

土石流が頻発する地域において河床上昇後に発生する土石流のリスク想定

(一財)砂防・地すべり技術センター ○太田 紘樹, 栢木 敏仁
国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 田村 毅, 宮脇 正彦

1. はじめに

土石流が発生する地域においては、土石流により発生する土砂を安全に捕捉したり、土石流の流向を制御するなどにより下流域での被害を発生させないような施設整備が進められている。また、土石流が頻発するような地域で、砂防施設における土砂堆積の進捗が著しい地域では、定期的な除石を行うことで、砂防施設の機能を低下させないように維持していくことが有効である。雲仙・普賢岳を源頭に持つ水無川流域の赤松谷川では、近年発生する土石流により床固工群に顕著な土砂堆積がみられる状況があり、このような状況が継続すれば、将来発生する土石流が施設外に氾濫して被害を発生させることが懸念される。

そこで本発表では、火山地域である雲仙・普賢岳山麓で近年顕著な土砂流出により河床が上昇傾向にある赤松谷川流域を対象とし、河床上昇後に発生する土石流に想定されるリスクについて、複数の計算条件で流下・堆積範囲を数値シミュレーションすることにより検討する。

2. 赤松谷川流域の状況

雲仙・普賢岳では、火山活動が活発な状況であったH3年以降に土石流が顕著に発生するようになり、H4年に水無川で最大13回の土石流が発生した。現在は、年に1～2回のペースで土石流が発生している状況で、いずれも、水無川流域の赤松谷川で発生している。赤松谷川では、近年でもH27年、H28年に土石流が計3回発生しており、H29年には床固工に顕著な土砂堆積が確認されている(図1)。

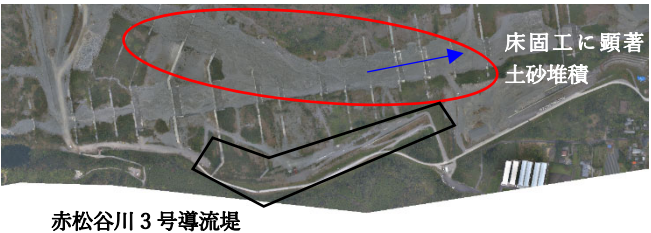


図1 平成29年度の河床状況(出典：雲仙復興事務所)

3. 数値シミュレーションによる検討ケース

土砂流出による影響で河床が上昇している状況では、河床上昇時に発生する土石流によって、整備した施設外での氾濫被害が発生する可能性がある。そこで、赤松谷川を対象として現状よりも土砂の堆積が進行した状態を想定した地形を作成し、数値シミュレーションを用いて、河床上昇により想定されるリスクについて検証を行った。数値シミュレーションの対象とする土石流は、雲仙・普賢岳火山砂防計画上で設定されている土石流とすることとし、物性値等の計算条件も同じ条件で設定する。物性値等の計算条件を表1に示す。

表1 物性値等の計算条件

項目	単位	値	備考
泥水密度	g/cm ³	1.2	既往研究より
砂礫密度	g/cm ³	2.31	密度試験結果より
代表粒径	cm	10	粒度試験結果より
堆積土砂濃度	—	0.6	一般値

表2には計算実施ケースを示す。火山地域の特徴として、噴火が発生した直後と噴火が沈静化して数年が経過した場合では流域状況が異なり、土石流の流下・堆積特性も異なることが想定される¹⁾。その状況を評価する変数としては、内部摩擦角に着目した。水無川では、H5年に発生した土石流を対象とした再現計算では内部摩擦角 $\phi=12.4^\circ$ が、H27年、H28年に発生した土石流を対象とした再現計算¹⁾では内部摩擦角 $\phi=22^\circ$ が再現性の高い値として確認されている。また、地形条件として、現在(H29年地形)に近年の土砂堆積に相当する河床上昇を加えた地形とさらに10年間の土石流で想定される河床上昇を加えた地形を設定した。

表2 計算実施ケース

case名	地形	内部摩擦角(度)	備考
case 1-1	H29地形+近年の土砂堆積地形	12.4	H5年に発生した土石流の再現計算より
case 1-2		18	12.4度と22度の中間値程度
case 1-3		22	近年の土石流より再現性が最も高いとして設定した
case2-1	H29地形+近年の土砂堆積地形+10年間の土石流後	22	さらに河床上昇を想定した状態

4. 計算結果

計算結果の例として, case1-1, 1-3, 2-1 を図 2, 3, 4 にそれぞれ示す。また表 3 には計算結果一覧を示す。

内部摩擦角の違いにより, 赤松谷川 3 号導流堤付近からの氾濫状況に違いがみられた。また, case1-3 のみ氾濫が発生しない。同じ地形条件であっても氾濫が発生しないのは, 設定した土石流条件では導流堤を越流するような流れにならず, 河道内で収まるためである。しかし, それでも, case2-1 まで河床が上昇することで氾濫することが確認できた。

表 3 計算結果

case名	内部摩擦角 (度)	氾濫の発生	計算結果
case 1-1	12.4	発生	右岸側へ少量の越流・氾濫が発生
case 1-2	18	発生	右岸側へ多量の越流・氾濫が発生
case 1-3	22	なし	河道内で土石流は流下していく
case2-1	22	発生	堤外地の土砂堆積により右岸側への越流・氾濫が発生

5. 考察

以上より, 計算結果を整理すると下記のことが言えることが分かった。

- 土石流の流下条件（ここでは内部摩擦角で表現）によって氾濫被害が発生する場合やしない場合がある。
- 河床上昇が発生することで, 氾濫被害が発生する可能性がある。
- 河床高さによっては, 氾濫被害が発生しないこともある。
- 河床上昇がより進むことで, 氾濫被害は発生することになる。

このように, 河床上昇が続けば, どのような流下条件の土石流でも氾濫が発生する可能性があるが, 氾濫が発生し始める河床高さは, 土石流の流下条件の設定によって異なってくる。すなわち, ある流下条件で氾濫しないと判定された河床高さであっても, 別の流下条件では氾濫する可能性がある。以上より, 数値シミュレーションにより土石流氾濫に対する河床上昇のリスクを評価する場合は, 土石流条件の流下条件として考えられる幅の中で複数の計算条件で流下・堆積範囲の検証を行い, 安全側の考えを持つことが重要になる。

また, 本発表では内部摩擦角 ϕ に着目して検証を実施したが, その他条件を変数として取り扱った場合の組み合わせ等も考慮した検討を行っていくことも必要である。

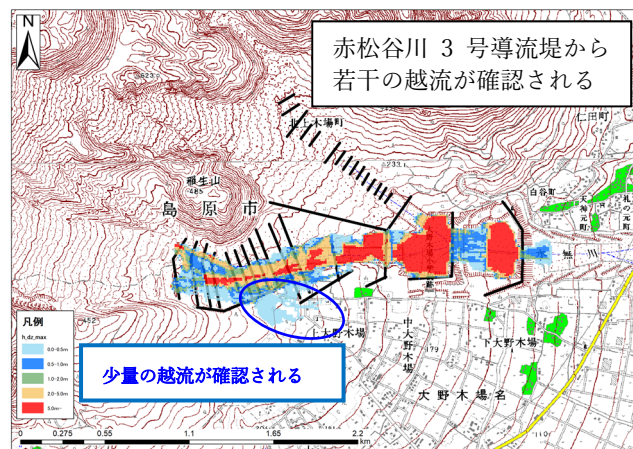


図 2 case1-1 の計算結果

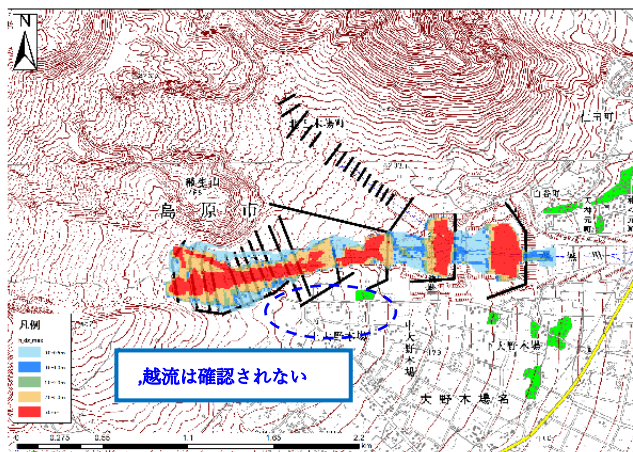


図 3 case1-3 の計算結果

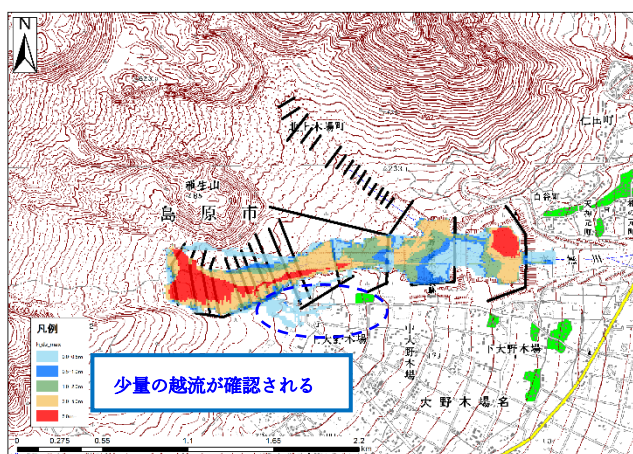


図 4 case2-1 の計算結果

【参考文献】

- 1) 太田ほか：火山地域における土石流シミュレーションの計算条件設定時の留意点, 令和元年度砂防学会研究発表会概要集, P-022, 2019