

小渋ダム下流における排砂バイパス運用による土砂の堆積と浸食
 Deposition and Erosion due to Sediment Transport through a Bypass Tunnel in the Downstream
 Channel of Koshiibu Dam

○小林草平・角 哲也・小柴孝太・カントウッシュ サメ・竹門康弘
 ○Sohei KOBAYASHI, Tetsuya SUMI, Takahiro KOSHIBA, Sameh KANTOUSH,
 Yasuhiro TAKEMON

Koshiibu Dam started operation of sediment bypass tunnel in 2016, and substantial changes in downstream riverbed morphology occurred in 2018 due to large amount of sediment transport through the tunnel. Although peak flow discharge was not the largest level of the downstream, bank erosion and damages of riverside road occurred in several reaches. We assumed that a rapid development of gravel bar during flood events elevated water level and forced flow to concentrate to one side of the banks, and sediment recruitment from the bank induced another bank erosion in the downstream. Development of moderately high gravel bars resulted in greater habitat diversity (heterogeneity of riverbed and flow) and greater exchange of water between surface and hyporheic.

1. はじめに

全国のダムで貯水池の堆砂と、ダム下流での河床低下が問題となっている。排砂バイパストンネルは、出水中に上流から流れてくる土砂を貯水池になるべく流入しないように迂回させ下流へと送る施設である。排砂バイパスを導入したダムは国内外でまだ限られているが、導入したダムの下流では、土砂が供給されることで本来の河床地形や生態系が回復する事例が報告されつつある。

長野県にある小渋ダム（国土交通省管理）は1969年に竣工した治水を含む多目的ダムである。貯水池の堆砂対策として2016年より排砂バイパスの試験運用が始まった。2018年は台風接近時に計3回の運用が行われた。特に2回目と3回目の運用時間は長く、2018年は2016年と2017年を大きく上回る土砂量がバイパスを通して下流へ運ばれた。また、2018年はダム下流における河岸浸食や砂州の発達など、ダム建設以来見られなかった現象が起こった。ダム下流の流量は最大でも1-2年に一度経験しているレベルであったため、バイパスから供給された土砂がこうした現象を引き起こすきっかけになった可能性が考えられる。

河岸浸食や砂州の発達はダム下流ではあまり起こりにくい現象である。そうした現象がどのように起こったかを検証することは、河川における土砂や地形の管理を考える上で重要である。本研究は、排砂バイパスの運用の結果下流で起きた堆積

や浸食を明らかにし、その機構と環境に対する意義を考察すること目的とした。

2. 調査内容

小渋ダムの排砂バイパスは呑口が湛水域よりも上流に位置し、貯砂堰を越えた土砂が分派堰によって呑口へと運ばれる。バイパストンネルは約4kmの長さで、ダム堤体より400m下流付近にある吐口から土砂が排出される。ダム下流は天竜川の合流まで約5kmの区間がある。

2018年は7月4日-5日（台風7号、梅雨前線）、9月4日-6日（台風21号）、9月30日-10月3日（台風24号）にバイパスが運用された。各出水後の平水時に、ダム下流で河岸浸食や砂州発達がみられる箇所を見て回り、河床地形、堆積・浸食量を把握するためドローン空撮を行った。空撮画像からAgisoft社のPhotoscanを用いてステレオスコープ技術によりオルソ化全体画像とDEM（digital elevation model）を作成した。また、砂州が発達したことの生態系に対する効果として、いくつかの砂州において伏流して湧出する水量とその水の濁度を計測した。

3. 結果と考察

1回目の運用（7月）により、右岸沿いを走る管理道の3ヶ所（吐口より100m下流、200m下流、1km下流）で河岸浸食による被災が起こった（図



図1 小渋ダムにおける2018年7月出水における道路被災

1)。浸食量は各箇所では1750-2350m³と推定された。

このときのダムの最大放流量は200m³/s（1-2年に一度）の規模で、さらに一番上流の被災時刻での放流量は100m³/s 不足であった。これまで何度も経験してきた流量において河岸浸食が起こった1つの理由として、バイパスから排出された土砂が河道で堆積して左岸側に大きな砂州が発達し、それによって水位が高まるとともに流れが右岸側に集中したことが考えられた。被災前の時間帯はダムからの放水が少なく、本流は流量がそれほど大きくなく土砂が堆積しやすい状況にあった。道路被災を受けて排砂バイパスの運用が途中で停止となり、その後ダムからの放水が長く続いた。そのためか、出水後に砂州の形成は認められなく、また以前よりも粗粒化した河床に変化していた。

道路被災以外にも下流全体に渡り河岸浸食が生じた。調査した箇所の限りでは、1箇所あたり2000m³程度の浸食量で、全体の浸食量は少なくとも16000m³であった（道路被災箇所を含む）。河岸浸食を受けた付近には大きな砂州が発達し、砂州をなす土砂は30cmを超える粗いものが多いことから、排砂バイパスを通して運ばれた土砂ではなく河岸由来の土砂と推察された。すなわち、上流の河岸浸食により発生した土砂が砂州を形成し、それが新たな河岸浸食を発生させた「河岸浸食の連鎖」が生じた可能性が考えられた。

2回目の運用（9月）では、吐口より3km下流の地点において樹林化していた氾濫原が広く浸食され主流路の移動が起こった（図2）。その浸食の起点は、7月の出水で河岸浸食を受けていた場所であった。また、浸食量は5000m³以上と推定された。本流側から河岸浸食が進むとともに、氾濫原に乗り上げた土砂をあまり含まない流れによって河道外側からも浸食が進み、ダム下流ではあまり事例のない広大な面積の浸食に至ったことが考えられた。

3回目の運用（10月）が最も長く、バイパスに



図2 9月出水による氾濫原浸食と新流路形成

より排出された土砂量も特に大きかったと考えられる。新たにいくつかの砂州が発達するとともに河岸浸食が拡大した。

バイパス運用前は数少なかった砂州が2016年の運用から徐々に増えている。2017年までは比較的小さい粒径（砂利）が主材料であったため低い砂州であったが、2018年ではより粗い粒径（小礫や石）を主材料とする比高のある砂州が発達した。粗い粒径は河岸由来が多いと考えられる。なお、バイパス呑口上流の貯砂堰では粗い礫を捕捉して砂や砂利以下だけをバイパスで輸送する狙いがあったが、2018年は貯砂堰も分派堰も満砂状態で、粗い礫が通過しやすい状態であったため、これまでより粗目の礫がバイパスを通して下流に供給されていたことも事実である。

2018年に砂州が発達したことで早瀬、平瀬、淵のめりはりがはっきりした区間が見られダム上流の地形（もともとの地形）に近づいた。また、比高ある砂州が発達したことで、1砂州を通過する間に表流水の10%の水が伏流し湧出していた。これによって水の濁水成分が砂州の中に濾過され、濁度は10%減になっていた。ダム下流に起こった地形変化によって流れ場の多様性が高まり、河川による自浄機能も高まったと考えられる。