

水窪川上流の国有林に形成された土砂ダム（2011 年）の越流決壊

国土防災技術株式会社 ○高島 誠・横山 修・土屋 智
 林野庁 国有林野部 業務課 松尾 清史*
 関東森林管理局 静岡森林管理署 神長 広行
 ※前所属：関東森林管理局 天竜森林管理署

1. はじめに

深層崩壊（大規模崩壊）によって形成される土砂ダム（河道閉塞、天然ダム）は、その決壊によって大規模な土石流を発生させ、下流および周辺に甚大な被害を及ぼすことが知られている。形成された土砂ダムの多くは短時間に越流決壊するが、決壊せずに残存することがある。その場合は、監視、警戒、避難といった応急の対策を講じる必要があり、とりわけ湛水池の水位上昇は、越流までの時間を推定するための極めて重要な情報と言える¹⁾。

本研究では、土砂ダムの形成直後から越流決壊に至るまでの期間に観測された湛水位変動について分析した。

2. 深層崩壊発生と土砂ダムの形成

2011 年 9 月の台風 12 号の豪雨により、9 月 4 日 18 時頃、天竜川水系水窪川上流の地頭方国有林内で深層崩壊が発生した^{2),3),4)}（図-1）。土砂量約 150 万 m^3 の崩土は直下の中俣沢を塞ぎ止め、延長約 500 m、幅約 190 m、高さ最大 60 m に達する土砂ダムを形成した。土砂ダム背後の湛水量は、約 50 万 m^3 と推定された。

3. 土砂ダム形成から 9 年後の越流決壊

当該箇所における台風 12 号の総雨量は 974 mm で、紀伊半島に匹敵する雨量を記録したが、越流には至らなかった。また、その数日後に襲来した台風 15 号（総雨量 486 mm）でも、越流は発生しなかった。しかし、土砂ダムの形成から約 9 年が経過した 2020 年 6 月 30 日～7 月 7 日にかけて降り続いた総雨量 968.9 mm の長雨によって、越流が発生した。土砂ダムの天端から先端にかけて大きく侵食され（図-2）、約 25 万 m^3 の土砂が流出し、3 km 下流の東俣沢に到達した。

決壊後の土砂ダム内の両岸には、やや乱されてはいるが同斜構造をなす砂岩泥岩互層が露出していた（図-3）。これは崩壊面で観察される、急勾配で整然とした縞模様の砂岩泥岩互層に起因するもので、岩盤斜面が内部構造を保持しつつすべり落ちたことを示している。

4. 湛水池の水位変動

土砂ダム背後に形成された湛水池の岸辺に塩ビパイプを敷設し、水圧式水位計を設置した。水位観測は 10 分間隔とし、2011 年 11 月より観測を開始した（図-4）。

越流地点となる土砂ダムの天端標高は 858m であり、観測を開始した初期水位は標高 850m 地点にあった。まとまった降雨あると湛水位が一時的に 10~15m 程度上昇するものの、短時間で低下し越流には至らなかった。

各年ごとに最高水位は徐々に上昇し、2020 年 7 月 6 日にほぼ越流する高さを維持するまでに達した。また、各年にわたり最低水位も徐々に上昇していることがわかる。越流決壊が発生する前年の最低水位は、観測開始直後と比較して 10m 以上上昇している。



図-1 形成直後の土砂ダム（2011 年 9 月撮影）



図-2 越流決壊後の土砂ダム（2020 年 7 月，上流より撮影）



図-3 土砂ダムの内部構造（2020 年 7 月撮影）

5. 土砂ダムが長期に継続した原因

越流決壊は、長雨による大量の降雨が上流から流入し、湛水容量を超えたことが第一の要因である。加えて、上流から供給される細粒な土砂によりダムの底がシールされ、漏水量（排水）が減少したことや、土砂の堆積により湛水池の容量が減少したことも挙げられる。これらが各年の最高水位、最低水位の上昇を招いたことは否定できない。

一方で、9年間にわたり、土砂ダムが長期に継続したのは、2011年以降台風12号を超える降雨イベントがなかったこと、土砂ダム上流域の流域面積（約3km²）が比較的小さく流入量が少なかったこと、土砂ダムの透水性が高く漏水量と流入量はほぼ等しかったことなどが考えられる⁵⁾。

6. おわりに

継続時間が数時間と短い場合は発生直後の対応は困難であるが、数日間でも継続される場合は監視、警戒、避難といった応急の対策を講じることが可能である。ただし、崩壊規模が大きい場合は、土砂ダムの湛水量が大きくなり継続時間は長くなるものの、越流決壊により発生する土石流規模は大きくなる可能性があり、リスクは大きいものとなる。

国有林内などの山地の上流域で土砂ダムが形成された場合、河川の流量が下流域と比べて少ない（流域面積が小さい）ため、比較的長期に土砂ダムが継続されやすい。また、漏水量にほぼ等しい状態は、越流しにくい条件とも言える。しかしながら、土砂ダム内部の目詰まり等によって透水性が低下する可能性があり、決壊に至らない場合でも徐々に越流決壊のリスクが上昇することを考慮しておく必要がある。

土砂ダムの形成に対処するには、越流までの予測精度の向上が不可欠である。越流の予測には、タンクモデル等を用いた湛水池の水位変動の再現が有効な方法と考えられる。

謝辞：天竜森林管理署の職員の皆様には、発災後の危機管理体制の構築、土砂ダムの観測体制の整備や決壊後の初動調査では多大なご協力と指導を頂いた。9年間にわたり貴重なデータの提供などご協力感謝申し上げます。

引用文献：1) 天然ダム監視技術マニュアル（案），土木研究所資料，pp.113，2008，2) 国土交通省記者発表資料（平成23年9月14日），3) 湯本・高島，水窪町で発生した土砂ダムの調査，解析事例について，関東森林管理局森林・林業技術等発表集，56，p.69-73，2013，4) 山田ら，2011年静岡県水窪町で発生した地すべりの地震波形解析とリアルタイム地すべり検知の可能性，日本地球惑星科学連合2020年大会，2020，5) 横山ら，決壊までの継続時間からみた天然ダムの分類，砂防学会誌，68，p.14-23，2016

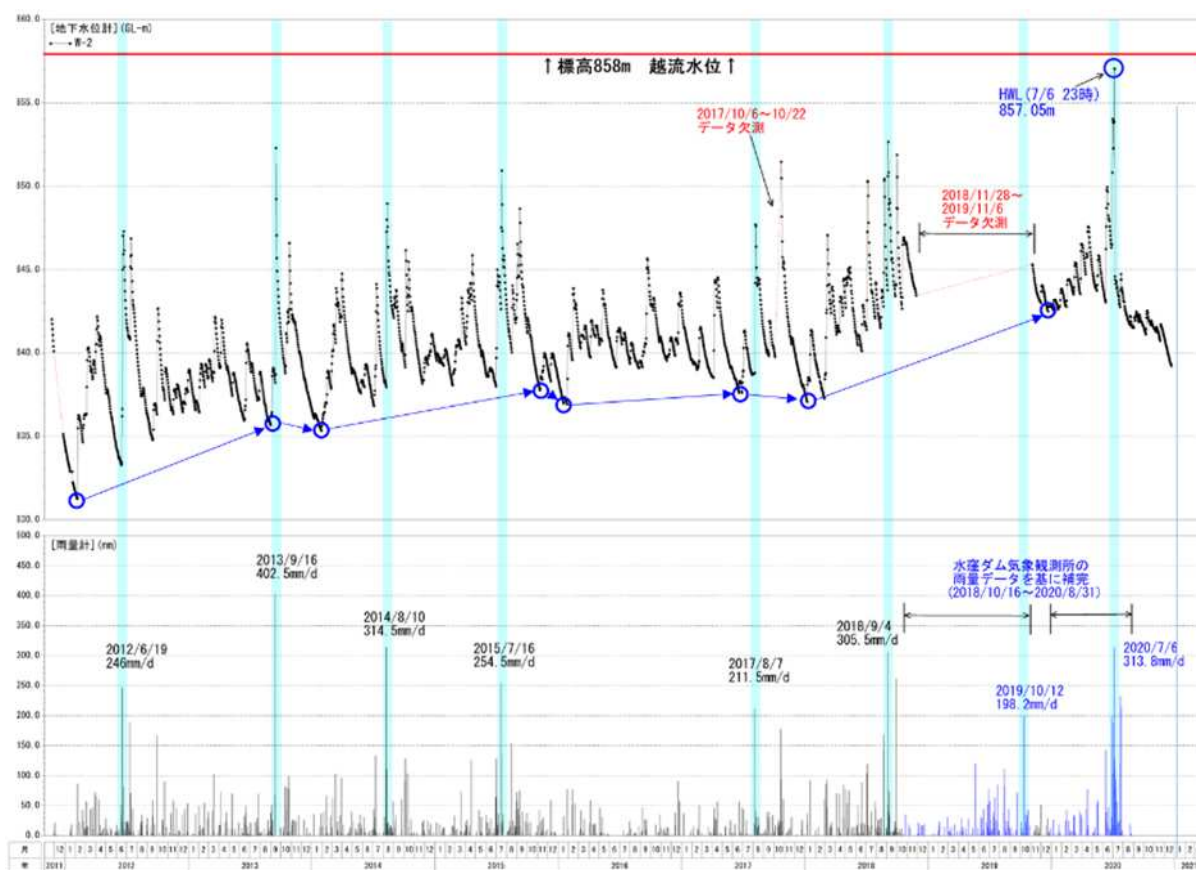


図-4 湛水池の水位変動