

排砂バイパスがダム下流の河床環境に与える影響 Effects of Sediment Bypass Tunnel on River Bed Environment below Dams

○栗津陽介・角哲也・竹門康弘・小林草平

○Yosuke AWAZU、Tetsuya SUMI、Yasuhiro TAKEMON、Sohei KOBAYASHI

In order to analyze the effects of sediment bypass tunnel on river bed environment below dam, we conducted surveys at 4 dams with bypass tunnel in Japan and Switzerland. Firstly, we measured size of river bed material and sampled benthos communities at above and below dam of each site. Secondly, we analyzed the data with dimensionless tractive force. We found that the river bed material has recovered from an armoring by sediment routing with sediment bypass. Moreover, we found that this sediment supply improved the benthos community below dams by increasing amount of Gliders which have been decreased where Net-spinners and Filterers increased after dam construction.

1.はじめに

日本の山地は土砂生産が非常に活発であり、貯水池内への堆砂問題に苦慮しているダムも少なくない。堆砂対策としては、土砂の掘削・浚渫、フラッシング、排砂バイパスなどが挙げられる。本研究の対象である排砂バイパスは、バイパストンネルを通して貯水池に流入する土砂を下流に迂回させて排出し、貯水池内の堆砂を軽減する方法である。これにより、遮断されていたダム下流河道への土砂供給が復活し、ダム下流の環境が改善される可能性が期待されるが、この効果は未だ十分に検証されていない。本研究は、バイパスによる排砂が下流河川の河床形態に及ぼす影響と、その時間的及び空間的变化を、日本及びスイスの複数のバイパス設置ダムを比較することで明らかにすることを目的としている。

2.調査地と研究手法

本研究では2014年5月から8月にかけてバイパスを有する日本の旭ダム、小渋ダム、スイスのSolisダム、Pfaffensprungダムの4ダムの上下流で現地調査を行った。調査内容は河床材料、河床軟度、ハビタット、底生生物、水質調査を行った。

Table.1 Dimension of sediment bypass tunnel

ダム名	建設年	断面形状	トンネル長(m)	トンネル勾配(%)	設計流量(m ³ /s)	設計流速(m/s)	稼働日数
旭ダム	1998	幌形	2,350	2.9	140	11.4	13回/年
小渋ダム	-	馬蹄形	3,982	2	370	15.8	-
Pfaffensprung	1922	馬蹄形	282	3	220	10~15	~200日/年
Solis	2012	幌形	968	1.9	170	13	-

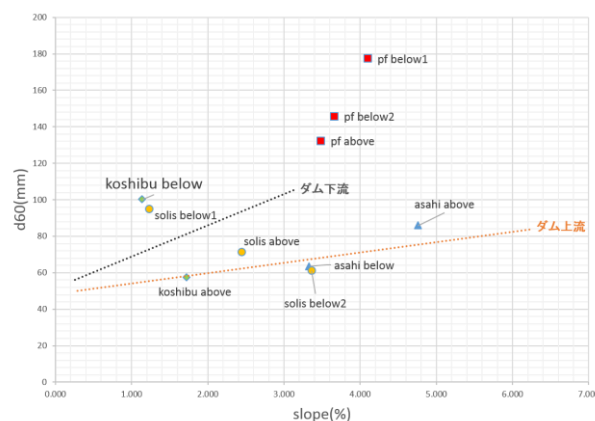


Fig.1 Slope and D_{60} (mm) of above/below dams

3.結果と考察

河床材料

河床の代表粒径 (D_{60}) を見ると、バイパス運用前の小渋ダムやバイパス運用後間もない Solis ダムではダム下流が粗粒化していることがわかる。旭ダムは上流に比べて下流の方が粒径が細かく、バイパスによる土砂供給の効果が現れている。

Pfafsprung ダムは、下流の値が大きくなっているが、これは下流の勾配が大きくなっているためと考えられる。また旭ダム下流はダム上流のラインに乗っていることがわかる。一方小渋ダムや Solis ダムの下流は低勾配にもかかわらず D_{60} の値が大きくなっている。これは、ダム建設後に河床が粗粒化していたものが、バイパスを通してダム下流に土砂が供給されることで解消し、勾配に見合った粒径に変化してきたためと考えられる。同様に小渋ダム、Solis ダムでもバイパス運用後、時間が経つにつれて粒径が細くなり、ダム上流と似たような粒径に回復すると考えられる。

底生生物と無次元掃流力

Fig.2 は、平均年最大流量の無次元掃流力を求め、この無次元掃流力と滑行型の水生昆虫割合の関係を求めたものである。滑行型の割合は次式で求めた。

$$\text{滑行型割合} = \frac{\text{滑行型個体数}}{\text{滑行型個体数} + \text{造網型かつ濾過食者個体数}}$$

これをみるとダム直下はどこも滑行型の割合が低くなっているのがわかる。滑行型の生物は付着層の発達していない石表面を好む傾向があり、石表面に藻類が発達しているダム直下では生息しづらいためと考えられる。これに対して、ダム直下は河床が安定している上、餌となるダム湖由来の有機物が豊富なため、造網型かつ濾過食者の割合が増え滑行型が減少していると考えられる。

ところが旭ダム下流のバイパス合流後(asahi

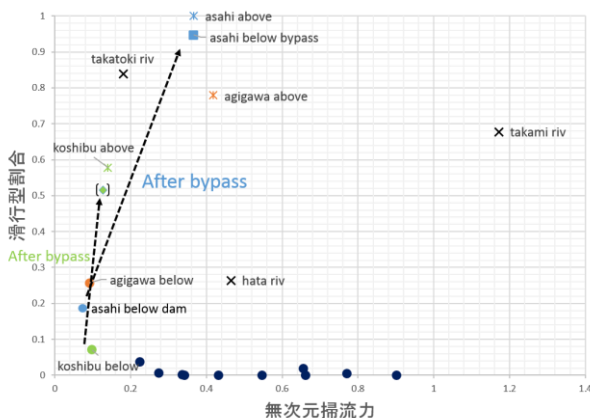


Fig.2 Dimensionless tractive force and rate of Gliders

below bypass)では、造網型かつ濾過食者が減少し、滑行型の割合が非常に高く、ダム上流に近い値を示している。この変化を Fig.3 に模式的に表す。バイパスからの土砂供給により、ダム建設後に河床が粗粒化していたものが解消し、土砂輸送が活発に起こることで付着層が発達しづらい環境が出来、また徐々に瀬淵や礫河床の砂州が回復し、濁質のフィルタリング効果が回復することで、濾過食者の餌となる有機物が河床に捕捉され、その結果滑行型が増加すると考えられる。小渋ダムでも、バイパスにより土砂供給が再開されれば、ダム下流の河床環境が回復することが期待される。

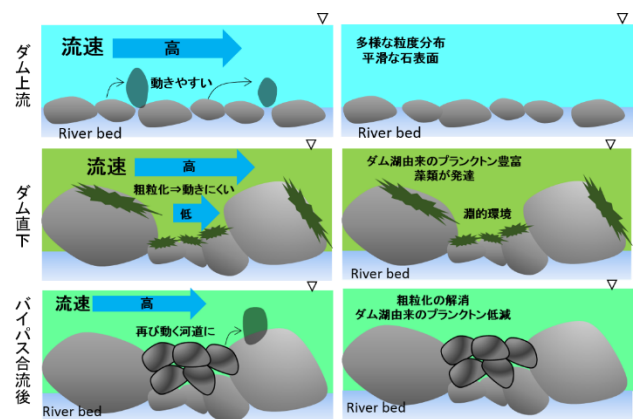


Fig.3 Effects of sediment bypass tunnel

4.まとめ

複数の排砂バイパスを有するダムの上下流で現地調査を行い、排砂バイパスがダム下流の河床材料や底生生物にどのような影響を与えるかを調査した。得られた結果を以下にまとめる。

- 1) バイパス運用により土砂供給が再開され、ダム建設後に粗粒化が進行したダム下流の河床が、ダム上流に近い従来の状態に回復してくる。
- 2) 河床の粗粒化の改善により土砂輸送が活発化し、造網型かつ濾過食者の数が減少し、滑行型の底生生物が増加する。

参考文献

- 中井健太郎：粒状有機物の捕捉能力を高める河床地形に関する研究、京都大学大学院、修士論文
- 波多野圭亮、竹門康弘、池淵周一：貯水ダム下流の環境変化と底生動物群集の様式、京都大学防災年報第 48 号 B、2005