

尾原ダムにおける下流河川環境改善の 取り組み（試行段階・中間報告）

岩井 優弥¹・森脇 央¹・河口 幸広²

¹中国地方整備局 出雲河川事務所 管理第二課（〒693-0023島根県出雲市塩治有原町5-1）

²中国地方整備局 出雲河川事務所 尾原ダム管理支所（〒699-1342島根県雲南市木次町平田211-5）

尾原ダム下流域の河川のうち、ダムから最も近い支川の合流地点付近までの区間では、ダム建設前と現在の景観を比較をすると、明らかに河床材料の細粒分が失われ粗粒化の進行が確認できる。また、細粒分の多い河床に生息する重要種スナヤツメが確認されなくなったこと、島根大学吉岡らの報告¹⁾によると糸状藻類が繁茂し、アユ成長の阻害要因となっている可能性がある等ダム建設に伴う環境の変化が生じている。尾原ダムでは、ダム下流域の河川環境を改善するため、2020年度より土砂還元の試行を開始した。本稿は、河川環境や河川内の生物の変化等を把握し、河川環境改善の目標整理や土砂還元試行段階の取り組みに関する調査についての中間報告である。

キーワード ダム下流河川の環境改善，土砂還元，スナヤツメ，付着藻類，アユ，粒度分布

1. 尾原ダムの概要

斐伊川上流域は、中国山地に多く見られる花崗岩が分布し、風化した花崗岩がマサ土となり流出することで、斐伊川の中・下流域にかけての砂河川を形成している。斐伊川上流域の奥出雲の地では、古来よりマサ土の山を切り崩して水路に落とし、流水による比重選別によって土砂中の砂鉄分を抽出する「鉄穴（かんな）流し（図-1）」が行われ、採取した砂鉄は「たたら製鉄」の材料として使用された。たたら製鉄は、江戸時代から明治時代にかけて最盛期を迎えた一方、斐伊川中・下流域における土砂堆積が進行した。堆積土砂は、現在の豊かな出雲平野を形成した一方、多くの洪水被害ももたらした。尾原ダムは、洪水被害を軽減するために計画された斐伊川・神戸川の治水対策事業（図-2）の一環として、洪水調節、河川環境の改善、水道用水の供給を目的として斐伊川の上流（島根県雲南市）に建設（1991年建設事業に着手、2012年4月より管理開始）された多目的ダムである（図-3）。



図-1 鉄穴流しの状況²⁾



図-2 斐伊川・神戸川の治水対策



図-3 尾原ダムの全景

2. 尾原ダム下流河川の現況

尾原ダム建設前の河床の状況は1987年に撮影された写真に示すとおり河床に細粒分が見えるが（図-4）、2022年時点ではダム建設前と比べて粗粒化が進行している状況が確認できる（図-5）。

そのため、細粒分を生息環境に必要とする生物が減少し、河川水辺の国勢調査地点では近年スナヤツメの確認がなされていない（図-6）。

また、斐伊川中流域における内水面漁業の現状とその展望（吉岡ら）³⁾によると、カワシオグサと見られる糸状藻類が繁茂し、河川景観の劣化や餌資源の質的变化によるアユ成長の阻害要因とされている（図-7）。

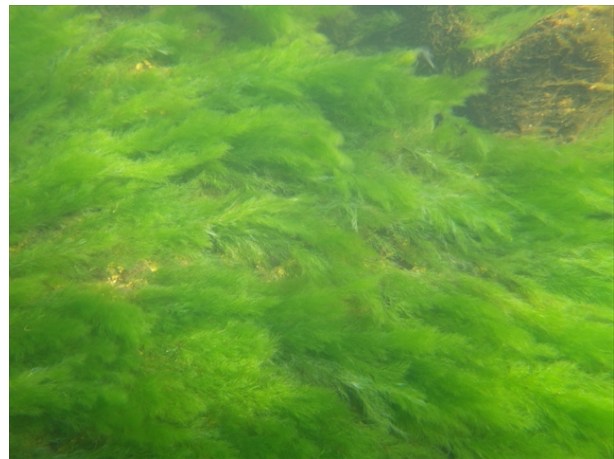


図-7 尾原ダム直下流に繁茂するカワシオグサ³⁾



図-4 建設前の尾原ダムサイト下流の河床状況（1987年）



図-5 建設後の尾原ダムサイト下流の河床状況（2022年）

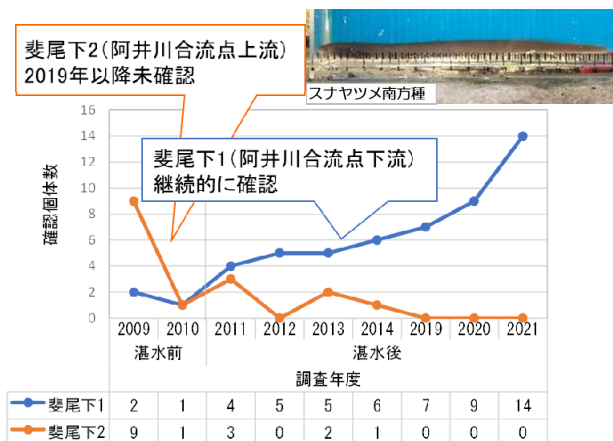


図-6 スナヤツメ南方種の経年確認状況
（調査位置は図-8に図示）

3. 土砂還元の取り組み概要

土砂還元は2020年4月から実施され、2022年3月迄計3回実施されている。既往の土砂還元の取り組み概要と、土砂還元の目標を示す。

(1) 既往の土砂還元の取り組み

尾原ダム下流河川では2020年4月は1か所で100m³の土砂還元を開始し、2021年3月は1か所で300m³、2022年3月は2か所で300m³計600m³と投入量を徐々に増やしており、環境への反応をモニタリングし本格運用に向け土砂還元の運用方法を検討している試行段階にある（表-1）。

表-1 既往の土砂還元の取り組み概要

実施時期	土砂投入地点	土砂投入量
2020.4月	ダム直下	100m ³
2021.3月	ダム直下	300m ³
2022.3月	ダム直下・尾原橋	600m ³ (300m ³ ×2地点)

(2) 土砂還元の目標

2020年4月に始まった土砂還元の取り組みであったが、モニタリングを実施した結果と、他の土砂還元の取り組み事例、流域の状況、下流河川土砂還元マニュアル（案）第2版⁴⁾を参考に、ダム側の視点や好事例等を参考にし、より定量的な土砂還元の目標を再設定した（表-2）。

表-2 土砂還元の取り組みの目標

項目	目標内容
生藻類率	・河床付着物中の生きた藻類の割合。 クロロフィルa/(クロロフィルa+フェオフィテン) →80%以上でアユの餌資源として好適。
付着藻類 有機物率	・河床付着物中の有機物量(藻類)の割合。 有機物量/乾燥重量(有機物量+無機物量) →40%以上でアユの餌資源として好適。
ピロウドラソウ	・夏季に増加する藍藻であり、アユの餌となる。 →細胞数が増加、優占率が増加
大型糸状緑藻類	・礫や河川工作物等に付着し糸状体を形成した藻類。 ・河川景観の悪化やアユの成長阻害を引き起こす。→緑藻の剥離の有無
河床材料	・スナヤツメが確認される生活環境。→2mm以下15%以上 ・重要種スナヤツメが継続的に確認される環境。
魚類	・付着藻類の改善による魚類相の改善。

4. 河川環境モニタリング調査結果

モニタリング調査は、土砂還元が実施されない場合のリファレンス地点（土砂還元実施箇所の上流）と、土砂還元が実施される地点より下流の各環境の代表地点を選定しており、魚類調査は過去の生息状況との比較もできるよう河川水辺の国勢調査の調査地点も含まれている（表-3）（図-8）。

表-3 調査地点概要

調査地点	調査項目	調査地点設定理由
L1	付着藻類・河床材料	土砂還元上流地点：土砂還元効果の無い場所（リファレンス地点）
L2	付着藻類・河床材料・魚類	土砂還元下流地点：土砂還元の効果検証（流入河川の影響無し）
L3・斐尾下2	付着藻類・河床材料・魚類	阿井川合流点下流：支川から土砂供給のある場所（支川合流後）
L4	付着藻類・河床材料・魚類	阿井川合流点下流：支川から土砂供給のある場所（支川合流後）
斐尾下1	魚類	河川水辺の国勢調査調査地点

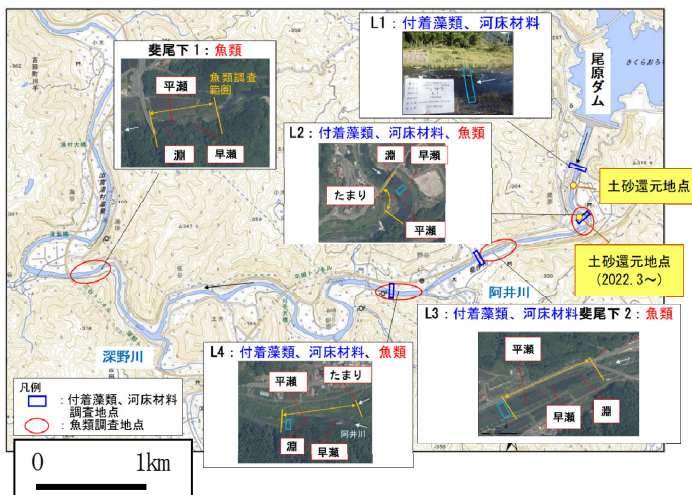


図-8 モニタリング調査地点

(1) 付着藻類

2021年に行った土砂還元後のモニタリング調査結果では有機物率には傾向が見られなかったものの、土砂還元直後にアユの餌となるピロウドラソウの優占率が増加したことや、付着藻類量が減少したことからアユの生息環境の改善に一定の効果があつたと考えられた（図-9）。

一方で2022年は、土砂還元の影響を受けるL2,L3では、L1のような細胞数やフェオフィチン・強熱減量等の増加や被度の上昇はみられなかった。これら3つの調査地点で河道幅や水深に大きな違いはなく、地点間に流入支川も無く、周辺環境も類似している。このため、投入土砂の流下の有無以外に、L2,L3とL1で水温・水質(栄養塩濃度)・日射量などに顕著な違いは無いものと考えられる。したがって、L2,L3における付着藻類量の増加抑制は、土砂還元起因するものと推察される（図-10）。

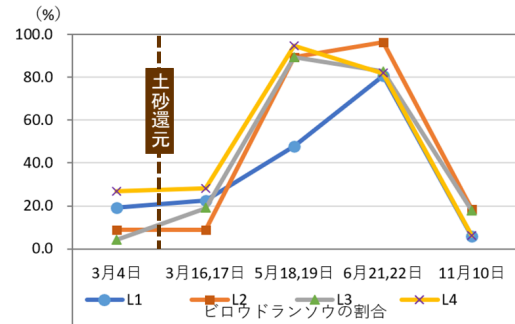


図-9 2021年付着藻類 ピロウドラソウの割合(%)

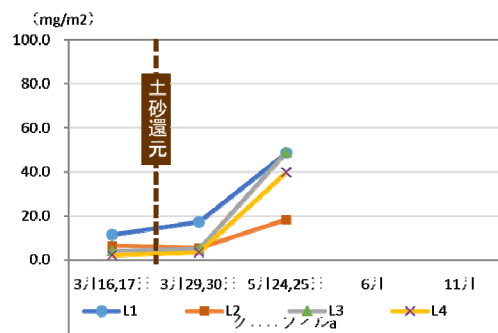


図-10 2022年付着藻類 クロロフィルa(mg/m²)

(2) 魚類

a) 経年確認状況

2020年から2021年の調査で合計5目9科24種が確認された。地点別の確認種数は、ダム直下のL2が11種と最も少なく、これより下流の斐尾下2～斐尾下1では17～19種と大差はなかった。

b) 砂底を利用する種の経年確認状況

先述のとおり、砂底を利用する重要種のスナヤツメ南方種については、阿井川、深野川合流より下流側の斐尾下1ではスナヤツメ南方種が継続して確認されているが、阿井川合流点上流側の斐尾下2では確認数が減少している。2021年以降は未確認であったが、砂底を利用するニシマドジョウ等は各地点で継続的に確認されており、当該区間に砂質河床が縦断的に点在していることが示唆される。

(3) 河床材料

2022年3月に実施した土砂還元後の粒度分布と、2021年3月の土砂還元前の粒度分布を比較すると（図-11）、L1は土砂還元の影響を受けないため粗粒化、L2地点は2022年3月の土砂還元の際に直接改変を受けたため粗粒化傾向が見られるが、2022年3月の土砂還元直前の時点では細粒化傾向にあった（図-12）。L3は細粒化しており、調査地点周辺の植生帯に土砂がトラップされているものと考えられる。L4地点は殆ど変化が見られなかつ

た。

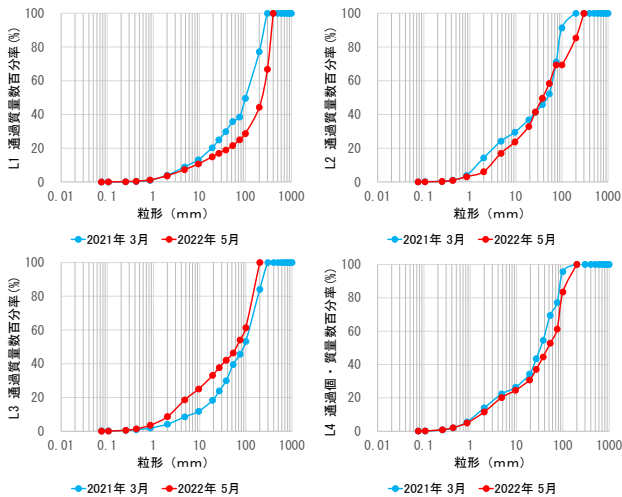


図-11 2021年土砂還元前の粒度分布と2022年土砂還元後の粒度分布



図-12 L2地点の河床 (2022年土砂還元前)

(4) 阿井川ダム土砂性状調査 (土砂還元材料)

土砂還元用土砂について、尾原ダムの堆砂量が少ないことや効率的な入手の観点から、当面の尾原ダムにおける土砂還元の材料として中国電力株式会社が管理する阿井川ダムの浚渫土の使用を検討するため、2020年12月に土砂性状調査を実施した。その結果、堆積土砂には有害物質は含まれておらず、付着藻類の剥離更新や、砂底に生息する魚類の生息環境に適した粒径を含んでいることが確認され、土砂還元に適した土砂であることが確認できたことから、阿井川ダムの浚渫土砂を土砂還元地点近隣にストックし、当面これを用いることとした。

(5) 露出高調査

2022年のモニタリングでは、土木研究所の指導の下、露出高という河床中の石礫の天端から砂面までの高さを表し、水生生物の生息場の評価にも寄与できる指標を導入している。今後は、露出高をモニタリングし土砂の過剰還元を防止するなどの指標にも用いる (図-13)。

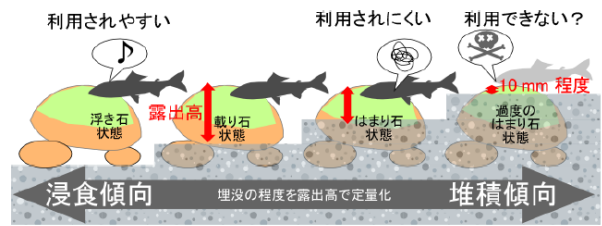


図-13 露出高のイメージ

5. 土砂投入方法の検討

2021年3月の土砂還元はダム直下地点で実施したが、効果は尾原堰上流までの範囲に限定された。そこで、2022年以降の土砂還元は、尾原堰下流域を含めた広範囲に土砂を流下させるため、土砂還元量・設置個所・還元方法等を検討した。

土砂還元の施行地点は、土砂投入に用いる重機のアクセスが可能な3地点が候補である (図-14)。数値解析の結果、地点①②は0.8kp付近にある淵の影響を受け、土砂が沈降するため、尾原堰から下流に土砂が流下しない事が確認された。また、地点③で実施することにより、尾原堰下流に土砂を有効的に還元することができると予測された。(図-15) (図-16)。

そのため、2022年3月の土砂還元は、地点①と地点③にそれぞれ300m³ずつ計600m³の土砂還元を行い、ダム直下～尾原堰上流部分と尾原堰下流へ土砂供給を行うことを狙いとして実施した。

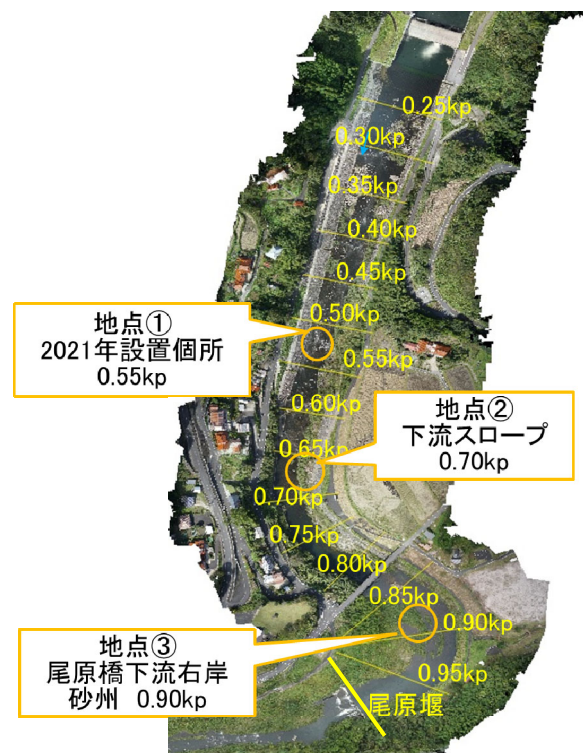


図-14 土砂還元地点の候補

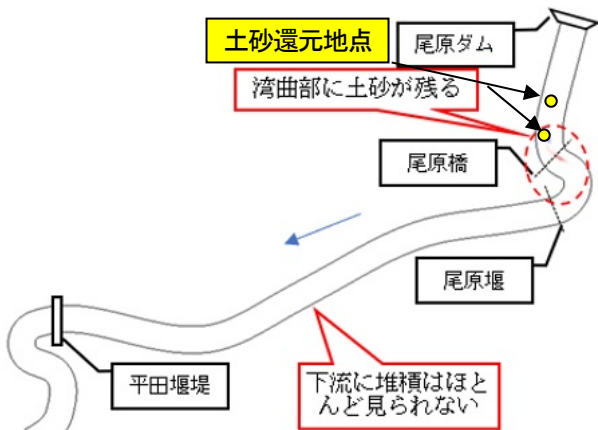


図-15 地点①②の組合せ時の還元された土砂の流下状況

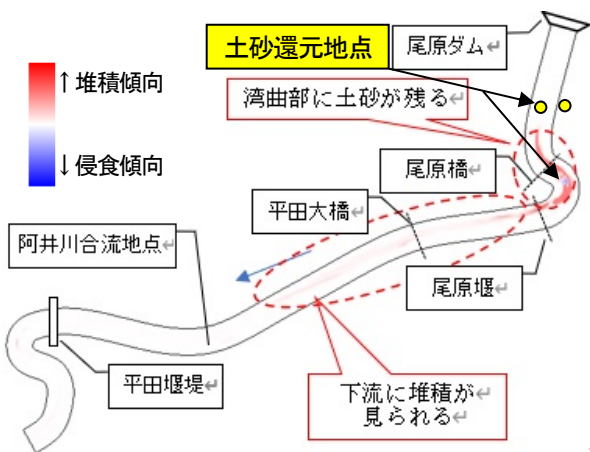


図-16 地点①③の組合せ時の還元された土砂の流下状況

6. 土木研究所との取り組み

2022年5月12日に出雲河川事務所・土木研究所・日本工営株式会社（令和3年度尾原ダム土砂還元モニタリング調査他業務の受注者）の3機関で合同現地踏査を行い、今後の土砂還元の方針・露出高調査の指導・生物生息環境の評価方法等についてモニタリングの実施方針を確認した（図-17）。

今後の土砂還元の留意点として、尾原ダム下流河川において、尾原ダムをバイパスする形で運用する北原発電所の修繕工事が2023年には終了することから、尾原ダムから放流する平常時の流量が現在より減る事が考えられるため、付着藻類が繁茂しやすくなる環境に変わる等の指摘があった。



図-17 合同現地踏査の様子（左:L2付近の様子 右:出雲河川事務所でのヒアリング時の様子）

7. 今後の方針

2022年4月に実施した600m³の土砂が出水期を終える頃になどのような状況になっているかをモニタリング結果から検討し、土砂投入箇所を増やしたことや還元土砂量を増やしたことによる環境への影響を評価する。

今後は、土砂還元量を増やすために各土砂還元地点で土砂還元量の配分を変更する等の案を検討する。また、現在の土砂還元は地元漁協がアユの稚魚を放流する前に土砂還元を実施することで、アユの稚魚に濁水の影響を与えないような時期を選定し、付着藻類の剥離更新を図ってきたが、さらに効果的な剥離更新に向け、他ダムの事例を参考に土砂還元の実施時期を再検討することを考えている。

以上を踏まえ、試行段階から本格運用に向けた検討を行い、効率よく土砂還元によって目標を満たし、尾原ダム直下における河川環境をより良い状態に改善することを目指す。

謝辞：尾原ダムの土砂還元の取り組みにおいて、ご理解・ご協力をいただくとともに、ご指導・ご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 斐伊川中流域における内水面漁業の現状とその展望
- 2) <https://www.mizu.gr.jp/kikanshi/no54/13.html> ミツカン水の文化センター 機関誌『水の文化』54号 和船が運んだ文化
- 3) ダム直下における付着藻類の繁茂を抑制する流量管理方針のモデリング
- 4) 下流河川土砂還元マニュアル（案）第2版
- 5) https://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/research/m3_06.htm ダム下流の環境評価ツール