

二極化した河床材料を有する上流域の浸食拡大機構に関する水路実験

九州大学工学部	学生員	北村 圭太
九州大学大学院工学研究院	フェロー会員	島谷 幸宏
九州大学大学院工学研究院	正会員	林 博徳

1. 背景及び目的

平成 29 年 7 月九州北部豪雨において、福岡県や大分県の各地で時間雨量 100mm を超える大雨により、甚大な被害が発生した。今回特に被害が大きかった筑後川水系の赤谷川や白木谷川などでは、大規模な河岸浸食、土砂流送が発生した。赤谷川の支流である乙石川では、洪水前に 10m 程度であった川幅が平均で 85m にも拡大した。赤谷川や乙石川、白木谷川の上流は風化が進んだ花崗閃緑岩地帯であり、直径 1m 程度のコアストーンと粒径 2mm 程度の砂よりなる二極化した材料により形成されている。

本研究では、コアストーンと砂という極端に粒径が異なる二極化した材料により発生した河川がどのように浸食拡大するのかという仮説に基づき、その機構を水理実験により検証した。なお、単一粒径や混合粒径の浸食実験、二極化粒径の流送実験はなされているが、二極化粒径の浸食実験は例がない。

2. 実験方法

本実験では幅 40cm 延長 204cm の水路を用いた (Figure1)。越流幅 2cm 越流高さ 14cm の四角堰の下流側に勾配が 1/5 程度の土砂斜面を形成し、中央に幅・深さ共に 2cm 程度の掘込河道を初期形状として形成した。30 秒間一定流量の水を流し、流水を止めた後、土砂斜面高の浸食形状をポイントゲージを用いて計測しそれを繰り返した。上流端から 15cm, 25cm, 35cm, 45cm の 4 断面を 1cm 間隔で計測し、得られた斜面高から各断面における河道横断面図を作成した。また、縦断方向に河床高を 2cm 間隔で測定し、河床勾配を求めた。

各通水後に土砂斜面下流の水路床に堆積した土砂の乾燥重量を計測した。

実験は 3 通り行った (Table 1)。①は細砂のみの単一粒径、②は①の細砂に礫を混ぜた二極化粒径、③は②よりも流量が大きい二極化粒径である。細砂の径は 0.17mm、礫の径は 12.8mm である。

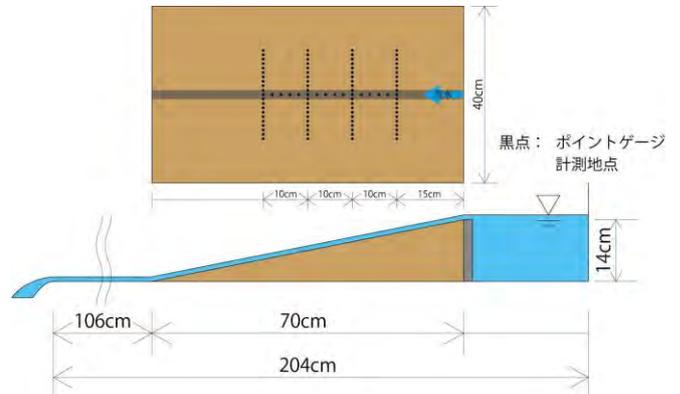


Figure 1 実験装置 (上：平面図，下：縦断図)

Table 1 実験ケース

ケース	流量 (m ³ /sec)	礫の径 (mm)	配合比	水路勾配	初期土砂勾配	実質初期勾配	細砂の径 (mm)
①	0.8 × 10 ⁻⁴	なし		1/25	1/5 (14/70)	24/100	0.17
②		12.8	10:4				
③			10:4				

3. 実験結果

Figure 2 に①と②の浸食実験の平面写真を示した。②では礫が河床に滞留し、細砂のみよりも河岸浸食が激しいのは一目瞭然であった。

Figure 3 に土砂斜面高より作成した河道横断面図を示す。

ケース①～②の川幅及び深さの推移は下記の通りである。

ケース①：30sec 後、川幅 60mm、深さ 20mm 程度の台形断面となり、60sec 後は川幅はあまり変化せず深さのみが 50mm 程度になった。90sec 後は川幅が 80mm 程度に拡大し、120sec 後は川幅が 110mm、深さ 60mm 程度になり、120sec 後は川幅は変化せず、深さのみが 70mm になった。

ケース②：30sec 後、川幅は 70mm、深さ 30mm 程度になり、60sec 後は川幅が 90mm、深さ 35mm 程度になった。その後は深さが 40mm 程度でほぼ変わら

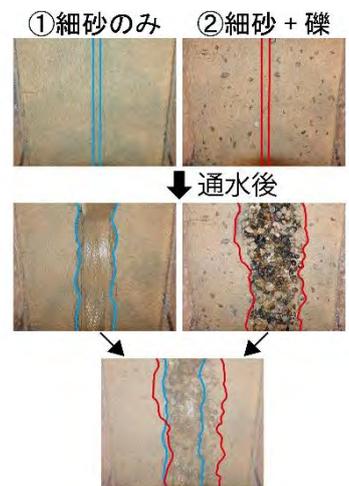


Figure 2 浸食の様子

ず、川幅のみが 90sec 後では 150mm 程度、120sec では 180mm 程度と拡大した。150sec 後では川幅・深さ共にあまり変化はなかった。

ケース③：30sec 後、川幅が 70mm、深さが 50mm 程度になり、60sec 後には川幅が 90mm、深さが 60mm 程度になった。その後は深さが 60mm 程度でほぼ変わらず、川幅のみが 90sec 後では 130mm 程度、120sec 後では 170mm 程度と拡大した。150sec 後では川幅・深さ共にあまり変化はなかった。

河床勾配 (Figure 4) は、最終的には礫が含まれている②、③のほうがより急となった。また、細砂のみの①は徐々に勾配が緩くなるのに対して②、③は礫が河床に堆積するにつれて勾配が急になった。流出土砂重量の推移 (Figure 5) について、最終的には②よりも①のほうが流出土砂重量が多くなった。

4. 考察

①の砂が河床材料の場合と②の 2 極化材料の場合を比較すると②の場合は川幅が約 1.6 倍に拡大し、深さは約 0.6 倍に抑えられた (Figure 6)。このことから礫の存在により河床はアーマ化し、大きな材料による乱れによって、河床洗堀は抑えられ河岸浸食量は大きくなることが考えられる。一方、流量を増大させたケース③では礫が移動するために、河床のアーマ化は顕著ではなく、河床が低下し、その分横方向の侵食も抑制される傾向がみられた (Figure 7)。

河床の凹凸が大きいほど急勾配だという対応関係は多くの山地河川で認められる。また礫が滞留し細砂に遮蔽効果が働くこと及び流水が攪乱されエネルギーが消費されることによって、流砂量が減少することは既往研究により明らかにされている。従って河床勾配及び流出土砂重量の差異は、この浸食実験の妥当性を裏付けるものとなると考えられる。

5. 結論

二極化粒径における浸食拡大のメカニズムは、単一粒径のものと比較すると、河床洗堀よりも河岸浸食が顕著になることを水路実験により明らかにした。しかし、この川幅が大幅に拡大する現象が二極化粒径によるものなのか、それとも単に巨石の滞留によるものなのかの検証は不十分である。これを検証するためには混合粒径に礫を混ぜたもので実験

を行い比較検討することが必要だと考えている。

今後はより詳細な実験を行い浸食拡大のメカニズムをより詳しく解明する。そしてこのような河岸浸食に対する対策を同様の水路実験により検証する予定である。

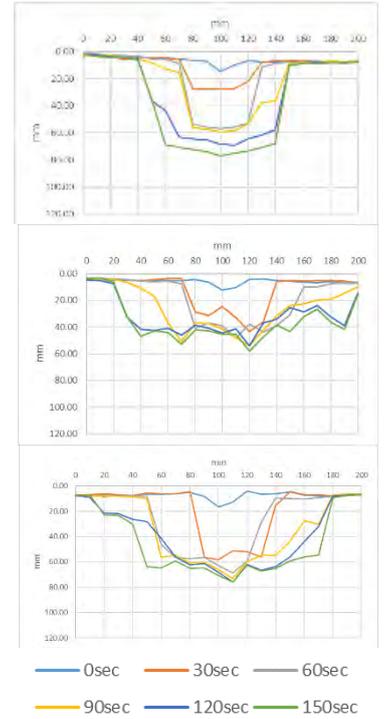


Figure 3 河道浸食の時間変化 (上から①, ②, ③)

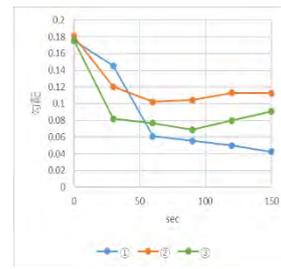


Figure 4 河床勾配

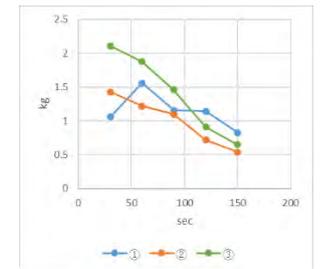


Figure 5 流出土砂重量

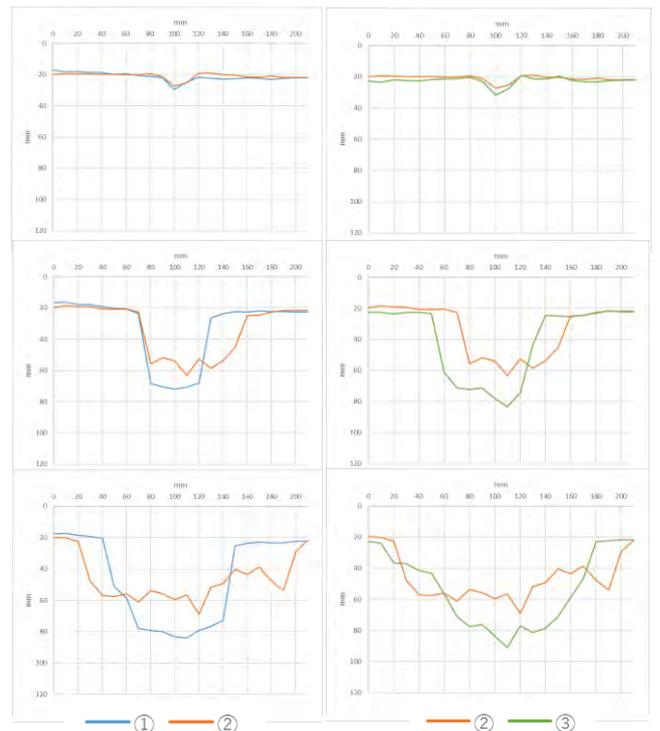


Figure 6 ①②断面比較

Figure 7 ②③断面比較