

一次元河床変動計算による土石流基準地点の検討と現地比較

株式会社パスコ：○香西武蔵・坂田剛・原田駿介・川上誠博・富安蓮  
株式会社防災技術コンサルタント：石川勝章

1. はじめに

近年、これまで土砂災害警戒区域の指定を想定していなかった箇所においても土砂災害が全国的に発生している。これを背景として、国は令和2年8月に「土砂災害防止対策基本指針」の改定を実施した<sup>1)</sup>。以降、全国で高精度な地形図を用いて新規箇所の抽出が実施されている。土砂災害警戒区域の新規指定は、区域にかかる土地の関係者との慎重な合意形成が求められ、明確な設定根拠が必要となる。

本研究では、土石流を対象とした土砂災害警戒区域設定における基準地点決定の精度向上を目的として、一次元河床変動計算を実施した。具体的には、土砂堆積の開始が想定される基準地点の判定に際し、判断材料の一つとして数値解析によるシミュレーション結果を用いた。さらに、現地調査により確認された基準地点と解析結果との比較を行い、本手法の適用性および妥当性について検討した。

2. 検討手法

本検討では、岩手県が公表している新たな「土砂災害が発生するおそれのある箇所」の盛岡市内に所在する土石流のうち13渓流を対象に計算を実施した。一次元河床変動計算には、中川・高橋モデルの土石流数値解析モデル<sup>2) 3) 4)</sup>を使用した。入力ハイドログラフ作成時には、岩手県雨量統計解析報告書(令和7年4月)<sup>5)</sup>に示されている確率降雨強度曲線図(盛岡)より100年超過確率の降雨強度を求め、角屋らの式<sup>6)</sup>により洪水到達時間(tp)を求めた(表1)。これらを用いて合理式により洪水到達時間内のピーク流量を求めて、入力ハイドログラフを作成した。なお、表1に示すRcumは降雨継続時間内の累積雨量(mm)である。降雨は0~300分まで継続するものと仮定し、10分毎の降雨継続時間に対応した有効降雨強度と洪水到達時間を求めた。本検討で計算を実施した13渓流のうち、渓流Aでは流域面積0.035km<sup>2</sup>を計算条件に使用して入力ハイドログラフを算出した(図2)。計算区間の上流端からは、入力ハイドログラフに基づき水のみを供給した。計算に必要なパラメータ(表2)は一般値を使用した。

3. 計算結果

一次元河床変動計算を実施した渓流Aの計算結果を以下に示す。図3および図4は、縦断方向における河床変動の計算結果を示したものであり、図中の点線は計算開始前の初期河床位を、実線は降雨による土砂移動発生後の河床位を示している。渓流Aでは、主流路の最上流から100mほどの区間では土砂の侵食が発生し、以降下流の区間では当初の河床位に対して土砂は堆積傾向を示す結果となった。渓流内で土砂が侵食から堆積傾向に転換する地点を、シミュレーションでの基準地点候補箇所とした。

表1 入力ハイドログラフ算出条件

計算条件	算出式
流域係数…C	C=290
流出係数…fp	fp=0.7
流域面積(km <sup>2</sup> )…A	A=渓流ごとに設定
100年ごとの超過確立降雨強度(mm/hr)…Rt	Rt=651.22 / (t <sup>0.55</sup> + 0.382)
有効降雨強度(mm/hr)…Re	Re = fp
角屋らの式による洪水到達時間(min)…tp	tp = C * (A <sup>0.22</sup> )
平均降雨強度(mm/hr)…Ravg	Ravg = fp * Rcum / tp
合理式による洪水到達時間内のピーク流量(m <sup>3</sup> /s)…Q	Q = (1 / 3.6) * Ravg * A

表2 一次元河床変動計算に用いたパラメーター一覧

パラメータ	値	単位
砂礫の密度	2.6	1,000kg/m <sup>3</sup>
水の密度	1.2	1,000kg/m <sup>3</sup>
堆積土砂の内部摩擦角	35	°
堆積土砂の容積土砂濃度	0.6	-
マニングの粗度係数	0.1	-
侵食速度係数	0.0007	-
堆積速度係数	0.05	-
粒径	0.2(単一粒径)	m
河道幅	10.0(一律)	m

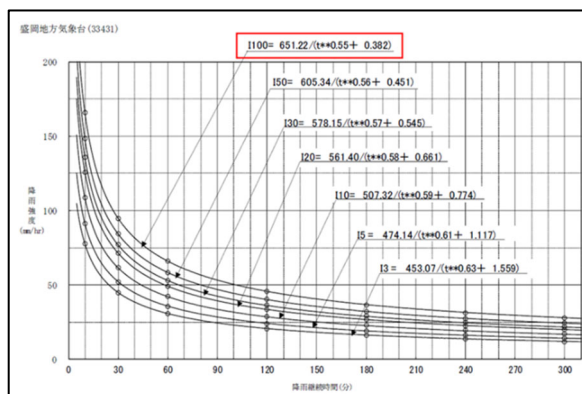


図1 参照した確率降雨強度曲線図(盛岡)  
(岩手県雨量統計解析報告書令和7年4月版より)

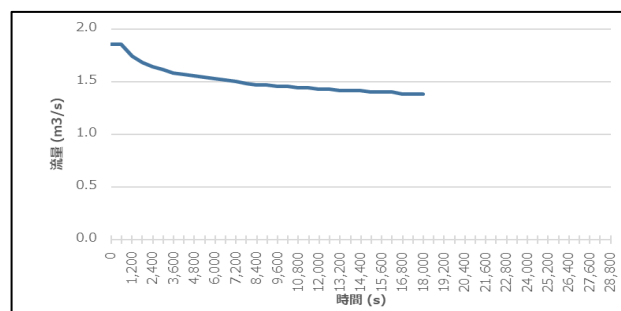


図2 渓流Aの入力ハイドログラフ

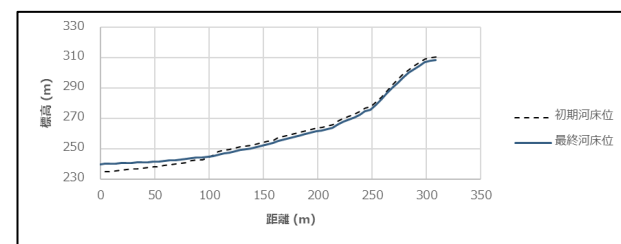


図3 渓流Aの一次元河床変動計算の結果

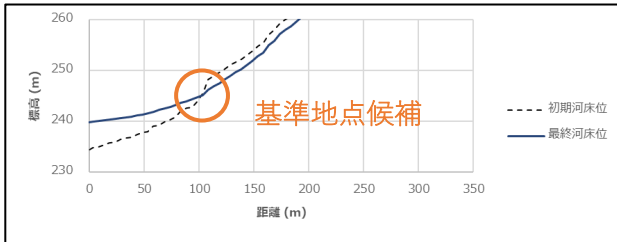


図4 溪流A 計算結果（基準点候補位置拡大）

#### 4. シミュレーション結果と現地状況の比較

シミュレーションで算出した基準地点候補地をもとに、基準地点決定のための現地調査を実施した。流域Aの基準地点候補地は流域の中腹にあたり、流域の屈曲部に該当していた。地形を現地確認した結果、計算を実施した主流路とは別に支溪が存在しており、基準地点候補地より下流で主流路と合流していることが確認された。この支溪を含めて考慮した区域設定をするにあたり、シミュレーションで算出した基準点候補地と比較した結果、溪流Aでは基準地点候補地から50mほど下流に位置する主流路と支溪の合流点を基準地点として採用した。

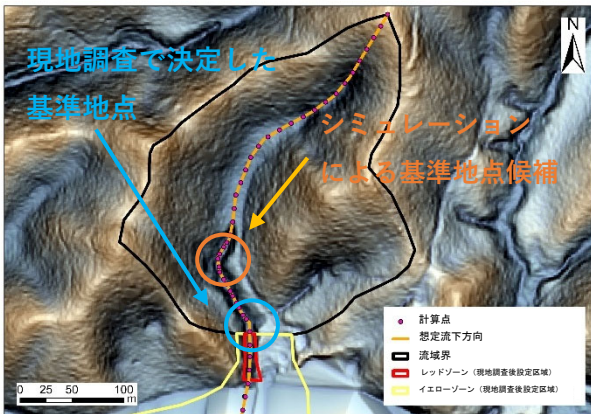


図5 基準地点候補と現地調査で決定した基準地点



図6 シミュレーションの基準地点候補の現地状況



図7 現地調査で決定した基準地点の現地状況

#### 5. 検討結果

計算を実施した13溪流の検討結果を以下に示す。計算結果に堆積開始点が明瞭に表れたのは13溪流中7溪流で、計算結果と現地調査で確認した地形状況と比較し、計5溪流で基準地点候補地の100m以内に基準点を設定することとなった。残りの6溪流では計算結果で明確な侵食/堆積の兆候が表れなかったため、現地確認のみで基準地点を設定した。

表3 計算結果と現地調査結果の比較

溪流名	計算での堆積傾向発生有無	現地確認後 基準地点決定根拠	候補地点からの 基準点位置	計算結果との関係
A	○	支溪合流点/谷出口	約50m下流地点	概ね整合
B	○	谷出口	約150m下流地点	
C	×	谷出口	-	
D	×	谷出口	-	
E	×	谷出口	-	
F	○	候補地上流保全対象より上流側の勾配変化点	約400m上流地点	
G	×	支溪合流点	-	
H	○	勾配変化点	約100m上流地点	概ね整合
I	○	支溪合流点	約100m下流地点	概ね整合
J	×	支溪合流点/谷出口	-	
K	×	谷出口	-	
L	○	狭窄部出口/勾配変化点	約100m上流地点	概ね整合
M	○	谷出口	約50m下流地点	概ね整合

#### 6. まとめ

本検討では、土石流溪流の区域設定にあたり、現地調査前に一次元河床変動計算による土砂の侵食・堆積のシミュレーションを実施し、現地調査での基準地点決定の際の検討材料の一つとして使用した。現地調査前の机上検討により流域の特性を把握することが可能であり、土砂災害が発生した際の堆積開始地点を把握可能なことは基準地点を検討する際の材料として有効であると考えられる。一方で、支溪合流点や横断構造物・保全対象など、主流路以外の要素を考慮した基準点設定を行う場合は実際に現地状況を確認する必要があり、すべての条件において一次元河床変動計算が適用可能ではないことは留意する必要があると考える。現地状況を考慮した基準地点とシミュレーション結果での基準地点の比較が行える点については、計算結果の採用/不採用にかかわらず最終的に設定した基準点に対してより強い根拠を与えることが可能であり、土石流の警戒区域告示時に関係住民への説明材料が充実することは、合意形成を図る面で有効的であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 土砂災害防止法基本方針（変更令和2年8月4日国土交通省告示第785号）
- 2) 高橋保，中川一：豪雨時に発生する石礫型土石流の予測，新砂防，Vol.44，No.3，p.47-52，1991
- 3) 中川一，高橋保，澤田豊明，里深好文：計画土石流の設定と避難計画，京都大学防災研年報，第35号B-2，p.347-371，1996
- 4) 高橋保，井上素行，中川一，里深好文：山岳流域における土砂流出の予測，水工学論文集，第44巻，p.717-722，2000
- 5) 岩手県県土整備部河川課：岩手県雨量統計解析報告書 p.24 令和7年4月
- 6) 角屋 睦，福島 晟：中小河川の洪水到達時間，京都大学防災研年報，第19号B-2，p.143-152，1976