

台風 12 号（2011 年）の豪雨により浜松市水窪町国有林内で発生した大規模崩壊と土砂ダム

フジヤマ（株） 瀬尾直樹

静岡大学農学部 ○土屋 智、逢坂興宏

国土防災技術（株） 高島 誠

関東森林管理局天竜森林管理署 浅見格三

1. はじめに

2011 年 9 月 3 日に静岡県を通過した台風 12 号により、静岡県水窪町の北東に位置する水窪ダムから上流約 12 km の中俣沢右岸で大規模な斜面崩壊が生じ、土砂ダムを形成した（図 1）。斜面崩壊は、幅 340m、斜面長 320m を有し、標高 1100m と 800m の間に発生した。また、この崩壊地の上部斜面内には、滑落崖に沿って長さ 80m 程度の亀裂が生じており、今後の地震や豪雨によって生じた亀裂に沿って新たな崩壊が生ずる可能性は高い。崩壊土砂により形成された土砂ダムは、厚さ 50～80m、幅約 100m にわたり延長約 450m で中俣沢を閉塞したが、これまで越流した様子は認められない。土砂ダムの下流側法面からは、清水状の湧出水が中俣沢に流入していた（2011 年 10 月 27 日）。

2. 崩壊地の概要

地質は白亜紀層の四万十累層寸又川層群に属し、砂岩、泥岩、および砂岩・泥岩互層から構成されている。崩壊地とその周辺は、ヒノキの人工林と広葉樹林に覆われ、崩壊地の上部斜面には線状凹地（船窪地形）が存在する。

図 2 には、空撮された LP 画像（DEM 精度 0.5m、浜松河川国道事務所撮影）と国土地理院発行の 10m 精度の DEM から作成した崩壊前後の斜面横断形状を対比した。これによれば、崩壊した斜面は、最大厚さは約 50m を有し、やや平坦状を示す尾根の直下からザックリと斜面を切り、そのまま中俣沢を最大堆積深約 80m で埋積した様子がうかがえる。なお、崩壊前後の DEM の差分から崩壊地の規模を求めたところ、崩壊面積は 91,000 m²、崩壊土砂量は 1,500,000 m³、平均崩壊深は 13m（中央部の深さは 40～60m）であった。

3. 崩壊地上流の湛水池と流量変化

土砂ダムにより形成された湛水池（最大容量約 53 万 m³）の水位変動と越流の可能性を把握する目的で、湛水池上流端から約 200m 上流地点（上流側の流域面積 2.3 km²）と、土砂ダム下流端から約 600m 下流地点（上流側の流域面積 3.7 km²）に水位計を設置した。水位の計測には圧力式水位計を使用し、10 月 27 日に計測を開始した（記録 10 分毎）。水位計の設置箇所では、流速、水深、河床勾配、流水断面積を測り、流量を求めるとともに Manning 式の係数を定めた。これにより、記録された水位データから求めた流積に Manning 式から得た流速を乗じ流量を算出した。

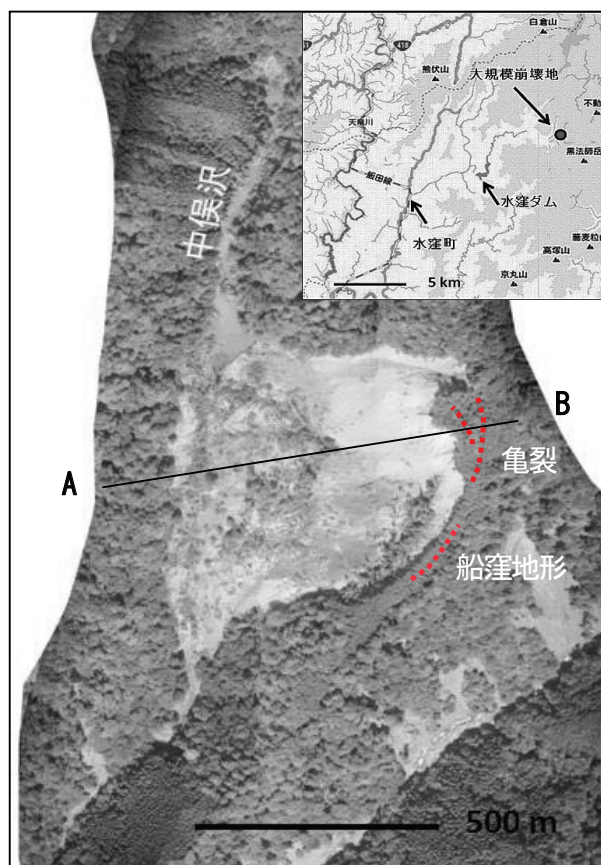


図 1 水窪ダム上流で発生した大規模崩壊地（浜松河川国道事務所撮影）

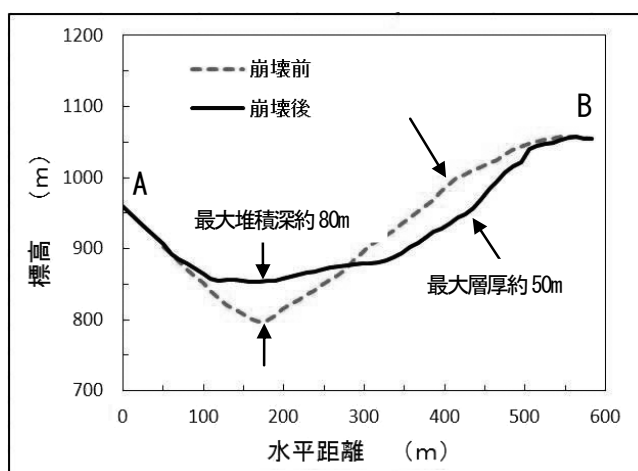


図 2 崩壊前後の横断形状（横断位置は図 1 AB ライン）

図3には2011年10月27日に開始した観測結果に同期間の日降雨量を対比して示す。これによれば、11月19日に約190mmの降雨があり、上流から一時的に多量の河川水が流入し、その時点で下流側の流量はやや増加したが、その後の11月22日以降は減水し、2012年1月15日現在、上流からの流入する水量の半分にも達しないほどに低減している。観測当初には下流側の水位計設置個所で約0.4m³/sの流量を記録していることから、少なくともこの程度の浸透量は土砂ダムを通過できる能力があると考えられる。

崩壊後には台風15号の通過により、近傍の井川では9月19日から23日にかけて505mm（アメダス井川）の降雨があり、とくに9月21日には415mmの降雨量であった。崩壊の直後からこのような豪雨を経験しているにも拘わらず、土砂ダムを越流した痕跡は認められていない。したがって、土砂ダム堤体の透水性は相当程度に高く、稀な規模の豪雨でなければ越流は生じないと判断される。

さて、土砂ダム上下を挟む流量が観測されていることから、形成された湛水池について側方流出孔1箇所を有するタンクとしてモデル化し、湛水池水面の変動評価を試みた。タンクモデルの流入は水量ではなく水深（あるいは水位）により評価されるので、図4に示すような土砂ダム貯水容量と水位の関係の関係を予め把握しておき、上流からの流入量をそれまでの貯水量に加算して水位に置き換えた。流出量は流出孔にかかる水深に流出孔の係数を乗じ評価することにし、次のステップではタンクに残留する水量として流出分を差し引き、順次計算を行った。ただし、初期貯水量は281890m³（水位標高850m相当）、流出孔の標高は830m、浸透孔は標高800m、流出係数は試行錯誤によりそれぞれ0.0045、0.002とした（図5）。得られた結果を図6に示す。

計算を始めてから、11月24日までの期間は11月19日の約190mmの降雨による流入増による下流側の流量増加は概ね良好に再現されていることがうかがえる（図6）。しかし、11月27日以降では、計算流量の低下は実測にくらべ小さく、両者の違いは大きい。これは土砂ダムと下流観測地点の間でのロスの影響が考えられる。また水位標高850mからスタートする湛水池の水位変動も流出量の変化とほぼ同様に推移した。

謝辞：LP画像と詳細な等高線データを提供頂いた国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所に厚く御礼申し上げます。

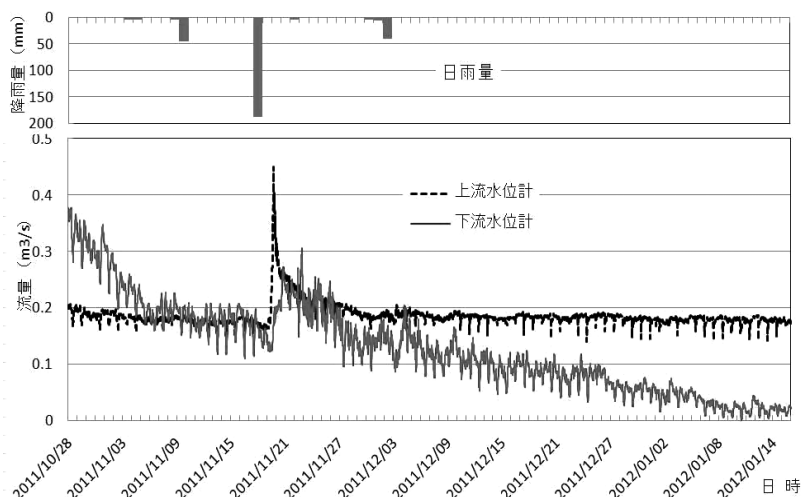


図3 土砂ダム上流と下流の流量変化の対比(2011年10月28日から2012年1月14日)

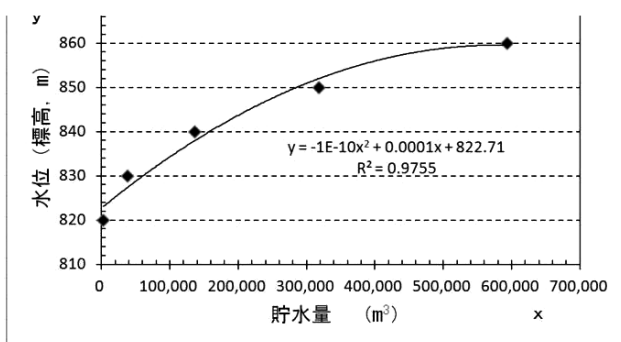


図4 土砂ダム貯水容量とその水位

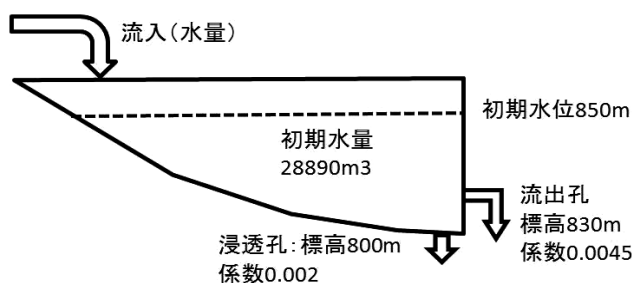


図5 解析に用いたタンクの模式図

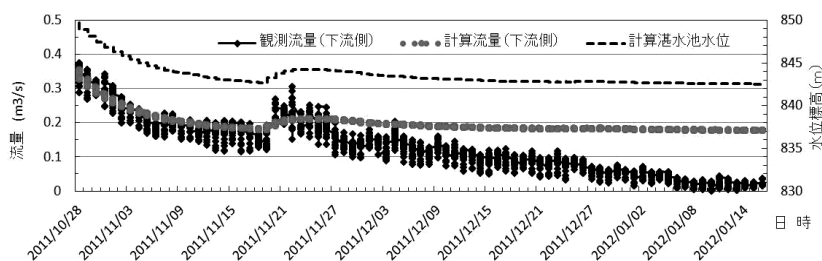


図6 タンクモデルにより求めた土砂ダムからの流出水量と湛水池水位