

フラッシュフラッド(鉄砲水)の発生原因に関する一考察 —小規模天然ダムの決壊について—

日大生産工 ○小田 晃 京都大学大学院 水山 高久
筑波大学大学院 宮本 邦明

1 まえがき

河川災害を引き起こす急激な水位上昇はフラッシュフラッドと呼ばれている。この現象は、崩壊土砂等で溪流に形成された天然ダムの決壊が原因で発生した事例が報告されている¹⁾。

このような天然ダムに関して、決壊原因を取りまとめた水山ら²⁾、決壊過程を分類した高橋ら³⁾、決壊時のピーク流量を推定したCosta⁴⁾、石川ら⁵⁾、田畑ら⁶⁾の研究がある。

しかし、従来の研究は天然ダムの形成から決壊までの時間が長く、比較的大規模な天然ダムを対象としている。フラッシュフラッドの発生原因として考えられる、形成から短時間で決壊する小規模な天然ダムの研究はほとんど見られず、特性が明らかにされていないのが現状である。

本研究ではフラッシュフラッドの原因の一つと考えられる小規模な天然ダムの決壊に着目した。天然ダムの形成条件として、実際の状態を想定し、流れが存在する溪流を対象とした。その溪流に形成される天然ダムの堆積形状、決壊時のピーク流量、並びに流量変化を実験的に検討した。

2 実験概要

実験は、溪岸崩壊土砂による溪流の閉塞状況を再現するため、通水している水路の側面から土砂を滑落させた。水路は長さ9.0m、幅15cmの矩形断面直線水路、土砂を滑落させる斜路は幅20cmであり勾配45°で水路側壁に接続した(図1)。

使用した実験砂は平均粒径4.4mmの混合砂である。土砂量は1,000cm³と2,000cm³の2種類とした。なお、実験砂は滑落状況等を考慮して、予備実験から表乾状態の砂の重量の10%の水を混ぜた湿潤状態とした。水路の流量Qは250, 500, 1,000, 2,000cm³/s、水路勾配は1/5, 1/4, 1/3である。水路底面は粗度付(1.0mm-2.0mmの砂を貼り付けた)の固定床とした。天然ダム形状は水路左岸側の側面から約1/3秒間隔で撮影した写真から判読した。また、水路下流端には流量計測用の容器(直径32cm、高さ57cm)を設置し、その水位上昇量を容量式波高計で記録して流量を算出した。

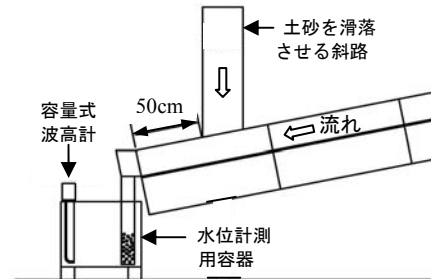


図1 実験水路略図

3 実験結果と考察

(1) 天然ダムの高さ・底面長の関係

実験観察より、滑落した土砂は流水により下流へ流され、流水がない場合と比べて天然ダムの形状が変化することが分かった。そこで、ここでは崩壊土砂が流水中に滑落・堆積した場合の形状(高さ・底面長)を調べた。高さ・底面長の定義を図2に示す。なお、堆積土砂の天端は水路横断方向にほぼ水平となる状態を対象とした。

図3に水路勾配1/5のときの越流直前の天然ダムの高さHと底面長Lの関係を示す。図中の「●」と「▲」は水路の流水が無い場合の実験値である。また、高橋らの提案した堆積形状に関する式⁵⁾による、流水が無い場合のHとLの計算値も「+、*」で示した。この図から、流れが存在する溪流に崩壊土砂が堆積すると底面長Lが長くなる傾向が示された。

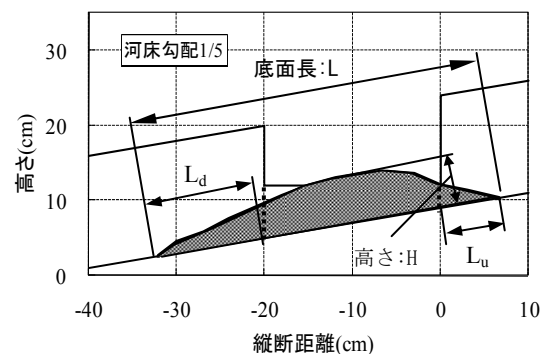


図2 天然ダムの底面長Lと高さHの略図

Experimental Study on the Cause of Flashflood
— Small Landslide Dams During Torrents —

Akira ODA, Takahisa MIZUYAMA and Kuniaki MIYAMOTO

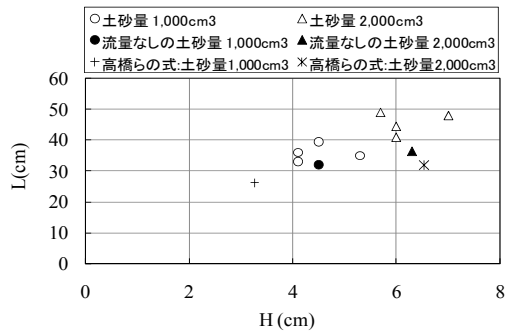


図3 天然ダムの高さHと底面長Lの関係

(2) 流量と天然ダム決壊時のピーク流量の関係

水路の流量 Q と決壊時のピーク流量 Q_p の関係を図4に示す。この図から、 Q が $1,000\text{cm}^3/\text{s}$ までは、 Q の増加とともに Q_p が増加している。しかし、さらに水路の流量が増すと Q_p は Q に近づく傾向が示された。これは、斜路から滑落した土砂が一気に流される状態となり、天然ダムが形成されにくくなっていく状態を示している。なお、土砂量が $1,000\text{cm}^3$ の場合、 $2,000\text{cm}^3$ と比べて Q_p が小さい。天然ダム上流での湛水量の違いによると考えられるが詳細は不明である。

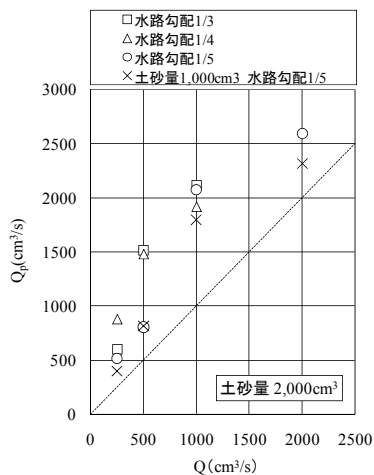


図4 Q と Q_p の関係

(3) 天然ダム決壊時のハイドログラフ

溪岸崩壊による天然ダムは、天端が水平とは限らない。ここでは天然ダムの天端が水路横断方向に水平の場合と傾斜している場合(写真1)の天然ダム決壊時のハイドログラフについて比較した。

水路勾配1/5, $Q=500\text{cm}^3/\text{s}$ で土砂量 $2,000\text{cm}^3$ の場合の天然ダム決壊時のハイドログラフを図5に示す。両方の天端形状とも天然ダムにより水路の流れがせき止められたため水路下流端での流量は一時減少する。天端の横断形状が傾斜している場合、流量の減少量が小さい。堆積高が低い側(今回の実験では左岸側)から越流が始まり、流水が完全にせき止められなかったことが理由と考えられる。その後、両者とも天然ダムの越流決壊に

より、水路を流れていた流量 Q よりも多い流量が発生する。堆積土砂によりせき止められていた水が流下したためと考えられる。

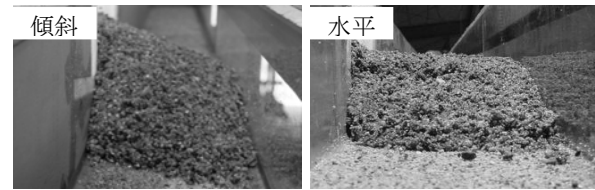


写真1 天端横断形状(水路下流から撮影)

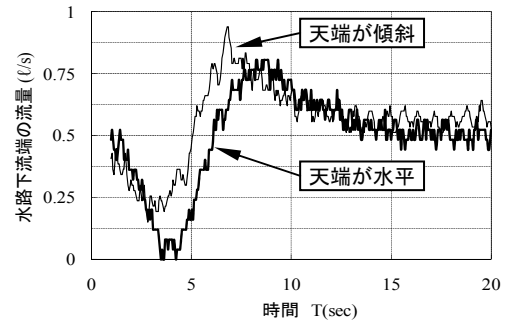


図5 決壊時のハイドログラフ(土砂量 $2,000\text{cm}^3$, $Q=500\text{cm}^3/\text{s}$)

4 まとめ

小規模な天然ダムの決壊について、実験をもとにその特性を把握した。水路の流れは天然ダムの底面長とピーク流量に影響する。また、小規模な天然ダムではあっても、それが決壊した場合、流量が増加することが確認された。

「参考文献」

- 1) 栗原淳一, 桜井 亘, 武澤永純, 田方 智, 鈴木隆司, 盛 伸行, 2006年に発生した鉄砲水災害の発生原因について—佐賀県伊万里市, 山形県富並川の事例—, 砂防学会誌, Vol.60, No.2, (2007), pp.39-44.
- 2) 水山高久, 石川芳治, 福本晃久, 天然ダムの破壊と対策, 土木技術資料, 31-11, (1989), pp.50-56.
- 3) 高橋 保, 匡 尚富, 天然ダムの決壊による土石流の規模に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第31号, B-2, (1988), pp.601-615.
- 4) John E. Costa : Floods from dam failures, FLOOD GEOMORPHOLOGY, 26, (1988), p.439-463
- 5) 石川芳治, 井良沢道也, 匡 尚富, 天然ダム決壊による洪水流下の予測と対策, 砂防学会誌, Vol.45, No.1, (1992), pp.14-21.
- 6) 田畑茂清, 池島 剛, 井上公夫, 水山高久, 天然ダム決壊による洪水のピーク流量の簡易予測に関する研究, 砂防学会誌, Vol.54, No.4, (2001), pp.73-76.