

焼岳における火山噴火緊急減災ハード対策計画について

(一財)砂防・地すべり技術センター ○池田暁彦 安養寺信夫
池田 一 小林拓也
国土交通省神通川水系砂防事務所 高橋裕史*1) 浅井誠二*2)
基田隆光*3) 北川正良

1. 緒論

焼岳は岐阜県と長野県の県境に位置する標高 2,455m の北アルプス唯一の活火山である。岐阜県側には奥飛騨温泉郷、長野県側には日本有数の山岳観光地である上高地が位置しており、焼岳の噴火時には各流域において甚大な土砂災害が発生する可能性が高い。

国土交通省神通川水系砂防事務所および松本砂防事務所では、「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン」(平成 19 年 4 月、国土交通省砂防部)に基づき、平成 23 年 6 月に「焼岳火山噴火緊急減災対策砂防計画」を策定し、焼岳の噴火時において想定される土砂災害をできる限り軽減(減災)するための緊急対策を検討した。

本報告は、神通川水系砂防事務所策定した緊急減災計画のうちのハード対策について、焼岳の流域特性や噴火の特徴を踏まえ、代表的な噴火シナリオを対象に、その推移に対応した現実的かつフレキシブルな対応の基本的な考え方や、具体的な対策工法・施工計画等を紹介するものである。

2. 焼岳周辺の流域特性

焼岳山頂を源頭部とする流域は足洗谷、岩坪谷、餌掛谷の 3 流域である。流域面積および谷出口の平均河床勾配は；足洗谷 4.94km²、1/4.7；岩坪谷 6.89km²、1/10.0；餌掛谷 2.74km²、1/6.7 である。保全対象は焼岳山頂から 2km 程度まで近接しており、国道や県道とともに各溪流・河道沿いに位置する。各流域には砂防堰堤が多く整備されており、工事・管理用道路が整備されている。

3. 焼岳緊急減災ハード対策計画

(1) 計画対象現象

焼岳の過去の噴火履歴に基づき設定した計画対象現象は、噴石・降灰、溶岩流、火砕流、火砕サージ、融雪型火山泥流、降灰後の土石流、火口噴出型泥流と天然ダム形成に伴う湛水・越流・侵食である。

(2) 緊急減災ハード対策の基本方針

緊急減災ハード対策では、数値シミュレーションを用いて噴火時にハード対策によって被害の防止・軽減を図ることが可能な 1) 降灰後の土石流、2) 融雪型火山泥流、3) 溶岩流、4) 火砕流 とした。緊急減災ハード対策の基本方針は図-1 の通りである。

(3) 緊急減災ハード対策計画

焼岳周辺においては、噴火時には短時間で被害が発生する可能性があること、流域内には砂防堰堤が多く整備されているために新たに砂防施設を整備する場所が限定されていること、既設砂防堰堤へのアクセスが比較的容易であることなどの特性を踏まえ、対策の基本方針に基づき対策工法・工種を a) 既設砂防堰堤の除石、b)

■対策の基本方針■

- 想定される被害を防止・軽減できる効果的(現実的)な対策工ならびに施設配置・施工計画を検討する。
- 工事関係者の安全を確保できる施工方法を用いる。
- 下流域での被害に対して、効果的な対策の実施が可能な地点において対策を図る。
- 対策は保全対象への現象の直撃を防止や氾濫被害を防止可能な地点で実施する。

■対策工■

- 短時間で施工可能な構造・工法(無人化施工の可否、施工性、段階的施工の可否、資機材の調達、備蓄等について留意)とする。
- 想定噴火口の位置、噴火警戒レベルに基づく規制範囲等を考慮して整備優先順位を検討する。
- 想定される規模(計画規模)とともに中小規模の現象や複数回の発生を想定した対策を検討する。
- 被害が生じないとされる現象に対して、想定以上の規模が発生する可能性があることに留意した対策を検討する。

図-1 緊急減災ハード対策の基本方針

既設透過型砂防堰堤の透過部の閉塞、c) コンクリートブロック積砂防堰堤の整備、d) 大型土嚢を用いた導流堤の整備 とした。対象施設はアクセス性がよく、資機材搬入が可能な箇所とし、a)は土砂生産抑制機能に支障がない堰堤を対象とした。また、d)は中詰材に砂防ソイルセメントを用いて連結するものとした。なお、これらの対策工法は無人化施工によって実施することも想定して検討した。図-2 に緊急減災ハード対策計画を示す。

(4) 噴火状況に応じた緊急減災ハード対策対応計画

焼岳の噴火状況・噴火口の位置、噴火警戒レベルに応じた緊急減災ハード対策対応計画について図-3 に示す。以下に計画策定の留意点について示す。

■整備の優先順位

- ・ 噴火警戒レベルに基づく規制等を考慮し、各流域では上流から下流、本川の順に対策を実施する。
- ・ 噴火口の位置と対策範囲を選定するが、噴火警戒レベル 2 までは降灰後の土石流の影響がある岩坪谷を重点的に整備する。

■無人化施工計画

- ・ 噴火警戒レベル 4 で想定される火砕流、ならびに噴石等によって工事関係者の安全が確保されない状況(噴火時、夜間等)において実施する。

4. 今後の課題

今後は、今回検討した緊急減災ハード対策計画の効果について数値シミュレーション等によって検証し、必要に応じて、さらに迅速かつ効果的な対策工や施工計画を検討する。また、噴火時における速やかな対応や対策工を実施するために、実際の重機等を用いた試験施工(特に無人化施工)を行う。

*1) 前 神通川水系砂防事務所長、*2) 現 立山砂防事務所、*3) 現 金沢河川国道事務所

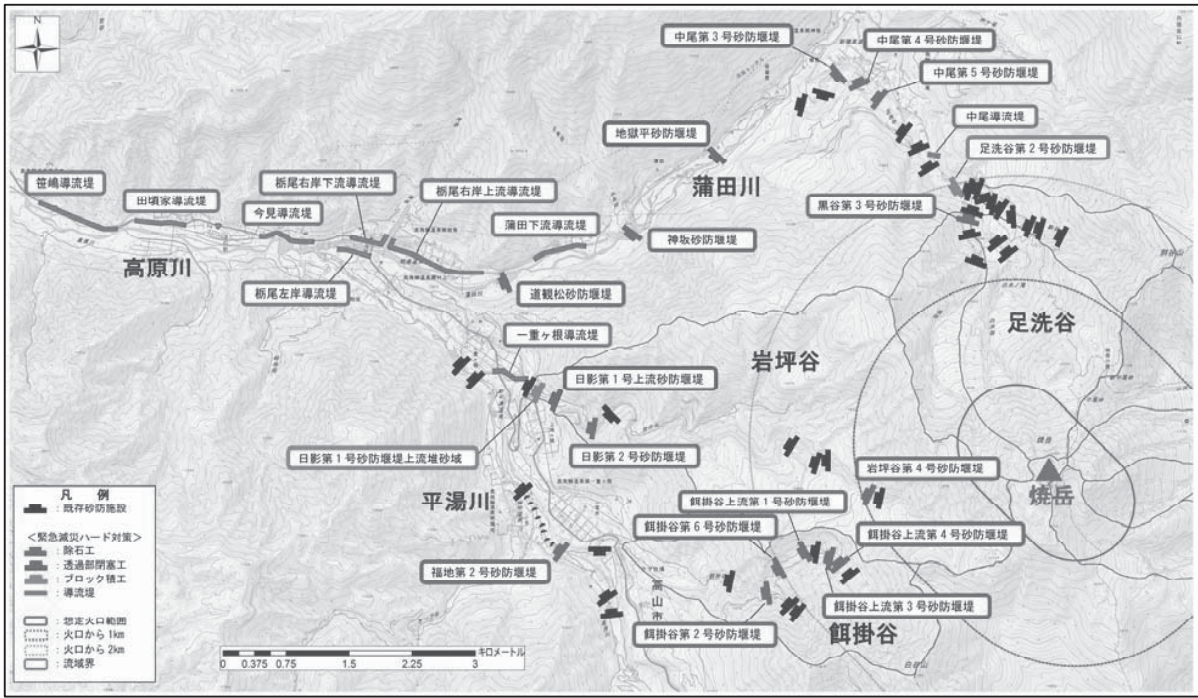


図-2 緊急減災ハード対策計画

火山活動の推移と噴火警戒レベル	噴火に伴い想定される現象	焼岳火山噴火緊急減災対策対応計画		
		実施方針	減災の対象現象：想定影響範囲	緊急減災ハード対策
【火山活動の高まり】 ●山体浅部での火山性地震・微動増加 【小規模水蒸気噴火発生】 ●小規模な水蒸気噴火が発生し、火口から概ね1kmまで噴石が飛散。 【大規模水蒸気噴火発生】 ●大規模な水蒸気噴火が発生し、火口から概ね2kmまで噴石が飛散。	(レベル1)	※噴火時に各種の防災対応を迅速に実施するため、平時からの準備を進める	-	●施工業者との工事発注に係る協定等の平時準備 ●無人化施工訓練の実施 ●緊急減災ハード対策資材（大型土嚢袋、コンクリートブロック等）の数量把握と備蓄 ●契約準備 ■既設砂防堰堤の除石（有人施工） <岩坪谷> 岩坪谷4号砂防堰堤
【大規模水蒸気噴火発生】 ●大規模な水蒸気噴火が発生し、火口から概ね2kmまで噴石が飛散。	(火山規制2)	※火口位置の特定 ※今後の火山活動に応じて緊急減災対策を円滑に行うため、情報収集や対策実施のための事前準備に着手する	■噴石 ：火口から1km飛散 ■降灰 ：山腹斜面1~2cm降灰 ■降灰後の土石流 (2年超過確率規模雨量の4回連続) ●岩坪谷からの流出により、一重ヶ根地区および国道471号が被災 ●足洗谷と鶴掛谷では河道内を流下、氾濫被害は想定されない ■火口噴出型泥流 ：火口から直接噴出 (※1962年噴火実績 $1.720m^3$)	■緊急減災ハード対策の工事箇所 に避難壕（シェルター）を設置 プレキャストボックスカルバート等 ■既設砂防堰堤の除石（有人施工） <足洗谷> 黒谷第3号砂防堰堤、中尾第3号砂防堰堤、中尾第4号砂防堰堤、中尾第5号砂防堰堤 <岩坪谷> 日影第1号砂防堰堤、日影第1号上流砂防堰堤、日影第2号砂防堰堤 <鶴掛谷> 鶴掛谷上流第1号砂防堰堤、鶴掛谷上流第3号砂防堰堤、鶴掛谷上流第4号砂防堰堤 ■コンクリートブロック護岸の整備（有人施工） <足洗谷> 足洗谷第2号砂防堰堤（嵩上げ工） ●大型土嚢による護岸の整備（有人施工） <足洗谷> 中尾導流堤 ※設置型火山泥流の噴出・流出抑制の事前対策
【大規模噴火発生】 ●大規模な噴火の発生 【噴岩噴火発生】 ●噴岩流出あるいは溶岩ドームの形成	(火山規制3)	※噴火活動の活発化に伴い、緊急減災対策の実施内容の決定、対策の開始を判断する	■噴石 ：火口から2km飛散 ■降灰 ：山腹斜面5~10cm降灰 ■降灰後の土石流 (2年超過確率規模雨量の4回連続) ●岩坪谷からの流出により、一重ヶ根地区および国道471号が被災 ●足洗谷と鶴掛谷では河道内を流下、氾濫被害は想定されない ■天然ダム （開塞高：足洗谷10m、岩坪谷10m） ●足洗谷、岩坪谷ともに上流域に被害をおよぼす浸水は発生しない	■既設砂防堰堤の除石（有人施工） → レベル2と同様 ■コンクリートブロック護岸の整備（有人施工） <岩坪谷> 日影第1号砂防堰堤護岸 ■既設護岸の護岸の護岸の護岸（有人施工） <洞川> 地獄平砂防堰堤 ※火砕流に対して流下到達時間を遅延させる効果により、下流への被害を軽減（減災）するため実施する。また、想定規模以上の天然ダムに対しても効果も期待する。
【火砕流発生】 ●溶岩ドームの前壊による火砕流の発生 【噴岩噴火発生】 ●噴岩流出あるいは溶岩ドームの形成	(避れレベル4)	※緊急減災対策工事中の安全確保、工事継続・再開のための状況監視、対策計画の見直しを実施する ※マグマ噴火移行に伴い、火砕流の流下で想定される工事箇所では施工方法を無人から無人へ切り替える	■火砕流 （ $350万m^3$ ） ●岩坪谷および鶴掛谷の上流が火口の場合、一重ヶ根地区と国道471号が被災。 ●足洗谷の上流が火口の場合、中尾地区と国道475号が被災。 ■天然ダム （開塞高：足洗谷30m、岩坪谷15m） ●足洗谷、岩坪谷ともに下流域に被害をおよぼす浸水は発生しない ■設置型火山泥流 (100年超過確率規模雨量) ●岩坪谷の上流が火口の場合、一重ヶ根地区と国道471号が被災 ●足洗谷の上流が火口の場合、県道475号が被災	■緊急減災ハード対策の無人施工による実施 ※マグマ噴火移行に伴い、火砕流の流下で想定されるため、施工方法を無人から無人へ切り替える。 ■既設砂防堰堤の除石（無人施工） <洞川> 道観松砂防堰堤、神坂砂防堰堤 <岩坪谷> 日影第1号上流砂防堰堤（堆砂状況に応じて実施） <平湯川> 福地第2号砂防堰堤 ※岩坪谷に対して流下到達時間を遅延させる効果により、下流への被害を軽減（減災）するため実施する。また、想定規模以上の天然ダムに対しても効果も期待する。 ■大型土嚢による護岸の整備（無人施工） <洞川> 今見導流堤、田原家導流堤、笹崎導流堤 ※工事箇所によって有人施工で安全性を確保できない場合には、無人施工を採用する。 ■大型土嚢による護岸の整備（無人施工） <岩坪谷> 一重ヶ根導流堤、橋尾右岸下流導流堤、橋尾右岸上流導流堤 橋尾左岸導流堤
【火砕流発生】 ●溶岩ドームの前壊による火砕流の発生 【設置型火山泥流発生】 ●積雪期における火砕流による設置型火山泥流の発生	(避れレベル5)	※状況によって工事を中止、工事再開のための状況監視、対策計画の見直しを実施する ※火砕流および設置型火山泥流の流下で想定される工事箇所では施工方法を無人から無人へ切り替える	■火砕流 （ $350万m^3$ ） ●岩坪谷および鶴掛谷の上流が火口の場合、一重ヶ根地区と国道471号が被災。 ●足洗谷の上流が火口の場合、中尾地区と国道475号が被災。 ■天然ダム （開塞高：足洗谷10m、岩坪谷10m） ●足洗谷、岩坪谷ともに上流域に被害をおよぼす浸水は発生しない	■既設砂防堰堤の除石（有人施工） <岩坪谷> 日影第1号砂防堰堤、日影第1号上流砂防堰堤
【活動の終息】 ●地震活動低下等	あるいは1	※工事の安全管理を考慮しながら、緊急ハード対策の再開、対策計画の見直しの誘導、避難対策を支援する	■降灰後の土石流 (2年超過確率規模雨量の4回連続) ●岩坪谷からの流出により、一重ヶ根地区および国道471号が被災 ●足洗谷と鶴掛谷では河道内を流下、氾濫被害は想定されない	■既設砂防堰堤の除石（有人施工） <岩坪谷> 日影第1号砂防堰堤、日影第1号上流砂防堰堤

図-3 緊急減災ハード対策対応計画