

天然ダムの水位観測による満水までの雨量推定方法（平成 23 年台風 12 号に関する事例研究）

○一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 千葉 幹・京都大学農学研究科 水山高久

1. はじめに

天然ダムが形成された場合、降雨時の水位予測は、警戒避難や対策工事の計画・実施にとって重要な情報となる。時間や手段が限られるなか、既往の事例を踏まえ、効率的な流出解析手法を検討する必要性は高い。平成 23 年台風 12 号により奈良県・和歌山県で発生した天然ダムの事例においては、近畿地方整備局によりウェブ上で雨量や水位、天然ダムの形状といったデータが公開された。このため本論では、これらのデータを用い、累積雨量と累積損失雨量の関係を整理し、水位に応じた満水までの累加雨量を推定する方法を提案する。

2. 検討方法

平成 23 年台風 12 号により形成された天然ダムのうち、奈良県の赤谷、長殿、北股、栗平、和歌山県の熊野の各箇所について、天然ダム形成後から 10 月末までのデータを用いて検討した。各天然ダムの諸元を表-1 に示す。

表-1 対象とした天然ダムの諸元

	赤谷	長殿	栗平	熊野	北股
ダム高(m)	85	80	100	60	25
流域面積(km ²)	13.2	4.5	8.7	1.2	0.35
元河床勾配(度)	4.0	3.4	2.4	7.9	8.2

使用したデータは次のとおりである。天然ダムの流域面積は 2 万 5 千分の 1 地形図からの読取り、雨量と水位は、近畿地方整備局の記者発表資料に基づく。雨量は、9 月 16 日 5 時から 10 月 7 日 9 時までが既往の雨量計（旧観測所という。）で、10 月 7 日 10 時以降は近畿地方整備局が新たに設置した雨量計（新観測所という。）で計測された。なお栗平の旧観測所は気象庁によるものであり、記者発表対象前の 9 月 1~5 日で合計 1337 mm の、6~15 日で 0 mm の降水量が記録されている。天然ダムの湛水容量は、近畿地

方整備局が地上部分はレーザープロファイラ、水中部分は音波探査によって取得した値である。雨量と水位の関係について、赤谷の例を図-1 に示す。また、ひと降雨期間（前後 24 時間以上降雨が記録されない期間とした。）+1 日分の水位上昇量から増加した湛水量を求め、流域面積で除した。この値と、同じ降雨期間の累加雨量との差を累加損失雨量として整理した。無降雨期間の水位変化は、栗平を除き低下傾向にあったため、基底流量よりも漏水量が多いと考え、基底流出成分の分離は検討しなかった。

なお今回天然ダムへの流入量を水位上昇量から推定したが、水位が減少している場合も多く、水位上昇量から推定されるよりも天然ダムへの流入量は多く、その分損失雨量は少なくなると考えられる。また湛水量は標高 20cm ごとに計測されているが、1.25cm まで内挿して再計算しても熊野の事例で累加損失雨量の差は 1mm 程度とほとんど結果に影響しなかった。

3. 検討結果

まず、各天然ダムの累加雨量と累加損失雨量の関係を図-2 に示す。凡例は流域面積の大きい順番とした。いずれの事例も、累加雨量 30mm 程度までは累加雨量が累加損失雨量に等しいが、赤谷、北股、熊野では累加雨量 200mm を超えてもほとんど損失雨量となる傾向がある。一方、長殿、栗平では累加雨量が 150mm を超えると損失雨量の増加率は減少している。今回データを得られたのは最大で累積雨量 357 mm 以下の降雨であるが、この範囲で天然ダムごとに切片を 0 とした直線を当てはめたところ、以下の傾向が得られた（図-3）。

- ・ 赤谷を除き、流域面積が小さいほど損失雨量の割合は大きい。
- ・ 降雨 1、6 前の無降雨時における湛水位の低下か

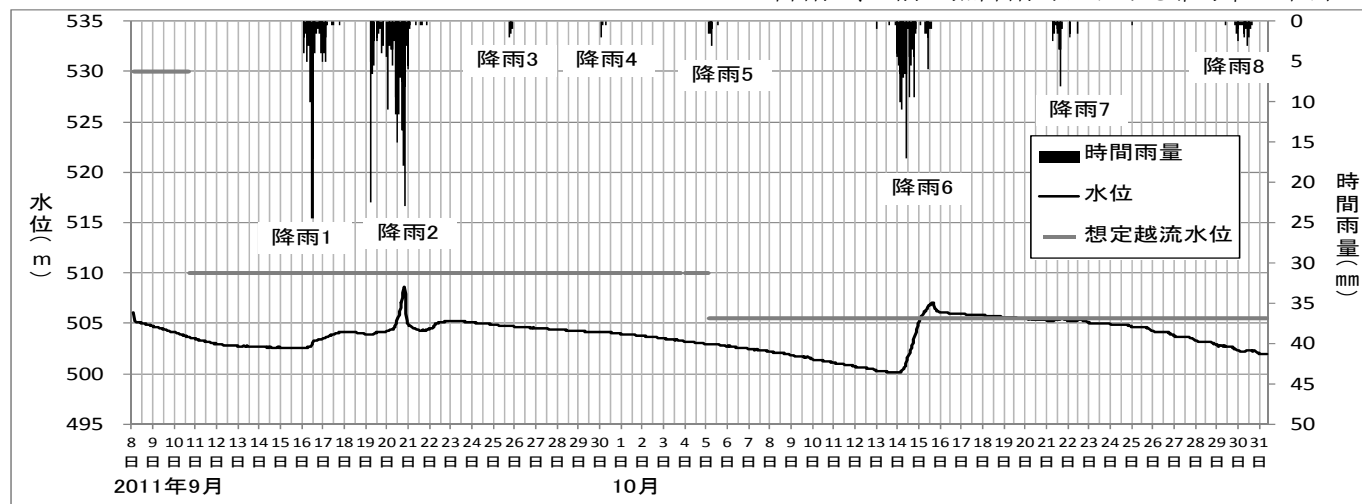


図-1 赤谷における時間雨量と水位の関係

ら透水係数 (cm/sec) を試算したところ、求められた透水係数はパイプなどを考慮しない平均的なものであるが常識の範囲内の数値になっている。

ここで無降雨時の湛水位の低下が降雨時も同様に継続していたと仮定しても、最大で長殿の降雨 2 のときに累加損失雨量が約 20mm 小さくなる結果となり、全体の傾向に大きな相違は生じない。このことから今回の結果に対し漏水の影響は小さく、越流による水位低下、崩壊土砂の移動等による湛水容量の減少、雨量計で捉えきれなかった流域内の降雨の影響など考える必要がある。また赤谷において降雨 1 でほとんど水位が上昇しておらず、降雨 2 において一度上昇した水位は急低下している (図 - 1) のは、水位計のエラーも一因として考慮すべきとも考えられるものの、原因は良く分からない。

次に湛水位に応じ、満水までの累加雨量の推定を試みる。まず累加雨量を X (mm)、累加損失量を Y (mm) とし、各天然ダムの図 - 2 の関係から、それぞれの箇所 で X と Y の直線近似式を得た。(X - Y) 分が天然ダムへ流入する流量と考えると、満水位との水位差に応じ、満水になるまでの累加雨量 X が決まる (図-4)。

赤谷で越流が見られた降雨 6 でみると、このとき降雨前に満水位まで約 5m であり、満水時までの累加雨量は約 130mm であった。図 - 4 からは満水位までの水位差 5m の場合、満水までの累加雨量は約 175 mm と推定され、危険側の予想値となってしまうものの、降雨予測に基づく満水の目安になると考えられる。

4. まとめ

今回の結果から、紀伊山地では、損失雨量の割合が大きいことが分かった。天然ダムの水位上昇予測に必要とされるより精度の高い流出解析を行うためには、入力する有効雨量の算定が重要であると考えられる。従って、平常時から、各地で蓄積されている雨量と流出量のデータを活用し、有効雨量の算定を含む流出解析を実施することが望まれる。

またこれまでに、平成 16 年新潟県中越地震や平成 20 年岩手・宮城内陸地震の際も天然ダムが形成され、土研式投下型水位観測ブイなど新たな開発が行われたが、天然ダムへの流入流量は、山間部での計測の難しさもあってか、計測されない場合もあるようである。さらに漏水の影響が想定される天然ダムの場合には、湛水位データだけでは流入流量を正確に把握できない。このため、流入量や漏水量のデータ蓄積を行うべきであると考えられる。

最後に近畿地方整備局をはじめ、データ提供や整理他にてご協力頂いた皆様に感謝申し上げます。

参考文献

国土交通省近畿地方整備局 (2011) 「記者発表資料 奈良県五條市大塔町赤谷の水位情報について (平成 23 年 9 月 9 日 0 時 10 分)」他
気象庁 (2011) 「気象統計情報 風屋 2011 年 9 月」

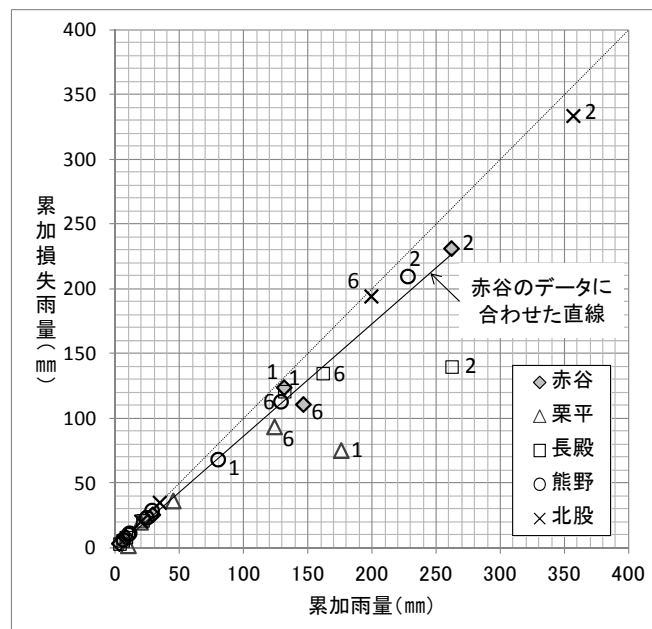


図-2 累加雨量と累加損失雨量の関係 (数字は降雨番号)

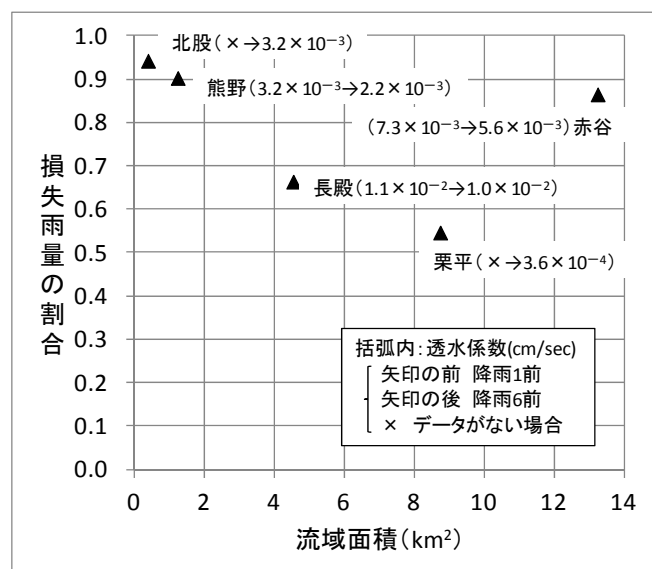


図-3 天然ダムの流域面積、透水係数と損失雨量の割合の関係

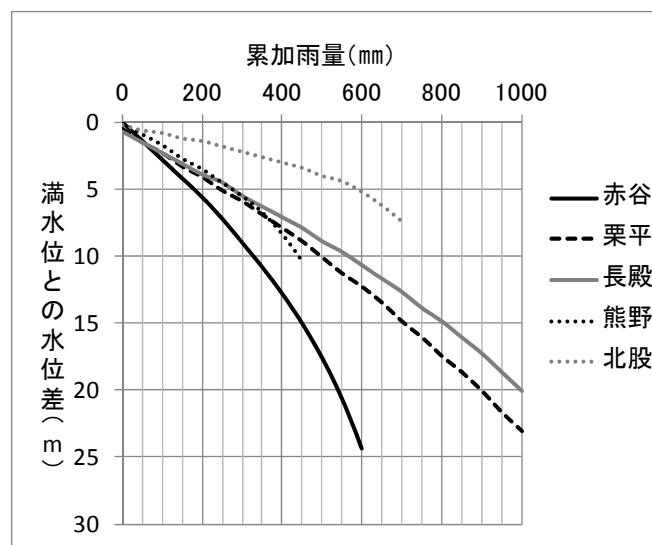


図-4 満水になるまでの累加雨量の目安