

短時間の渓流閉塞形状と決壊時の流量に関する実験的研究

日本大学生産工学部土木工学科(前・(財)建設技術研究所) 正会員 小田 晃
 京都大学大学院農学研究科 正会員 水山 高久
 筑波大学大学院生命環境科学研究科 正会員 宮本 邦明

1.はじめに 災害をもたらす鉄砲水の発生原因は現在,調査・研究が進められており,徐々に明らかになりつつある.その中で,一時的に渓流が土砂や礫,流木により閉塞される現象が着目されている¹⁾.そのような現象は山間部の河道幅の狭い渓流で多く発生しているようであり,それが原因のひとつとなって災害となった事例も報告されている²⁾.一時的な渓流閉塞が発生する要因としては,渓流の地形的な変化,山腹や溪岸の崩壊により土砂流出が考えられる.

大規模な河道閉塞(以下,天然ダム)に関する研究事例は多くの報告がある³⁾.しかし,短時間の小規模な渓流閉塞についての研究は多くない.これは,形成から決壊までの時間が短いため,その現象自体の確認が困難であることが原因と考えられ,特性については明らかにされていないのが現状である.そこで,本研究では流れのある渓流で形成される短時間の渓流閉塞決壊時の流量変化,形状,並びに決壊時のピーク流量について明らかにすることを目的とする.ここでは,上記の事項について実験的検討を行った結果を報告する.

2.実験概要 実験は,渓流側岸からの崩壊土砂の閉塞状況を再現するため通水している水路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であり傾斜角度45°で水路側壁に設置した(図1).土砂量(平均粒径4.4mmのほぼ一様な砂)は1000cm³と2000cm³,流量は250,500,1000,2000cm³/s,水路勾配は1/5,1/4,1/3である.水路底面は約2.0mmの砂を貼り付けた固定床とした.堆積形状は水路側面から撮影した画像の解析,流量は水路下流端に設置した直径32cm,高さ57cmの容器の水位上昇量から求めた.

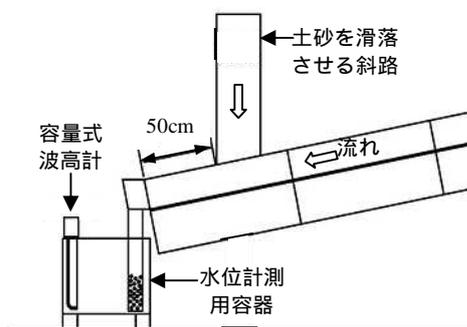


図1 実験水路略図

3. 実験結果

3.1 天然ダム決壊時の水路下流端での流量変化 水路勾配1/5,流入流量250cm³/sで土砂量1000cm³と2000cm³の場合の崩壊土砂の堆積(天然ダムの形成)から侵食・決壊,流出までの流量の時間変化を図2と図3に示す.図中の太線は滑落させる土砂の位置を斜路下流端から30cmとして天然ダムの天端が水路横断方向に水平となった場合であり,細線は20cmとして天然ダムの天端が傾斜した場合である.両者とも天然ダムにより水路の

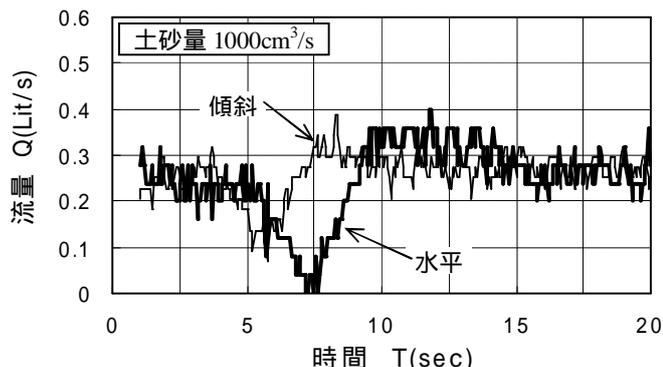


図2 天然ダム決壊時の水路下流端での流量

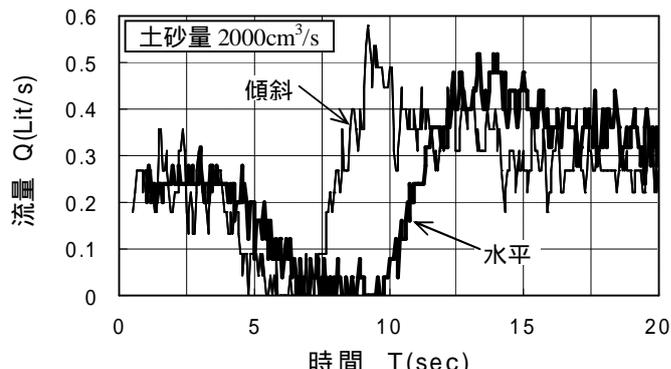


図3 天然ダム決壊時の水路下流端での流量

キーワード 天然ダム, ハイドログラフ, 実験, 堆積形状, ピーク流量

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2419

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。天端の横断形状が水平の場合は流量の減少量が大きい。この傾向はどのケースでも同様であった。その後、天然ダムが越流により急激に侵食を受け、流入流量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急激に流下したためである。このような一時的な流量増加は、地形状況にもよるがフラッシュフラッド等と呼ばれている急激な水位上昇による災害につながる可能性が高い。

3.2 天然ダムの高さや底面長の関係 崩壊土砂が渓流に落下した時、土砂は流水により下流へ流され、天然ダム形状が変化することが実験観察から分かった。そこで、崩壊土砂が流水中に滑落・堆積した場合の形状（高さや底面長）を調べた。天然ダムの高さや底面長は水路左岸側の値であり、水路側面から約 1/3 秒間隔で撮影した写真から判読した。高さや底面長の略図を図 5 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 5 に水路勾配 1/5 のときの越流直前の天然ダムの高さや底面長の関係を示す。図中の「●」や「▲」は流入流量が無い場合の実験値である。また、高橋らの式⁴⁾による、流入流量が無い場合の天然ダム高さや底面長の計算値も「+」や「*」で示した。この図から、流入流量が存在することで同程度の堆積高の場合は底面長が長くなること示された。崩壊土砂が渓流に落下して天然ダムを形成するまでの短い時間に、崩壊土砂は流れにより移動するためと考えられる。また、崩壊土砂量の多い方（□・▲・*）が天然ダムの高さは高く、底面長は長くなる。

3.3 流入流量と決壊時のピーク流量の関係 流入流量と決壊時のピーク流量の関係を図 6 に示す。図中の×印は土砂量 1,000cm³、それ以外は土砂量 2,000cm³である。決壊時のピーク流量は水路下流端（崩壊土砂投入水路下流端から 50cm 下流）で計測した水位を基に算出した。この図から、流入流量が 1,000cm³/s までは流入流量の増加とともに決壊時のピーク流量が増加している。しかし、流入流量が 2,000cm³/s に増加すると決壊時のピーク流量は流入流量に近づく傾向が示された。これは、流量が増加すると崩壊土砂が一気に流される状態に近づくため、天然ダムが形成されにくくなることを示していると考えられる。また、水路勾配が流入流量と決壊時のピーク流量の关系到及ぼす影響は明確には示されていない。なお、土砂量が 1,000cm³の場合、2,000cm³と比べて決壊時のピーク流量が少なくなる。

4. おわりに 流れが存在している渓流に土砂が滑落すると天然ダムの形成が変化することが確認された。また、決壊時のハイドログラフも形状により変化することが示された。実際の天然ダム形成時は降雨時である場合が多い。天然ダムの形成から決壊に至る過程を明らかにするためには渓流に流水が存在している状態での、さらなる検討が必要であると考えられる。

参考文献 1) 長谷川祐治ら (2007) : 流木を含む土石流の流れに関する研究(2) , 平成 19 年度砂防学会研究発表会概要集, p.416-417 2) 栗原淳一ら(2007) : 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, p.39-44 3) 例えば, 田畑茂清ら(2002) : 天然ダムと災害, 古今書院 4) 高橋保ら(1988) : 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, p.601-615

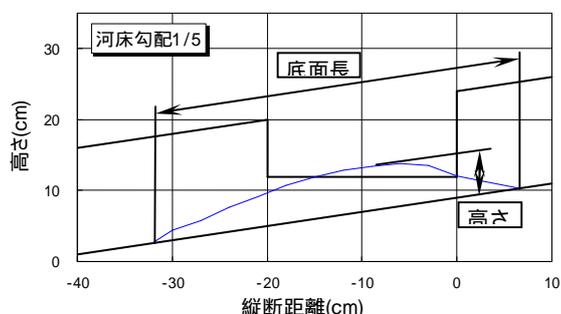


図 4 堆積土砂の高さと底面長の略図

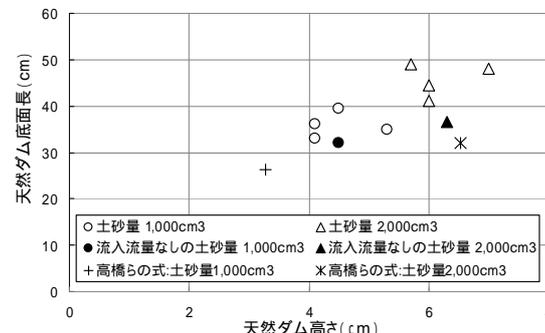


図 5 天然ダムの高さや底面長の関係

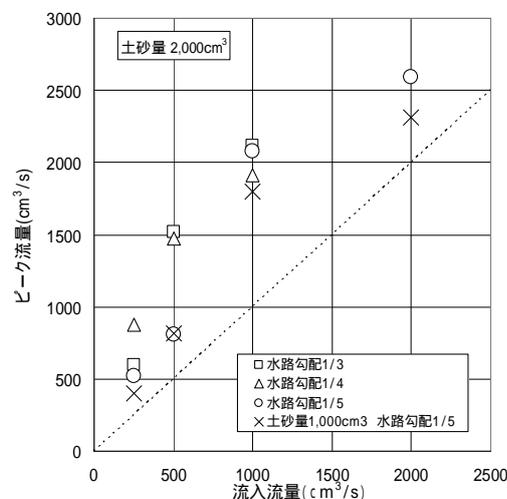


図 6 流入流量とピーク流量の関係