

3. 緊急ハード対策ドリル

3.1 基本方針

緊急ハード対策は、保全対象の被害軽減、避難路等の安全確保を目的として、限られた対策期間で可能な限り保全対象上流での土砂捕捉や減勢、流向制御等を実施する。

砂防施設の整備箇所においては除石工により土砂捕捉量の増加を図るなどといった早急を実施できる対策が効果的であることから、平常時からの施設整備が重要となる。砂防施設がない場所では、噴火活動の状況に応じて、仮設堰堤工や仮設導流堤工等を施工する。

緊急ハード対策は、土砂捕捉及び一時貯留などで減勢させる施設や、導流により流向を制御する施設などを可能な限り施工し、被害を防止・軽減する。限られた期間内でも有効な対策を実施するため、平常時からの施設整備を検討する。

対策対象は「火口噴出型泥流・融雪型火山泥流」「降灰後の土石流」とし、流出する土砂を捕捉するため、既設施設の除石工や仮設堰堤工を計画する。地形条件や河川と保全対象との位置関係などの地域特性を十分把握し、実施可能期間において迅速かつ効果的に実施可能な対策工法で、工事従事者の安全にも配慮した施工箇所や施工方法を選定する。

ただし、緊急ハード対策では対応可能な現象の規模などには限界があることに留意する。緊急ハード対策の基本方針を図 3-1に示す。

対象となるハード対策箇所については、安全に施工可能な箇所を想定しているが、対策を実施する場合には、現地状況を勘案して、必要に応じて無人化施工など作業員の安全に配慮した施工方法を採用すること。

なお、緊急的な対策施工に必要となる資機材について、緊急施工が迅速に実施できるように、資機材の数量や保有場所などをデータベースなどに整理するとともに、必要に応じて予め備蓄しておく。

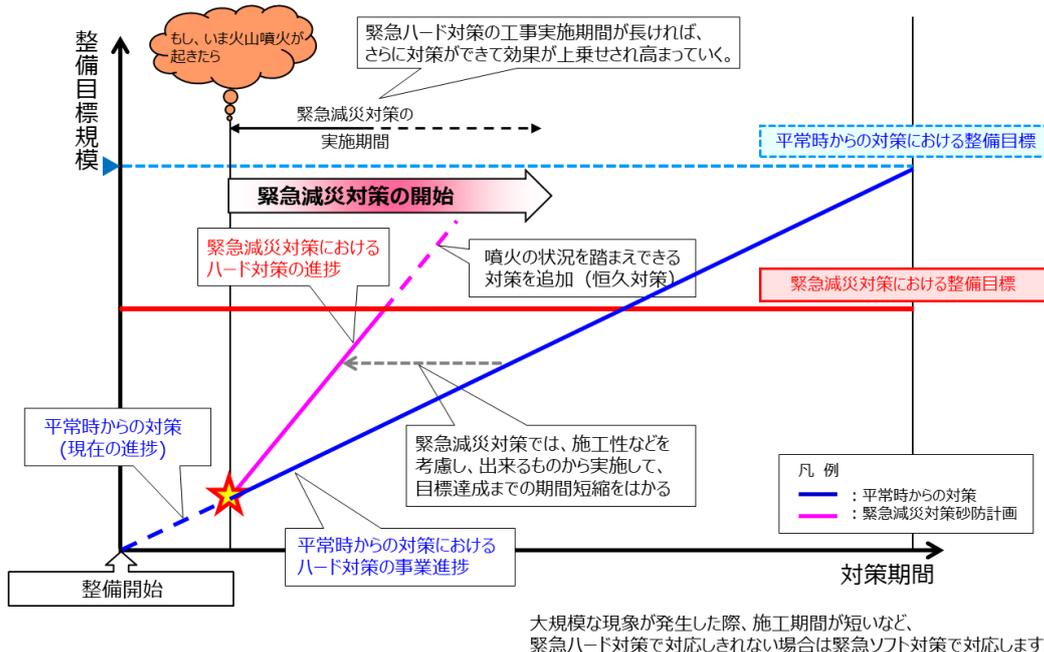


図 3-1 緊急ハード対策の基本方針

【実施時期・対象】

時期：噴火発生後とし、噴火前は事前準備のみとし現地施工は実施しない。

道路除灰による道路啓開や、工事の安全管理体制の構築後とする。

対象：立入規制範囲外の火口噴火型泥流・融雪型火山泥流・降灰後の土石流発生の危険がある溪流

【対策工】

- 用地の制約が少ない既設堰堤の除石工を優先（土石流）
- 堰堤工による土砂の捕捉（下流へ流出する土砂量の軽減）を基本（土石流）
- 堰堤が未整備の溪流では、仮設のコンクリートブロック積み堰堤工・導流堤（撤去可能な構造）を検討

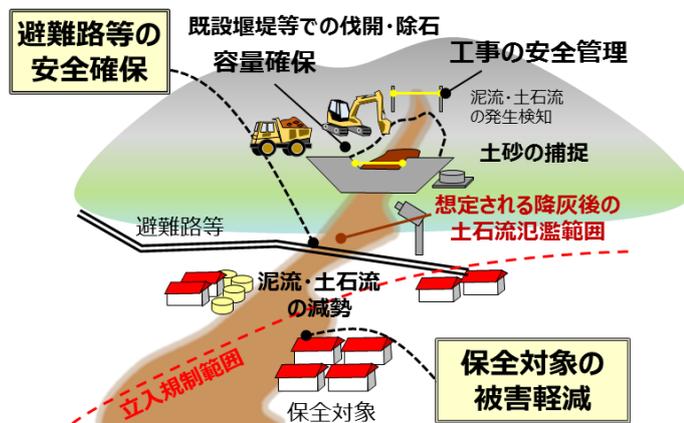


図 3-2 緊急ハード対策イメージ

3.2 工法・構造の考え方

緊急ハード対策では、地形条件や河川と保全対象との位置関係などの地域特性を十分把握し、迅速かつ効果的に実施可能な対策工法を選定する。また、現在整備されている砂防施設を積極的に有効利用しながら緊急時に実施する対策工法を選定する。

工法・構造等の概要は以下のとおりである。

① 既設砂防施設の堆砂域における除石工

除石工は、既設砂防施設の堆砂土砂を掘削することにより、捕捉土砂量を確保・拡充することを目的に実施する。除石した土砂は、仮設導流堤に使う大型土のうの中詰材等への流用、土砂置き場などへの運搬を検討する。

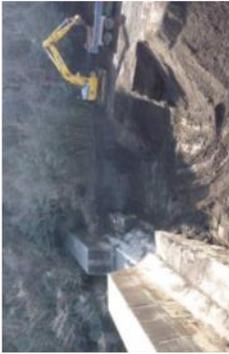
② 仮設堰堤工

仮設堰堤工は、既設砂防施設が整備されていない箇所、コンクリートブロック等を設置し、流下土砂を捕捉することで、下流への被害軽減を目的に実施する。

③ 仮設導流堤工

仮設導流堤工は、大型土のうやコンクリートブロック等を設置して、土石流等が保全対象を直撃することを防ぎ、下流域へ導流させることを目的に実施する。

表 3-1 緊急ハード対策の事例

工法	仮設堰堤工	既設堰堤の除石工	仮設導流堤工	
構造	コンクリートブロック	—	大型土のう (耐候性)	
施設機能	捕捉・一時貯留	捕捉・一時貯留	導流・氾濫防止	
施工イメージ	 <p>出典：国土交通省多治見砂防国道事務所アクリルレスより抜粋（御嶽山）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アクリルレスが容易であること 	 <p>出典：国土交通省宮崎河川国道事務所IPより抜粋（霧島山新燃岳）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設の上流側へアクリルレスでできること ・容易に作業を開始できる ・作業した分の効果が期待できる 	 <p>出典：国土交通省「火山災害とその対策」より抜粋（三宅島）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保全対象と対策区間（河川や道路沿いなど）の幅がある程度確保できること ・現地発生土砂を中詰材として利用できる ・資材（土のう袋）の備蓄が容易 	 <p>出典：国土交通省九州地方整備局「緊急土石流対策工事（都城市）」より抜粋（霧島山新燃岳）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの組合せで施工が比較的容易 ・ブロックの製作に約3週間かかる ・備蓄場所の確保が必要
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの組合せで施工が比較的容易 ・既設防災施設がない箇所へ配置するだけで効果が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・土砂の仮置き場が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・製作に約3週間かかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・土砂の仮置き場が必要となる
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・製作に約3週間かかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・土砂の仮置き場が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・土砂の仮置き場が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・土砂の仮置き場が必要となる
日当たり施工量※	50個程度/日	100m ³ /日 (およそスタンプ20台分)	88個程度/日	50個程度/日

※ 1 パーティ・8 時間作業を想定した施工量。

設置のみの時間であり、資機材調達・製作など準備工にかかる時間は含んでいない

3.3 施設効果量の考え方

降灰後の土石流は「砂防基本計画策定指針（平成28年4月）」に基づき、計画堆砂勾配を元河床勾配の2/3として算出する。火口噴出型泥流・融雪型火山泥流については、泥水と土砂を捕捉するため、計画堆砂勾配を水平として算出する。

(1) 降灰後の土石流

降灰後の土石流については、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 平成28年4月」に基づき算出する。なお不透過堰堤の場合、貯砂量は施設効果量に見込まれないが、緊急除石を実施した場合は、除石量を施設効果量として見込む。

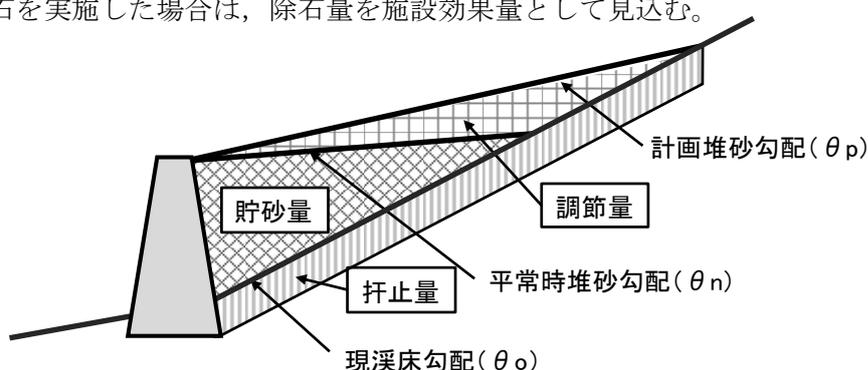


図 3-3 降灰後の土石流の効果量の考え方

出典：砂防基本計画策定指針（平成28年4月）に一部追記

(2) 火口噴出型泥流・融雪型火山泥流

砂防堰堤による施設効果量は、既設不透過堰堤の場合施設効果を見込まない。透過堰堤の場合、仮説堰堤の場合は計画堆砂勾配を水平として施設効果量を算出する。また、導流堤により氾濫を抑制する際は、火口噴出型泥流・融雪型火山泥流の水位+余裕高が、導流堤を超えないように施設を計画する必要がある。

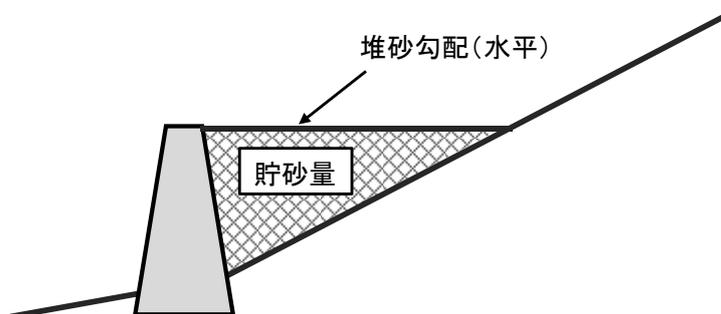


図 3-4 火口噴出型泥流・融雪型火山泥流の効果量の考え方

(火口噴出型泥流及び融雪型火山泥流のシナリオにおいて、堰堤による土砂の捕捉は現時点で想定していない)

3.4 緊急ハード対策施設配置

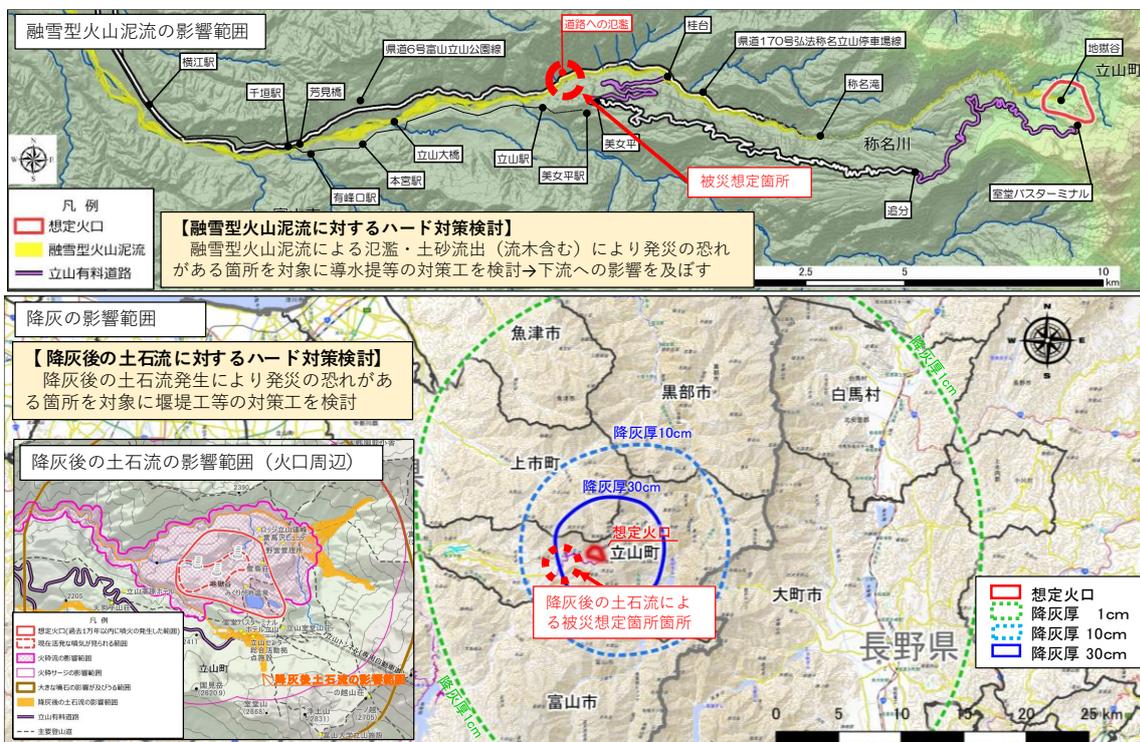
緊急ハード対策では、火山噴火に伴い発生する現象に対して、土石流等の捕捉や甚大な被害が発生しない区域への導流などの効果を最大限発揮できる配置を検討する。

噴火により発生する現象はその時々々の火山活動状況により事前の想定から相違することに留意する。

また火山活動により地形条件などが変化することがあるため、リアルタイムハザードマップなどにより流出範囲を再検討して、緊急対策ドリルを修正して対応することが必要である。

緊急ハード対策を実施する際には、選定箇所の地形及び土地利用の制約条件などに配慮する。

- 避難路及び避難場所を含む下流保全対象への減災効果が見込める場所を選定する。
- 緊急ハード対策は、住民避難の妨げとならないような場所において実施するため、避難路などの上流域における対策を基本とする。
- 工事従事者の緊急退避や避難が可能な場所を抽出する（噴火警戒レベルに応じた地域防災計画上の規制区域内では原則実施しない）。



※：火山噴出型泥流の影響範囲は火山噴出型泥流に伴う融雪型火山泥流の影響範囲に内包されるため、対策は融雪型火山泥流を対象とする。

図 3-5 流出範囲の検討結果に基づいた緊急ハード対策の検討イメージ

3.5 緊急ハード対策ドリル

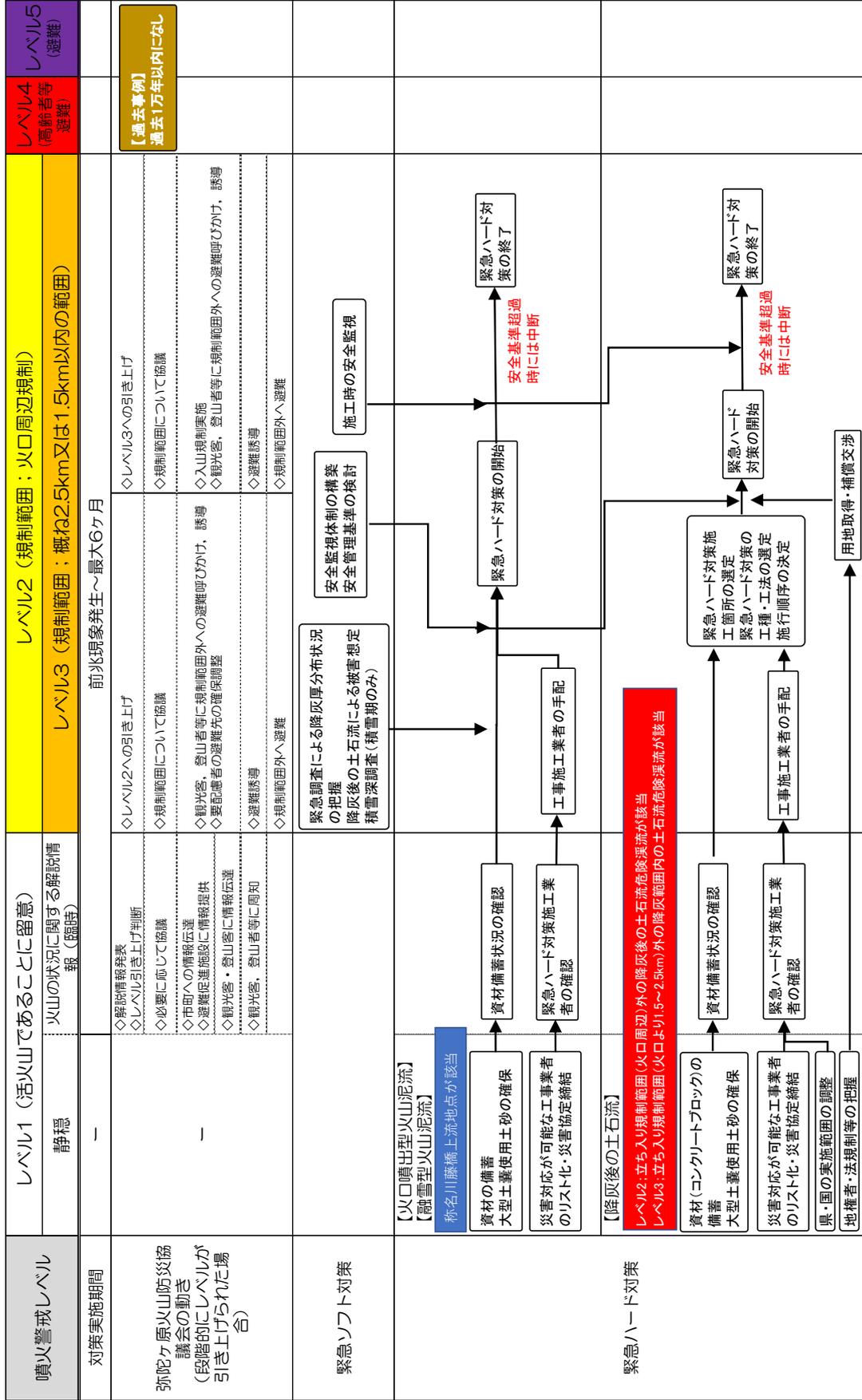
緊急ハード対策ドリルは、対策の方針に基づいて、可能な限り被害を軽減するための緊急ハード対策の実施事項をとりまとめる。

緊急ハード対策ドリルでは、発生現象に対応した具体的な工種・工法，仮設方法，施設配置などを，噴火シナリオの時系列的な推移にあわせてまとめる。弥陀ヶ原では，水蒸気爆発による突発的な噴火が想定され，前兆現象から噴火までの時間軸は整理されていない。そのため，ハード対策は噴火後（噴火警戒レベル2）より開始することを想定する。

弥陀ヶ原でハード対策の対象となる土砂移動現象は，火口噴出型泥流・火口噴出型泥流に伴う融雪型火山泥流，降灰後の土石流となる。火口噴出型泥流・火口噴出型泥流に伴う融雪型火山泥流については，突発的な噴火により発生する現象のため，弥陀ヶ原火山防災協議会や専門家による現在噴火状況や今後の水蒸気噴火発生の可能性を検討し積雪状況と併せ災害リスクを検討し施工を実施する。

降灰後の土石流については，降灰範囲が広範囲にわたると想定される。そのため緊急調査等による降灰範囲や氾濫想定範囲の予測結果をもとに，保全対象の有無等より対策溪流を選定し，ハード対策を実施する。

図 3-6 緊急ハード対策の時系列方針



(1) 降灰後の土石流に対するハード対策実施箇所の選定について

降灰後土石流が発生するリスクと、降灰厚の関係については火山灰等の性質により異なるため、一概に何 cm 以上が危険であると設定することが困難である。土砂災害防止法では降灰厚 1 cm 以上の溪流を、降灰後の土石流発生リスクがあるとして、緊急調査の対象としているが、ハザードマップ等で想定されている降灰厚 1 cm 以上の範囲は広く対象溪流数が膨大になる。一方、実際の降灰範囲は噴火時の風向きに大きく左右される。図に参考として日ごとの降灰範囲を算定した結果を示すが、日ごとの降灰範囲は幅 10km 程度で帯状に広がっている。弥陀ヶ原で現在想定されている噴火現象は水蒸気爆発であり、過去の事例を見ても、噴火が長期化する可能性が高くなく、実際の噴火により降灰厚 1 cm 以上となる溪流数はハザードマップの降灰範囲で包括される数よりも少なくなると考えられる。

そのため、降灰後土石流対策の実施箇所については、緊急調査で把握された降灰厚分布をもとに、図に示すフローに基づき対象溪流を選定し対策を講じる方針とする。

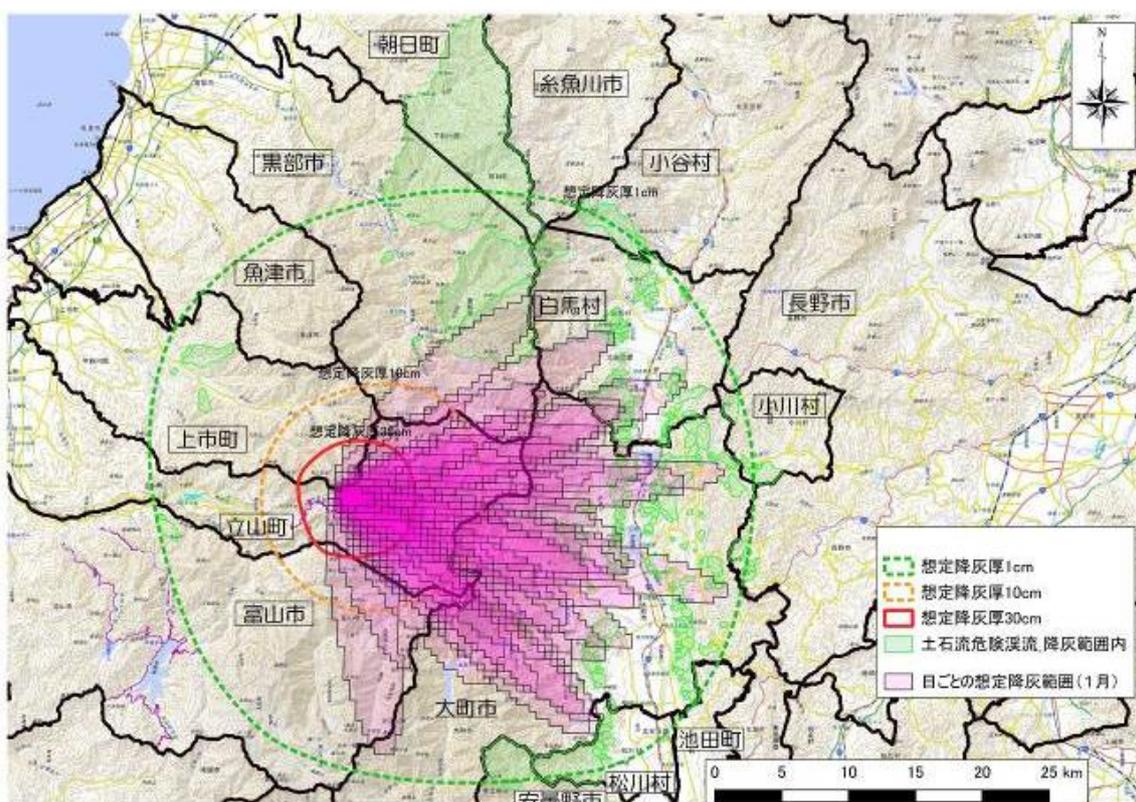


図 3-7 日ごとの降灰量計算結果

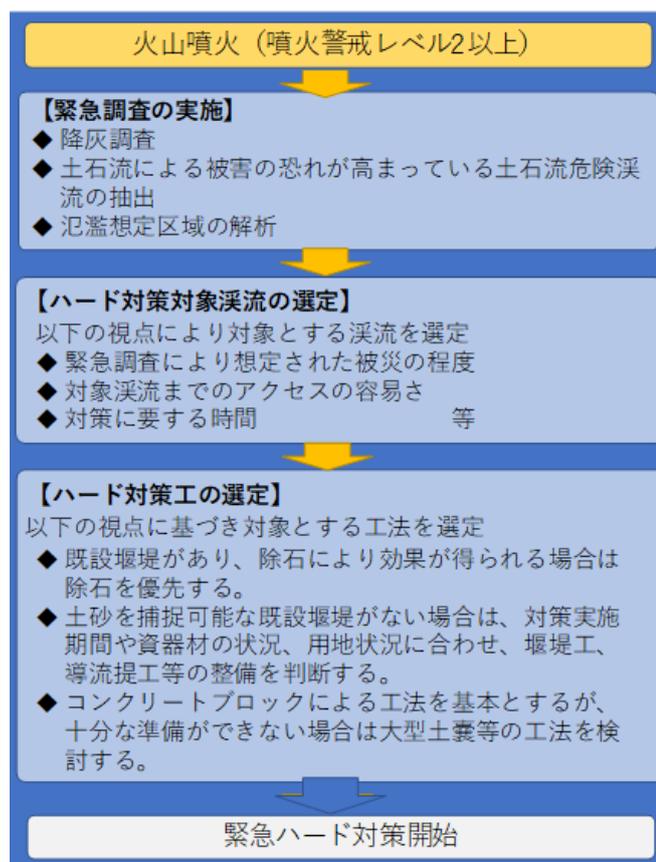


図 3-8 降灰後土石流対象渓流の選定フロー

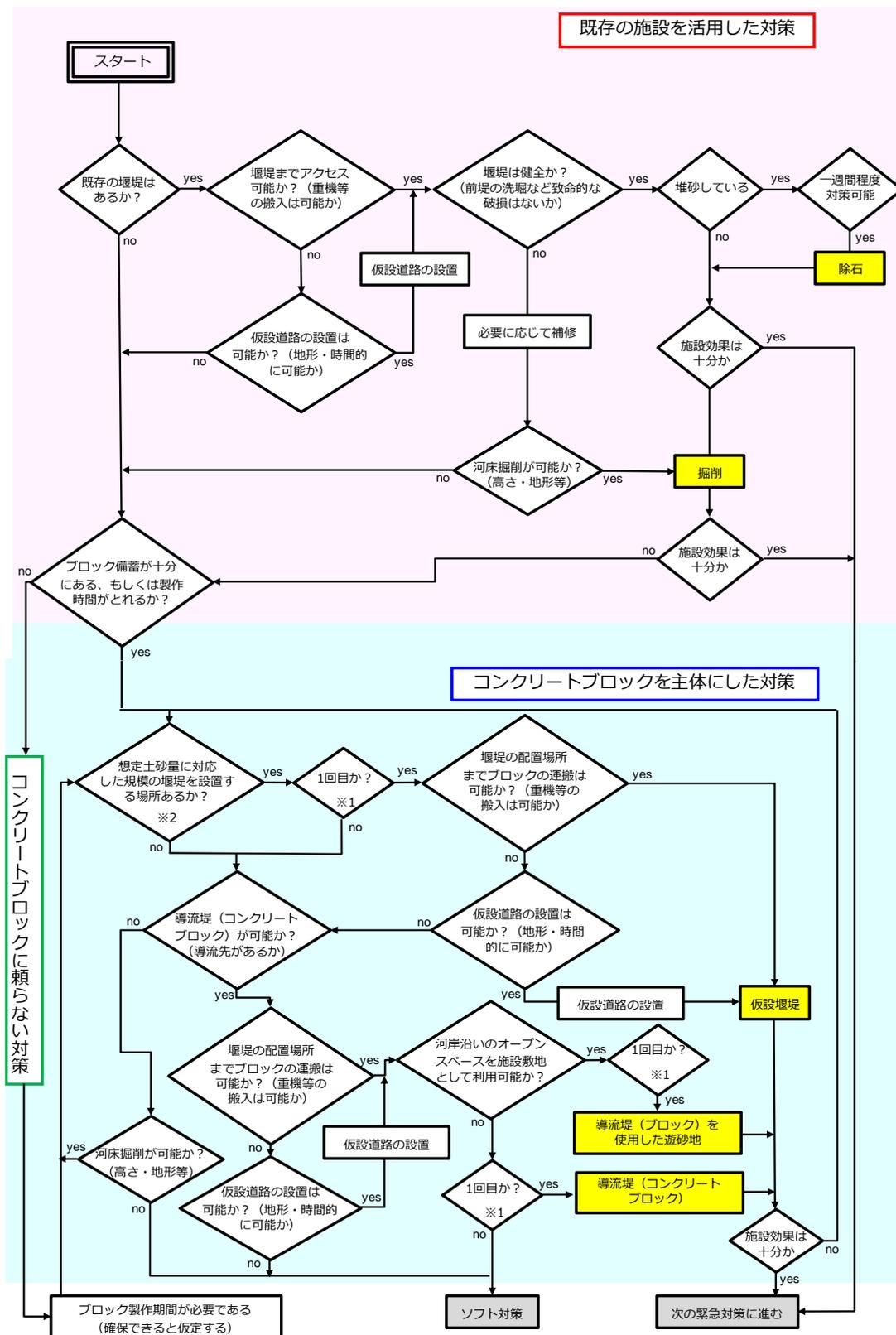


図 3-9降灰後土石流のハード対策工法選定フロー①

出典：乗鞍岳火山噴火緊急減災対策砂防計画 令和2年3月 を一部改変

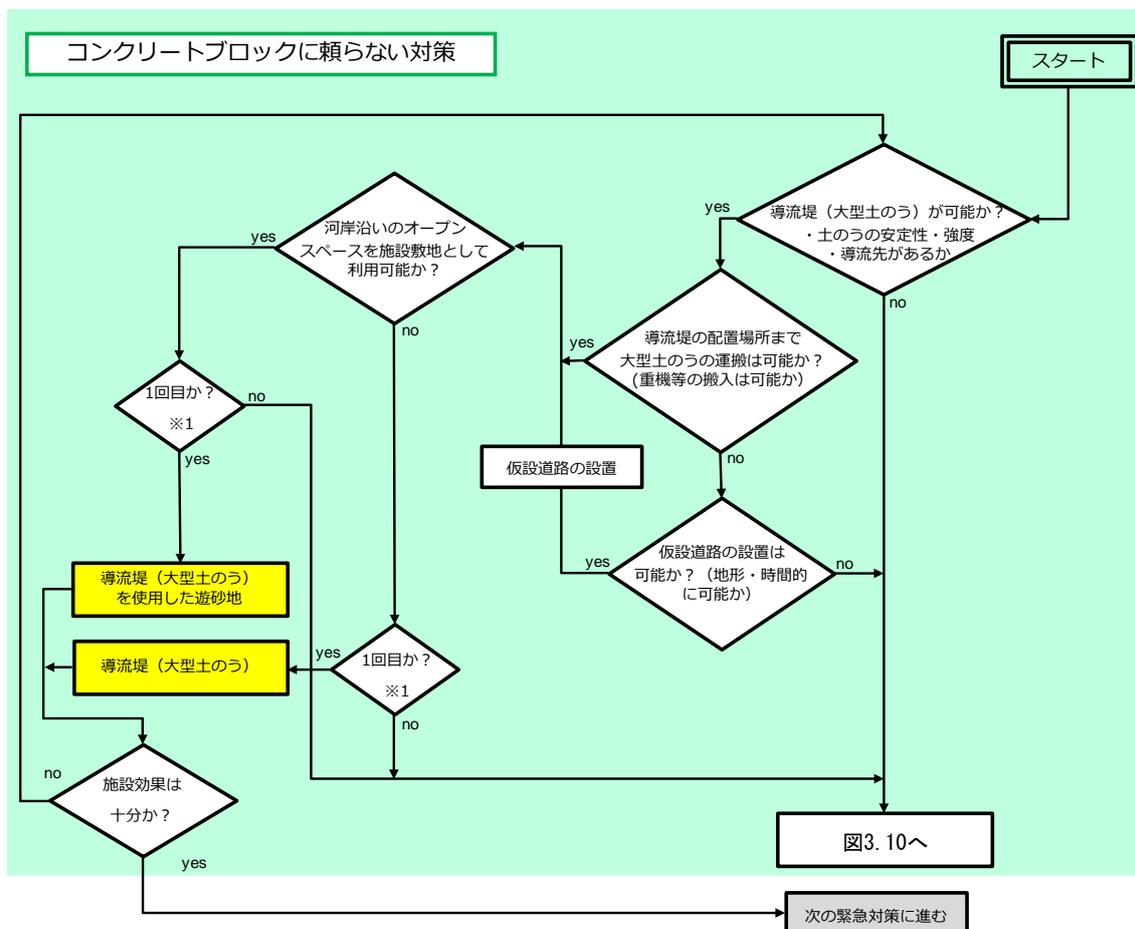


図 3-10降灰後土石流のハード対策工法選定フロー②

※1：本フローは対策施設の効果が十分でない場合に最初に戻り、追加で異なる施設を検討するように作成している。その際に同じ工法を2度採用しないように2回目以降は別の工種・工法に移動するようにしている。

※2；仮設堰堤は計画するすべての土砂を捕捉する必要はなく、ある程度の効果が得られれば良いとする。

出典：乗鞍岳火山噴火緊急減災対策砂防計画 令和2年3月 を一部改変