

土石流の合流角度が本川合流点に及ぼす影響

京都大学大学院農学研究科 ○中谷加奈・水山高久
立命館大学理工学部 福崎温子・里深好文

1. はじめに

山地河川では、複数の溪流から土石流や土砂流として土砂移動が起こり、本川に合流する現象が見られる。通常、支川流量は少なく本川に及ぼす影響は少ないが、土石流が発生すると平時と比較して大量の土砂や水が流入して本川に大きな影響を与える。本支川の流量、土砂流出のタイミングの違い、本支川の勾配等が影響すると考えられ、中でも本支川の合流角度によっては、運動量損失等が発生して、流速や水面挙動が変化すると考えられる。本研究では水路実験で、本支川の合流角度と流量の違いによる合流部の挙動を検証した。

2. 水路実験

2.1 合流角度の選定

平成 24 年度の発表では合流角度 45° と 90° の結果を報告した¹⁾。土砂災害事例を元に^{2) -5)} 日本一般的な土石流の合流角度を検討すると約 45° だったことや、天然ダム形成事例では 90° 近くで合流するケースも少なくなかった³⁾ ためである。

本発表では、合流角度 60° と 135° の結果を合わせて報告する。 60° の選定理由は 45° と 90° の中間で、合流角度の多くは $30\sim 70^\circ$ に収まる⁴⁾ ことによる。また、合流角度は必ずしも本川の流れに沿ったものではなく、 90° 以上の角度で発生した事例もこれまでに複数報告⁵⁾ され、最近の事例では平成 23 年台風 6 号による奈半利川流域の平鍋ダム付近での土石流⁶⁾ などが挙げられる。本研究では、本川流れに逆方向から合流する一例として、合流角 135° で実施した。

2.2 実験方法

本川と支川が 45° 、 60° 、 90° 、 135° で合流する模型水路を作成して、以下の手順で実験を行った(図 1)。

1. 支川に 5 cm 厚で土砂を敷き詰める (粒径 2.9mm)
2. 本川に一定の流量で予め水を供給する
3. 支川に一定の流量で水を供給して、土石流を発生させる(実験開始)
4. 支川に水供給を始めてから 25 秒後に支川の水供給を止め、60 秒後に本川の水供給を止める。

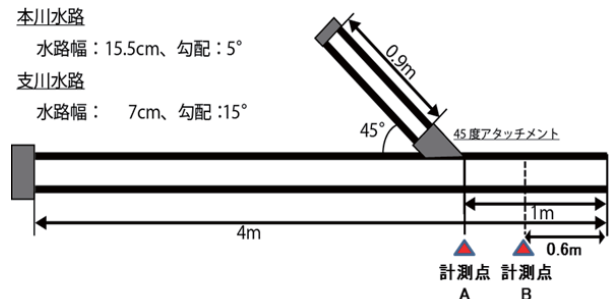


図 1：模型水路概要(45度)

支川は 0.3L/s と 0.5L/s の 2 ケース、本川は 0.3L/s ～ 1.0L/s まで 0.1L/s ずつ変化させた 8 ケースで合計 16 ケースの流量を設定した。水位・堆積厚を合流点(図 1 の計測点 A) 及びその 40 cm 下流側(図 1 の計測点 B) で右岸側から計測した。

3. 実験結果・考察

支川流量が 0.3L/s の計測点 A(合流点)及び計測点 B(合流点から 40 cm 下流)の水位変化をそれぞれ図 2、図 3 に示す。支川からの土石流合流がない状態では、本川流量が大きいほど水位が高い。

合流点では支川からの土石流合流後は、支川からの土石流の影響による水位変動が見られ、本川流量の違いや合流角度による水位変化の違いは見られなかった。

合流点下部では、 45° の全ケースや 60° で流量が 0.5L/s より大きいとき、合流後も本川流量が大きいほど水位が高い。 60° の本川 0.3L/s や 90° の全ケースでは、本川流量が小さいと土石流の合流直後に急激に水位上昇して、本川流量が小さい方が水位が高く、高水位の状態が長く続いた。 135° では流量が 0.5L/s より大きいとき 10-25s かけて水位上昇がみられた後、水位は下がる。 135° で本川 0.3L/s では、10 s 以降で高水位が続くが、35-40 s では一時的に少し水位が下がり、45s に再び上昇する。

支川流量 0.3L/s の合流点の堆積厚変化を図 4 に示す。 45° や 60° で堆積が少ないのに対して、 90° と 135° で特に本川流量が小さいと一時的に多くの土砂堆積が起こり、 90° でこの傾向は顕著であった。また、 90° では堆積厚が大きい状態が長く続いた。

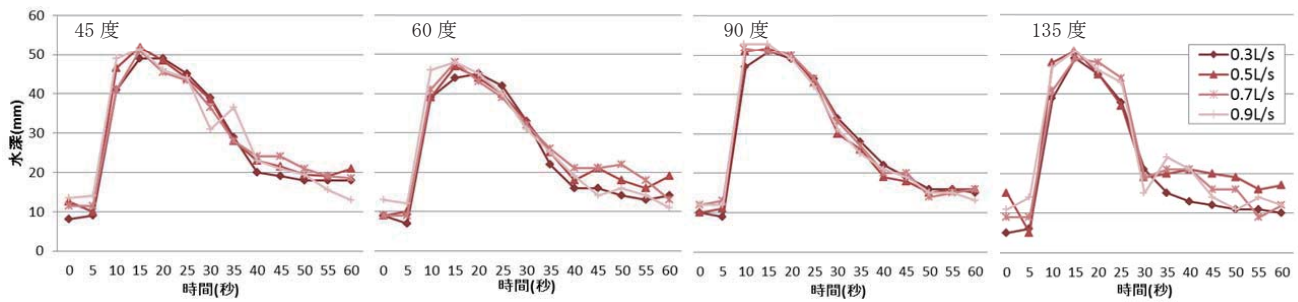


図 2：合流点での水位変化（支川流量 0.3L/s、凡例は本川の流量）

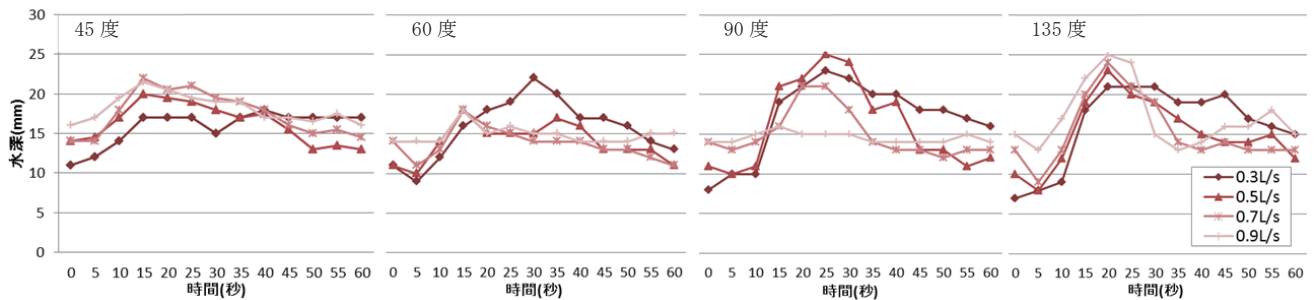


図 3：合流点下部での水位変化（支川流量 0.3L/s、凡例は本川の流量）

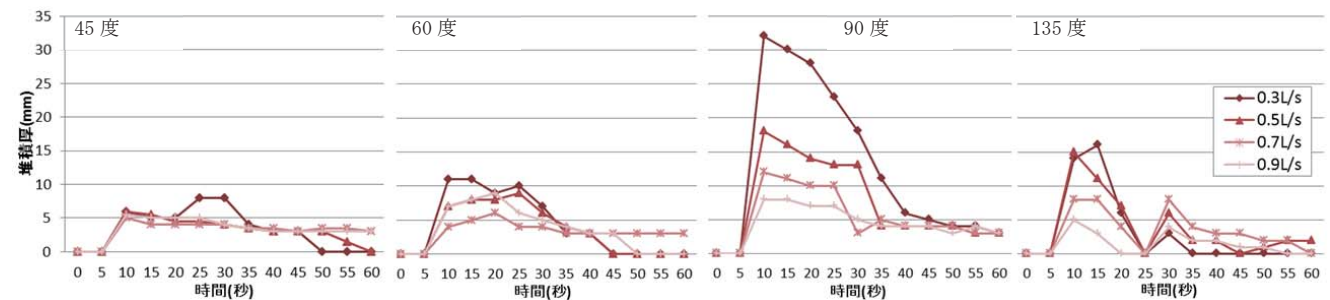


図 4：合流点での堆積厚変化（支川流量 0.3L/s、凡例は本川の流量）

135° では、5-25 s で堆積した土砂が一度侵食された後、25-35s で再び堆積して侵食された。これは、支川からの土石流合流後に堆積した土砂が支川と本川流れによって侵食される（5-20s）。その後、合流点（計測点 A）より上流に堆積した土砂が本川によって上流から流動・堆積して（30s）更に再侵食される（35s）ことによる。合流点より上流に一時的に堆積する土砂が、本川流れに逆方向から合流する 135° で他の合流角度と比べて多いことによると考えられる。

また、合流点での堆積厚変化と合流点下流の水位変化は対応している。特に 90° では合流点での堆積土砂の侵食が開始する 10s 以降、合流点下流で急な水位上昇が確認され、水位が最大となった。この傾向は本川流量が小さいほど顕著である。これは合流部で一時的に堆積した土砂が、本川の水で再侵食され流下して、下流側の水位が急上昇したことによる。

4. おわりに

合流角度の違いによって支川からの土石流合流による本川の河床変動や水位変動過程が変わることが明らかになった。角度が大きな 135° や特に 90° で顕著な堆積や水位の急上昇が見られ、高水位状態が長く続いた。今後の土砂災害や洪水災害への対策を検討する際、合流角度を一つの指標として対策規模や優先順位を決定することは重要だと考えられる。

参考文献

- 1) 坂田拓朗ら(2012)：支川からの土石流が本川との合流点に及ぼす影、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要原稿集、
- 2) 石川芳治(1999)：地震による土石流の発生に係わる地形、地質条件、砂防学会誌 Vol. 51, No. 5, 35-42、
- 3) 山田孝ら(2000)：複合型土石流の発生に関与する地形要因についての統計的解析、砂防学会誌 Vol. 53, No. 4, 23-29、
- 4) 平成 21 年土砂災害の実態、(財)砂防・地すべり技術センター(2010)、
- 5) 合流点における土砂堆積状況写真集、建設省土木研究所砂防部砂防研究室・部内資料(1989)、
- 6) 水野秀明ら(2012)：大規模な崩壊による急速な河道断面の減少と水位上昇に関する考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要原稿集