

2011 年台風 12 号により紀伊半島で発生した天然ダムの形状及び湛水位変化

(独) 土木研究所 ○吉野弘祐(現 アジア航測(株)), 水野秀明(現 筑波大学大学院生命院生命環境科学研究科), 梶昭仁, 石塚忠範

1. はじめに

2011 年の台風 12 号により奈良県, 和歌山県において大規模な天然ダムが複数発生した。そのうちいくつかの天然ダムは同出水中に越流侵食等により解消されたが, 残りの 5 箇所については台風 12 号通過後も残存し, 急激な越流侵食による下流への氾濫被害の危険性が残された。このような被害を事前に把握し, 避難情報等をすみやかに住民に提供するためには, 洪水氾濫による影響範囲を予測するとともに, 越流開始までの時期についても予測する必要がある。前者についてはこれまでに検討(内田ら, 2011)がすすめられており, 後者については, 流出解析等により湛水池への流入流量を算出し湛水位変化を予測することが考えられる。

一般的に湛水池の水は天然ダム堤体内部に浸透するため, 湛水池への流入流量の全てが湛水位の増加につながらないと考えられる。しかしながら, 過去に水位観測が実施された天然ダムの事例では, 無降雨時にも湛水位は上昇を続けていることが多く(図 1 上図), 浸透量は流入流量に対して小さいと考えられてきた。一方, 台風 12 号により形成した天然ダムは, 一箇所(栗平)を除きいずれも無降雨時には湛水位が低下傾向(図 1 下図)であり, 流入流量に対して天然ダム形成土塊内部への浸透量が多いと考えられる。そのため, 流出解析等により湛水位を予測する際には, 天然ダム堤体内部への浸透量に留意しなければならないと考えられる。本検討では, 湛水位予測手法に資するデータを得ることを目的としており, 今回は特に湛水位変化の実態の把握を行った。

2. 検討内容

2.1 検討対象

図 2 に示す通り, 台風 12 号により奈良県 4 箇所(赤谷, 長殿, 栗平, 北股), 和歌山県 1 箇所(熊野)に形成した天然ダムを検討対象とした。また, 水位変化の比較として 2008 年岩手・宮城内陸地震により形成した湯浜, 湯ノ倉の天然ダムについても検討対象とした。

2.2 検討方法

各天然ダムに設置された投下型水位観測パイプから取得された水位データと降雨の関係を時系列に整理した。また, 深浅測量により取得された H-V 曲線を用いて湛水量を算出し, 湛水位と単位時間当たりの湛水量の変化との関係を調べた。単位時間当たりの湛水量の変化は, 台風 12 号の事例では, 6 時間前の湛水量との差を 1 秒あたりに平均化して求め, 岩手・宮城内陸地震の事例では, 水位観測実施後については同様としたが, 実施前については, 空中写真から水位を判読し, 2 時期の湛水量の差を 1 秒あたりに平均化して求めた。なお, ポンプ等による排水は厳密な量を求めるのが困難であるため, 使用した水位データは人工的な排水が行われる前までの期間とした。

さらに, 赤谷に形成した天然ダムについては, 約 2 週間後に発生した台風 15 号により越流し天然ダム堤体が侵食された。これにより, 天然ダムの直下に多量の土砂が堆積し天然ダム全体の形状が大きく変化した。赤谷では自然越流前に人工的な排水は行われておらず, 越流侵食前後により大きく地形が変化している。このようなケースにおいて, 継続的に水位観測されている事例はこれまでに無く, 地形変化と水位観測結果とを併せて考察した。

3. 検討結果

3.1 水位変化

降雨と湛水位の時系列変化の事例を図 3 に示す。9 月中旬から下旬及び 10 月中旬の比較的大規模な降雨時には, 湛水位も追従して上昇し, 降雨終了後まもなく湛水位は低下に転じている。本報告では長殿のみを図示したが, ほかの天然ダムについても同様であった。また, 各天然ダムにおける湛水位と, 単位時間当たりの湛水量の変化を図 4 に整理した。ここでは降雨の影響を除くため, 24 時間無降雨(上記の大規模な降雨時は 72 時間無降雨)以降のデータのみを用いている。台風 12 号により形成した天然ダムのうち栗平については, 全体的に縦軸の値が 0 よりも大きく, 無降雨時においても湛水位は上昇傾向を示したが, それ以外では, 縦軸が 0 よりも小さく無降雨時には湛水位は低下傾向を示した。また, 北股については不明瞭であるが, それ以外ではいずれも湛水位が大きいほど単位時間当たりの湛水量の変化の値が小さく, 浸透量が多いこと

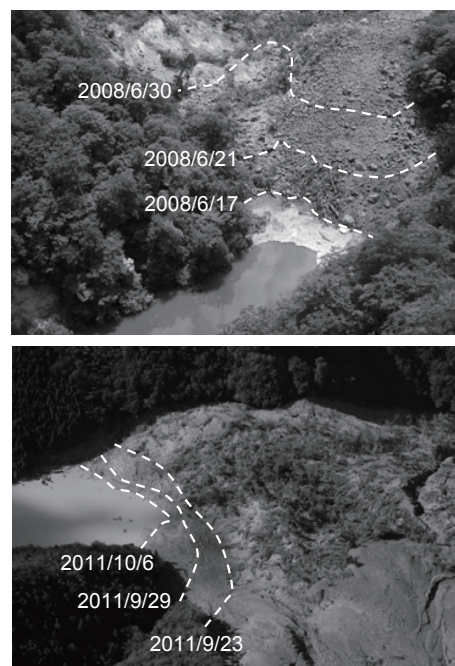


図 1 天然ダムの湛水位の変化
上図:湯浜(岩手・宮城内陸地震により形成した天然ダム), 下図:長殿



図 2 検討対象

が示された。一方、岩手・宮城内陸地震により形成した2つの天然ダムは湛水位と湛水量の変化に明瞭な関係は見られなかった。

さらに、赤谷については台風15号前よりも台風15号後の方が湛水位に対する単位時間当たりの湛水量の変化の値は大きかった。すなわち、同じ水面標高の場合、台風15号後の方が湛水位の低下の進行が遅い傾向が示された。

3.2 地形変化による影響

図5左図は、台風12号直後に撮影された赤谷の天然ダムであり、図5右図は台風15号後の状況である。台風15号前の河道における下流法勾配は、大きい所で17°程度の箇所もあるが、台風15号時に発生した越流侵食及び侵食された土砂の堆積により台風15号後は全体的に概ね一定の勾配(6°程度)となっていた。台風15号前(9月8日)には図5左図中の枠内の2箇所から多量の水が流出していたが、台風15号後にはその量は急激に減っていた。

3.3 考察

以上の点から、同一の天然ダムであっても湛水位によっては天然ダムの浸透量に影響していると思われる。また天然ダムの形状についても天然ダム内部の透水性に何らかの影響を与えている可能性が示された。なお、赤谷では水位観測開始直後(約505m)は湛水位によらず湛水量はほぼ一定の割合で減少し、湛水位504mを下回ると湛水位が小さくなるほど単位時間当たりの湛水量の変化の値も小さくなっている。これは、水位観測直後には台風12号の影響で流入流量が多かった可能性もあり、今後流出解析などにより検証する必要がある。

4. おわりに

ここで得られたデータは、湛水位の予測手法の開発のための基礎データとして活用できると考えられ、今後浸透量の予測手法を確立できれば、雨量及び水位データをリアルタイムに取得し、従来の流出解析手法と組み合わせることで、湛水位の予測がリアルタイムで実施できる可能性がある。しかしながら今回、水位観測と同時期に流量観測を実施していなかったため、現段階では天然ダム堤体の透水性について十分に考察ができていない。今後土質試験や、天然ダム堤体下流及び天然ダム湛水域上流端での流量観測を行い天然ダムの透水性についてさらに考察する必要がある。

本検討にあたり、国土交通省近畿地方整備局には各天然ダムのLP計測データ、H-V曲線データ、湛水位データ、雨量データを快く提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

引用文献

内田ら(2011):河道閉塞(天然ダム)及び火山の噴火を原因とする土石流による被害範囲を速やかに推定する手法, 土木技術資料, 53-7, pp.18-23

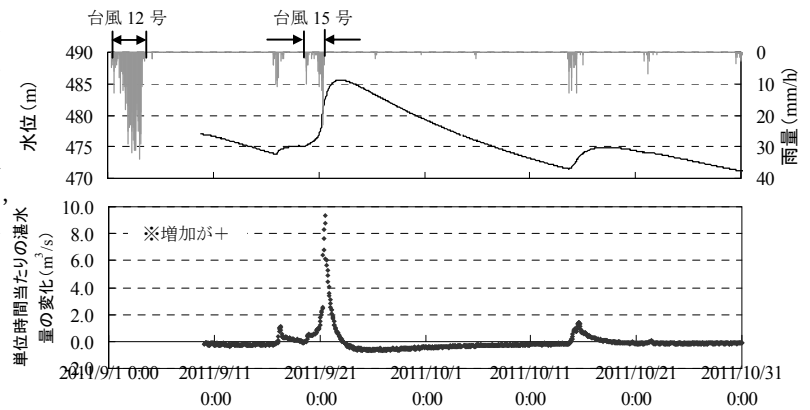


図3 天然ダムの水位変化及び単位時間当たりの湛水量の変化(長殿の例) 提供:国土交通省近畿地方整備局

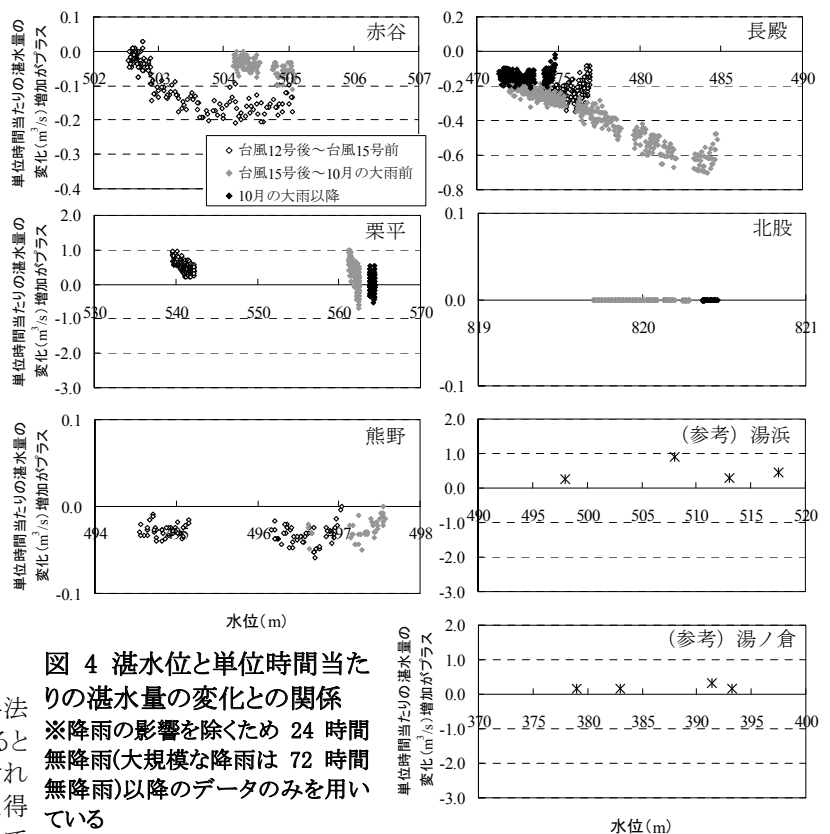


図4 湛水位と単位時間当たりの湛水量の変化との関係 ※降雨の影響を除くため24時間無降雨(大規模な降雨は72時間無降雨)以降のデータのみを用いている

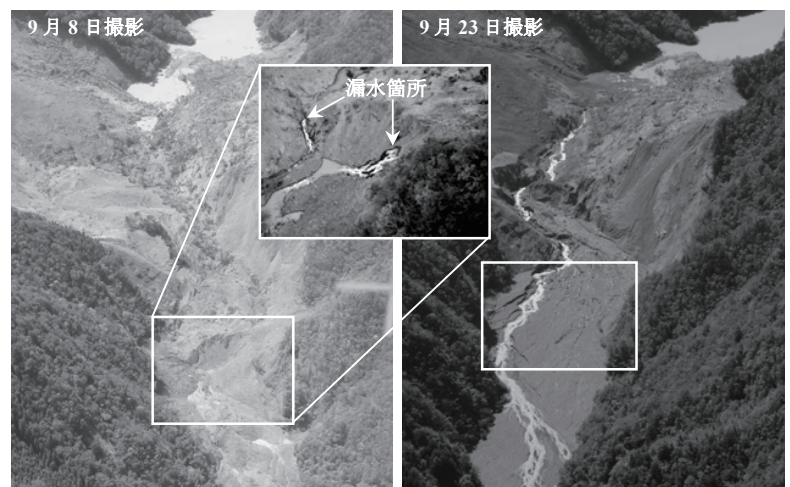


図5 赤谷の地形変化及び漏水状況