

稲荷川源頭部の大規模地形模型実験

国土交通省日光砂防事務所 光永健男 佐藤 勇
 中濱 匡 石井豊昭
 財団法人建設技術研究所 ○杉浦信男 正沢勝幸
 長谷川祐治

1. はじめに

世界文化遺産「日光社寺」の脇を流れる稲荷川（流域面積 12.2km²）は、流出土砂の多い荒廃河川である。源頭部は、大崩壊（大鹿落し）を擁するアカナ沢と恒常的に土砂流出のある七滝沢が Y 字峡と呼ばれる狭窄部で合流し、その上下流は 1 km 以上に渡り幅 5-10m の峡谷が続いている。350 年前の寛文 2 年（1662 年）には稲荷川からの流出土砂で日光市街で 300 戸が流失、埋没し、その際流出した土砂量は、41 万 m³、平均厚さ約 50cm で大谷川扇状地一帯に堆積したと推定されている¹⁾。現在、中流部に計画貯砂量 149.5 万 m³ の日向砂防堰堤などの整備が進んでいる。

ここでは、寛文 2 年規模の土砂流出形態を推定し、砂防計画に反映するため、水理模型実験を実施中である。第一段階として、土石流が河道内で堆積と移動を繰り返しながら天然ダムが形成される過程を検証するため、アカナ沢から土石流が流出した時に Y 字峡や渓谷内の河道で土砂が堆積する過程を確認したので報告する。

2. 地形模型実験概要

模型範囲は、早川谷上流砂防堰堤を下流端として、アカナ沢と七滝沢の合流点（Y 字峡）を含む 1,200m 上流まで、縮尺は 1/40 である（写真-1）。模型は高低差が模型値で約 10m、盛土量が同約 3,000m³と極めて大規模である。また河床は固定床として、河道内には転石や狭窄部等の地形を再現し、河床と側壁の表面に粗度付けを施した（写真-2）。

実験は、アカナ沢と七滝沢の上流端に各々勾配 1/4 の水路を設置し、水路上に土砂を敷き詰め、給水を与えて土石流を発生させて実施した。実験砂は粒径調査結果から $d_{60}=700\text{mm}$ 、最大粒径 $d_{\max}=2,000\text{mm}$ とした。給砂は水路に 1 回に流す土砂量（ケース毎に各々総土砂量が 9,600 m³、28,800 m³、57,600 m³）を敷き詰めて行った。流量は 100~500 m³/s とした。この流量はアカナ沢の比流量からすると大きい、定常的なものではなく、大鹿落として崩壊が発生し、小規模な河道閉塞を形成し、それが決壊した時に瞬間的に流れ下る流量として想定したものである。仮に 500 m³/s が 1 分間流れてもこの区間を流れ下り早川谷上流砂防堰堤に到達する時には袖部を溢水しないほどにピーク流量が低減する。

3. 実験結果

図-1~7 は土砂量、流量、通水回数毎に堆積位置を整理したものである。流量別に土砂の堆積位置を見ると（図-1~3）、土砂量により若干の違いはあるものの小流量では給砂地点の直下流に堆積し、大流量になるにつれ、下流まで土砂が流出しやすくなる（但し、今回の条件では模型下流端の早川谷上流砂防堰堤までは土砂がほとんど流出していない）。堆積のきっかけは、河道内に固定されている転石で礫が停止すること、さらに、狭窄部を通過する時の側壁のせん断力も影響しているものと考えられる（狭窄部幅/最大粒径=2.5）。

次いで土砂量別に見てみると（図-4, 5）、少量になるほど下流まで土砂が流出しやすい。これは、土砂量の

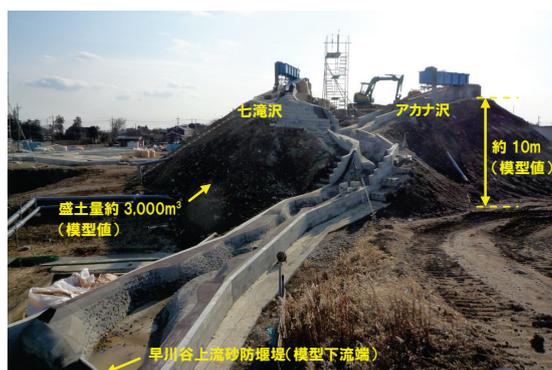


写真-1 地形模型全景



写真-2 河道内の状況

少ない条件は他の土砂量の条件と比べて土石流濃度が小さくなるため、上流域の平衡濃度以下の区間では土砂が堆積しないで下流まで流出したものと考えられる。同一流量で総土砂量 57,600m³が同じになるように、「1回」、「2回重ね」、「6回重ね」と流し方を変えると、堆積傾向が変わる(図-6)。「1回」、「2回重ね」は土石流濃度の若干の違いはあるものの、堆積傾向は概ね一致する。しかし、「6回重ね」になるとその傾向は大きく変わる。これは、土石流濃度の違い、河道内の堆積土砂による勾配変化、また、河道に堆積した土砂への浸透(水と土砂の分離、河床近傍付近における間隙水圧の低下にともなう河床せん断力の増加)により、土石流の停止位置が変わるからである²⁾。350m³/sで9,600m³の土砂量を重ねて流すと、重ね回数の増加に伴い堆積位置がY字峡の上流に移る(図-7)。これは、河道に堆積した土砂の浸透量が増大し、「6回重ね」の通水時はY字峡直上流(縦断距離1,000m付近から)で表面流が見られなくなるほど堆積が生じたため、この区間で急激に土砂堆積が進んだと考えられる。「6回重ね」後のY字峡上流区間の堆積土砂の高さと勾配の最大値は、早川谷上流砂防堰堤から上流1,080~1,120m区間で21.5m、13度(元河床勾配7.7度)である(図-8)。

4. おわりに

今回の条件では、アカナ沢で発生した土石流は下流の早川谷上流砂防堰堤まで到達せずに、Y字峡や溪谷内の狭窄区間や河道の途中にある直径20m級の大転石で停止し、その堆積をきっかけとして、その後の土砂が堆積し、徐々に天然ダムに近いような堆積形状となることが分かった。今後は、アカナ沢からだけでなく七滝沢からも土石流が発生した時の河道内での土砂堆積の状況と、さらに、その堆積土砂の決壊過程を確認する予定である。

参考文献

- 1) 日光 稲荷川-寛文二年の土砂災害を辿る-、国土交通省関東地方整備局日光砂防事務所
- 2) 森田昭宏・矢澤昭夫・水山高久：底面水抜きスクリーン上での土石流の停止機構に関する検討、平成12年度砂防学会研究発表会概要集、p.38-39、1998

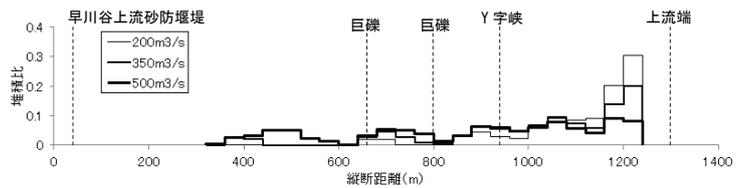


図-1 堆積比縦断図(土砂量 9,660m³時の比較)

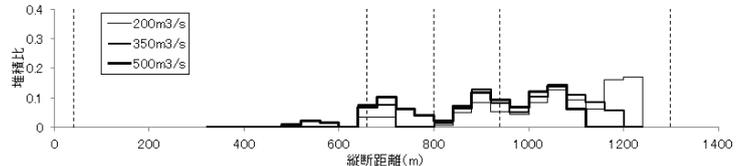


図-2 堆積比縦断図(土砂量 28,800m³時の比較)

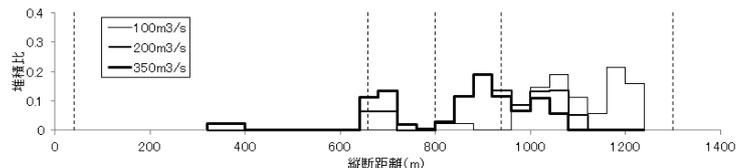


図-3 堆積比縦断図(土砂量 57,600m³時の比較)

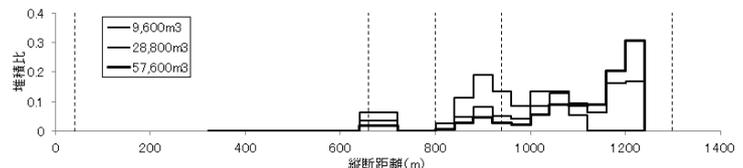


図-4 堆積比縦断図(流量 200m³/s 時の比較)

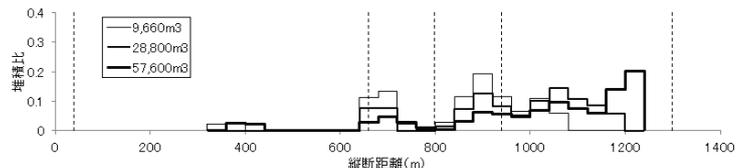


図-5 堆積比縦断図(流量 350m³/s 時の比較)

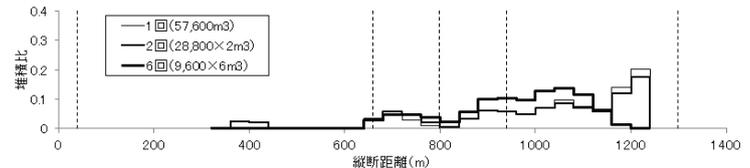


図-6 堆積比縦断図(350m³/s、重ね通水による比較)

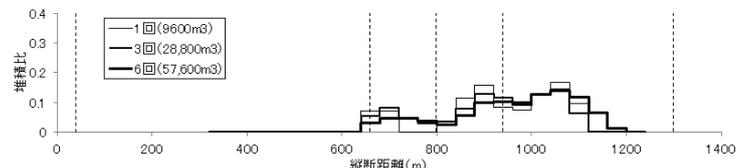


図-7 堆積比縦断図(350m³/s、重ね通水による堆積過程)

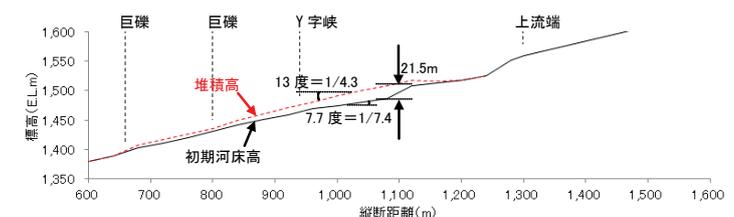


図-8 6回重ね後の河床縦断図