

堆砂地の粒度分布の違いによる既設えん堤スリット化後の土砂流出過程

株式会社シン技術コンサル ○櫻井理道 神田正博
旭川土木現業所富良野出張所 原田憲邦
札幌土木現業所深川出張所 武田健一郎

1. はじめに

既設コンクリート砂防えん堤のスリット化は、土砂整備効果の向上のほか河川生態系や流砂の連続性を復元でき、既存施設の有効利用によるコスト縮減等を図れる利点がある。また保全対象等が直下に無く堆砂地に有害物質等もない場合は、流砂供給の早期発現や除石費用の縮減等を考慮し、堆砂地を除石せずに行われるケースが多くなると予想される。さらにスリット化の機能には、調節した土砂をその後の中小出水で再び流下させ空き容量を自然に回復させるメンテナンスフリーを期待している。

しかし、堆砂地の粒度分布の違いによって浸食量や浸食範囲、えん堤直下での局所堆積の発生、流出土砂の伝播速度等に違いが生じると想定されるが、スリット化後における土砂流出がどのように進むかモニタリングした事例(丸谷ら, 2008; 江上ら, 2008)は少なく、とりわけ堆砂地の粒度分布の違いに着目した事例はほとんどない。そこで、堆砂地の粒度分布の違う2溪流において除石せずに行われたスリット化後のモニタリングを実施し、短期的な土砂流出過程における堆砂地の浸食過程及び粒度変化の伝播過程の違いについて把握することを目的とする。

2. 調査方法

1 溪流目の布部川は、北海道富良野市にある流域面積約 39km²の礫河床の溪流である。対象えん堤は扇状地上流部に位置し、平成 19 年 3 月にスリット化された。堆砂地は平均粒径約 20cm で水通し天端まで堆積していた。2 溪流目のポンポンニタシベツ川は、北海道沼田町にある流域面積約 13km²の細粒分の多い溪流である。対象えん堤は谷底平野上流端に位置し、平成 20 年 3 月に高さ 3m の段階施工でスリット化された。堆砂地は平均粒径約 2cm で水通し天端より 2.5m 下まで堆積していた。実質 0.5m のスリット化であった。

表1 スリット化実施えん堤の概要

施設名称	完成年度	堤高(m)	堤長(m)	水通幅(m)	計画貯砂量(m ³)	現在堆砂量(m ³)	元河床勾配	計画堆砂勾配	スリット形状		
									高(m)	幅/本(m)	本数
布部川 1号砂防えん堤	S39	5.0	150.0	26.0	13,000	11,000	1/18	1/36	3	1.5	5
ポンポンニタシベツ川 1号砂防えん堤	H3	10.5	108.0	26.0	169,000	50,000	1/48	1/100	段階3 (全8)	2	1

堆砂地の浸食範囲は、スリット化前後における 50m 間隔の横断測量から計測し、浸食量は断面平均法より算定した。流量は当該えん堤付近における水位連続観測から算定した。流出土砂による粒度変化の伝播は、短期的には河床表面を変化させる動きが主体になると考え表面礫径調査を用い、データは横断測点につき 100 個の粒径を面格子法により取得した。河床表面の粒度変化は、波のようにスライドしながら下流へ伝播し粒径の大きさによってそれぞれ変化の範囲に差がでると考え、この動きを捉え細かな変化の違いも判断できるように統計解析手法を用いた。変数はその違いを粒径加積曲線の形の違いで判断しようと考え、d75, d50, d25, d10 に粒度分布の広さを表す Cu(均等係数)もしくは Cg(曲率係数)を加えた。解析スケールは延長 100~500m のリーチ(図 1)とし、解析手法は変数を集約化し同時に変化の違い

や過程も判断できる主成分分析及びクラスター分析を用いた。



図1 粒度分析調査区分図(左:布部川 右:ポンポンニタシベツ川)

3. 結果

3.1 粒度分布の違いによる堆砂地の浸食範囲と浸食量

布部川(図 2)では、スリット化後 1 年目の融雪出水(平均 2.6m³/s, 最高 6.5m³/s)と夏期出水(ピーク 20.3m³/s)により、堆砂地の浸食が幅 5~10m で上流方向に 50m 進んだ。浸食量は 230m³であった。2 年目の融雪出水(平均 1.6m³/s, 最高 10.3m³/s)と夏期出水(ピーク 30.0m³/s)により、浸食は幅 5~10m でさらに 40m 増え 90m まで進んだ。浸食量は 100m³であった。さらに堰上げによる堆砂の肩は 20m³/s 以上で形成されることがわかった。しかし、堆砂の肩が崩れる流量は残工事で堆砂の肩が整正され把握できなかった。一方、ポンポンニタシベツ川(図 3)では、1 年目の融雪出水(平均 1.9m³/s, 最高 4.9m³/s)だけで、堆砂地の浸食が幅 5~10m で全堆砂長 390m のうち 340m まで進んだ。浸食量は 1,210m³であった。その後の夏期出水(1.2~2.1m³/s)では 50m³ 堆積した。1 年間に発生した最大流量 4.9m³/s では明瞭な堆砂の肩は形成されなかった。

したがって、堆砂地が粗粒の布部川における年間当り浸食範囲及び浸食量は、それぞれ 45m/y・165m³/y、細粒の

ポンポンニタシベツ川では $340\text{m/y} \cdot 1,210\text{m}^3/\text{y}$ と浸食の速さに違いがあった。

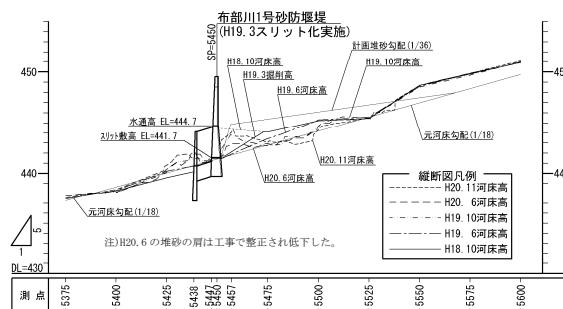


図2 布部川スリット化前後の縦断面図(滞筋河床)

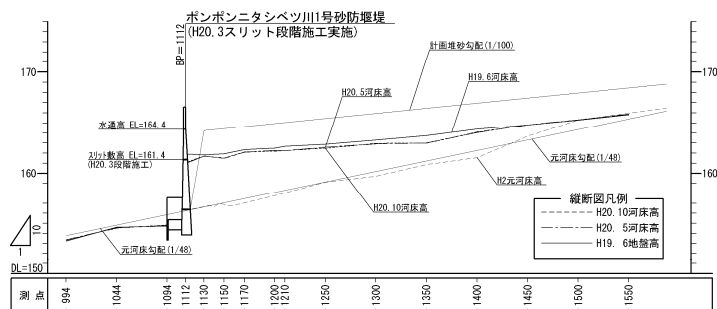


図3 ポンポンニタシベツ川スリット化前後の縦断面図(最深河床)

3.2 分級作用の発生

布部川は堆砂の肩が形成されて以降、えん堤下流の堆積区間では 200mm 以下の粒径別個数が著しく増加し、堆砂の肩形成部では 400mm 以上の転石が増加した(図4)。このことから、粒度分布が粗粒の堆砂地では毎年発生する流量 $20\text{m}^3/\text{s}$ でも堰上げすると分級作用が働くことと、堆砂の肩に転石が集まり粗粒化することがわかった。また堆砂の肩を構成する転石径が大きくなれば、今後空き容量の回復速度の鈍化が想定される。

一方堆砂の肩が形成されなかったポンポンニタシベツ川では、このような変化は認められなかった。

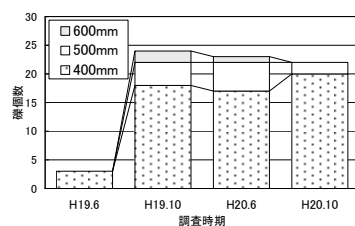


図4 堆砂肩の転石個数変化

3.3 堆砂地からの流出土砂による河床表面の粒度変化と伝播速度

布部川の粒度分布の変化は、主成分・クラスター分析(図1, 5)においてリーチ5, 6のスコア(粒径加積曲線の形)の動きとスリット化の影響を受けない対照リーチ8のスコアの動きが異なった。このことから6は粒径が小さくなり、5は粒径幅が広がったことがわかった。したがって2年間の粒度分布の変化の範囲は 200m と判断した。

一方ポンポンニタシベツ川の変化はリーチ3の動きと対照リーチ6の動きが異なった。このことから3は粒径が小さくなった後に粒径幅が広がったことがわかった。したがって1年間の粒度分布の変化の範囲は 200m と判断した。

以上のことから、堆砂地からの流出土砂による粒度分布の変化の範囲は、堆砂地が粗粒の布部川では 100m/y 、細粒のポンポンニタシベツ川では 200m/y と2倍程度の差があった。

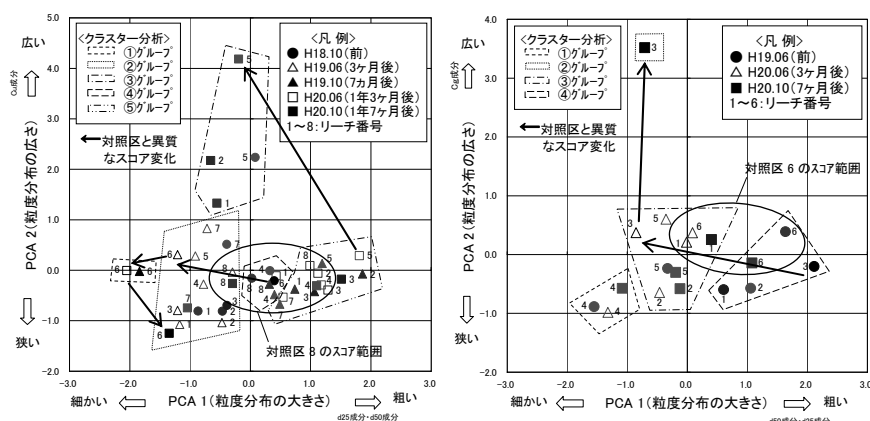


図5 主成分分析・クラスター分析図(左:布部川 右:ポンポンニタシベツ川)

4. まとめ

堆砂地の粒度分布の違いによって縦断浸食量と浸食範囲、及び河床表面における粒度分布の変化の速度が大きく違ったことがわかった。さらに粗粒の堆砂地では分級作用による転石の集中が堆砂の肩に発生し空き容量の自然回復速度が鈍化すること、細粒の堆砂地では分級作用が発生せず自然回復速度が速くなることが示唆された。これらの現象は限界掃流力と移動限界礫径の違いによって発生したと思われる。

今回の実態調査から既設えん堤をスリット化する場合、堆砂地が粗粒の場合はスリット化後における転石の除去等の維持管理、細粒の場合は段階施工もしくはスリット化前における除石の実施について検討する必要があると考える。今後は表面礫径調査及び粒度試験の併用により砂成分の伝播過程の把握、粒度分布の変化と河川生態系の応答の関連性の把握、堆砂地の粒度分布とスリット形状の関係による流出土砂量の把握をしていきたい。

参考文献

- 1) 丸谷知己・高島唯・松田剛・柏葉茂：床固工の複断面化に伴う上流部の地形変化と土砂流出, 平成20年度砂防学会研究発表会概要集, P. 356-357, 2008
- 2) 江上敦士・高橋剛一郎・林達夫・佐々井忍・岡田美和：既設砂防えん堤のスリット化に伴う追跡調査について, 平成20年度砂防学会研究発表会概要集, P. 462-463, 2008