

**恵山
火山噴火緊急減災対策砂防計画**

(計画編)

令和3年3月

北海道渡島総合振興局 函館建設管理部

恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画（計画編）

目次

第1章 火山噴火緊急減災対策砂防計画の策定にあたって.....	1
第2章 恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針.....	2
2.1 計画の目的と前提とする考え方.....	2
2.2 計画で対象とする現象・規模.....	3
2.3 緊急減災対策の基本方針.....	8
2.4 対策が必要な箇所.....	9
2.5 緊急減災対策の対象溪流.....	10
2.6 想定される被害.....	12
2.7 土砂移動シナリオに応じた対策可能箇所の設定.....	18
2.8 緊急減災対策の実施タイミング.....	19
第3章 緊急調査.....	21
3.1 実施方針.....	21
3.2 調査実施体制と役割分担.....	23
3.3 調査方法.....	24
第4章 緊急ソフト対策.....	25
4.1 実施方針.....	25
4.2 工事従事者のための安全管理.....	27
4.3 住民避難支援のための情報提供.....	29
4.4 情報通信網の整備.....	30
第5章 緊急ハード対策.....	31
5.1 実施方針.....	31
5.2 対策工の工種・工法.....	33
5.3 施工可能期間の設定.....	37
5.4 施設配置方針.....	38
5.5 緊急ハード対策工事の安全確保.....	42
第6章 平常時からの準備事項.....	43
6.1 実施方針.....	43
6.2 緊急調査に関する準備事項.....	44
6.3 緊急ソフト対策に関する準備事項.....	45
6.4 緊急ハード対策に関する準備事項.....	46
6.5 実施体制を確保するための準備事項.....	47
6.6 情報共有.....	47
第7章 今後の緊急減災の検討に向けて.....	48
7.1 今後の課題.....	49

第1章 恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画の作成にあたって

恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画とは、恵山火山の噴火活動が活発化したときに、迅速に実行できる対策を、砂防施設の整備現況や社会情勢などを前提に、被害を可能な限り軽減（減災）することを目的とした緊急ソフト・緊急ハード対策についてとりまとめたものである。

第2章 恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針

緊急減災対策は、「緊急調査」、「緊急ソフト対策」、「緊急ハード対策」の3つから構成される。また、緊急対策を効率よく実行するため、「平常時からの準備事項」を設定する。

緊急減災対策の基本方針は、「実現可能な緊急減災対策」とする。

(1) 土砂移動シナリオ

恵山において想定される土砂移動現象について、噴火シナリオ（気象庁）を基に土砂移動シナリオを作成した。土砂移動シナリオにおける噴火規模は、過去の噴火実績を元に小規模、中規模、大規模噴火としている（図1）。

(2) 緊急減災計画で対象とする対象現象と噴火規模

気象庁作成の噴火シナリオから、発生頻度や影響の及ぶ範囲を踏まえ、本計画では中～大規模噴火規模（水蒸気噴火・マグマ水蒸気噴火）を対象とし、その噴火規模は最大1,000万m³とした。

緊急ハード対策は、恵山山体周辺の保全対象への土砂災害から被害をできるだけ軽減することを目的とし、二次泥流を対象とする。

緊急ソフト対策は、原則としてすべての現象と規模を対象とするが、関係機関と連携して実施する。

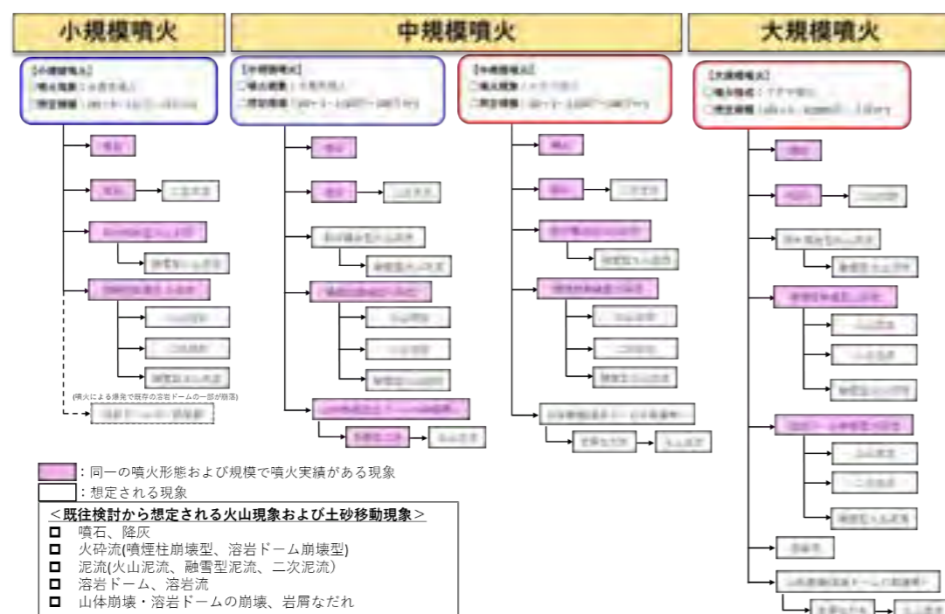


図1 恵山における土砂移動シナリオ

項目	緊急減災対策の基本方針
対策が必要な箇所	土砂移動現象（特に二次泥流）の影響を受ける下流域の保全対象(人家、公共施設等)と設定した。
緊急減災対策の対象渓流	噴出量 1,000 万 m ³ の降灰範囲で流域内に 10cm 以上の堆積が想定される渓流（15 渓流）を対象とした（図 2）。
想定される被害	二次泥流・火山泥流・火砕流の影響範囲について把握した（図 3）。
土砂移動シナリオに応じた対策可能箇所の設定	避難計画では、避難のタイミングや立入規制範囲などが定められており、対策時にはこれらのタイミングについても留意して設定した。
緊急減災対策の実施タイミング	緊急減災対策は、噴火前(噴火警戒レベル4)、噴火後(引き下げ後の噴火警戒レベル4~3)をそれぞれ対策実施のタイミングと設定する（図 4）



図2 対象渓流



図3 想定される被害例（二次泥流）

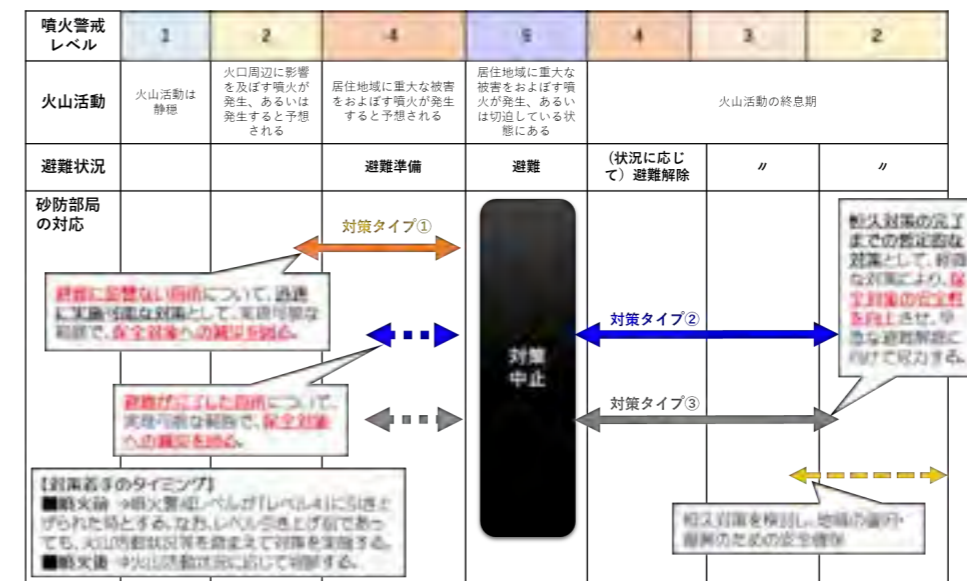


図4 緊急減災対策の実施タイミング

第1章 火山噴火緊急減災対策砂防計画の策定にあたって

本計画は令和3年3月時点の火山活動状況、社会環境や砂防施設の整備状況を基に検討したものである。今後は砂防施設整備の進捗、社会・自然環境の変化や新たな科学技術の進歩・知見を踏まえ継続的に見直し・改善を図ることとし、その手法としてPDCA サイクルを適用する。

火山災害は風水害などの自然災害に比べ、発生頻繁が低いこと、土砂災害の種類、発生時期、発生場所の予測も困難であることから、平常時から基本対策の整備と緊急時のオペレーション能力の向上に努める必要がある。

本計画は恵山の火山活動が活発化したときに、迅速に実行できる対策を、砂防施設の整備状況や社会情勢などを勘案し、可能な限り被害を軽減（減災）するため、緊急ハード対策・緊急ソフト対策をとりまとめたものである。

本計画は火山防災に関する知識や実績を積み重ねることにより、適宜修正を加えて、計画の充実を図る必要がある。また、火山活動の推移は予測が困難なため、状況の変化に対して、市町村や関係機関と緊密な連携を図りながら、社会情勢や組織の変化に合わせて臨機応変に防災対策に取り組む必要がある。

PDCA サイクルは、策定した計画（Plan）を計画項目毎に実施・実行し（Do）、実施した結果を点検・評価（Check）して、計画を修正・改善する（Act）流れを繰り返し、計画そのものをスパイラルアップするもので、本計画の更新・修正に適している。

本計画の更新・修正を検討するため、今後は、砂防部局ならびに関係機関等で構成する「恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画ワーキンググループ(仮称)」(以下、WG(ワーキンググループ))というを設置し、適宜、本計画等の更新・修正を検討していく予定である。

第2章 恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針

2.1 計画の目的と前提とする考え方

恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、予測困難な火山噴火に伴って発生する土砂災害に対して、緊急ハード対策と緊急ソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効率的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）することを目的とする。

恵山は現在も噴気活動が続く活火山で、約 8000 年前の噴火で形成された恵山溶岩ドームは、約 5000 年前、約 3000 年前、約 2500 年前、約 600 年前にも噴火している。このうち約 2500 年前の噴火では恵山ドーム西麓が山体崩壊し、爆裂火口が生じている。近年は 1846 年と 1874 年に水蒸気噴火が発生している。1846 年の噴火では、噴火後に発生した泥流によって人家が押し流され、多数の死者が出た。

気象庁が平成 21 年に公表した「中長期的な噴火の可能性の評価について」によると、恵山は火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要とされる 47 火山(令和 3 年 3 月時点では 50 火山)の内、過去 100 年程度以内に火山活動の高まりのある 18 火山に含まれた。

一方、恵山はいつ火山活動が活発化するのか予測が困難であり、噴火すると地域住民の生命・財産や重要交通網に多大な被害影響を与える可能性がある。恵山の南西には函館市恵山町（旧恵山町）、北西には函館市新八幡町（旧楸法華村）の集落があり、噴火による影響範囲はこれらの居住地区に及ぶと考えられる。

「恵山火山噴火緊急減災対策砂防計画」は、これらの保全対象への被害を可能な限り軽減するため、緊急時の調査、緊急ハード対策、緊急ソフト対策ならびにこれらを実行するための平常時からの準備事項を検討したものである。

今後、恵山が噴火した際には、本計画書を踏まえた緊急減災対策を実施することにより、噴火に伴う土砂災害の軽減に資するものである。

2.2 計画で対象とする現象・規模

本計画における緊急ハード対策の対象現象とその規模は、中～大噴火後の「二次泥流」とする。また、緊急ソフト対策では原則として、すべての現象と規模を対象とし、関係機関と連携して実施する。

2.2.1 土砂移動シナリオ

恵山において想定される土砂移動現象について、噴火シナリオ（気象庁）を基に移動シナリオを作成した（図 2-1）。土砂移動シナリオにおける噴火規模は、過去の噴火実績を元に小規模、中規模、大規模噴火としている。中規模噴火については、水蒸気噴火とマグマ噴火とに分けて作成した。

噴火シナリオに新たに付け加えた現象は、大規模噴火（マグマ噴火）の溶岩流である。火砕流は、噴煙柱崩壊型火砕流と溶岩ドーム崩壊型火砕流に細分化した。また、火砕流に伴う融雪型火山泥流を設定した。

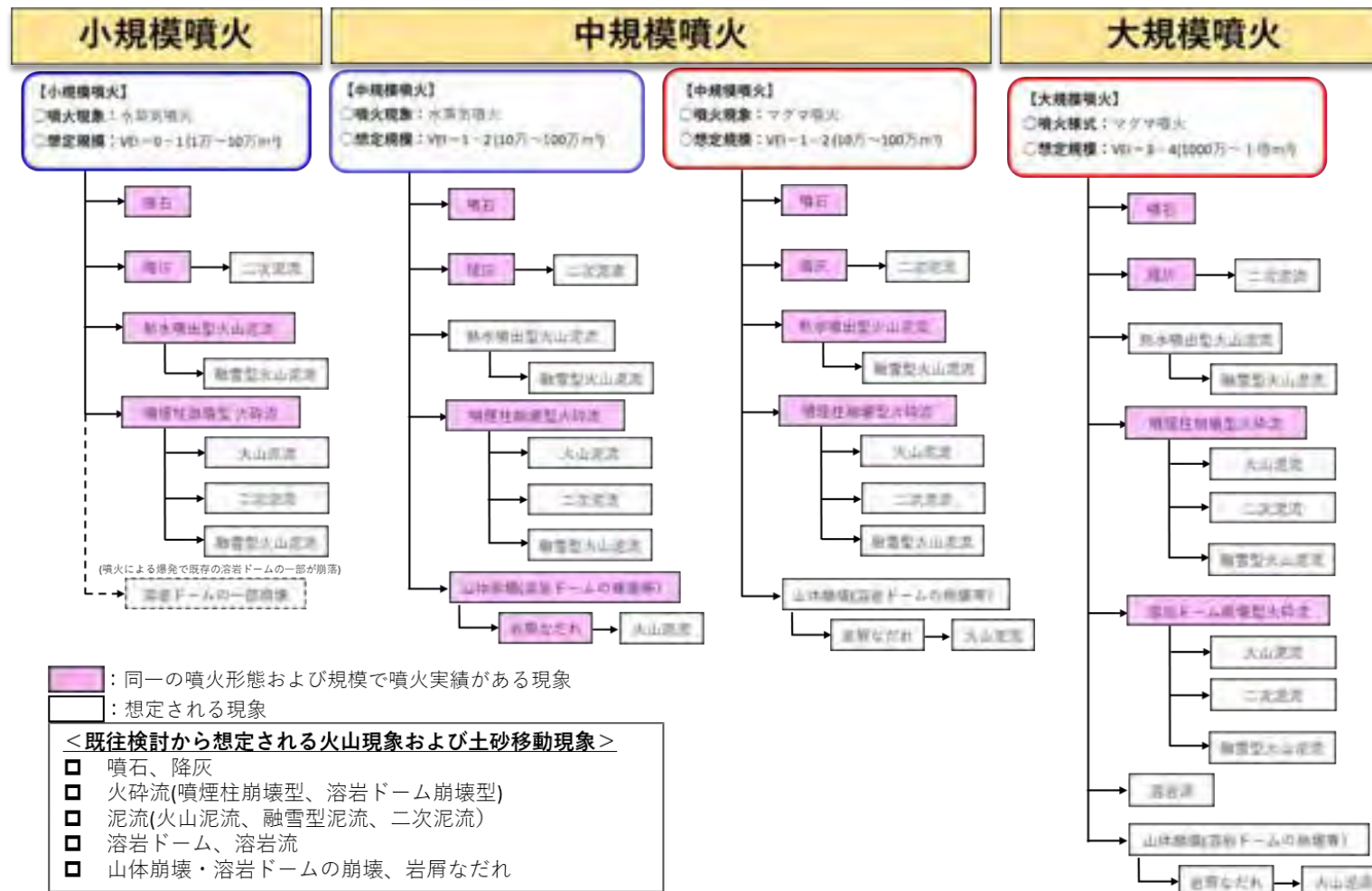


図 2-1 土砂移動シナリオ

以下に主な土砂移動現象の概要を示す。

(1) 二次泥流

二次泥流（降灰後の土石流ともいう）は、噴火により山の斜面に降り積もった火山灰が、その後の降雨によって流下する現象である。噴火に伴い火山灰が堆積することで斜面の浸透能が低下し、少ない降雨量でも土石流が容易に発生することが有珠山や北海道駒ヶ岳他、多くの火山において確認されている。このため、降灰範囲によっては、普段から土石流が発生しない箇所でも土石流が発生する恐れがある。

(2) 火山泥流・熱水噴出型火山泥流・融雪型火山泥流

火山泥流は、噴火活動が直接または間接の引き金となり、火山噴出部などの土砂が、何らかの形で供給された水と混合し、流下する現象である。火口から熱泥水が直接溢れ出して生じる場合（熱水噴出型火山泥流）と、火砕流や岩屑なだれが河川等に流入し水と混合して泥流となり、二次的に生じる場合（火山泥流）がある。恵山では、1846年噴火の際に熱水噴出型火山泥流が発生したと考えられている。

また、積雪期に火砕流が発生した場合など、火口付近や火砕物の熱等で積雪が融解した場合に、融雪水と火山屑砕物が一体となって流下する融雪型火山泥流が発生することがある。恵山では融雪型火山泥流の発生は確認されていない。また、恵山周辺の年最深積雪は15cm程度であり、積雪が少ないことから溶け出す水の量は少ないと考えられる。

(3) (噴煙柱崩壊型・溶岩ドーム崩壊型)火砕流

火砕流は噴火活動により噴出された高温の火山灰・岩片・火山ガスが一体となって流下する現象で、規模の大きい噴煙柱や溶岩ドームの崩壊によって発生する恐れがある。火砕サージは気体を中心とした高温の爆風が流下する現象である。

恵山では、最近1万年以降に火砕流・火砕サージは4回発生している。約8000年前の噴火では、噴煙柱が崩壊して発生する全方位型の火砕流と、溶岩ドーム崩壊型の火砕流の両方が発生したと考えられている。また、約5000年前の噴火では「火口原」東部から北北東山麓の元村地域にかけて火砕流堆積物が確認されており、小規模な火砕流と火砕サージが発生したと考えられる。火砕サージは、約2500年前および約600年前の噴火でも発生しており、東麓の恵山岬付近（山頂から約2km）の海岸まで達している。

(4) 山体崩壊（溶岩ドームの崩壊等）

山体崩壊に伴う岩屑なだれは、規模によっては流下方向の山麓部に甚大な被害を伴う現象である。恵山では約2500年前の噴火で恵山溶岩ドームの西側が崩壊し、現在の爆裂火口が形成された。恵山で過去1万年以降に発生した山体崩壊は前述した1回のみであり、その発生頻度はかなり低い。また、近年は山頂の溶岩ドームの滑動も確認されており留意が必要である。

2.2.2 緊急減災計画で対象とする噴火規模と対象現象

気象庁作成の噴火シナリオで想定される各ケースの中から、発生頻度や影響の及ぶ範囲を踏まえ、本計画では中～大規模噴火規模（水蒸気噴火・マグマ水蒸気噴火）を対象とし、その噴火規模は最大1,000万m³とした（図 2-2）。

緊急ハード対策は、恵山山体周辺の保全対象への土砂災害から被害をできるだけ軽減することを目的とし、「二次泥流」を対象とする（表 2-1）。

緊急ソフト対策は、緊急ハード対策工事の安全確保と、土砂災害に対する避難支援を行う事を目的とし、想定される二次泥流・火山泥流・火砕流を対象とする。

山体崩壊（溶岩ドームの崩壊等）については、規模や発生箇所の想定が困難であることから対象としなかった。なお、近年は既存の溶岩ドーム変位も確認されているため、今後、関係機関と協議の上、とりあつかいについて検討する必要がある。

表 2-1 各現象に対する緊急対策の方針の一覧（着色部分が対象現象）

現象	緊急ハード対策	緊急ソフト対策
降灰	降灰自体が直接土砂災害に繋がる可能性は低いため、ハード対策の 対象としない 。ただし、後述する二次泥流の条件とする。	降灰後の土石流に備え、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施する。
二次泥流	降灰や降雨予測などから 発生規模の想定や対策までの時間的猶予があり 、構造物による対策が可能ことから、ハード対策の 対象とする 。	ソフト対策の 対象とする 。
熱水噴出型 火山泥流	噴火直後に発生が想定されるため、 発生位置や規模の想定が困難で、対策までの時間的猶予がない ため、原則としてハード対策の 対象としない 。ただし、火山活動状況等を勘案し、必要に応じて対応を検討する。	
(噴煙柱崩壊型・溶岩ドーム崩壊型) 火砕流	規模が大きく、かつ現象の流下速度が速く、かつ 構造物による対策が困難 であるため、原則としてハード対策の 対象としない 。ただし、火山活動状況等を勘案し、必要に応じて対応を検討する。	

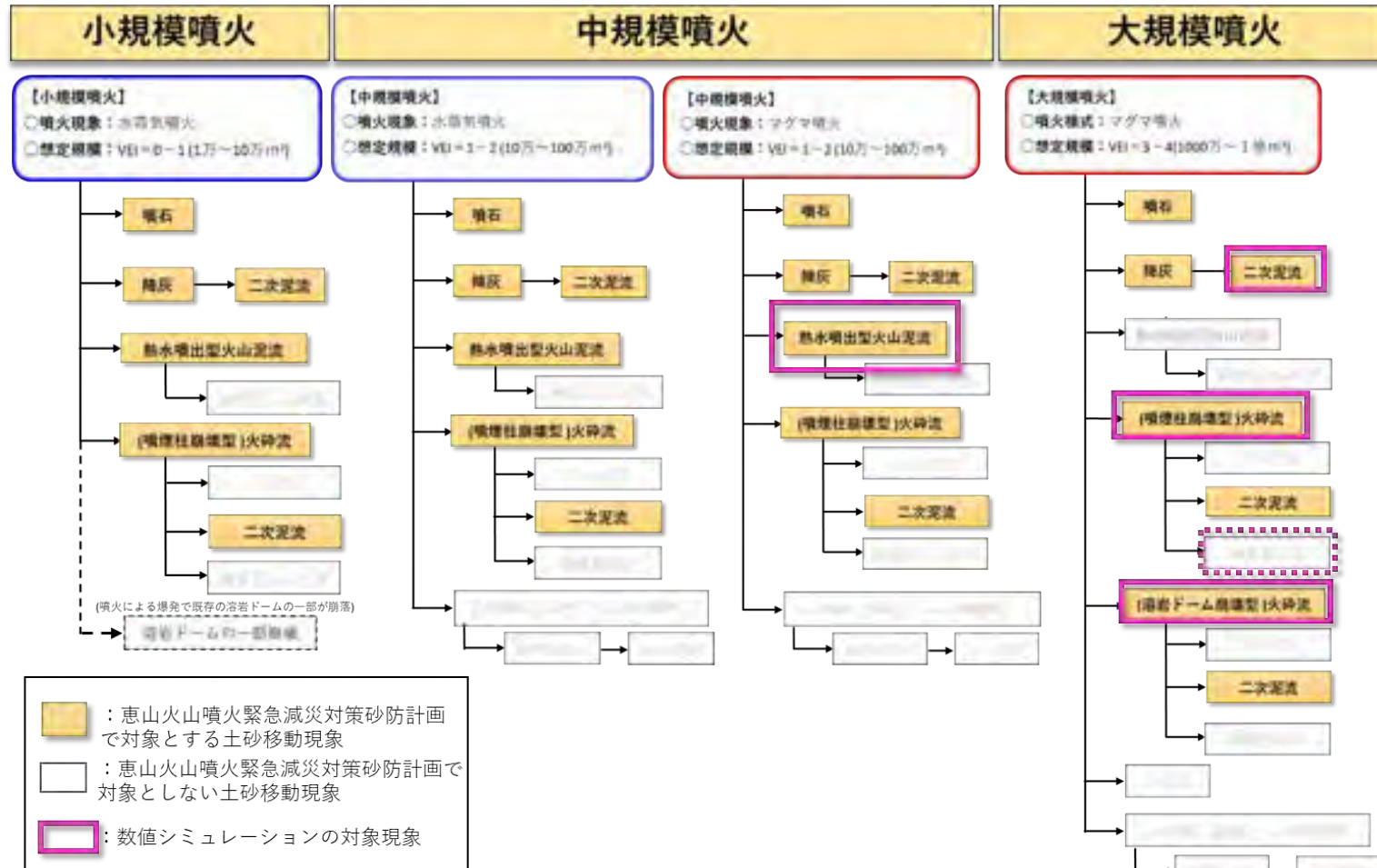


図 2-2 緊急減災計画で対象とする噴火規模と対象現象

2.3 緊急減災対策の基本方針

緊急減災対策砂防は、「緊急調査」、「緊急ソフト対策」、「緊急ハード対策」の3つから構成される。また、緊急対策を効率よく実行するため、「平常時からの準備事項」を設定する。

緊急減災対策の基本方針は、「実現可能な緊急減災対策」とする。

恵山における緊急減災対策は、恵山の噴火シナリオ及び自然・社会条件の特徴を踏まえ、火山活動状況に柔軟に対応できるよう次の方針に基づき実現可能な対策を実施するものとする。

● 緊急調査の方針

恵山の緊急減災対策のために北海道（振興局）が緊急的に実施する調査は、対策準備の開始、および緊急ソフト対策、緊急ハード対策に着手するまでに必要となる情報を把握、収集する。

● 緊急ソフト対策の方針

緊急ソフト対策は、緊急ハード対策を実施する際の「工事従事者のための安全管理」を目的として実施し、発生が予想される土砂移動現象に対する「避難支援に活用」できるような情報提供を行うものとする。

● 緊急ハード対策の方針

二次泥流を対象として緊急ハード対策を実施する。緊急ソフト対策実施により工事従事者の安全確保が完了次第、対策を開始する。噴火活動の時間的推移の想定が困難なことに加え、対策箇所に様々な制約条件（アクセス、スペース、用地等）があるため、火山活動状況に応じて柔軟に対応できるよう、短期間で工事が完了する対策内容を検討する。対策箇所は、施工スペースに限りがあることから、可能な限り既往施設を活用する。

● 平常時からの準備事項

緊急対策ドリルで示した対策を実施可能とするために、対策を実施する際に必要となる手続きや調整事項などを把握しておく。これらのうち、平常時から進めておくことによって緊急時の実効性が高まる事項について、実施しておくべき準備事項とその内容を整理しておく。

2.4 対策が必要な箇所

土砂移動シナリオに基づく影響範囲と被害の程度から、土砂移動現象（特に二次泥流）の影響を受ける下流域の保全対象（人家、公共施設等）を可能な限り保全することを目的に対策を実施する。

なお、降灰が広範囲に分布した場合、「二次泥流」により国道・道道の被害が想定されることから、関係機関と調整の上、必要に応じて緊急対策の検討を行う。

恵山周辺の保全対象の状況として、旧恵山町・旧榎法華村の市街地に人家が密集し、公共施設や要配慮者利用施設も分布する。また、噴火湾に面した道道635号沿いに水無海浜温泉周辺や石田温泉周辺等の保全対象が点在する。

このため、土地利用状況等から保全対象を設定し、土砂移動シナリオに基づく影響範囲と被害程度から、砂防部局として守るべき対象、対策が必要な範囲を土砂移動現象の影響を受ける下流域の保全対象（人家、公共施設等）と設定した。



図 2-3 恵山周辺の保全対象

2.5 緊急減災対策の対象溪流

恵山における緊急対策の対象箇所は、噴出量 $1,000\text{万m}^3$ の降灰範囲で流域内に 10cm 以上の堆積が想定される溪流を対象とし、その下流域の人家等を保全対象とする。

本計画の対象溪流は、大規模噴火の降灰厚 10cm の範囲にある土石流危険溪流 (15 溪流) とした。対象溪流一覧を表 2-2、大規模噴火 ($1,000\text{万m}^3$) における降灰分布 10cm の範囲を図 2-4 に示す。

表 2-2 対象溪流一覧

土石流危険溪流	溪流名	流域面積(km^2)
I -21-0950	平島沢川	0.28
I -21-0960	白浜川	2.69
II -21-0970	イノヱ川	0.37
II -21-0980	神社川	0.13
II -21-0990	滝沢川	0.2
I -21-1000	温泉川	0.14
I -21-1010	岩田川	0.12
II -21-1020	小荒の沢川	0.29
I -21-1030	水無沢川	0.35
I -21-1040	元村川	0.38
II -21-1050	元村の沢川	0.11
II -21-1060	小野沢川	0.01
II -21-1070	三ツ石の沢川	0.21
I -21-1080	番屋の沢川	0.33
I -21-1090	八幡川	1.01



図 2-4 降灰範囲と緊急ハード対策の対象溪流

2.6 想定される被害

土砂移動シナリオで想定した中～大規模噴火に伴う土砂移動現象の影響範囲について、影響範囲を把握した。

恵山で発生が想定される火山噴火に伴う土砂移動現象は、降灰、二次泥流、火山泥流、火砕流である。影響範囲は、中～大規模噴火を対象に検討した。

2.6.1 降灰

恵山山頂を火口と想定し、噴出量 1,000 万 m^3 の対象とした影響範囲を確認した。降灰の影響範囲を図 2-5 に示す。

恵山山体周辺に分布する恵山町、御崎町、恵山岬町、元村町、新八幡町に降灰が 10cm 以上となる可能性がある。



図 2-5 降灰範囲の影響範囲(噴出量 1,000 万 m^3)

2.6.2 二次泥流

二次泥流は、噴出量 1,000 万 m³ で想定した降灰による二次泥流の影響範囲を把握した。その結果、溪流出口に分布する保全対象に被害が生じる結果となった。

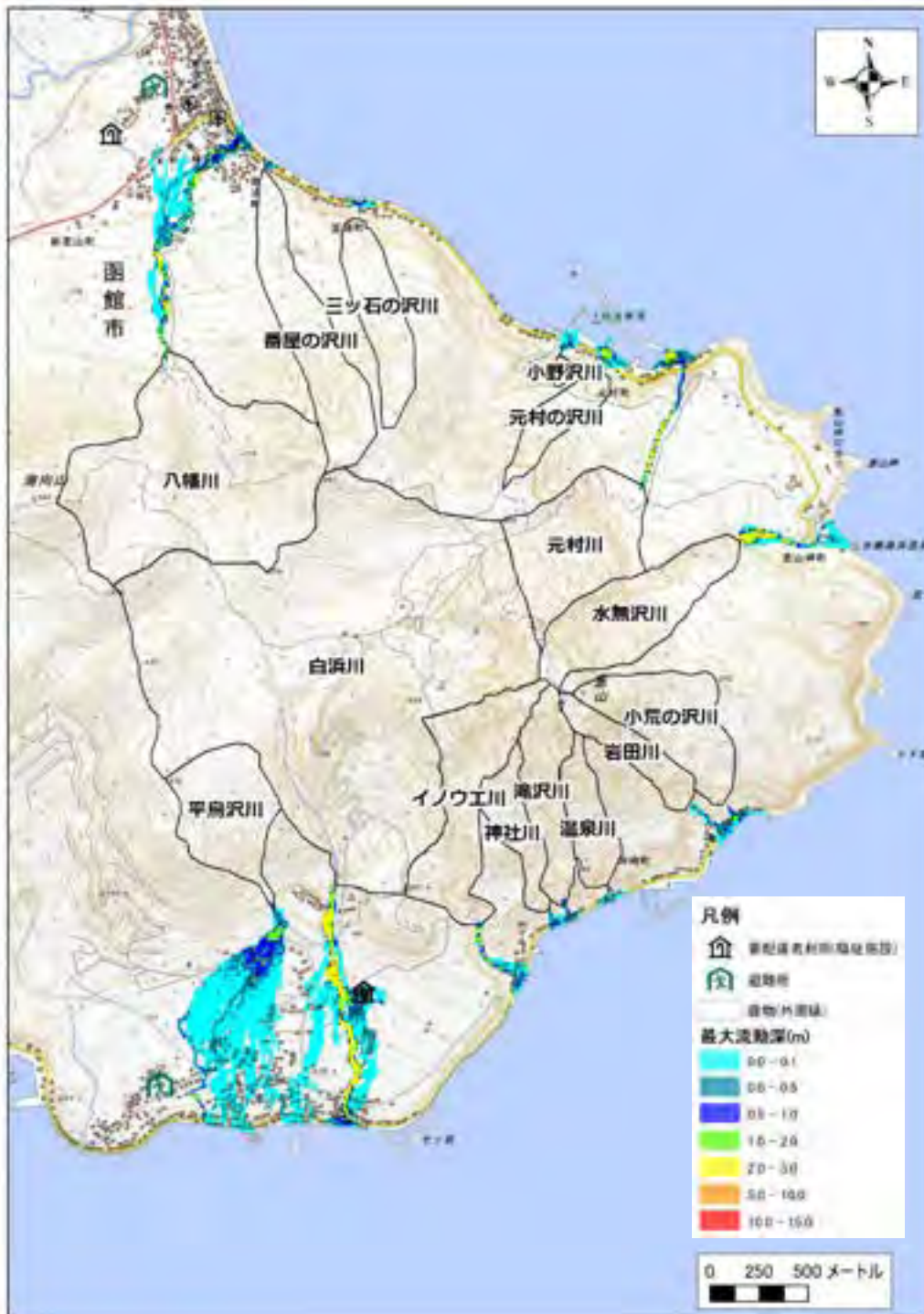


図 2-6 二次泥流(100年超過確率規模)の影響範囲

2.6.3 熱水噴出型火山泥流

熱水噴出型火山泥流は、1846年に発生した弘化泥流の実績規模 53 万 m³を対象に、噴火シナリオで設定された 8 火口を対象に影響範囲を把握した（図 2-7）。

熱水噴出型火山泥流は、各火口の直下にある溪流に流下し、恵山町、恵山岬町、元村町で被害が生じる。



図 2-7 熱水噴出型火山泥流(噴出量 53 万 m³)の影響範囲

2.6.4 噴煙柱崩壊型火砕流

噴煙柱崩壊型火砕流は、噴煙柱が上昇降下し斜面を流れ下り始める現象である。そのため、想定火口全て（8火口）を包括する範囲（全方位）とした。1火口あたりの火砕流規模は、1000万 m^3 である。

その結果、恵山町、御崎町、恵山岬町、元村町で被害が生じる（図 2-8）。また、図 2-8は、火砕流の本体部のみの想定である。



図 2-8 噴煙柱崩壊型火砕流の影響範囲（1000 万 m^3 ）

※火砕流発生範囲内（計算開始点から 500m の範囲）は火砕流に覆われていると想定

2.6.5 溶岩ドーム崩壊型火砕流

溶岩ドーム崩壊型火砕流の規模は、想定が困難であり、恵山では明確な実績もない。そのため、山頂に残存する既存の溶岩ドームの規模を概算した量を対象規模（206 万 m³）とした。影響範囲は、8 火口を対象とした。

その結果、元村町、恵山岬町で被害が生じる（図 2-9）。また、図 2-9 は、火砕流の本体部のみの想定である。

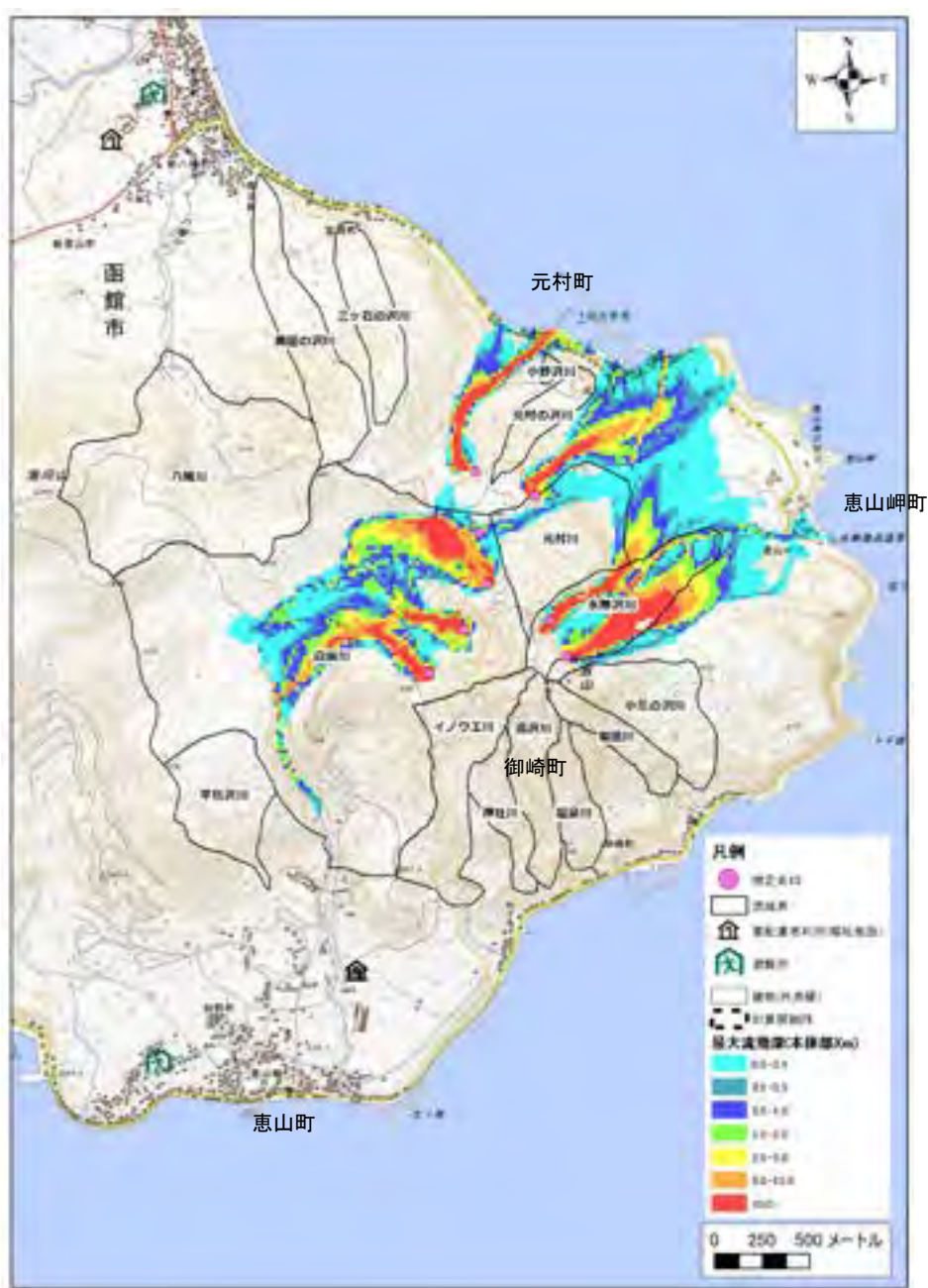


図 2-9 溶岩ドーム崩壊型火砕流の影響範囲

2.6.6 融雪型火山泥流

噴煙柱崩壊型火砕流の流下範囲にある溪流に対し、積雪深一律15cmとして泥流量を算出し影響範囲の把握を行った。

その結果、泥流の流下した溪流の出口の保全対象で被害が生じる（図 2-10）。



図 2-10 融雪型火山泥流の影響範囲

2.7 土砂移動シナリオに応じた対策可能箇所の設定

地形条件、保全対象の位置、土地利用状況・法規制などの制約を考慮して、効果的な対策が可能な場所を抽出する。

恵山では、避難計画(函館市恵山火山避難計画(平成 28 年 3 月)が検討されている。避難計画では、避難のタイミングや立入規制範囲などが定められており、対策時にはこれらのタイミングについても留意する必要がある。

避難は噴火警戒レベル4で「避難準備」、噴火警戒レベル5で「避難指示」となっている。また、噴火警戒レベル2、5で登山道や市道・道道などに立入規制が実施される(表 2-3)。図 2-11 に恵山における噴火警戒レベルごとの立入規制範囲を示す。

表 2-3 噴火警戒レベルごとの警戒区域・立ち入り規制箇所

	規制範囲	交通規制等	対策可能箇所
噴火前 (噴火警戒レベル4)	X,Y 火口から 500m	登山道	保全対象上流かつ工事により避難の妨げない箇所
噴火時 (噴火警戒レベル5)	X 想定火口から約 1km	道道 231 号、635 号、市道	なし(対策不可)
噴火後 (噴火警戒レベル4～3)	X,Y 火口から 500m	登山道	火山灰の堆積が著しい溪流



(函館市恵山火山避難計画
(平成 28 年 3 月)を基に作成)

図 2-11 避難計画による立入規制

2.8 緊急減災対策の実施タイミング

緊急減災対策を開始するタイミングは、火山活動の推移と対策個所や対策方法等の制約条件を勘案して、火山活動の推移に併せて柔軟に可能な限りの減災対策を実施できるように、噴火前(噴火警戒レベル4)、噴火後(引き下げ後の噴火警戒レベル4～3)をそれぞれ対策実施のタイミングと設定する。

2.8.1 基本的な考え方

恵山においては、近年の火山活動の記録があまりないことから、噴火警戒レベル2相当を超える噴火の場合、発生から保全対象までの影響に時間的猶予がないと予想されるため、火山活動が高まっている段階では、噴火警戒レベル3は使用されないという特徴がある。つまりレベル上昇時は、レベル2からレベル4に引き上げられることとなる。そのため、他火山と比べ対策の準備期間や対策可能期間に制限がある。警戒レベルの引き下げ時は、レベル3も活用される。

恵山における噴火警戒レベルの引き上げや避難計画を踏まえると、対策を行う上で前提条件は下記の通りである。

【対策の実施タイミングにかかる前提条件】

- 引き上げ時は、噴火警戒レベル3は使用されない。
- 噴火警戒レベル5に応じた避難指示の発令時まで、住民が生活している。
- 避難指示の発令時(噴火警戒レベル5)は、立入規制により山体周辺へのアクセスができなくなる。

以上の前提条件を踏まえ、恵山における対策の実施のタイミングを図 2-12 に示す。

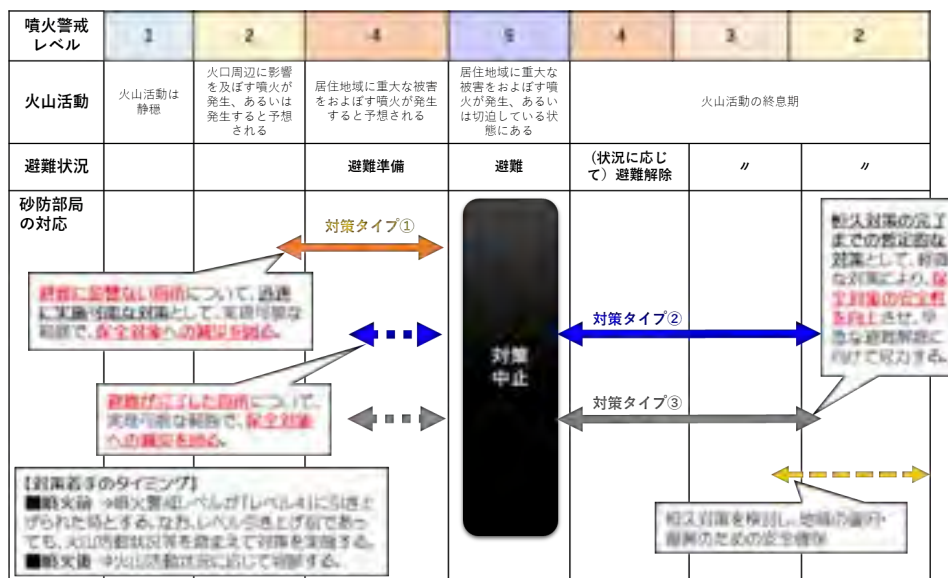


図 2-12 対策の実施タイミング

2.8.2 緊急対策の準備

緊急ソフト、緊急ハード対策の準備開始のタイミングは、噴火警戒レベルが「レベル2」に引き上げられた場合とする。なお、火山活動状況等を踏まえて、総合的に判断して対策準備を開始する。

対策実施期間は、数日～数ヶ月程度*と想定されている。しかしこの期間は、火山活動状況やその推移により異なるため、火山の状況に関する解説情報や専門家のアドバイス等を参考にする。

2.8.3 緊急対策の着手

緊急ソフト、緊急ハード対策の着手のタイミングは、噴火警戒レベルが「レベル4」に引き上げられた時とする。なお、レベル引き上げ前であっても、火山活動状況等を踏まえて対策を実施する。また、対策は避難の実施の有無によっても開始のタイミングが異なることが想定される。

対策実施期間は、数時間～数日程度*と想定されている。しかし、この期間は火山活動状況やその推移により異なるため、複数の期間を想定して対策を検討する必要がある。

2.8.4 緊急対策の一時中断

噴火警戒レベル4に引き上げがされている際に、火山活動の活発化もしくは噴火が発生した場合は、対策の一時中断を行う。噴火後の対策時には、二次泥流に備えて暫定基準雨量を設定し、基準を超過した場合は工事を一時中断し、影響範囲外へ退避する。

なお、暫定基準雨量については適宜専門家に意見を伺い、必要に応じて引き上げ等の見直しをおこなう。

2.8.5 緊急対策の中止

緊急ソフト、緊急ハード対策の中止のタイミングは、噴火警戒レベルが「レベル5」に引き上げられた時とする。なお、噴火警戒レベルに伴う立入り禁止区域や火山活動状況等を踏まえて、対策中止を判断する。

2.8.6 対策の再開

噴火活動が沈静化し、噴火警戒レベルが引き下げられたタイミングで、暫定的な対策として緊急対策を実施し、恒久対策（土石流対策）へと移行する。

2.8.7 緊急減災対策の終了

火山活動が終息後も数年間は二次泥流が発生しやすい状態が継続することが予想されるため、土砂の流出状況を継続的に調査する。流域状況を調査して土砂流出の可能性が少ないことを確認した上で、緊急減災対策を終了する。

※:火山防災対策を検討するための恵山の噴火シナリオの記載による

第3章 緊急調査

3.1 実施方針

恵山の緊急減災対策のために北海道（振興局）が緊急的に実施する調査は、対策準備の開始、および緊急ソフト対策、緊急ハード対策に着手するまでに必要となる情報を把握、収集する。

火山噴火時には関係機関ごとに緊急調査が実施されるため、可能な限りそれらの調査結果を活用する。それぞれの根拠指針等、目的、調査項目等を表 3-1 に示す。

「緊急減災対策のための緊急調査」の一部は、「土砂災害防災法に基づく緊急調査」と共通することから、本計画で実施する「緊急減災対策のための緊急調査」では、北海道は国土交通省等の関係機関と可能な限りデータの共有を行い、連携して調査を実施することが望ましい。

表 3-1 緊急調査の区分および概要

	火山噴火緊急減災対策のために緊急的に実施する調査	土砂災害防止法に基づく緊急調査	その他		
実施機関	緊急減災対策実施主体 (北海道)	国土交通省 (北海道開発局)	気象庁	林野庁	研究機関等
根拠指針等	火山噴火緊急減災対策 砂防計画策定ガイドライン	土砂災害防止法 (法第26条、第27条)	気象業務法	森林管理局 防災業務計画	—
目的	火山噴火時の状況を把握し緊急的な対策を検討するための調査など、的確な危機管理対応に資するため	重大な土砂災害が急迫している状況において、土砂災害(火山噴火時に起因する土石流)が想定される土地の区域および時期を明らかにするため	適時適確な噴火予報及び噴火警報を行う上で重要となる噴出量やマグマの活動状況を推定するため、また、降灰予報の精度向上のため	降灰により森林火災等の被害確認や二次災害防止、施設の被災状況、降灰状況等の確認	噴火活動の状況把握等
調査箇所	緊急減災対策砂防計画に基づく対策実施に係る箇所	火山灰等が堆積した範囲 <緊急調査の着手要件> ○河川の勾配が10度以上である区域の概ね5割以上に1cm以上の降灰等が堆積した場合 ○概ね10戸以上の人家に被害が想定される場合	対象火山周辺	国有林内	対象火山周辺
主な実施事例	—	桜島、新燃岳、・御嶽山、等	桜島、新燃岳、御嶽山、等	新燃岳、御嶽山、等	新燃岳、御嶽山、等

3.2 調査実施体制と役割分担

火山噴火時に、その状況を把握し緊急的な対策を検討するための調査など、火山活動の活発化を受けて実施する調査の内容・方法について、的確な危機管理対応に資するよう調査実施体制を検討する。また、噴火時の緊急調査項目は多岐にわたるため、関係機関で連携し、調査結果を相互に共有することにより、迅速な状況把握に努める。なお、緊急調査の役割分担については、平常時から関係機関で協議を進めるとともに、防災訓練等により事前に手順を確認し、効率的な調査に努めるものとする。

緊急調査では、地形変化や降灰状況の把握、緊急対策予定箇所の状況把握等、多くの事項について調査する必要がある。これらの調査項目については、砂防部局だけでなく、国や関係機関においても調査やパトロール等を行うため、関係機関の情報共有により、速やかに、不足することなく情報収集にあたるのが重要である。緊急対策実施に必要な情報の種別とその入手先となる関係機関を表 3-2 に示す。

恵山の緊急減災対策のために北海道（振興局）が実施する調査は、「対策の準備」、「緊急ソフト対策」、「緊急ハード対策」に着手するまでに必要となる情報を把握、収集することとする。その他必要となる情報や、情報の提供・共有体制、現地調査方法等は今後 WG（ワーキンググループ）で検討していく予定である。

表 3-2 緊急時に必要な情報とその入手方法

緊急減災対策実施に必要な情報	緊急減災対策			想定される情報の入手方法
	対策準備開始 (対策開始の判断、工事資材の準備等)	緊急ソフト対策 (雨量の相関分析等)	緊急ハード対策 (仮設ブロック埋め設置等)	
火山活動等に関する情報				
火山性地震、等	●			気象台等からの提供
噴火状況	●	●	●	
降灰深、分布状況	●			
恵山の地盤変動	●	●	●	
防災行動に関する情報				
避難活動状況		●	●	国館市から提供
道路の通行状況、規制状況		●	●	
インフラに関する情報				
道路状況		●	●	振興局等による 現地調査等
電力供給状況		●		
通信の状況		●		
対策箇所周辺に関する情報				
対策箇所周辺の状況		●	●	振興局等による 現地調査等
土砂堆積状況			●	
その他				
積雪深(冬期)			●	

3.3 調査方法

噴火活動による影響や緊急対策を実施するために必要となる情報（インフラに関する情報や対策箇所に関する情報など）を把握するために行う緊急調査の方法を整理しておく。

火山活動時には、インフラの状況調査や対策箇所に関する調査（緊急対策予定地の状況把握、地形変化状況の調査、降灰・不安定土砂分布状況の調査、降雨・土砂移動実態の調査、被災範囲の想定など）を行う。

調査手法は、机上調査、現地調査、ヘリやUAV（無人航空機）による遠隔調査など、多岐にわたるため、恵山の地形的特性や火山の活動状況に応じて適宜選択する必要がある。また、調査の実施にあたっては、必要に応じて国土交通省、気象庁、国土地理院、土木研究所、産業技術総合研究所等の調査機関と連携する。

なお、具体的な調査手法や、関係機関との連携については今後WG（ワーキンググループ）で検討していく予定である。

第4章 緊急ソフト対策

4.1 実施方針

緊急ソフト対策は、緊急ハード対策を実施する際の「工事従事者のための安全管理」を目的として実施し、発生が予想される土砂移動現象に対する「避難支援に活用」できるよう情報提供を行うものとする。

《目的》

「工事従事者のための安全管理」、「避難支援への活用」

《対象現象》

噴石、二次泥流、火山泥流、火砕流

《実施方針》

各目的に応じた緊急ソフト対策実施事項は以下の通りとする。

○工事従事者のための安全管理

- ・ 雨量計による工事中止判断に関わる雨量情報の取得*
 - ・ 積雪計により融雪型火山泥流の規模を予測し工事中止、避難へ活用*
- ※雨量計、積雪計については平常時から山頂部と山麓部の相関関係を分析し、緊急時に山麓の観測機器のデータから山頂部の状況を予測できるようにしておく。
- ・ 土砂移動検知センサー、監視カメラは、関係機関と協議の上、設置を行う。

○避難支援のための情報提供

- ・ 二次泥流発生時の雨量情報を取得し土砂災害警戒情報の基準雨量の精度向上に資する情報として関係機関へ提供。
- ・ 積雪計を用いて山頂付近の積雪深を想定し融雪型火山泥流の規模を予測し、関係機関へ情報提供。
- ・ 土砂移動検知センサーや監視カメラを設置した場合は、得られた監視情報(火山活動や土砂移動現象の状況など)を関係機関への情報提供。
- ・ 自治体の避難などの防災対応の参考となるよう、火山活動の状況に応じて火山砂防ハザードマップを提供する。

緊急ソフト対策の実施内容とタイミングを表 4-1 に示す。

表 4-1 緊急減災対策ドリル（緊急ソフト対策）

噴火警戒レベル	1	2	4	5	4	3	2	1
噴火活動状況	火山活動は静穏	火山活動は静穏 火山活動は静穏 火山活動は静穏 火山活動は静穏	居住地域に重大な被害をおよぼす噴火が発生する可能性が高まっている 噴石：X,Y火口から500m以内 噴煙：高さ100mの噴煙（火口付近に降灰） 噴煙柱崩壊型火砕流：噴煙の状況で発生	居住地域に重大な被害をおよぼす噴火が発生	噴火活動が段階的に終息 降灰による二次泥流の発生 溶岩ドームの滑動等	"	"	"
避難/立入規制		登山道の立入規制	避難準備（要配慮者避難）	避難指示 立入規制 （道道231・641号,市道）	避難・立入規制解除			
緊急ハード対策	タイプ①	<ul style="list-style-type: none"> ●対策箇所の状況確認 ●資機材・備蓄ヤードの確保 ●関係機関への周知・連絡 	対策の実施を判断 工事現場の安全対策の構築 タイプ①対策の着手 ●1号砂防ダムの除石 ●2号砂防ダムの除石 地上測量 → 準備工 → 除石工 → 施工完了	対策工事の中止 事前避難は実施が実施を待たず	施工現場の安全対策の構築 施工現場の安全対策の構築 対策タイプ②の着手または再開 ●流路沿いの導流堤の設置 準備工 → 大型土の設置 → 施工完了			
	タイプ②							
緊急ハード対策の実施のための関係機関との調整	気象庁	【気象庁】 火山に関する情報（噴火警報・気象警報、降灰予報）など						
	国土交通省	(小規模噴火発生時)緊急調査	情報共有		緊急調査	情報共有		
緊急ソフト対策		<ul style="list-style-type: none"> ●雨量の相関分析、基準雨量の設定 ●積雪計の設置 ●観測機器の備蓄 許可申請 → ハード対策に向けた観測機器(カメラ等)の緊急設置 → 監視 許可申請 → 土砂移動検知センサーの緊急設置 → 監視 許可申請 → 監視カメラの緊急設置 → 監視			許可申請 → ハード対策に向けた観測機器(カメラ等)の緊急設置 → 監視 許可申請 → 土砂移動検知センサーの緊急設置 → 監視 許可申請 → 監視カメラの緊急設置 → 監視			
緊急ソフト対策の実施のための関係機関との調整	函館市	緊急対策実施のための許可申請			緊急対策実施のための許可申請			
	環境省	情報共有			情報共有			
	林野庁							

4.2 工事従事者のための安全管理

工事中に発生する噴火および土石流により緊急対策工事従事者が被災することを防ぐため、雨量計、積雪計、土砂移動検知機器、監視カメラの整備を行い、想定される現象が施工箇所へ到達する前に、迅速に施工現場から避難するための体制を構築する。

火山噴火時には、緊急ハード対策工事の安全確保と、避難支援に必要な情報を把握する必要がある。恵山周辺における現状の監視観測機器の設置状況を踏まえ、砂防部局で対応すべき土砂移動現象に対して、緊急ハード対策を安全に施工する上で追加して整備すべき監視観測機器と実施タイミングを表 4.2 に示す。

- 平常時対応 ⇒ 雨量計(相関分析)・積雪計(平常時から設置)
- 緊急時対応 ⇒ 監視カメラ・土砂移動検知センサー

表 4-2 緊急ソフト対策の活用方針と実施タイミング

観測機器	活用方針	実施タイミング
雨量計	<u>工事の実施・中止の判断基準</u> として活用	【平常時】 レーダ雨量や他観測地点との雨量の相関分析を実施
積雪計	<u>融雪型火山泥流の発生規模の把握</u> に活用	【平常時】 平常時から新規設置を検討する
土砂移動検知センサー	二次泥流の発生と雨量の関係を解析し、 <u>二次泥流発生後の安全基準の設定の精度向上</u> に活用	【緊急ハード対策の実施前】 対策箇所の上流部に設置
監視カメラ	噴火に伴い発生する <u>噴石、火砕流、融雪型火山泥流の発生可能性の早期把握</u> に活用	【緊急ハード対策の実施前】 機器の破損時もしくは東斜面で対策を実施する場合に設置

4.2.1 雨量計

恵山周辺では、気象庁、函館建設管理部により雨量の観測が行われている。雨量計は、白浜川・水無川に設置されているが、一部の観測機器は想定火口の内にいる。恵山近傍には観測点が少ないこともあるため、平常時からこれらの近傍観測点と遠望観測点の雨量やレーダ雨量との相関分析を行い、噴火による破損に備える。

加えて、観測結果から工事の中断を行う暫定基準雨量を設定し、安全確保を行う。なお、暫定基準雨量については適宜専門家に意見を伺い、必要に応じ引き上げ等の見直しを行う。

ただし、突発的な噴火により観測機器が破損し、相関分析が間に合っていない場合は、代替箇所へ緊急設置する。

4.2.2 積雪計

積雪計は恵山近傍では未設置である。観測記録の蓄積が必要であるため、平常時から山体近傍に観測機器の設置を検討する。データの蓄積が出来た段階で高岱との積雪量の相関を分析し、緊急時に備える。

4.2.3 土砂移動検知センサー(ワイヤーセンサー・振動センサー)

土砂移動検知センサーは、二次泥流の発生検知を目的に設置する。ただし、恵山では、溪流の経路長が短く、保全対象の距離が近いことから、工事の安全管理としての活用は難しい。

一方、土砂移動現象の発生検知を行うことは、避難のための情報支援とすることができる。しかし、避難のための情報支援が主目的となるため、土砂移動検知センサーの設置および管理する機関については今後 WG（ワーキンググループ）で検討していく予定である。設置候補としては、対象溪流の谷出口に設置を検討する。

4.2.4 監視カメラ

恵山では気象庁により火山活動の監視観測が行われている。火山監視用のカメラは、「火口原」と「高岱」に設置済みである。

しかし、「火口原」カメラは噴石の想定範囲内であるため、噴火により破損の恐れがある。また、東側火口の観測が可能なカメラは設置されていない。噴火時に「火口原」カメラが破損、もしくは山体の東側の溪流で対策を実施する場合は緊急的に監視カメラを設置する。

監視カメラの緊急設置および管理する機関については今後 WG（ワーキンググループ）で検討していく予定である。

4.3 住民避難支援のための情報提供

火山噴火に伴う現象の発生規模は事前の予測が難しく、砂防施設による対策だけでは限界がある。そこで、住民の安全確保のために、火山砂防ハザードマップを自治体へ提供することなどにより、避難支援を行う。

4.3.1 土砂移動現象に関する情報の提供

「工事従事者の安全確保」を主目的として整備した機器により得られた土砂移動現象に関する情報を関係機関へ提供する。

4.3.2 ハザードマップの提供

噴火時には、緊急対策砂防の基礎資料とするとともに、自治体の避難対策支援のために火山防災協議会へハザードマップの提供を行う。火山噴火に関するハザードマップは、「プレアナリシス型」と「リアルタイムアナリシス型」に大別される。

(1) 火山砂防ハザードマップ(プレアナリシス型ハザードマップ)

噴火時には、緊急対策砂防の基礎資料とするとともに、自治体の避難対策支援のために火山防災協議会へ必要に応じてプレアナリシス型ハザードマップの提供を行う。

恵山では、プレアナリシス型（＝事前分析型）ハザードマップとして、「火山砂防ハザードマップ」を作成しており、本計画が対象とする土砂移動現象（二次泥流、火砕流、火山泥流等）の影響範囲を表示している。

ただし、このハザードマップは、火山防災協議会が作成・公表している「恵山火山防災マップ」とは対象とする現象や想定する条件が異なるため、提供にあたっては火山活動に関する最新の情報について確認が必要なことに留意する。

(2) リアルタイムアナリシス型ハザードマップ

リアルタイムアナリシス型ハザードマップは、実際の噴火状況に応じて、想定と異なる火口の出現や地形変化も柔軟に取り入れて計算するハザードマップであり、条件設定から数値シミュレーション、影響範囲図化等まで可能な「火山噴火リアルタイムハザードマップシステム」を国土交通省が平成30年から運用している。緊急時提供可能となった際には同システムを運用している国土交通省北海道開発局と連携を図る。

4.4 情報通信網の整備

監視観測結果等の情報を提供するために、必要に応じて情報通信網の整備を行う。また、緊急時の整備等が困難な場合は、関係機関からの機材借用や情報提供用に開発されたシステムの活用等に向けて平常時から調整をおこなう。

北海道から情報提供をおこなうための情報通信システムは現状未整備であるため、平常時から光ファイバーケーブルの敷設の実施などが望まれる。恵山周辺における国土交通省の光ケーブル整備状況を図 4-2 に示す。現在の所、恵山周辺に整備されている国土交通省の光ケーブルはなく、直近のものは火口から西に約 5km 以上離れた国道 278 号沿いに敷設されたものとなる。

緊急時の借用機材の候補として、国土交通省が保有する Ku-SAT (衛星小型画像転送装置) 等が挙げられる(図 4-1)。



Ku-SAT(衛星小型画像転送装置)

図 4-1 情報通信システム/機器の例



図 4-2 恵山周辺における光ケーブルの整備状況
出典：国土交通省HP「地域光ファイバ収容空間の整備状況」を基に作成

第5章 緊急ハード対策

5.1 実施方針

緊急ハード対策は、火山活動の推移や降灰の状況に応じ、噴火に伴う土砂災害を軽減する目的で実施する。恵山の噴火シナリオ及び自然・社会条件の特徴を踏まえ、火山活動状況に柔軟に対応できるよう実現可能な対策とする。

恵山周辺の保全対象(主に人家)は、溪流出口に密集しており、溪流内へのアクセス路が非常に狭い、私有地を経由する必要がある等の制限がある溪流が複数ある。また、流域内の治山施設が流域出口付近まで整備されている、流域と保全対象の距離が近接している等の制約から砂防施設を配置する対策スペースがない溪流もある。

《目的》

保全対象への土砂災害の被害をできるだけ軽減する。

《対象現象》

大規模噴火の降灰による二次泥流

《対象時期》

原則として噴火警戒レベルにより対策の可否を判断する。

《対象箇所》

想定現象の影響範囲、立入規制区域、保全対象の位置などから対策可能な範囲を抽出し、その中から安全かつ、効率的な箇所を選定する。

《保全対象》

対象溪流下流域の人家等

《工種・工法》

短時間(1ヶ月程度)で施工可能な工種・工法をとする。施工スペースに限りがあることから、可能な限り既往施設を活用する。

表 5-1 緊急減災対策ドリル（緊急ハード対策）

噴火警戒レベル	1	2	4	5	4	3	2	1
噴火活動状況	火山活動は静穏	火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生（あるいは発生すると予想される） 噴石：X,Y火口から500m以内 噴煙：高さ数100mの噴煙（火口付近に降灰） 噴煙柱崩壊型火砕流：噴煙の状況で発生	居住地域に重大な被害をおよぼす噴火が発生する可能性が高まっている 噴石：X,Y火口から500m以内 噴煙：高さ数100mの噴煙（火口付近に降灰） 噴煙柱崩壊型火砕流：噴煙の状況で発生	居住地域に重大な被害をおよぼす噴火が発生	噴火活動が段階的に終息 降灰による二次泥流の発生 溶岩ドームの滑動等	"	"	"
避難/立入規制		◇登山道の立入規制	◇避難準備（要配慮者避難）	◇避難指示 ◇立入規制 （道道231・641号,市道）	◇避難・立入規制解除			
緊急ハード対策		<ul style="list-style-type: none"> ●対策箇所の状況確認 ●資機材・備蓄ヤードの確保 ●関係機関への周知・連絡 	対策の実施を判断 工事現場の安全対策の構築	タイプ①対策の着手 ●1号砂防ダムの除石 ●2号砂防ダムの除石 地上測量 → 準備工 → 除石工 → 施工完了	対策工事の中止	対策の実施を判断 工事現場の安全対策の構築	対策タイプ②の着手または再開 ●流路沿いの導流堤の設置 準備工 → 大型土の設置 → 施工完了	
緊急ハード対策の実施のための関係機関との調整	気象庁	【気象庁】 火山に関する情報（噴火警報・気象警報、降灰予報）など						
	国土交通省	(小規模噴火発生時)緊急調査	情報共有		緊急調査	情報共有		
緊急ソフト対策		<ul style="list-style-type: none"> ●雨量の相関分析、基準雨量の設定 ●積雪計の設置 ●観測機器の備蓄 	ハード対策に向けた観測機器(カメラ等)の緊急設置 許可申請 → 土砂移動検知センサーの緊急設置 → 監視 許可申請 → 監視カメラの緊急設置 → 監視		ハード対策に向けた観測機器(カメラ等)の緊急設置 許可申請 → 土砂移動検知センサーの緊急設置 → 監視 許可申請 → 監視カメラの緊急設置 → 監視			
緊急ソフト対策の実施のための関係機関との調整	函館市 環境省 林野庁	緊急対策実施のための許可申請	情報共有		緊急対策実施のための許可申請	情報共有		

5.2 対策工の工種・工法

緊急ハード対策施設は、恵山火山周辺の砂防対策施設の整備状況等を踏まえ、他火山等における緊急対応実績をもつ一般的な工種・工法のうち、最低限の施工で効果を発揮するものを標準とする。なお、対象現象の「低頻度の降雨で繰り返し発生する」という特徴を考慮し、繰り返し土砂を捕捉可能な工種とする。

5.2.1 対策工の構造

表 5-2 に緊急ハード対策の工種・工法の一覧を示す。緊急ハード対策で実施する対策工の種類・工法は、他火山等における緊急対応の実績や、短時間で施工することを考えて簡易な工法で実現可能な、除石、仮設砂防堰堤、導流堤を主とした。

表 5-2 緊急ハード対策の工種・工法・特徴

目的	工種・工法	特徴
貯砂・貯留	除石工	<ul style="list-style-type: none"> ・既施設を活用して施工できる ・用地の取得など準備工が少なく、早急に工事に着手できる ・掘削した分の効果がすぐに見込める
	仮設堰堤工	<ul style="list-style-type: none"> ・大型土のうやコンクリートブロックを用いて施工する ・資材の事前備蓄が必要 ・規模に応じて高い効果が得られる ・繰り返しの発生に対して、緊急除石による効果回復が見込める
	遊砂地工	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロック積み及び掘削により施工する ・高い効果が見込まれ、泥流への対応も可能 ・広い施工面積が必要であり、施工期間も長くなる傾向がある ・繰り返しの発生に対して、緊急除石による効果回復が見込める
導流	導流堤工 (土のう積み)	<ul style="list-style-type: none"> ・下流域の河川沿いや建物の周囲に施工する ・大型土のう袋の事前備蓄が必要や中詰め土砂の確保が必要
	導流堤工 (ブロック積み)	<ul style="list-style-type: none"> ・下流域の河川沿いや建物の周囲に施工する ・コンクリートブロックの事前備蓄が必要

(1) 除石工

既設砂防堰堤の除石を行い、捕捉量を増やす。貯砂空間で湛水させて、二次泥流のピークカットを行う。除石にあたっては、流体力が直接堰堤や溪岸に作用しないような形状とする。

表 5-3 除石工の工種・工法

工法	既存砂防施設施設の活用
工種	掘削工、除石工
模式図	<p>既存施設 緩衝用に残す 堆砂部の掘削</p>
概要	・既存施設の除石を行い、ピークカットする。
特徴	・施工が容易である。 ・掘削した土砂の置き場が必要。

(2) 仮設堰堤工

設堰堤は、噴火活動終息後の撤去を前提として大型土のうやコンクリートブロックを用いた堤体を標準とする。一方で、実際の施工時には資機材の調達状況を考慮し、ソイルセメントや土構造及びその複合構造など柔軟に対応する必要がある。

また、この工種・工法は降灰後の降灰後土石流等の発生後に緊急除石をおこない堆砂容量を確保することで、繰り返しの発生に対して効果量の回復を見込むことができる。



表 5-4 仮設堰堤工の工種・工法

工法	仮設堰堤工	仮設堰堤工
工種	ブロック工	ブロック+中詰めソイルセメント工
模式図		
概要	・堤体をすべてコンクリートブロックで施工する	・堤体をコンクリートブロックと中詰めソイルセメント工 (INSEM工法) で施工する。
特徴	・強度があり安定性がある。 ・ブロック数が多く必要となり備蓄が必要である。 ・撤去が容易であり、道路通行部を空けることも可能。	・強度があり安定性がある。 ・残土を利用出来る利点があるが、周辺より盛土材を確保する必要がある。 ・撤去時には産業廃棄物となる。
工法	仮設堰堤工	仮設堰堤工
工種	ブロック+盛土工	アースダム工
模式図		
概要	・堤体をコンクリートブロックと盛土で施工する。	・堤体を均一な盛土材で施工する。
特徴	・上流側にコンクリートブロックを設置することにより強度を持たせ、盛土材を少なくする。 ・法面保護が必要である。	・施工が容易である。 ・周辺より大量の盛土材の確保が必要である。 ・法面保護が必要である。

(3) 遊砂地工

河川沿いの空間を掘削し、盛土あるいはブロック等で遊砂地を整備し、ピーク流量を低減させ、避難に要する時間を稼ぐ。遊砂地の構造は緊急時には資機材の調達状況や強度等を考慮し、ブロック工及び盛土等の複合構造、その他の工法など柔軟に対応する。本計画では施工時間や他火山での実績等の優位性を考慮し、ブロック工（導流部はブロック+盛土※）として数量及び施工期間を算出した。

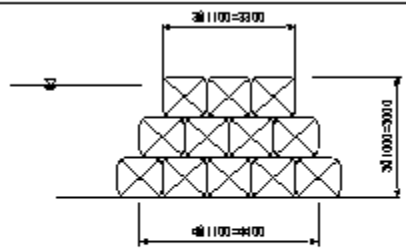
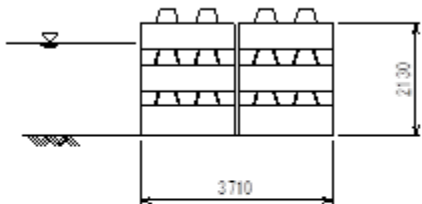
表 5-5 遊砂地工の工種・工法

工法	遊砂地工(横断構造物)	工法	遊砂地工(堆砂部)
工種	ブロック工	工種	ブロック工+盛土工
模式図		模式図	
概要	・堤体をコンクリートブロックで施工する。	概要	・計画堆砂勾配高より高い箇所は築堤を行う。
特徴	・強度があり安定性がある。 ・ブロック数が多く必要となり備蓄が必要である。 ・撤去が容易であり、再利用が可能。	特徴	・施工が容易である ・盛土部の侵食対象が必要。(モルタル吹付け等)

(4) 導流堤工

大型土のうやブロックを用い、氾濫を抑制する。本計画では資機材の調達状況を考慮し、大型土のうによる数量及び施工期間を算出した。ただし流体力等が懸念される箇所については、ブロック積にする、吹付けによる補強を行うなど柔軟に対応する。

表 5-6 導流堤工の工種・工法

工種	大型土のう工	ブロック工
模式図		
概要	・大型土のうで、導流堤を作成する。 ・大型土のうでボックスカルバートを閉塞する。	・コンクリートブロックで、導流堤を作成する。 ・コンクリートブロックでボックスカルバートを閉塞する。
特徴	・施工時間が早い。 ・備蓄がブロックと比較して場所が少なく済む。 ・中詰め土砂を確保する必要がある。	・強度があり、安定性がある。 ・ブロック数が多く必要となり備蓄が必要である。 ・撤去が容易である。

5.2.2 無人化施工

無人化施工とは、建設機械の操縦席にオペレーターが搭乗して運転操作するかわりに、危険な場所や立入規制区域から離れた安全な場所から、無線による遠隔操作によって建設機械を制御しながら施工することをいう。

本計画では有人施工を基本としているが、一方で、今後の技術の進歩に伴い課題の解消が見込める場合は、その適応について再度検討する。

<無人化施工の特徴>

- ・ オペレーターは、遠隔操作室にて、建設機械に取り付けたC C Dカメラや移動式カメラ車等からの映像をもとに運転操作を行う。また、建設機械同士の接触などを避けるために、建設機械の運行状況をリアルタイム測量により確認する。
- ・ 施工場所と遠隔操作する場所との距離は、無線の場合、現地条件（見通し等）や画像・データ伝送のシステム構成にもよるが、最長で約2km程度である。
- ・ 無人化施工の資機材やオペレーターは全国でも限られており、施工能率も有人施工と比べて60%程度に下がる。



図 5-1 無人化施工で使用する主な機材

5.3 施工可能期間の設定

恵山では、噴火警戒レベル上昇時には、レベル3が使用されないため対策の準備期間が短い可能性がある。加えて、近年観測された噴火実績もなく、火山活動の高まりが観測されてから、噴火までの時間的な猶予の予測が困難であり施工可能期間の設定は困難である。従って、施工可能期間は、過去の他火山噴火時の緊急対策事例に基づき、「1ヶ月程度」と想定する。

恵山では、火山活動の推移を予測するための噴火履歴資料が乏しく、あらかじめ対策可能期間等を設定することが難しい。そこで、平成26年御嶽山噴火時の緊急減災対策実施事例における施工期間を参考として、施工可能期間を設定する。御嶽山噴火時の緊急減災対策の概要を以下に示す。

■火山噴火時のブロック堰堤施工事例（御嶽山）



図 5-2 鹿ノ瀬川に設置したブロック堰堤

- 降灰後の土石流のおそれが生じる場合に備え、砂防施設の無い鹿ノ瀬川に緊急的にブロック堰堤（幅約34m、高さ約4m、4tブロック330個）の設置。
- ブロック堰堤は、10月2日着手し、30日に完成。
- ブロックは多治見砂防国道事務所管内における緊急対策に必要な資材として、管内の滑川地区に備蓄していたものを用いた。このブロックは、南木曾町梨子沢の土石流災害後に設置されているブロック堰堤においても使用した。

出典：林真一郎・他（2015）平成26年9月御嶽山噴火による土砂災害に対する二次災害防止の取組。砂防学会誌，Vol.67，No.6，p.86-91.

5.4 施設配置方針

緊急ハード対策は、対策箇所に様々な制約条件（アクセス、スペース、用地等）があるため、火山活動状況に応じて柔軟に対応できるよう、短期間で工事が完了する対策内容とした。対策箇所は、施工スペースに限りがあることから、可能な限り既往施設を活用する。

溪流における具体的な対策は、それぞれの溪流の制約条件を勘案して対策の「可否」を踏まえて設定した。

5.4.1 対策区分の設定

恵山における緊急減災対策は、噴火警戒レベルや地形・社会条件から非常に制約を受ける。そこで、緊急ハード対策を実施する上で、対策のタイミングと実際に施工が可能であるかを評価して、緊急ハード対策について区分した。区分する条件は、「対策スペースの有無」と「避難への影響の有無」とした。これらの評価を元に、恵山における緊急ハード対策を3タイプに区分した(図 5-3)。

【恵山における緊急ハード対策の区分】

- 対策タイプ①：避難に影響なく対策が可能な箇所
- 対策タイプ②*：避難に影響があるため、避難完了後に対策が可能となる箇所
- 対策タイプ③：対策スペースが無く、短期間での施工が困難と判断される箇所

※砂防として対応可能な溪流を「対策タイプ②-1」、他官庁施設の活用により対策可能な溪流を「対策タイプ②-2」とする。対策タイプ②-2については、関係機関と今後、対応について協議する。

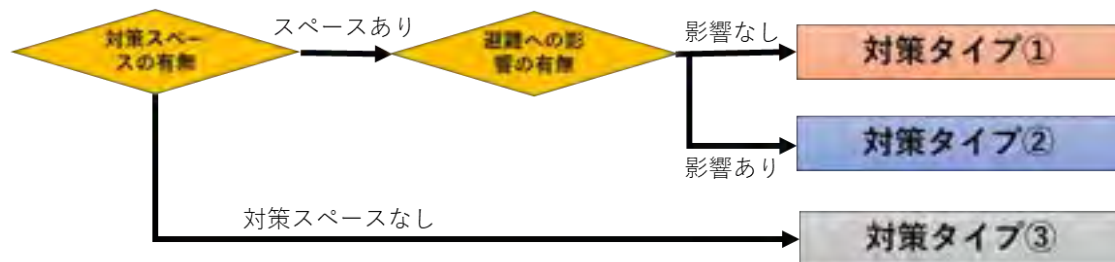


図 5-3 緊急ハード対策の区分

前述した条件から、各溪流において対策区分を行った(図 5-4)。ただし、白浜川は、対策可能範囲が広いことから流域内と市街地での対策として区分した。その結果、対策タイプ①が3溪流、対策タイプ②が6溪流、対策タイプ③が7溪流となった。

対策タイプ②は、砂防として対応可能な箇所②-1、他官庁施設周辺において対応可能な箇所を②-2とした。

対策タイプ③に該当する溪流については、重機等を用いた対策が困難であることから、優先した避難を実施するなどの対応が必要である。

今後WG(ワーキンググループ)で、②-2箇所の対応や緊急減災対策砂防計画と避難計画の調整などを図る予定である。

対象溪流	条件		対策タイプ
	対策スペースの有無 有(砂防):○ 有(他箇所):△ 無:×	工事による避難への影響の有無 無:○ 有:× -:評価なし	
平鳥沢川	○	○	タイプ①
白浜川 (流域内)	○	○	タイプ①
白浜川 (市街地)	○	×	タイプ②-1
イウエ川	○	×	タイプ②-1
神社川	×	-	タイプ③
滝沢川	×	-	タイプ③
温泉川	△	×	タイプ②-2
岩田川	○	×	タイプ②-1/ タイプ②-2
小荒の沢川	×	-	タイプ③
水無沢川	○	×	タイプ②-1
元村川	○	×	タイプ②-1/ タイプ②-2
元村の沢川	×	-	タイプ③
小野沢川	×	-	タイプ③
三ツ石の沢川	×	-	タイプ③
番屋の沢川	×	-	タイプ③
八幡川	○	○	タイプ①



※対策タイプ②-2については、WG等によって施設管理機関と調整し、実施等について協議する

図 5-4 溪流ごとの緊急ハード対策区分

5.4.2 施設配置計画

二次泥流の影響想定範囲に対して、保全対象の分布、地形、アクセス性、土地利用状況、避難計画を踏まえ、現実的に対策工を整備可能な配置であることを考慮した上で、被害を軽減可能な配置および規模（積み段数）とした。

前述した対策区分を基に各溪流で実施可能な緊急ハード対策を計画した。配置施設一覧を表 5-7、配置計画図を図 5-5 に示す。

対策タイプ毎の実施の優先度については、今後 WG（ワーキンググループ）で保全対象の分布状況や避難計画を基に検討していく必要がある。

表 5-7 対象溪流ごとの施設配置(案)

溪流名	対策タイプ	対策工
平島沢川	タイプ1	ブロック堰堤工
		ブロック積工(遊砂地工)
白浜川(流域内)	タイプ1	除石(1号砂防ダム)
		除石(2号砂防ダム)
白浜川(市街地)	タイプ2-1	導流堤工(大型土のう、もしくはブロック) 1 (つつじ橋付近)
		導流堤工(大型土のう、もしくはブロック) 2 (聖山福祉センター付近)
		導流堤工(大型土のう) 3 (河道出口付近)
イノウエ川	タイプ2-1	導流堤工(大型土のう、もしくはブロック)
神社川	タイプ3	—
滝沢川	タイプ3	—
温泉川	タイプ2-2※	地官庁施設(谷止工)の美上げ
		ワイヤーネット工
岩田川	タイプ2	導流堤工(大型土のう、もしくはブロック)
	タイプ2-2※	ワイヤーネット工
		地官庁施設(谷止工)の除石工
小荒の沢川	タイプ3	—
水無沢川	タイプ2-1	導流堤工(大型土のうもしくはブロック)
元村川	タイプ2-1	ブロック堰堤工
		ブロック積工(遊砂地工)
	タイプ2-2※	地官庁施設(谷止工)の除石工
元村の沢川	タイプ3	—
小野沢川	タイプ3	—
三ツ石の沢川	タイプ3	—
番屋の沢川	タイプ3	—
八幡川	タイプ1	除石工(1号砂防ダム)
		導流堤工(大型土のうもしくはブロック) (1号砂防ダム下流)
		導流堤工(大型土のうもしくはブロック) (5号団地左岸)
		導流堤工(大型土のうもしくはブロック) (8号団地左岸)



図 5-5 緊急ハード対策の対策施設配置(案)

5.5 緊急ハード対策工事の安全確保

緊急ハード対策の対象現象である二次泥流は、降灰の影響で通常時の土砂移動に比べ少量の雨でも発生し、また頻発することが想定される。そこで、火山灰等の影響を考慮した二次泥流の発生基準雨量を設定し、工事中止と再開を判断するための基準設定が必要である。なお、噴火警戒レベル5となった場合、対策は実施しない。

5.5.1 暫定基準雨量の設定

工事一時中断の暫定基準雨量値は、土砂災害緊急情報の土石流が発生するおそれのある雨量基準（第1報）の「時間雨量10mm」とする。緊急ハード対策等の工事現場内や、もしくは山の周辺で該当降雨が確認された場合は工事を一時中断する。

なお、暫定基準雨量とその切り替えは、森林の状況、降灰状況など現地調査結果を踏まえ必要に応じて専門家の助言を受ける。土砂移動検知センサーを設置した場合は、雨量と二次泥流の発生情報から基準雨量の設定に活用する。

5.5.2 積雪計の設置

工事の中断を判断する情報の一つとして融雪型火山泥流の規模の予測等の活用を想定し、平常時から積雪計を設置し、積雪データの収集を行う。

5.5.3 監視カメラの設置

噴火により既存の監視カメラが破損した場合は、工事の中断を判断する情報の一つとして噴火の発生の兆候を監視することを目的に、想定火口が広範にわたり見渡せる箇所に監視カメラを設置する。設置については、関係機関と協議の上、実施する。

5.5.4 火山監視員体制の構築

緊急ハード対策の工事現場においては工事の中止を判断することと、火山活動を監視することを目的として、火山監視員を配置やドローン等の活用を検討する。

5.5.5 連絡体制の整備

二次泥流の発生基準雨量の超過時に、工事を一時中断し退避するため、工事従事者に警告する連絡体制を整備する。また、火山監視員が異常を確認した場合、現場代理人に無線で連絡し、工事従事者に警告する連絡体制を整備する。

5.5.6 噴石避難壕・熱風避難壕の設置

緊急ハード対策の工事現場においては、噴石・熱風の影響が及ぶ危険性がある場合、工事現場の近傍に噴石避難壕・熱風避難壕を設置し、工事従事者の安全確保を図る。

第6章 平常時からの準備事項

6.1 実施方針

緊急対策ドリルで示した対策を実施可能とするために、対策を実施する際に必要となる手続きや調整事項などを把握しておく。これらのうち、平常時から進めておくことによって緊急時の実効性が高まる事項について、実施しておくべき準備事項とその内容を整理しておく。

緊急減災対策を迅速に実施するために、必要となる諸手続きや関係機関との連携事項について調整すべき事項を示す。また、緊急時の作業期間が短縮できる事項や平常時から準備しておかないと効果が期待できない事項などについては、緊急調査・緊急ソフト対策・緊急ハード対策ともに平常時から対応する。さらに、緊急時に的確な判断、迅速な行動がとれるように平常時から準備・点検・訓練等を実施する。

緊急ハード・ソフト対策は各流域で条件が異なるため、今後 WG（ワーキンググループ）において引き続き、実施の主体や連携機関、実施段階で必要となる準備について調整を図るものとする(表 6-1)。

表 6-1 緊急対策を実施する上での課題・今後の調整事項

	項目	内容	対策	連携機関
①	資機材の準備	・資機材準備・保管、資材置き場の確保	ハード/ソフト	国土庁・林野庁・地産地消 電力会社
		・電源確保		
		・工事用道路の整備	ソフト	
②	土地の確保	・土地活用許可→一体的な整備	ハード/ソフト	地産者・道庁 林野庁
		・土木の確保		
		・道路上の構造物設置に対する占有許可	ハード	道 地産者・道庁
		・基本計画上の計画位置の先制指定確化		
・土壌で樹の確保				
③	許可申請・調整	・自然公園内(国有林・保安林内)の緊急対策許可	ハード	林野庁・道 道路管理課等・警察署
		・ローリー等特種車両の通行許可		
④	事前調査	・緊急対策部等・既存施設の確認	ハード/ソフト	道
⑤	データベース整備	・防災前地形データベース化	ソフト	国土地理院・民間会社 道
		・フレキシブルな型ハードマップの整備		
		・権限等の設定 ・測量、航空写真の相関分析		

6.2 緊急調査に関する準備事項

緊急調査を効率的に実施するために、平常時から計画的に調査方法や情報の入手機関との調整、調査資機材の準備、データ整備等を進める。

6.2.1 火山活動に関する情報

火山活動に関する情報は気象台等からの提供を基本となるが、その他の機関で実施された調査結果等についても積極的に情報収集を行う。

6.2.2 防災行動に関する情報

函館市が主体となる避難行動に関する情報を効率的に収集するため、事前に担当者の確認や平常時からの顔の見える関係を築き、情報共有等を行う。

6.2.3 インフラに関する情報

対策設置箇所までの道路状況や周辺の電力供給、通信状況を確認するために必要な調査、情報収集の方法を検討し、振興局の調査体制を構築する。

6.2.4 対策箇所周辺に関する情報

対策箇所周辺の情報や土砂堆積状況の情報を効率的に収集するための調査方法を検討し、振興局の調査体制を構築する。

6.3 緊急ソフト対策に関する準備事項

平常時には、基本計画に沿って監視・観測機器等の整備を進める。また、緊急ソフト対策を効果的に実施するため、関係機関との調整を計画的に進める。

6.3.1 機器の準備

監視機器の緊急的な調達を可能とするために、平常時から関係機関と調整を図る。

6.3.2 監視観測機器のデータ取得

平常時から降雨データや土砂移動現象が発生した場合のデータを収集する。

6.3.3 道立自然公園内および国有林・保安林内での観測機器設置の許可

道立公園内および国有林や保安林内で観測機器を設置する場合は、関係機関との調整を進める。

6.3.4 火山砂防ハザードマップ

土砂移動シナリオを基に検討された想定される土砂移動現象の影響範囲について火山砂防ハザードマップとして整理する。緊急時においては、避難への情報支援として必要な情報について提供する。

6.4 緊急ハード対策に関する準備事項

緊急ハード対策を効果的に実施し、さらに緊急時の作業期間を短縮するために、資機材の準備・調達方法や土地の確保等について関係機関と調整する。

6.4.1 緊急ハード対策に用いる資機材の備蓄・調達

緊急ハード対策に用いる資機材の確保について関係機関と調整を進める。資材の備蓄は、早急に対策着手可能な数量について把握し、備蓄や調達先の選定を行う。

6.4.2 緊急ハード対策実施のための資機材搬入ルートを選定

対策計画候補地の地権者を把握し、緊急時の利用の可否について確認・調整を進める。

6.4.3 土捨て場、備蓄資材仮置き場の確保

土捨て場、備蓄資材仮置き場の確保について、関係機関との調整を進める。

6.4.4 土地の調査

対策計画候補地の地権者を把握するとともに、緊急時の利用の可否について確認・調整を進める。また、対策計画箇所の地盤情報について調査を実施する。

6.4.5 対策実施のための準備・調整

緊急ソフト・ハード対策工事について、実施するために必要な関係機関との調整を進める。本計画における調整事項は、下記の通りである。

- ・対策箇所の土地所有者への事前調整
- ・道路の占有許可

6.4.6 緊急対策工事における安全対策

噴石避難壕等の緊急対策工事における安全対策施設に関する保有状況等の情報収集を行う。また、施工従事者への噴火に関する情報の伝達方法について検討を進める。

6.4.7 無人化施工の準備

無人化施工については、準備として適用可能箇所について整理し、緊急時に現地に配備できる機械の種類、台数、オペレーターの人数等を把握し、無人化施工に必要な許認可申請の迅速化を進め、施工計画の整理をしておくことが必要である。

6.4.8 緊急減災対策開始のタイミング

タイミングの設定、判断の参考とする行動指針は、今後 WG（ワーキンググループ）において平常時から検討し、適宜、必要に応じて本計画へ反映する。

6.5 実施体制を確保するための準備事項

緊急減災対策を効率的に実施するために、平常時から、関係機関と連携し、職員の研修、実地訓練、防災訓練を行う。

6.5.1 職員の研修

緊急減災対策を効果的に実施するためには、対策実施に関わる職員が恵山の特徴や過去の災害状況等を理解しておくことが重要である。

そのため、火山や砂防、過去の災害を熟知した学識者、職員OB、ならびに内閣府火山防災エキスパート等を講師として、継続的に職員の研修を行い、恵山の火山活動や火山防災の知識を高めておく必要がある。

6.5.2 防災訓練等

緊急減災対策では、関係機関の連携や検討された土砂移動ケースを参考とした臨機応変な対応が求められる。噴火の場면을時系列で想定した机上訓練（防災訓練等）は、多様な現象が想定される火山噴火に対して有効である。

6.6 情報共有

緊急減災対策を効率的に実施するために、火山活動状況変化や土砂移動発生情報の早期入手、連携した防災行動が重要である。このため、平常時から防災関係者の顔の見える関係づくりを行うとともに、監視観測体制の構築と情報伝達・共有・活用体制の仕組みを考える場を設ける。

緊急減災対策を効率的に実施するために、常設防災機関である火山防災協議会に、緊急減災対策砂防の実施状況などの情報を提供し、火山防災対策全般との調整を図る。

第7章 今後の緊急減災の検討に向けて

本計画は、火山活動が活発化したときに、現在の砂防施設の整備状況や、社会環境などを踏まえて、可能な限り被害を軽減するために現時点で、実施可能な緊急ハード・ソフト対策をとりまとめたものであるが、緊急減災対策を北海道の砂防部局が単独で実施することには限界がある。

今後も引き続き、緊急減災対策に関わる北海道開発局や関係機関などが連帯して協力体制を構築することとし、緊急減災対策砂防計画のためのワーキンググループを設置するなどして、検討を進めていく必要がある。

なお、火山噴火緊急減災対策砂防計画は、基本対策（ハード・ソフト）の整備進捗、社会・自然環境の変化や新たな科学技術の進歩等の知見を踏まえて継続的に見直し・改善を図る必要がある。また、緊急減災対策砂防計画の見直しには、PDCA サイクルの適用が考えられるが（図 7-1）、具体的な適用方法については、今後関係機関と協議・調整する必要がある。

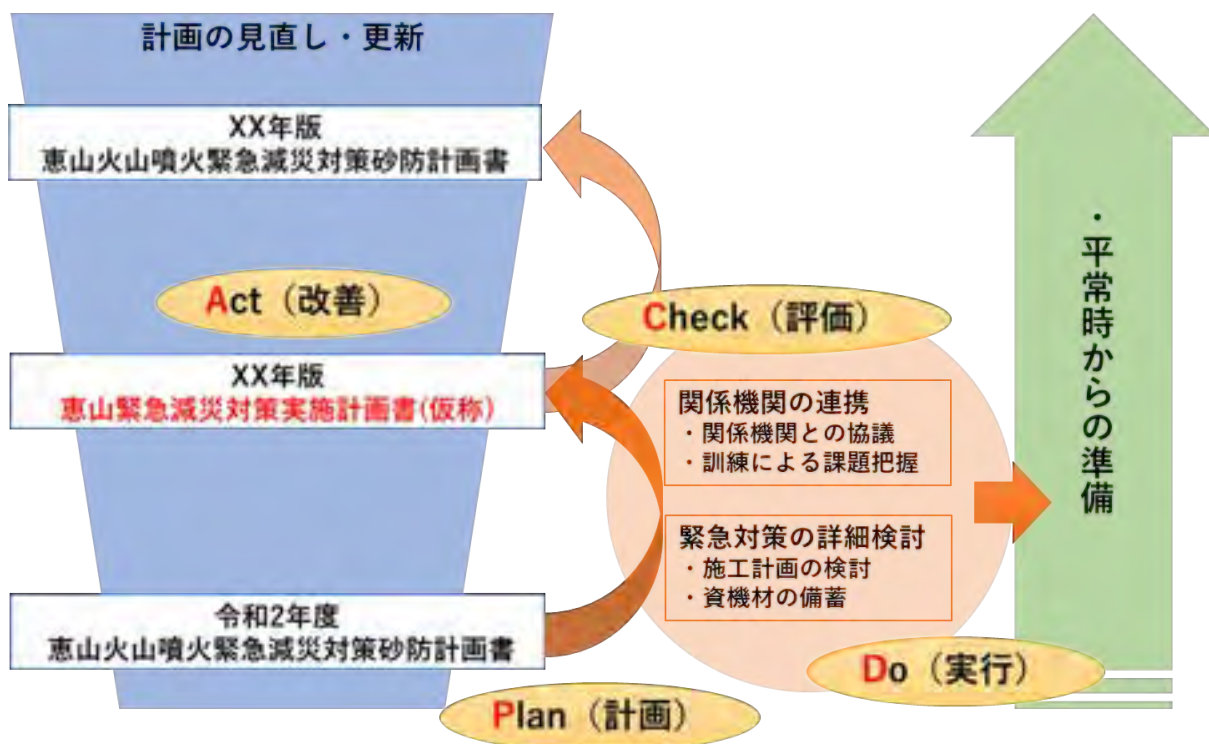


図 7-1 PDCA サイクルの実施による緊急減災対策砂防計画の継続的な見直しのイメージ

7.1 今後の課題

緊急減災対策を実施するためには、緊急ハード対策や緊急ソフト対策、関係機関との調整事項（土地利用に関する調整、許可申請に関する調整、避難計画との調整）等に関して引き続き検討を実施する必要がある。そのため、恵山の「火山噴火緊急減災対策検討ロードマップ（案）」を作成し、関係機関と協議・調整を図りながら継続的に「緊急対策ドリル」の見直しや「緊急減災対策実施計画書（仮称）」を更新して行く予定である。

表 7-1 火山噴火緊急減災対策検討ロードマップ案

火山噴火緊急減災対策検討ロードマップ（案）
【恵山】＜函館建設管理部＞

恵山の特徴

- ・緊急ハード対策：噴火活動の時間的推移の想定が困難なことに加え、対策箇所に様々な制約条件（アクセス、スペース、用地等）があるため、火山活動状況に応じて柔軟に対応できるように、**短期間で工事が完了する対策内容を検討する**。また、**施工スペースに限りがあることから、可能な限り既往施設を活用する**。
- ・緊急ソフト対策：二次泥流の発生要因となる降雨について、山体周辺の観測機器が噴火により破損することを想定し平常時から観測地点と他観測との雨量の相関分析を行う。また、積雪計について平常時から設置する。
- ・各種調整事項：土捨て場の調整、国有林・民有林内での施工に関する事前調整、避難計画との調整、用地調整を実施する必要がある。

