

中山間地の急流河川における天然ダムの危険度評価と対策

長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻4年 榎本 峻也

1. はじめに

中山間地の河川では、地震や豪雨による不安定斜面で斜面崩壊が起こり、土砂によって河道を閉塞することで、上流側の水の流れを堰き止め、水が貯留される天然ダムを形成させることがある。天然ダムが崩壊すると下流側において天然ダムの決壊により土砂を含んだ流水が流下し、鉄砲水や土石流などの大きな災害を引き起こす危険性が生じる⁽¹⁾。

近年では、平成30年北海道胆振東部地震で日高幌内川に高さ50mの大規模な天然ダムの形成が確認されそれらの決壊が懸念された⁽²⁾。

我が国は、地震や豪雨など天然ダムを形成するための自然災害が頻繁に発生する可能性が生じる。又、過去に起こった十津川大水害では、長期型の豪雨が起り、天然ダム形成後2.3時間ほどで決壊したという記録が残っている。天然ダムが長期間原型をとどめているのであれば、水抜き、仮排水路などの対策を施すことができるが、短期で崩壊してしまうと十分な対策が行えず大災害を引き起こす危険性が生じる。そのため、被害を減少させるために事前に対策を行う必要があると考えた。

既往研究では、河道閉塞の対策として、早期に砂防堰堤を設置することや⁽³⁾、砂防堰堤による流量の低減効果などが明らかになっているが⁽¹⁾、今後どのような規模の天然ダムが発生するかを予測できないため、天然ダムの規模による砂防堰堤の効果を検討する必要があると考えた。

本実験では、2004年10月の新潟中越地震により、天然ダムが形成された新潟県の芋川を対象にし、中山間地の河川で天然ダムが崩壊した時に下流側に砂防堰堤を設置した時と設置していないときのシミュレーションを比較し、砂防堰堤の規模、天然ダムの規模より、流速・水深の変化を比較することで、事前に砂防堰堤を設置する効果を調べることを目的とする。

2. 実験方法

2.1 解析条件

本実験では、新潟県長岡市の芋川を研究対象の河川を解析対象とし、河川の流れを得るために指定の

場所で流量を与えた。又、天然ダムを再現するために芋川上流部分の一部分の標高を上げ、適当な時間に戻すことで天然ダム決壊を再現した。砂防堰堤も同様に、一部分の標高を高くすることで再現しました。流速・水深の測定地は下流の魚野川へ流出する地点で測定しています。

天然ダムの規模は、30m～50mの2.5m間隔で9ケース、各天然ダムに砂防堰堤なし、10m、20mの計27ケース行った。

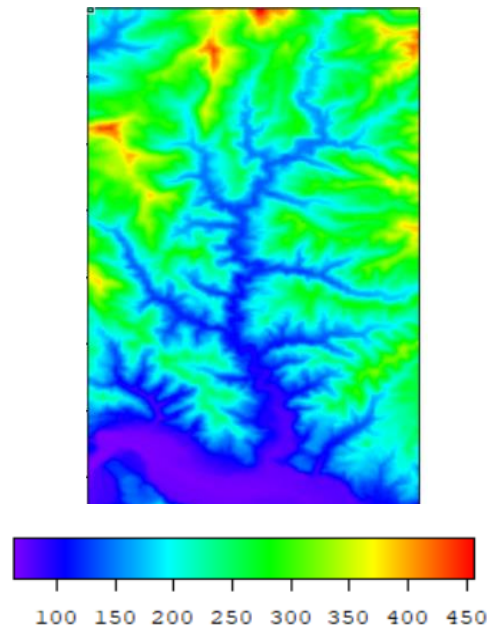


図1 芋川の地形標高分布図
(南北10km,東西4km)

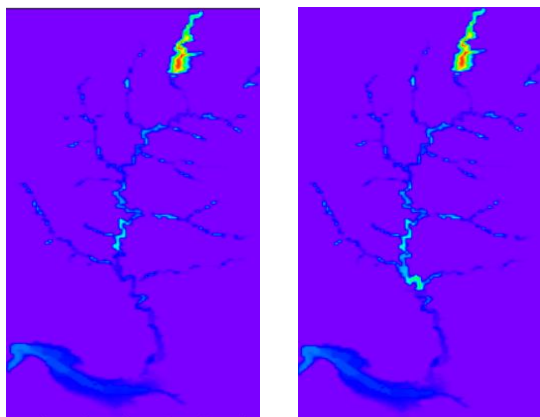
図1は芋川周辺の標高と地図を示したものである。

2.2 基礎方程式

本実験では、式(1),(2)の非線形長波方程式を使用する。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \int_{-h}^{\eta} u dz + \frac{\partial}{\partial y} \int_{-h}^{\eta} v dz = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial m}{\partial x} + \frac{\partial n}{\partial y} = 0, \quad m = \int_{-h}^{\eta} u dz, \quad n = \int_{-h}^{\eta} v dz \quad (2)$$



3. 実験結果

配布資料では抜粋して天然ダム40mの結果を記載する。

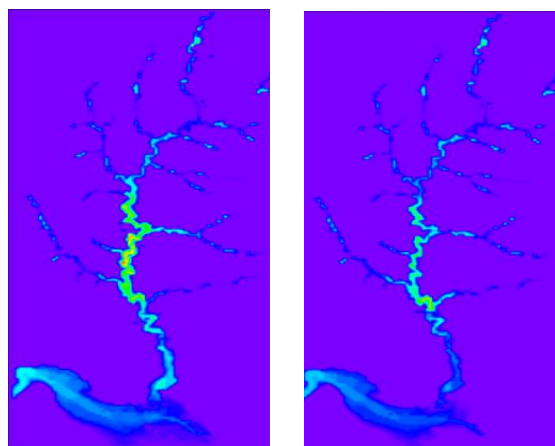


図1 砂防堰堤なし (天然ダム崩壊前) 図2 砂防堰堤10m (天然ダム崩壊前)
 図3 砂防堰堤なし (崩壊30分後) 図4 砂防堰堤10m (崩壊後30分後)

図1,図3は40mの天然ダムが崩壊した時の砂防堰堤を設置していないケースのシミュレーションで、図2,図4は、20mの砂防堰堤を設置している場合のシミュレーション結果である。下流部を見てみると砂防堰堤の設置により、水深が低減していることがわかる。

図3は、流速を時系列で比較したものである。砂防堰堤を設置していることにより、ピーク流速が減少し、ピークに達する到達時間も短縮されていることが分かった。図5,図6は天然ダムの規模ごとに応じたピーク流速の比較,天然ダム崩壊後2時間の平均流速である。天然ダムの規模が大きくなるにつれ流速は早くなっている。砂防堰堤20mのケースでは、すべてのケースで流速が低減したが,砂防堰堤10mのケースは天然ダム50m規模で砂防堰堤なしのケースの流速を上回った。

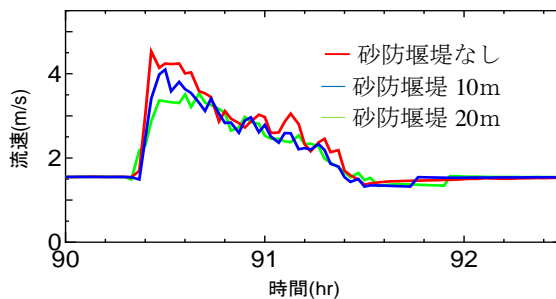


図5 流速の時系列比較

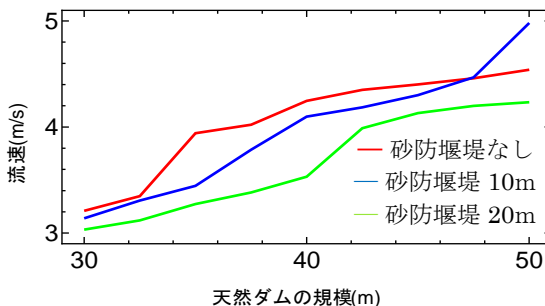


図6 ピーク流速の比較

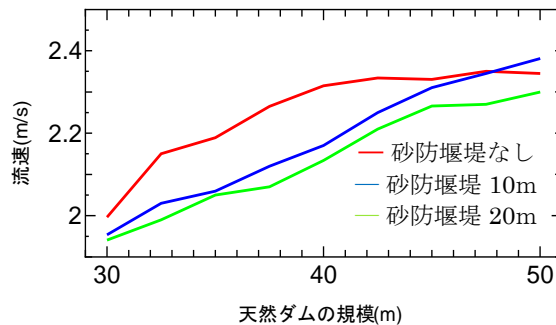


図7 平均水深の比較

4. 考察・まとめ

砂防堰堤を設置することで流速・水深の低減効果が得られたため流出する流量が減少した。

砂防堰堤を設置している2ケースは,天然ダムの規模に対して比例関係であったが,砂防堰堤なしのケースでは天然ダム40m規模で川幅が拡大するため流速・水深の上昇率が低下したと考えられる。

そのため,天然ダム50mのケースで砂防堰堤10mのケースが砂防堰堤なしのケースの流速・水深を上回ってしまった。

大規模な天然ダムに対して中途半端な規模の砂防堰堤を設置してしまうと越流落差による加速力が流速の低減効果を上回る考えられる。そのため事前に設置する砂防堰堤は、天然ダムの規模に対して有効な規模の砂防堰堤を建設しないと効果は発揮しない。

参考文献

(1)石川芳治・井良沢道也 天然ダムの決壊による
洪水流下の予測と対策 pp14 1992

(2)高山翔揮 藤本将光 里深好文 進行性崩壊によ
る天然ダム決壊過程に関する研究 砂防学会誌,
vol72 No 5,p 3-14, 2020

(3) 桜井亘 酒井良 奥山悠木 水山高久 2014年
8月台風11号時に河道閉塞で生じた侵食・土砂流出
と対策への影響 砂防学会誌
第68巻6号 2016 p4-13