流出後の河床材料の分布の変化を把握するために、空撮実施期間を対象に、iRICのNays2DH(河床変動解析ソルバー)にて河床変動計算を実施した。

(3) 現地調査方法

2021年4, 7, 10月に浜原ダム上下流に7地点設け、

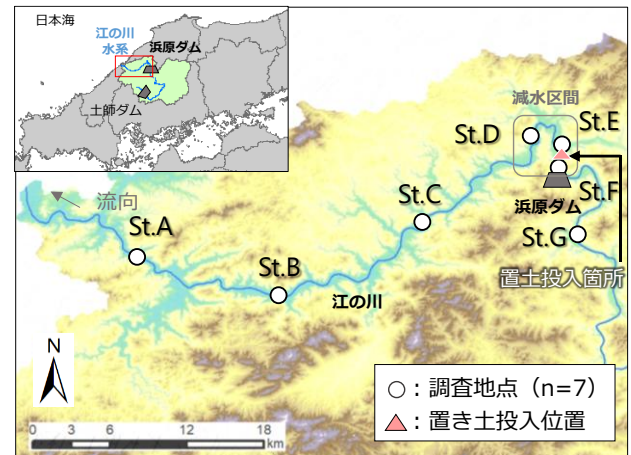


図-1 江の川水系と調査定点の地図。

各地点で底生動物採集と水深、流速、河床材料、水温の計測を行った。底生動物は科レベルで同定し、乾燥重量(g/m²) (以降、生物量と記す)を測定した。河床材料はWentworthの粒径区分に基づいて砂、細礫、中礫、大礫、巨礫に分類し被度(%)を算出した。

(4) 生物量予測モデルの構築及び空間分布予測方法

置き土流出前にあたる4月の生物量上位4分類群を対象に、生物量予測モデルを構築した。モデルには一般化線形モデルを用いた目的変数は生物量とし、説明変数には、底生動物を採集したコドラート内の水深(m)、流速(m/s)、河床材料(砂、細礫、中礫、大礫、巨礫)の被度割合(%), および水温(°C)とした。ベストモデルによる予測値と実際の生物量とで、ピアソンの積率相関(r)を算出し、モデルの再現性を確認した。続いて、(2)で実施した河床変動解析の結果から置き土流出後の地形と河床材料の粒度分布を得た。そして、置き土流出前後の地形で平水時の流況解析を行って流れ場を算出し、生物量予測モデルに外挿し、生物量の空間分布を算出した。

3. 結果と考察

(1) 置き土の流出状況

UAV写真測量に基づく置き土の総流出量は、2021年3月から9月の間で約3,600 m³であり、投入量の約45%が流出したことが確認された。河床変動計算による置

き土流出量は、約 3,000 m³ であり、概ね実測値と同等であった。細礫の割合は浜原ダム下流 4 km の範囲で高い箇所が確認された。特に、置き土の下流約 1 km に位置する st. E では、細礫の割合が高いことが推定された (図-2)。

(2) 底生動物の生物量予測モデルの構築

表-1 に最優占分類群であったシマトビケラ科の生物量予測モデルのベストモデルの結果を示す。モデルの再現性は、高いことが確認された ($r=0.751$, $p<0.01$)。説明変数には、流速、水温、河床材料が選択された。選択された河床材料は、細礫、巨礫であった。シマトビケラ科は、流速の大きい瀬を好み、安定した礫の表面に巣を張り生息する。本モデルより、細礫などの掃流砂が卓越する河床が動きやすい環境では、生物量が小さくなることが考えられた。また、巨礫の割合が多くなると営巣するのに必要な小粒径の河床材料が少なくなるために生物量が小さくなることが示唆された。

(3) シマトビケラ科の生物量の空間分布予測

図-2 にシマトビケラ科の土砂還元前後の生物量の空間分布予測図を示す。土砂還元前では、シマトビケラ科は検討区間全域に分布しており、比較的流れが速い瀬の箇所において生物量が高く予測されていた。土砂還元後には、全体的に約 1 g/m² 以下となった。生物

量は、土砂還元後に細礫の割合が高い区間で分布域が縮小し、生物量も大きく減少する結果であった。このことより、置き土の流出の影響が本手法によって空間的に定量評価できる可能性が示された。

4. まとめ

ダム下流で優先するシマトビケラ科の生物量を高精度に予測できる統計モデルを構築した。そして、流況・河床変動計算と組み合わせることで、シマトビケラ科の生態に沿った空間分布予測が概ね可能であることが確認された。土砂還元後には、細礫の割合が高い区間において、シマトビケラ科の生物量が減少することも予測され、本検討手法は置き土の影響を評価するうえで有効的であることが示唆された。

表-1 シマトビケラ科のベストモデルの結果

	係数	標準偏差	p値
切片	2.3631	0.4641	**
水深			
流速	1.4881	0.4705	**
砂			
細礫	-0.0245	0.0149	0.1065
中礫			
大礫			
巨礫	-0.0026	0.0059	0.6681
水温	-0.1807	0.0199	**

**($p<0.01$)

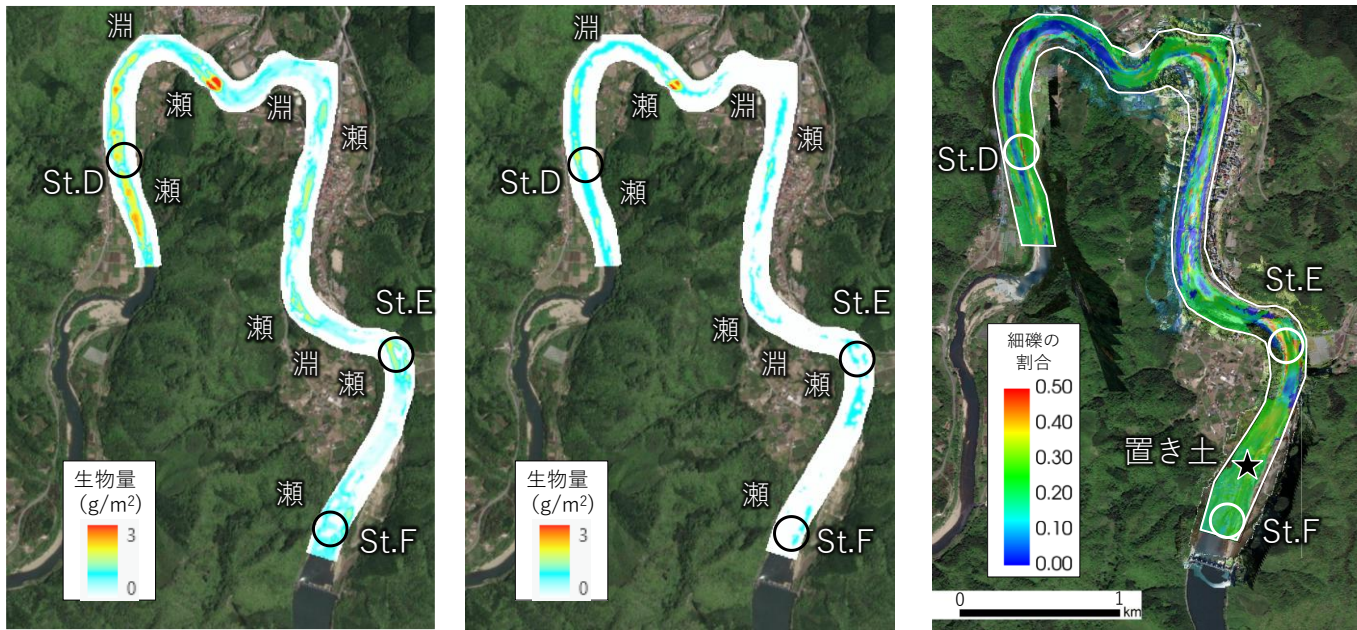


図-2 置き土流出前後のシマトビケラ科の生物量空間分布予測と河床変動計算終了時の細礫 (2~16mm) の割合。左：置き土流出前の生物量空間分布；中央：置き土流出後の生物量空間分布；右：河床変動計算終了時の細礫 (2~16mm) の割合