

# 那賀川の土砂還元による物理環境の違いと 魚類・陸上昆虫の関係（中間報告）

那賀川河川事務所 調査課 溝渕 一匡  
那賀川河川事務所 調査課 課長 有田 由高  
那賀川河川事務所 調査課 係長 星田 元気

那賀川で唯一の洪水調節機能を有する長安ロダムでは、ダムの堆砂の進行及び露岩化・粗粒化したダム下流河道の環境の改善を目的として、貯水池上流河道に堆積している土砂を掘削し、ダム下流河道に置土することで、洪水時に下流河道へ土砂還元する取り組みを実施している。

今回は、土砂還元による河川環境の改善効果を評価するため、これまで実施されている水域環境及び陸域環境に関するモニタリング結果から、魚類・陸上昆虫と河川の物理環境の関係について確認し、河川環境の管理指標についての検討結果の中間報告を行う。

キーワード 土砂還元, 物理環境, 陸上昆虫類調査, 魚類調査, 多様性, 選好値

## 1. 那賀川流域の概要

那賀川は、徳島県南部に位置しており、その源を徳島県那賀郡の剣山山系ジロウギユウ（標高1,930 m）に発し、徳島、高知両県の県境山地の東麓に沿って南下した後、東に流れ、坂州木頭川、赤松川等の支川を合せて那賀川平野に出て紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長125 km、流域面積874 km<sup>2</sup>の一級河川である（図-1）。

那賀川流域は日本でも有数の多雨地帯であり、脆弱な地質と相まって、過去には大規模崩壊や土石流などによる土砂災害が度々発生している。土砂生産が活発であり、山地からの多量の土砂がダム貯水池に堆積し、貯水容量が減少する一方で、ダム下流の河川では、土砂の供給が不足することで河川環境に変化がみられる。

## 2. 河道域における河川環境の現状と課題

那賀川における、河道域等の領域区分を図-2に示す。

ダムの堆砂の進行及び露岩化・粗粒化した河道の環境改善を目的として平成3年から土砂還元に取り組んでいる。

### (1) 上流域の現状と課題

小見野々ダムから長安ロダムまでの河道は、砂州の減少が確認されており、河床の露岩化・粗粒化が著しい河川景観となっている。このため、瀬の減少、幼魚・稚魚の隠れ場の減少、藻類の剥離・更新頻度の低下が見られるなど、河川環境への影響が懸念されている。

長安ロダムから川口ダム貯水池上流端までの河道は、置土による土砂還元の影響により、河床変動が見られる区間である。長安ロダム下流の土砂還元は、平成19年以降に増加しており（図-3）、主に川口ダム上流区間にて置土が実施されている。また、この区間では、平成19年以前には露岩化・粗粒化した河床状況であったのに対し

て、平成19年以降には川口ダム上流区間にて河床が上昇し小さい粒径の礫の増加が見られるようになるなど、礫河床が回復傾向にあるとみられる。加えて、河床に土砂が還元されることで、瀬環境が増加する傾向が見られた。一方で、瀬淵分布や河床材料粒度分布などの物理環境の変化に伴い、魚類等の生息環境がどのように変化しているかについて明らかにしていく必要がある。



図-1 那賀川の流域図



図-2 河道域等の領域区分

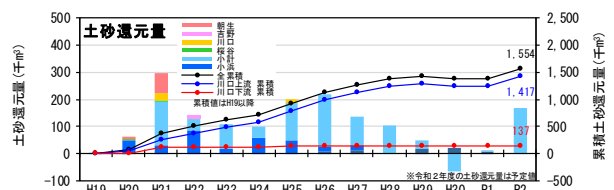


図-3 置土による土砂還元の実施状況

## (2) 中流域の現状と課題

川口ダム下流から十八女大橋までの中流域は、岩盤と礫質の河原から形成されており、河道付近にキシツツジやナカガワノギクなどが分布している。また、昭和10年頃には礫河原が広がっていたが、現在は、上流からの土砂供給が減少していること等により河床は以前に比べ低下していたが、近年は、土砂還元の影響により、河岸の高い部分や水裏などに砂の堆積が確認されている。なお、土砂供給が減少していること等による環境への変化を確認していく必要がある。

## (3) 下流域の現状と課題

十八女大橋下流から河口までの下流域の河道は、山間部を流れて扇状地となっており、北岸堰の下流河道は明瞭な交互砂州が形成され、瀬と淵が連続した河川形態となっている。水域には、アユ、ヨシノボリ、カジカ小卵型等の魚類が生息している。なお、近年、交互砂州上に繁茂した植生等の影響により、滞筋が固定化し、河道の深掘れや瀬環境の減少が懸念される。

河口は、川幅が約1,000mと広く、潮汐により干潟が出現することから、シオマネキ等の甲殻類が生息しており、特に左岸の河口干潟には、泥質を好むシオマネキが確認されるなど、多様な生物が確認されている。

## 3. 河川環境面のモニタリング

今後、置土によって上流域のみでなく中流域・下流域の河川環境が変化することが予測され、物理環境と生物環境の変化状況の確認を行う必要がある。

水域環境を把握するための指標として魚類と物理環境との関係を確認した。また、陸域環境を把握するための指標として陸生昆虫と物理環境の関係を確認した。

河川の物理環境と魚類・陸生昆虫の関係の確認手法として、式(1)に示すSimpsonの多様度指数を用いた。この多様度指数は0~1の範囲内で、1に近づくほど多様性が高いと評価できる。 $1-\lambda$ : Simpsonの多様度指数、魚類の場合は $S$ : 種数、 $n_i$ : 種毎の個体数、 $N$ : 全個体数、瀬淵の場合は $S$ : 3【早瀬・平瀬・淵】、 $n_i$ : サブユニット毎の合計面積、 $N$ : サブユニットの全面積である。

$$1 - \lambda = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 \quad 0 \leq 1 - \lambda < 1 \quad (1)$$

## (1) 陸上昆虫類調査

### a) 調査地区

調査地区の設定にあたっては、置土による土砂還元の影響を把握するため、土砂動態の異なる3地区(上平地区、小見野々ダム下流地区、小計地区)で実施した。調査地区の位置について図-4に示す。また、陸上昆虫類調査にはベイトトラップ法を用いた。

## b) 調査地区の物理環境の経年変化

置土による河川の物理環境の変化として、調査地区に存在する砂州の面積及び河床材料の粒径の変化について着目した。図-5に調査地区における平成30年度から令和2年度までの間の砂州面積の変動及び河床材料の多様性を示す。

上平地区では、石、礫、砂等が均等に分布しており、調査地区の中で最も河床材料が多様であるといえる。また砂州面積について経年での変化が大きい地区であった。

小見野々ダム下流地区では、河原の面積が最も広く、 $m_3$ (100mm以上)が河床材料の大部分を占めており粗粒化が顕著である。また、砂州面積及び河川材料の構成について、経年変化が乏しく、土砂の供給・運搬が少ないと考えられる。

小計地区は、土砂還元の影響がある区間であり、置土実施箇所から近く、土砂還元による攪乱が著しい地区である。河原の面積は比較的狭く、小計地区では大~中サイズの礫の堆積が認められる。また、小見野々ダム下流と比較すると砂の堆積が多く見られ、置土による土砂還元の効果が出ていると思われる。



図-4 陸上昆虫類調査位置図

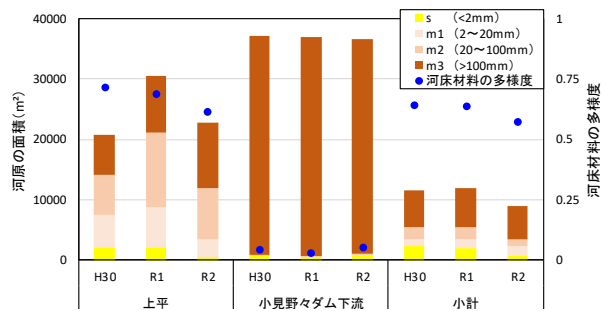


図-5 調査地区の砂州面積の変動

## c) 陸上昆虫と河川の物理環境の関係

調査区間における河原依存種の種数と河床材料の多様度の関係を図-6、河原依存種の個体数と河床材料の多様度の関係を図-7に示す。図-6、7より河原依存種の種数について河床材料の多様度が上昇すると増加する傾向がみられた。特に河床材料の多様度が0.6以上になるのを境として、河原依存種の多様度が大きく上昇している。また、河原依存種の個体数についても同様の傾向が見られた。このことから、陸域環境を把握するための指標として河床材料の粒度多様度を用いることができる可能性が示唆された。

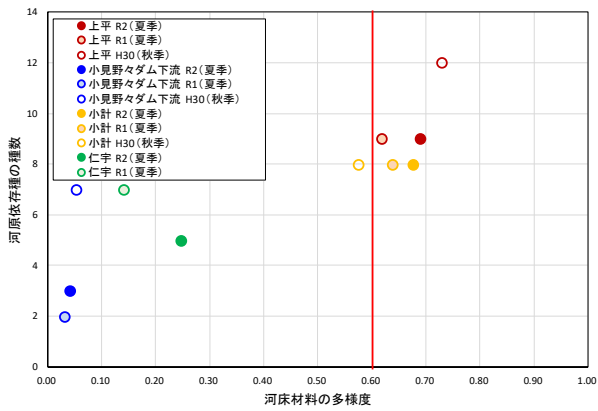


図-6 河原依存種の種数と河床材料の多様度の関係

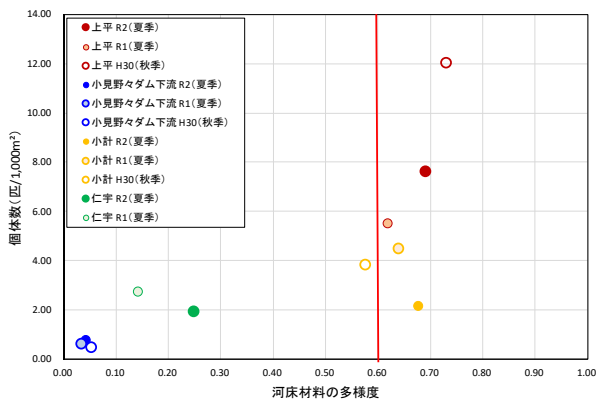


図-7 河原依存種の個体数と河床材料の多様度の関係

## (2) 魚類調査

### a) 調査区間

調査区間の設定にあたっては、詳細な物理環境・生物環境のデータを所得している長安ロダム下流の置土箇所から川口ダム貯水池上流端である63.0k~50.0kの区間を対象とした。設定した調査区間を図-8に示す。

### b) 瀬淵環境の多様度の変化と魚類の多様度の関係

置土による物理環境の大きな変化が生じる前後である平成22年と平成28年について、瀬淵環境の多様度を図-9に示す。また、平成22年と平成28年について瀬淵環境の多様度と魚類の多様度の関係を図-10に示す。

図-9より、対象区間において1kmピッチの瀬淵の多様度を比較したところ、土砂還元による土砂到達の顕著な62.0k~55.0k付近で多様度の上昇傾向を確認できる。これは、土砂還元により瀬淵の多様度が改善されたためだと考えられる。また、図-10より、土砂還元前の川口ダム上流区間は瀬淵環境・魚類の多様度どちらも低い傾向であるが、土砂還元後はどちらの多様度も上昇している。これは、物理環境の多様度の上昇により魚類の多様度も上昇したことが考えられ、河川環境全体の多様性が上昇した効果と考えられる。このことから、水域環境を把握するための指標として瀬淵の多様度を活用できる可能性が示唆された。

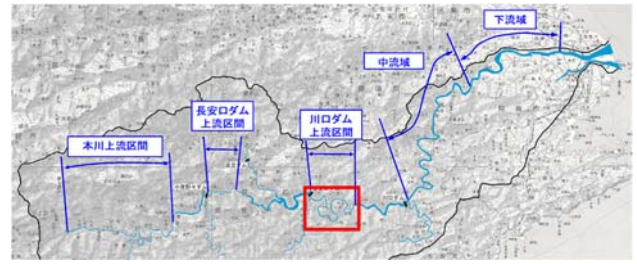


図-8 魚類調査調査区間

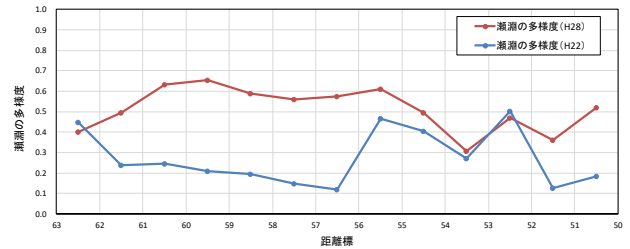


図-9 瀬淵の多様度の変化状況

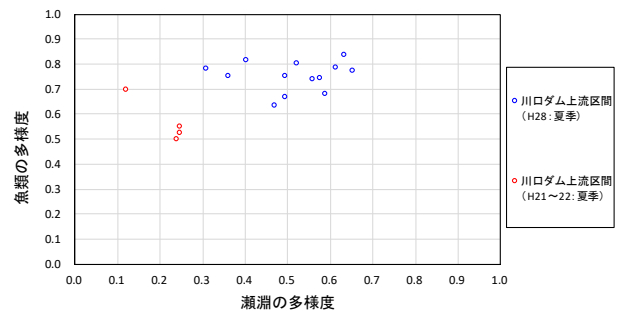


図-10 魚類・瀬淵の多様度の相関関係

## 4. ALB測量データを活用した魚類の生息空間の定量的評価

3.(2)の結果から、瀬淵環境の多様度と魚類の多様度には関係性があることが予測された。そこで、瀬淵を構成する物理環境として流速及び水深に着目した。また、ALB測量データ等から、河川の物理環境(流速・水深)を算出し、代表魚種の生息空間について定量的に評価する方法を検討した。検討対象区間は那賀川中流域とし、ALB測量データを用いた解析を実施した。比較区間として長安ロダム下流の置土箇所から川口ダム上流端である63.0k~50.0kの区間を設定し、実測データ(平成28年度の調査データ)を使用した。

### (1) 那賀川における代表魚種の選定と選好値の設定

魚類の選好性・多様性を分析するにあたり、那賀川での代表魚種の選定を実施した。川口ダム上流区間と中流域、または下流域の二つ以上の領域に分布する魚種から①単位距離(100m)当たり20個体以上生息し、生息情報等を得るためのデータ分析等を行いやすいこと、②生息環境または産卵環境が河床の土砂に依存するとともに、生

息環境が早瀬、平瀬、とろ、淵のそれぞれに依存している魚種であることの2つの条件を勘案し、遊泳魚と底生魚のそれぞれから代表魚種を設定した。その結果、オイカワ、カワムツ、ウグイ、ニゴイ、アユ、シマヨシノボリ及びカワヨシノボリの7種を那賀川の代表魚種とした。

設定した那賀川の代表魚種について確認個体数と物理環境（流速、水深）データからヒストグラムを作成し、選好値（SI：suitable index）を算出することで選好曲線を作成した（図-11）。流速・水深の選好値について、瀬環境は面積当たりの個体数（尾/m<sup>2</sup>）、淵環境は容積当たりの個体数（尾/m<sup>3</sup>）として算出した。また、代表魚種における選好値の分布について最大値、75%値、中央値、25%値、最小値を箱ひげ図（表-1）により整理した。箱ひげ図及び選好曲線により、代表魚種の生息空間について定量的な評価を試みた。

## （2）ALB測量データの活用

流域内の流速、水深及び魚類のデータを漏れなく収集することは困難である。そこで、ALB測量データ等を用い、河川の物理環境（流速・水深）を収集する事で代表魚種の生息空間について定量的な評価が可能か検討した。代表魚種の選好値については類似規模の河川について実施された検討のデータ（国立研究開発法人 土木研究所 自然共生研究センターのホームページに公開されているもの）を使用した。

ALB測量データを平面二次元解析により解析する事で水深の算定を行った。解析に使用した条件は粗度係数を0.035、流量を60 m<sup>3</sup>/sとし、解析結果と平成30年度の瀬淵分布と比較を実施した（図-12）。図-12より、代表的な瀬環境を再現できていたことから、ALB測量データ等の物理データを用いることで河川の物理環境（流速・水深）の算定が可能であると考えられる。ALB測量データ等と選好値を用いた代表魚種の生息空間分布図を図-13に、検討対象区間と比較区間の箱ひげ図を表-1示す。表-1より、中流域の水深について、代表魚種の生息空間としての適性が低いことが分かる。このように、ALB測量データ等と選好値データより、代表魚種の生息空間について定量的な評価ができると考えられる。

の生息空間について定量的に評価出来る手法としての可能性を確認した。

今後は、今回の検討で確認された結果を踏まえて、那賀川流砂系・漂砂系の管理指標としての活用を検討していく予定である。

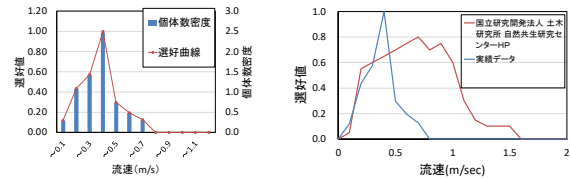


図-11 選好曲線

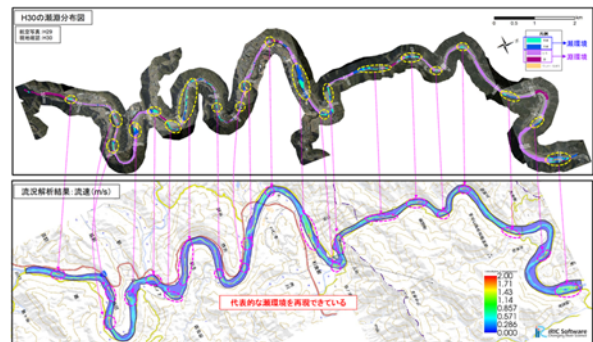


図-12 解析結果と平成30年度の瀬淵分布との比較

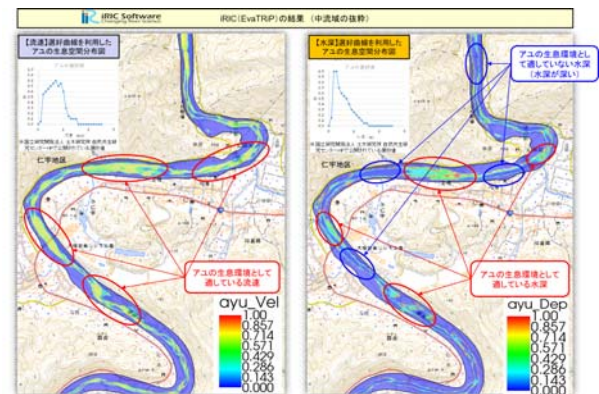


図-13 ALB測量データ等と選好値を用いた代表魚種の生息空間分布図（抜粋）（左：流速、右：水深）

表-1 検討対象区間と比較区間の箱ひげ図

項目	川口ダム上流区間 (実測値)	中流域 (解析データ)
流速	【川口ダム上流区間】流速の選好値 Box plot showing suitable flow velocity ranges for Ayu across different river sections (e.g., 下流, 中流, 上流).	【中流域】流速の選好値 Box plot showing suitable flow velocity ranges for Ayu in the middle reach.
水深	【川口ダム上流区間】水深の選好値 Box plot showing suitable water depth ranges for Ayu across different river sections.	【中流域】水深の選好値 Box plot showing suitable water depth ranges for Ayu in the middle reach.

## 5. まとめ

陸上昆虫類調査では、河床材料の多様度を把握する事で、陸生昆虫の種数・個体数を推察することができ、陸域環境の評価指標として活用できる可能性が示唆された。

魚類調査では、瀬淵環境の多様度と魚類の多様度の関係性を確認した。また、流速・水深と選好値の関係を用いることで、代表魚種の生息空間について評価出来る可能性が示唆された。加えて、ALB測量データ等を活用することで、物理環境（流速・水深）を算定し、代表魚種