

支川で発生した土石流による合流部の河床変動に関する実験的研究

立命館大学 ○水野裕斗・北村一貴・里深好文
国土交通省近畿地方整備局 小竹利明・山田拓・木下篤彦・柴田俊
アジア航測株式会社 岡野和行・井之本信

1.はじめに

平成 23 年に発生した紀伊半島大水害では、支川で引き起こされた土石流が河川合流部に堆積し、それによって堤防決壊・河川氾濫が生じたことにより、多くの人命が失われた[1]。今後、効果的な土石流対策を行うためにも、紀伊半島大水害で発生した現象を明らかにする必要がある。しかし、山地河川において、支川で発生した土石流が本川に流入した場合の、合流部における土砂移動動態に関する研究は限られている。そこで本研究では、支川から本川に土石流が流入した際に発生する河床変動現象を明らかにすることを目的とし、山地河川における合流部での土砂動態に関する模型実験を実施した。

2.実験概要

水路長 17 m,水路幅 0.7 m,水路勾配 1/100 の水路を本川として利用した。その水路の下流端から 2-3m 地点に支川を模擬した水路（水路長 3.5 m,水路幅 0.4 m）を 90° の角度で合流させた（図 1）。それぞれの水路には、平均粒径が 1 mm である珪砂 3 号を河床厚 3 cm となるように敷きならした。そして、本川と支川それぞれの水路上流部から水と土砂を供給した。ビデオカメラで撮影した映像を基に、合流部付近の河床変動、流速・流向分布、河床高・水位の計測を行った。水路上流部からの供給流量は、計画高水流量の流域面積配分、砂防計画の計画流量、2018 年台風 20 号時の実測流量それぞれを基に設定した。供給土砂量は平衡給砂量を与えることとし、芦田・道上の式[2]、水山の式[3]、高橋の式[4]を用いて算出した。なお、Case 1 は、図 2 に示すハイドログラフに従って水を提供した。Case 11、Case 12 では、本川 8.0

L/s、支川 0.8 L/s の一定流量を供給した。表 1 に水理条件を示す。

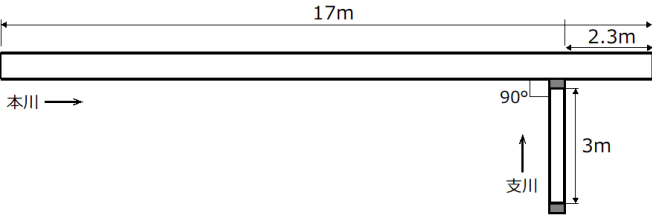


図 1：実験水路概要

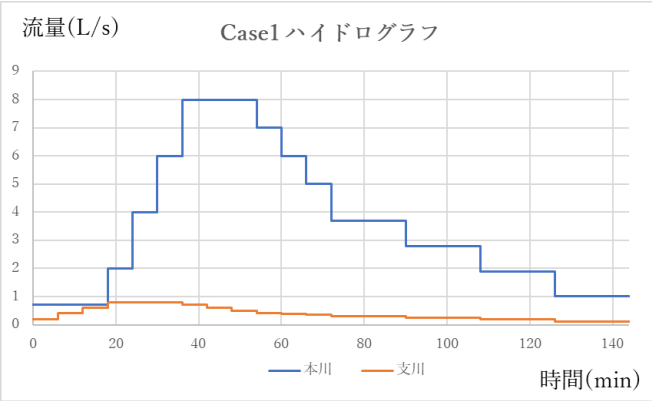


図 2：Case 1 のハイドログラフ

表 1:水理条件

	土砂形態	支川勾配	支川給砂量
Case 1	掃流砂	約 2.3°	120 kg
Case 11	土砂流	約 5.7°	120 kg
Case 12	土石流	10°	120 kg

3.実験結果および考察

図 3 に示すとおり、支川勾配が大きくなるほど合流部において大規模な土砂堆積が発生した。また図 4（斜線部）と表 2 に示すとおり、支川勾配が大きくなるほど土砂堆積の直上流で大規模な湛水・水位上昇が発生した。これより、支川勾配が大きな河川になるほど、本川の合流部直上流で大規模な湛水・水位上昇が発生し、河川氾濫が発生する危険性があ

ることがわかる。また、支川勾配が大きくなるほど河川氾濫が生じる危険性が大きくなると考えられる。

図4に示すとおり、支川勾配が大きい河川では、合流部付近で本川の流れが対岸側に偏る傾向、合流地点での流向が合流部対岸方向に変化する傾向がみられる。これより、本川の流向の変化により、大きな力が加わる合流部対岸側で堤防決壊が発生する危険性があると考えられる。

表2に示すとおり、支川の合流部直上流では、支川の勾配が大きくなるほど支川の河床高・水位が大きく上昇した。これより、支川勾配の大きな河川になるほど、合流部付近の支川で大規模な河床上昇・水位上昇が発生し、河川氾濫が発生する危険性がある。また、支川勾配が大きくなるほどその危険性が大きくなると言える。

以上のことから、勾配が大きい支川と直角に合流する河川において、支川で引き起こされた土石流が本川に流入した場合、本川の合流部直上流、支川の合流部直上流において河川氾濫の危険性が、本川の合流部対岸側で堤防決壊の危険性があると言える。したがって、図5に示す3エリアに民家や文化遺産などの保護すべき対象が存在する溪流は、対策の優先度が上がると考えられる。また、支川の勾配が大きくなるほど災害が発生する危険性が大きくなると考えられることから、支川勾配の大きさは対策規模・優先度の設定に有効な指標であると言える。

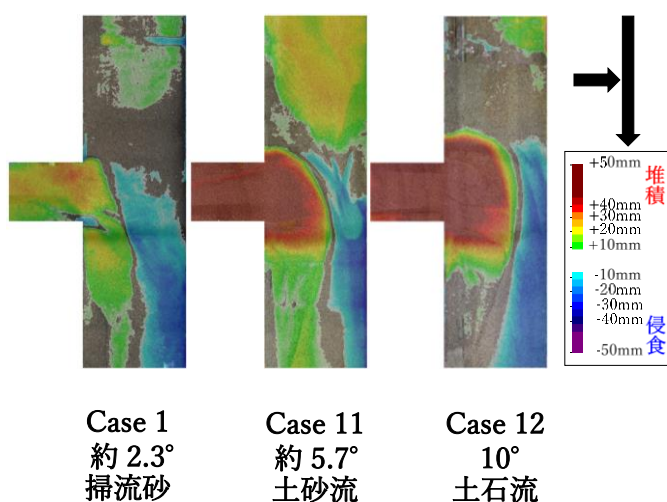


図 3：ケース間河床変動分布比較図

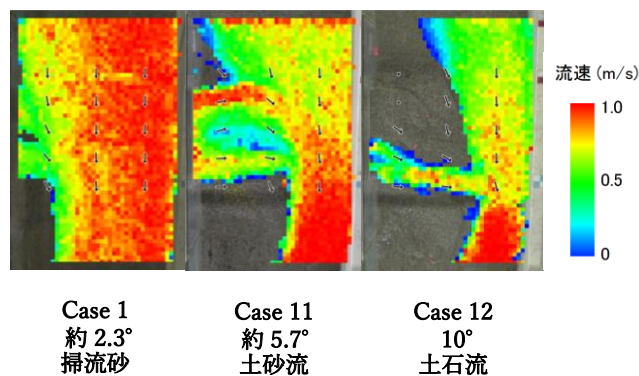


図 4：ケース間流速分布比較図

表 2：支川最高水位・最大河床高比較図

	支川勾配	最大河床高	最高水位
Case 11	約 5.7°	9.0 cm	9.5 cm
Case 12	10°	13.0 cm	14.0 cm

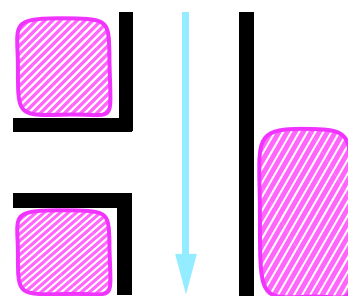


図 5:合流部付近における危険エリア

4.おわりに

本研究では、支川勾配を変化させた複数の実験結果を比較し、合流点の河床変動現象の違いを明らかにした。しかし、本川の勾配、粒径、流量、合流角度など河床変動現象に大きな影響を与える可能性がある要素は多く、それぞれの要素による影響をさらに検討することが今後の課題である。

参考文献

- [1] 那智勝浦町, 紀伊半島大水害 平成 23 年 9 月 町を襲った台風 12 号の記録,平成 25 年 3 月.
- [2] 芦田和男・道上正規,“移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究,” 1972.
- [3] 水山高久,“土石流から掃流に変化する勾配での流砂量,” 1980.
- [4]高橋保,“土石流の発生と流動に関する研究,”1977.