

黒神川の除石管理計画について

有嶋 哲朗¹・上小牧 和貴²

^{1,2}大隅河川国道事務所 調査第二課 (〒893-1207 鹿児島県肝付郡肝付町新富 1013-1)

活発な火山活動の継続に伴い、桜島では年間数十回の土石流が発生している。桜島の東側に位置する黒神川においても土石流が発生し、多量の土砂が下流の堆砂地へ流入している。今回、黒神川における災害防止のための除石管理について、土石流のシミュレーションを用いて検討を行った、堆砂地を効果的に活用する除石計画（掘削形状）とその管理手法の検討結果を紹介する。

Key Words : 土石流シミュレーション, 掘削形状, 除石計画, 管理手法, 除石管理計画

1. はじめに

桜島では、2000年頃まで南岳山頂火口の火山活動が活発であり、野尻川や有村川等の河川において土石流が頻発していた。その後、2008年頃まで火山活動が沈静化し土石流発生回数も減少していたものの、2009年頃より昭和火口が活発となり、桜島全体では年間数十回の土石流発生が確認されている。桜島の東側に位置する黒神川においても年間数回の土石流発生が確認されている。

(図-1)

黒神川は第一黒神川、第二黒神川、第三黒神川の3支川が、自然の地形からなる堆砂地（通称：地獄河原）へ流入し、その後1つの河川となり鹿児島湾に注いでいる。

(図-2)

本除石管理計画は、昭和火口の下流に位置し、土砂流出が顕著である第一黒神川において、堆砂地を効果的に活用するための掘削形状とその除石管理について検討を行ったものである。



図-2. 黒神川

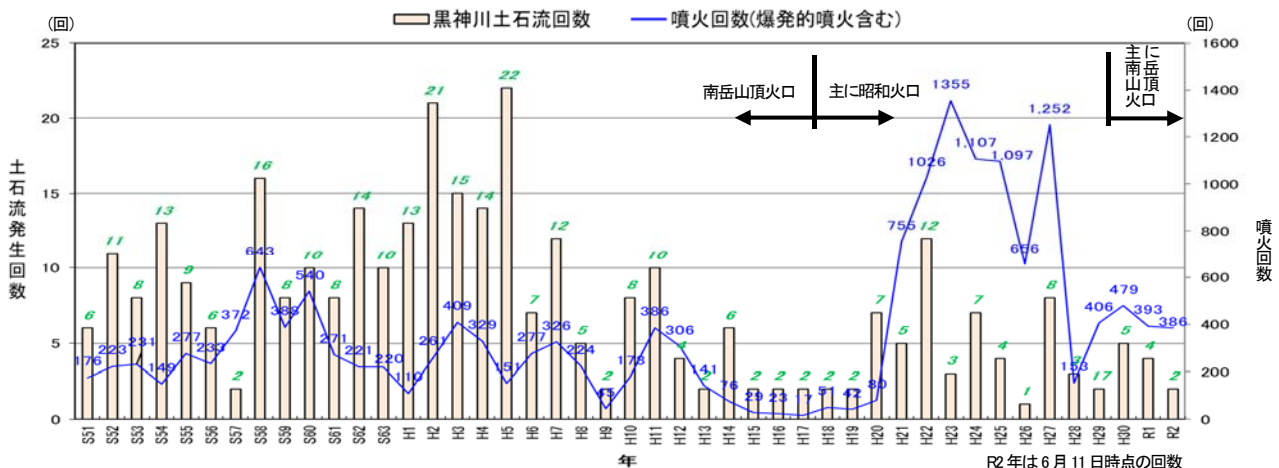


図-1. 黒神川土石流発生回数と噴火回数

2. 現状と課題

(1) 現状

第一黒神川の上流に位置する昭和火口周辺には、火山噴出物が多量に堆積しており、近年ではガリーが発達している。このことから、降雨時には火山噴出物が土石流となり、第一黒神川を流下し堆砂地へ流入・堆積していると想定される。(図-3)

また、堆砂地へ流入した土砂は、第一黒神川の勾配変化点である谷出口付近に堆積し、地盤高の低い右岸側へと土石流が流下する傾向がある。

堆砂地下流の右岸側には、集落や中学校等の資産を有しており、右岸側へ土石流が氾濫した場合、甚大な被害が生じる。平成27年6月には、家屋等への被害は無かったが、右岸側導流堤を土石流が越流する事象が発生している。(図-4)

資産を有する右岸側への氾濫を防止するため、これまでも左岸側へ導流するような施設配置や、定期的な除石を行っている。

現在は、土石流の直進性が大きいという特徴を活かして、土石流を極力下流側へ真っ直ぐ誘導するしゃもじ状の除石と、除石した土砂を活用した右岸側への盛土を行っている。(図-5)

(2) 課題

現在、しゃもじ状の除石と盛土により対応を行っているが、谷出口付近での堆積傾向は続いており、高頻度での除石が必要となっている。

今後は黒神川の土砂挙動を把握し、土砂を効率よく下流に誘導できるような除石計画が必要となっている。

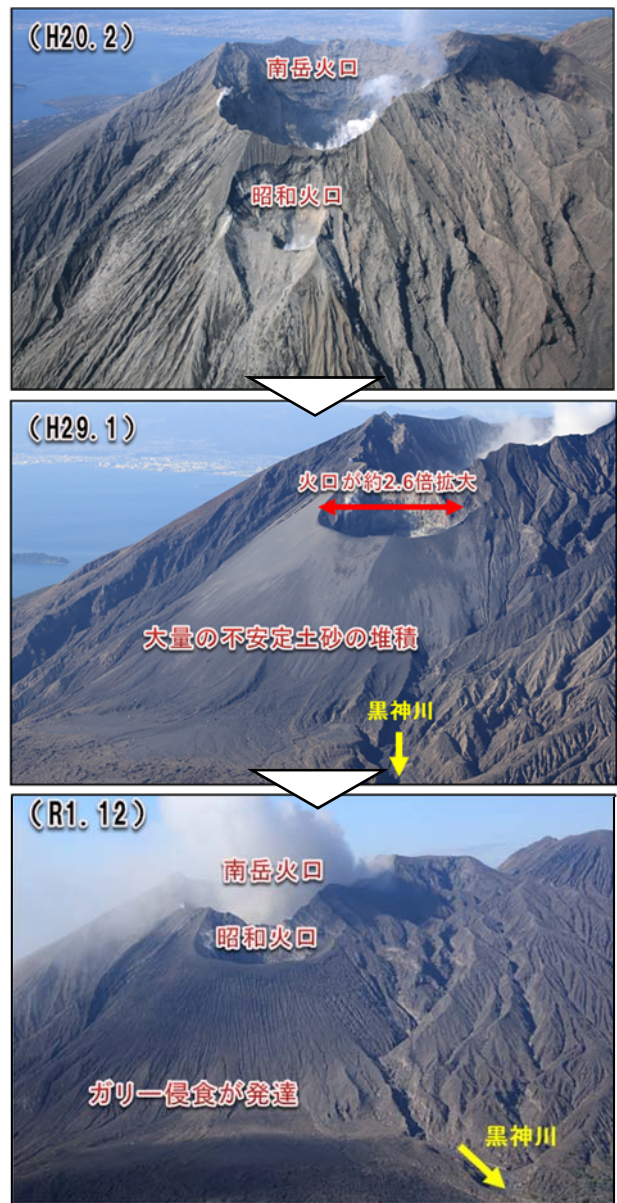


図-3. 昭和火口及び周辺の経年変化



図-4. 平成27年6月の土石流流下状況



図-5. しゃもじ状の除石と盛土

3. 堆砂地を効果的に活用する掘削形状の検討

(1) 土石流計算モデルの作成

検討に必要な土石流シミュレーションを行うために、土石流計算モデルの作成を行った。計算式に必要な定数（密度、内部摩擦角、粒径など）は、過去の調査・検討により設定されている値を用いて設定した。

再現計算については、毎年実施しているLP測量結果により算出した実績の土砂変動量を用いて確認を行った。再現対象期間は除石を行っておらず、土石流発生回数の多かった平成23年から平成24年の1年間とした。

なお、第一黒神川では土石流の観測ができていないことから、計算に投入する土石流ハイドログラフは、実績の雨量、土砂変動量等を用いて推定し作成した。

再現計算結果は、堆積範囲及び河床変動量ともにほぼ再現されていたことから、作成した土石流計算モデルを用いて検討を進めた。（図-6）

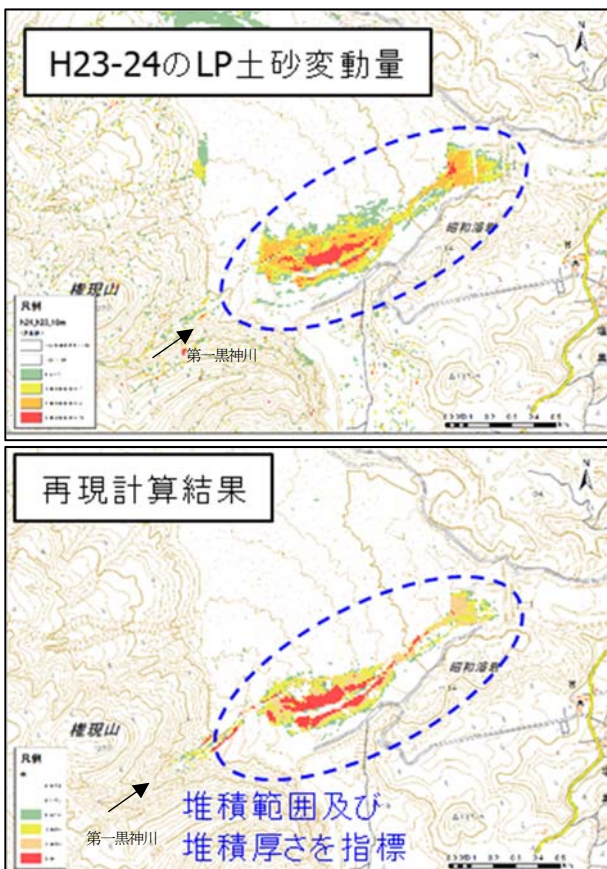


図-6. 実績と計算結果の比較

(2) 掘削形状の比較

現在のしゃもじ状の掘削形状において、現地状況から土石流を下流に誘導する一定の効果は確認できていることから、掘削形状はしゃもじ状を基本に、勾配等を変えて以下比較検討を行った。

【検討①】

しゃもじ状の呑口、出口の地盤高は変更せず、急な河床勾配を維持するため、土石流の氾濫開始点となる勾配変化点を現況より下流へ移動した。また河床勾配が異なる場合、土石流の流下状況、土砂堆積状況の変化の有無を確認するため、勾配変化点の地盤高を複数設定し比較を行った。（図-7）

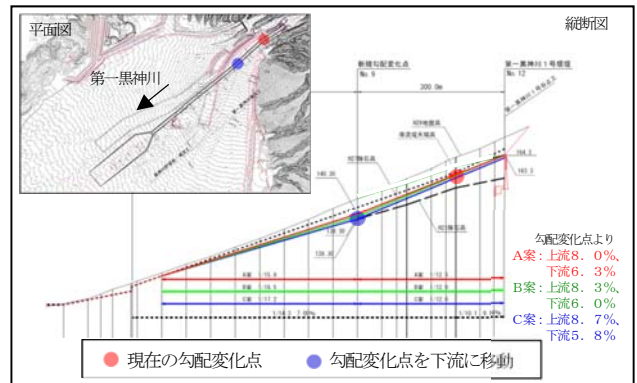


図-7. 検討①における掘削形状

【検討①の結果】

勾配変化点を現況より下流へ移動したことにより、土砂が下流側へ多く流下・堆積する結果となったが、異なる勾配とした3案の堆積傾向に顕著な差は認められなかった。

勾配変化点を下流に移動し急な勾配を維持することで、土砂を下流側へ誘導することができるが、3案とも起点・終点の標高が同じであるため、最終的に堆砂勾配が等しくなり、堆積地形に顕著な差が生じないことが分かった。（図-8）

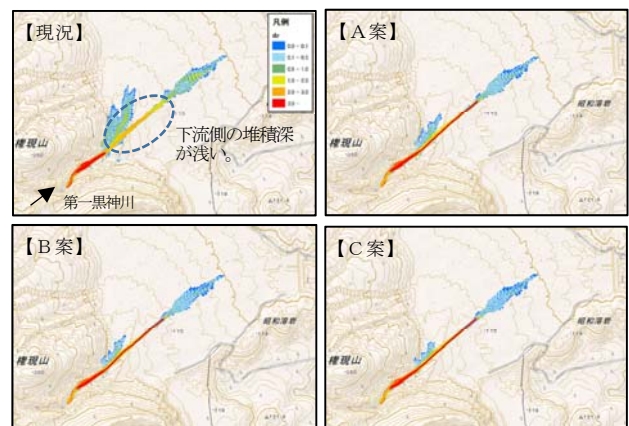


図-8. 検討①の土石流シミュレーション結果

【検討②】

谷出口付近の地盤高が上昇傾向にあることから、検討①の結果を踏まえ、検討時点の地盤高より高い地盤高を計画河床高とし、急な勾配を下流まで維持する掘削形状にて検討を行った。

なお、計画河床高は100年確率の計画規模の土石流

が発生した場合に、現在の盛土を越流しない河床高を上限とした。(図-9)

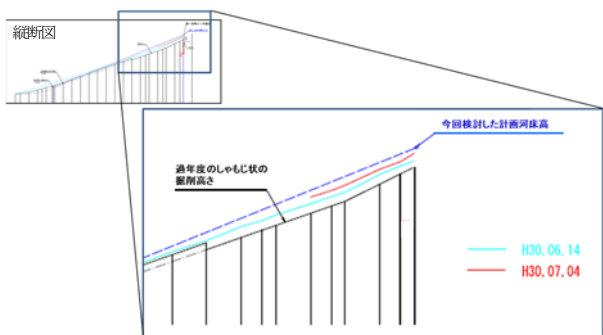


図-9. 検討②における掘削形状

【検討②の結果】

河床勾配を急にしたことにより、しゃもじ状掘削形状の最下流への堆積が顕著であり、また谷出口の地盤高を高く設定したことから、これまで土砂堆積があまり無かった左岸側への堆積を確認できた。

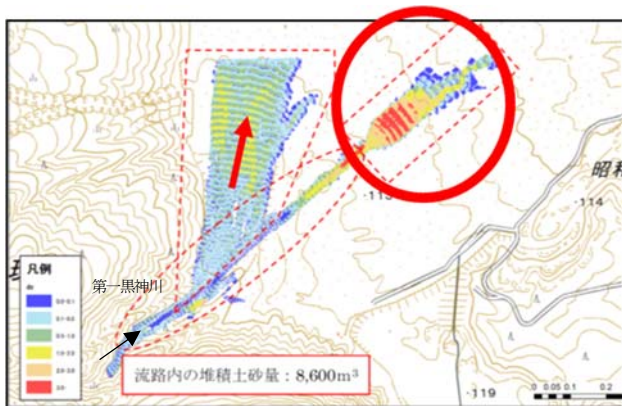


図-10. 検討②の土石流シミュレーション結果

(3) 掘削形状の決定

「(2)掘削形状の比較」において、以下理由から右岸側への氾濫を防止し、堆砂地を効果的に活用できている「検討②」の掘削形状を除石計画の初期地形とする。

- 理由①：谷出口付近への土砂堆積は少なく、しゃもじ状掘削形状の最下流への堆積が顕著である。
- 理由②：左岸側への堆積を確認。

4. 掘削形状を維持する除石開始ラインの設定

今回検討により決定したしゃもじ状の掘削形状は、右岸への氾濫を防止することを目的の一つとしていることから、以下検討方針により除石開始ラインの検討を行った。

【検討方針】

- ①土石流シミュレーションにより、右岸側盛土を土石流が越流しない「限界河床高」を設定。

- ②桜島の土石流の特徴として、連続する土石流が発生することから、連続した土石流(2波)が発生し除石ができない場合でも、右岸側盛土の越流を防止する。
- ③上記①②より、「限界河床高」まで2波の土石流分の土砂の堆砂容量を確保したラインを除石開始ラインとする。

【検討結果】

土石流シミュレーション(図-11)により、除石開始ラインとして以下(図-12)の結論が得られた。除石開始の判断は、土石流シミュレーションにおいて、右岸盛土の越流が最初に確認された測点 No. 10+50 において、TP 160.40m に達した場合(計画河床高から24cm 上昇した場合)に行うこととする。

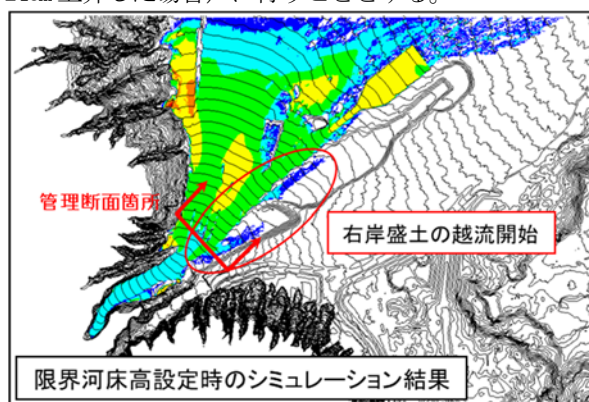


図-11. 「限界河床高」設定シミュレーション結果

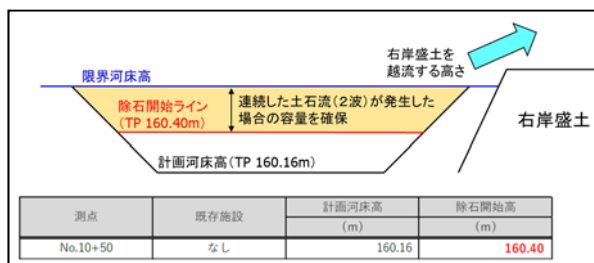


図-12. 除石開始ライン

5. おわりに

今回作成した除石管理計画は、土石流シミュレーションをもとに検討を行っており、また、土石流計算モデルに投入した土石流ハイドログラフは、実績の雨量、土砂変動量等を用いて推定し作成している。

今後、第一黒神川において発生する土石流ごとに、流出解析や地形測量等のモニタリングを実施し、作成した除石管理計画の検証・評価を行う。その結果、見直しの必要がある場合はその都度見直しを行い、除石管理計画の精度を高めていく。