

弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防計画

【砂防計画編】

令和4年3月

弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

はじめに

弥陀ヶ原は、立山連峰の西側に形成された安山岩・デイサイトの成層火山で、約4万年前の玉殿溶岩の噴出以降、マグマ噴火は発生していない。過去1万年以内の活動もすべて水蒸気噴火であることから、今後発生する噴火は、火山の状況の大きな変化がない限りは、水蒸気噴火であると考えられる。

また、過去1万年以内の活動により、火山灰層が7層になっていることから、少なくとも7回の噴火が起きており、噴火口は地獄谷周辺や血の池地獄周辺、称名火口や大谷火口群などであったとみられる。現在、地獄谷周辺では活発な噴気活動がみられ、地獄谷周辺地下にキャップロックやガス溜りの存在が示唆されているほか、膨張性の地殻変動も観測されている。そのため、他の噴気活動がない地域と比べ噴火が発生する可能性は、最も高いと考えられる。

国では、平成26年9月に発生した御嶽山の噴火災害の教訓から、平成27年12月に活動火山対策特別措置法を改正し、火山災害警戒地域に指定された自治体に火山防災協議会の設置を義務付けるとともに、警戒避難体制の整備に関する必要な協議を行うこととした。

弥陀ヶ原火山においては、平成28年2月に、富山県・富山市・立山町・上市町が国（内閣府）から「火山災害警戒地域」に指定されたことを受けて、平成28年3月30日に富山県及び長野県、関係機関による弥陀ヶ原火山防災協議会（以下「協議会」という。）を設置し、火山防災対策について検討を進めてきたところである。

本計画は、これらの火山防災対策の動きと協調して砂防部局としての対応方策を「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）」に則り、平成29年（2017年）から計5回の検討会（委員長：藤田正治 京都大学防災研究所教授）を開催して策定した。火山噴火に伴い発生する土砂災害に備えた緊急的なハード対策とソフト対策を迅速かつ効果的に実施できるように計画するとともに、平常時からの準備についての方針を定めたものである。この計画に基づき行動することにより、弥陀ヶ原の噴火に伴い発生する土砂災害からの被害をできる限り軽減（減災）することで、安心で安全な地域づくりに寄与するものである。

なお本計画は、今後新たな知見が得られた場合、随時見直しを行うものとする。

令和4年3月

## 目 次

### はじめに

1. 火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針 .....	計-1
1.1 対象とする噴火シナリオ及び土砂移動現象.....	計-1
1.2 対策の開始・中断のタイミングと対策可能期間.....	計-3
1.3 対策箇所 .....	計-8
2. 火山噴火との緊急調査 .....	計-12
2.1 基本方針 .....	計-12
2.2 土砂災害防止法に基づく緊急調査.....	計-13
2.3 緊急減災対策砂防における調査.....	計-21
3. 緊急ハード対策ドリル .....	計-24
3.1 基本方針 .....	計-24
3.2 工法・構造の考え方.....	計-26
3.3 施設効果量の考え方.....	計-28
3.4 緊急ハード対策施設配置.....	計-29
3.5 緊急ハード対策ドリル.....	計-30
4. 緊急ソフト対策ドリル .....	計-36
4.1 基本方針 .....	計-36
4.2 リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定.....	計-38
4.3 対策工事の安全確保.....	計-40
4.4 避難対策支援のための情報提供.....	計-41
4.5 監視・観測機器の緊急整備.....	計-42
4.6 積雪深計測手法 .....	計-45
4.7 警戒基準雨量の検討と見直し.....	計-47
4.8 情報伝達・通信手段（無線通信装置等）の整備.....	計-48
4.9 土石流移動検知情報の伝達.....	計-49
4.10 緊急ソフト対策ドリル.....	計-51
5. 実効性向上に向けた取り組み（平常時からの準備事項） .....	計-54
5.1 基本方針 .....	計-54
5.2 対策に必要なとなる諸手続き等.....	計-55

5.3 緊急支援資機材（ブロック等）の備蓄・調達方法.....	計-56
5.4 緊急時の拠点の整備.....	計-57
5.5 光ケーブル網等の情報通信網の整備.....	計-57
5.6 緊急減災対策砂防のためのデータベースの整備.....	計-59
5.7 関係機関との連携や情報共有の強化.....	計-61
5.8 関係機関相互連携のための演習.....	計-65
5.9 防災教育、広報・PR方法.....	計-67
5.10 民間事業者との連携.....	計-70
5.11 新技術の活用 .....	計-70

本計画で用いる主な用語の定義

おわりに



# 1. 火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針

## 1.1 対象とする噴火シナリオ及び土砂移動現象

弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防計画では、降灰後の土石流と積雪期の火口噴出型泥流に伴う土砂移動現象を対象として緊急ハード対策を実施する。

緊急ソフト対策は、弥陀ヶ原で想定されている現象（降灰後の土石流、火口噴出型泥流、火口噴出型泥流に伴う融雪型火山泥流等）を対象とした情報提供を行う。

対象とする土砂移動現象は、図 1-1のとおりである。

本計画における緊急ハード対策で想定する現象は、火口噴出型泥流、火口噴出型泥流に伴う融雪型火山泥流、降灰後の土石流とする。また、大きな噴石、小さな噴石・降灰などの空中を飛来するものや火砕流・火砕流サージについては砂防事業としての対応が困難なため、緊急ハード対策の対象としない。

緊急ソフト対策は各現象に対して対応可能であるが、基本的にはハード対策時の安全確保を目的とし、それらの機器や既施設で監視が可能な場合は対応することとする。

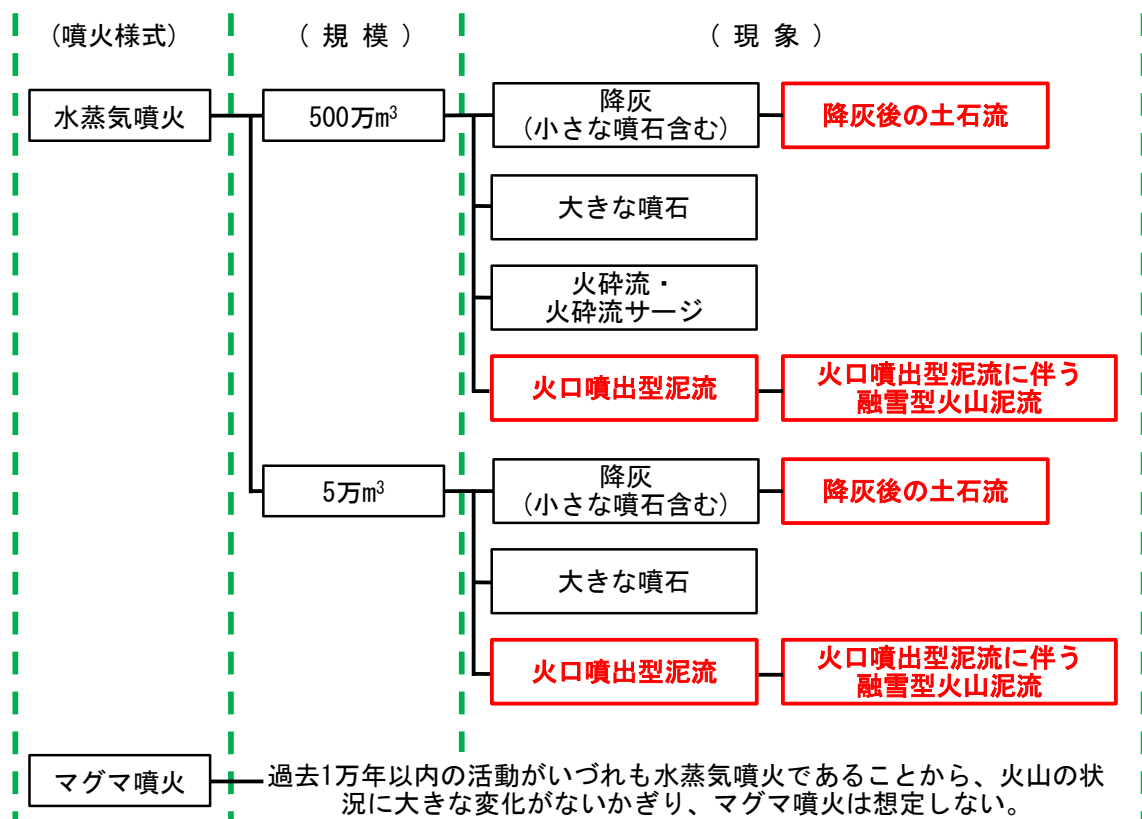


図 1-1 弥陀ヶ原で想定される噴火様式・規模・現象

出典；弥陀ヶ原の噴火シナリオ（平成 30 年 10 月） に一部加筆

表 1-1 対象とする土砂移動現象と緊急ハード対策の考え方

現象	◆現象の特徴 ■被害の影響	緊急ハード対策 (案)	緊急ソフト対策 (案)
大きな噴石	◆火口から2.5kmまで飛散する可能性がある。 ■飛来速度と重さが大きく、建築物が破壊される。 ■人が直撃を受けると死傷する。	× 空中を飛来するものなので、砂防では対応できない	△ ハード対策のための監視
小さな噴石・降灰	◆上空から風に乗って広範囲に飛散する。 ◆土石流発生の素因となる。 ■農作物の被害、交通障害、家屋倒壊などを引き起こす。	× 空中を飛来するものなので、砂防では対応できない	○ 降灰範囲及び堆積深から土石流発生箇所の予測
火砕流 火砕サージ ベースサージ	◆流下速度が大きく、広域に到達し、破壊力が高い。 ■巻き込まれると、通過域を焼失、埋没させ、建物は破壊され、人は死傷する。	× ※噴火シナリオに含まれていない（現実的には技術的に困難であるため、対応できない）	△ ハード対策のための監視
火口噴出型 泥流 融雪型火山 泥流	◆流下速度が速く、規模（総量・ピーク流量）が大きい。積雪期のみ発生する。 ■谷沿いを流下し、扇状地で広がるため、被害範囲が広範囲に及ぶ。	○ 導流堤工 等	○ 積雪量による規模の推定 監視・観測による発生を検知
降灰後の 土石流	◆流下速度が速い。 ◆少量の降雨でも発生する場合がある。 ◆噴火終了後も数年間は継続して発生する。 ■急斜面・谷沿いを流下し、河道沿いに被害を及ぼす。	○ 除石工、仮設堤工、導流堤工、嵩上げ等	○ 降灰範囲・降雨状況により発生時期・箇所を推定 土砂移動検知センサ等による発生の検知

○：対策を検討する    △：状況に応じて対策を検討する    ×：対策を検討しない

## 1.2 対策の開始・中断のタイミングと対策可能期間

### 1.2.1 噴火の前兆現象による対策開始のタイミング

対策開始・中止のタイミングは、気象庁により発表される「噴火警戒レベル」や火山活動の状況、気象状況、土砂移動の発生状況等により判断することを基本とする。

対策開始のタイミングは、「噴火警戒レベル2以上」とする。ただし、噴火警戒レベルが1から3に突然上がることも想定されることから、その際はレベル3を対策開始タイミングとする。（ハード対策・ソフト対策）

対策開始のタイミングは、関係機関の防災対策や警戒避難体制とも密接に関連するため、弥陀ヶ原火山防災協議会等における情報などを参考に設定する。緊急時においては、気象庁が発表する火山情報や観測した火山活動状況等を踏まえ、総合的に判断する。

水蒸気噴火は過去の事例を見ると、現段階で噴火予測が困難な現象である（基本事項編2.3.5章）。そのため、火山防災協議会の合意内容（火山噴火の特性や関係機関の対応内容）を踏まえ、噴火警戒レベル2を対策開始タイミングとする。噴火警戒レベルが1から3に突然上がることも想定されることから、その際はレベル3発令時を対策開始タイミングとする。

表 1-2 噴火開始レベルに対応した対策開始のタイミング

（既往の水蒸気噴火事例（基本事項編2.3.5章）に基づき対策開始のタイミングを設定）

噴火警戒レベル	対象範囲	住民等の行動及び登山者・入山者への対応	平常時	前兆現象発生～6カ月
<b>レベル5 (避難)</b>	居住地域及びそれより火口側	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状況にある	弥陀ヶ原は水蒸気噴火が想定されており、噴火警戒レベルが1から3へ一気に上がることが考えられるため、噴火計画レベルが2以上の時点で対策を開始	無積雪期間の6カ月（最大）を対応可能期間 噴火シナリオでは噴火警戒レベル4以上は想定されていない
<b>レベル4 (高齢者等避難)</b>	居住地域及びそれより火口側	警戒が必要な居住地域での避難		
<b>レベル3 (火口周辺1.5～2.5km範囲の立ち入り規制)</b>	火口から居住区域ちかくまで	登山禁止、入山規制等の危険な地域への立ち入り規制。住民は通常の生活。状況に応じて要配慮者の避難準備等	【火山防災協議会】規制範囲の協議	【緊急対応】 【方針】緊急減災対策の準備～対応開始 土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施 【ハード対策】仮設砂防堰堤、導流堤、遊砂地等のハード対策等 【ソフト対策】監視機器の設置・情報配信・緊急調査等
<b>レベル2 (火口周辺の入山規制)</b>	火口周辺	想定火口域への立ち入り規制等。住民は通常の生活	【気象庁】噴火警戒レベルの引き上げ	【継続的な対応実施】 【方針】立ち入り規制範囲等に応じ、対応完了まで継続
<b>レベル1 (活火山であることを留意)</b>	火山の状況に関する解説情報（臨時） 静穏	状況に応じて想定火口域の一部立ち入り規制等。住民は通常の生活	【事前準備】 【方針】噴火警戒レベルの急変を想定し、可能な限り事前対応を行い緊急時の対応事項を減らす 【ハード対策】資材の備蓄・対策工法検討等 【ソフト対策】情報通信網の整備・監視機器の準備等	＜噴火現象の規模＞ ◇火山噴出物 500万m <sup>3</sup> （大規模） ◇融雪型火山泥流： ・火口噴出型泥流量100万m <sup>3</sup> （大規模） ・融雪量：9万m <sup>3</sup> （大安地獄、大規模） ＜被災想定箇所＞ ◇融雪型火山泥流：称名川沿いの一部道路が被災 ◇降灰後の土石流※：室堂周辺の渓流 降灰範囲内の土石流危険渓流 ※：対策実施箇所は降灰厚調査結果より設定

### 1.2.2 噴火警戒レベルによる対策中断のタイミング

想定される弥陀ヶ原の噴火警戒レベルはレベル3までであり、レベル3の入山規制範囲では作業を実施しないことを基本とする。ただし、噴火警戒レベルがレベル4以上と判断された場合には、対策を中断するものとする。（ハード対策・現場作業を伴うソフト対策）

弥陀ヶ原火山防災協議会の噴火シナリオでは、弥陀ヶ原における大規模噴火想定はレベル3相当となり、過去1万年の噴火活動を参考に噴火の影響範囲が示されている。緊急減災対策は、これらシナリオに基づき、立ち入り規制区域内での作業を想定していない。ただし、火山防災協議会・気象庁等が噴火警戒レベルをレベル4以上と判断した際には、対策を中断するものとする。

なお、監視機器設置等の現場作業を伴う一部のソフト対策については、上記の噴火警戒レベルに基づき対策中止を判断する。

### 1.2.3 降雨による対策中断のタイミング

降灰後の土石流への対策については、検討した警戒基準雨量に基づき中断の判断を行う。

降灰後の土石流に対する対策・中断のタイミングは、火山現象による噴火警戒レベルではなく、現地降雨状況や降水短時間予報等によって判断する。対策中断の基準雨量は、降灰状況や土砂移動の発生状況等を踏まえ、必要に応じて見直すものとする。（4.7 警戒基準雨量の検討と見直し）

なお、監視機器設置等の現場作業を伴う一部のソフト対策については、上記の降雨基準に基づき対策中止を判断する。

### 1.2.4 対策可能期間

ハード対策及び現地作業を伴うソフト対策の実施可能期間は、弥陀ヶ原周辺の積雪状況に基づき最大6カ月とする。

ただし、除雪等により対策が可能である箇所においては上記の対応可能期間によらず対策を実施する。(ハード対策・現場作業を伴うソフト対策)

火山防災協議会で了承された噴火シナリオで想定されている現象の時系列推移とハード・ソフト対策の実施に要する日数を比較して、対策の実施に充てることができる期間について設定する。

対策実施の可能期間は、対象地域の気象条件や噴火状況の影響を強く受ける。気象条件では、弥陀ヶ原は降雪地帯であるため冬季施工が困難で対策実施の可能期間に影響を与える。対策可能期間は、弥陀ヶ原周辺の各年における積雪状況より対策実施の可能期間は最大で6ヶ月となる。

ただし、実際に対策を行う期間は、気象庁や専門機関等からの火山活動状況、融雪型火山泥流の発生に関わる積雪状況、弥陀ヶ原防災協議会などによる検討結果を踏まえた上で設定し、対策中断期間中であっても、対策が可能である箇所においては対策を実施し、実際の噴火状況に応じた機動的な対応に努める。なお、過去の事例をみると、噴火後ハード・ソフト対策は、噴火当日から3ヶ月程度の対策期間が必要である。

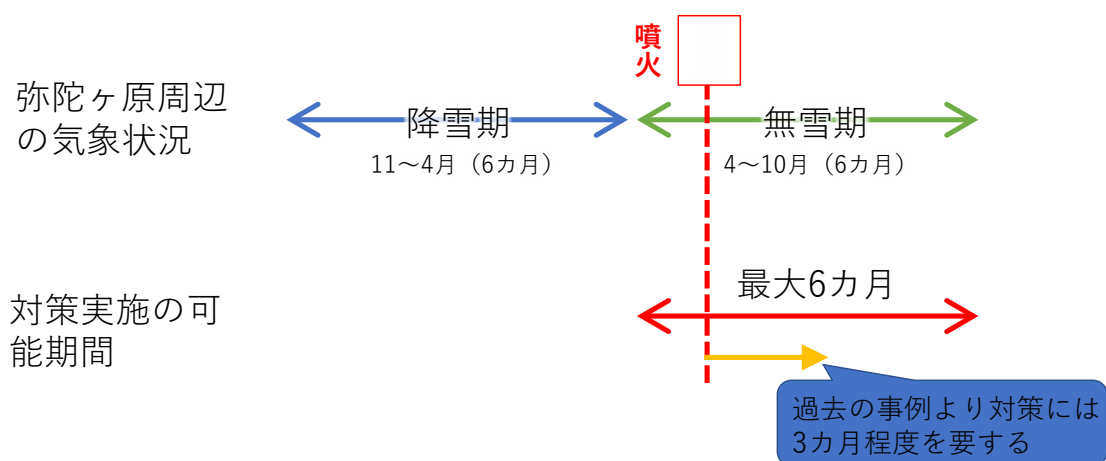


図 1-2 ハード対策・現地作業を伴うソフト対策の可能期間のイメージ

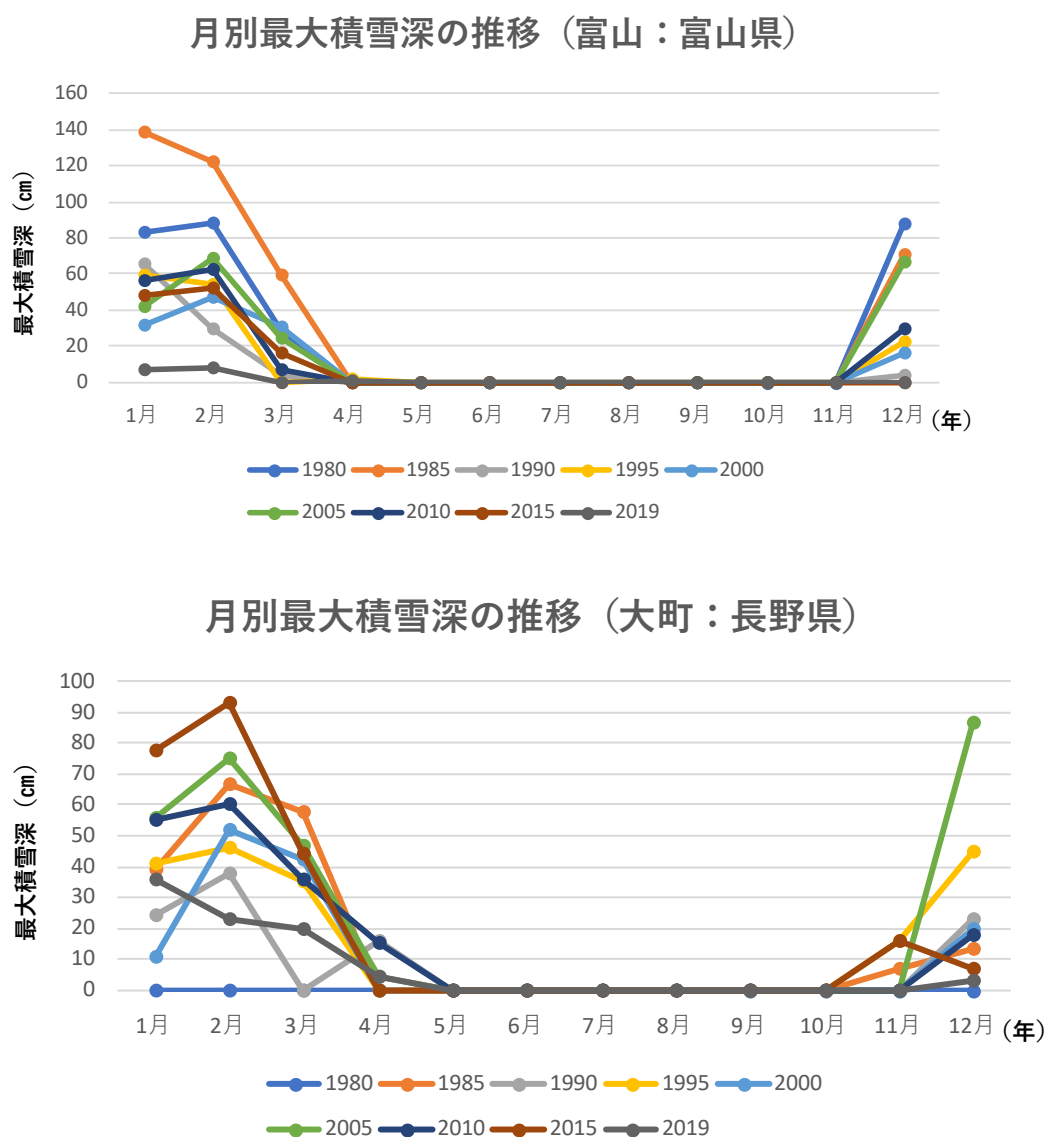


図 1-3 弥陀ヶ原周辺の月別積雪深の変化

表 1-3 ハード対策ソフト対策の対応日数  
(H26御岳山, H27口永良部島, H30草津白根山)

火山名	ハード・ソフト対策の内容		対応日数
御嶽山 (H26)	緊急調査	■ 緊急調査【ヘリコプターによる降灰状況、降雨後の被災状況調査】(H26.9.27～10.15)	6 日
		■ 緊急調査【地上調査による降灰量調査】(H26.9.28～10.2)	3 日
		■ 緊急調査【想定氾濫区域の解析】(H26.9.28～10.2)	5 日
		■ 緊急調査【入山規制区域を含む地域におけるUAV(無人航空機)による降灰状況調査】(H26.9.29)	1 日
		■ 緊急調査【台風後における濁沢川流域の被害状況▲ 調査】(H26.10.6,14)	2 日
	ソフト	■ 情報配信システムの整備【Ku-SAT】(H26.9.28～H26.10.30)	33 日
		■ 監視カメラ・ワイヤーセンサーの設置【湯川・濁沢川・冷川・鹿ノ瀬川】(H26.9.30,10.2～7.9～10.16)	9 日
		● 監視カメラ・ワイヤーセンサー・臨時雨量観測所の設置【湯川・白川・鈴ヶ沢】(H26.10.2～H27.8.18)	－ 日
		▲ 監視カメラ・ワイヤーセンサーの設置【濁沢川】(H26.10.4)	1 日
	ハード	■ コンクリートブロック積み砂防堰堤の設置【鹿ノ瀬川】(H26.9.30～10.30)	31 日
		● 除石【湯川の倉本砂防堰堤】(H26.9.30～H27.1.15)	108 日
		● 除石【白川の屋敷野】(H26.10.2～21)	20 日
		● 除石【濁沢川】(H26.10.2～11.13)	43 日
		● 除石【鈴ヶ沢】(H26.10.24～12.26)	64 日
		● 護岸補強工事【白川の屋敷野】(H26.10.10)	1 日
		● 護岸補強工事【湯川】(H26.10.12)	1 日
		● 導流堤(大型土のう)設置【鈴ヶ沢】(H26.12.11～28)	18 日
		● 導流堤(大型土のう)設置【西野川】(H26.12.12～26)	15 日
		▲ 除石【濁沢川治山ダム4箇所】(H26.10.1～11.5)	36 日
口永良部島 (H27)	調査	■ 防災ヘリコプターによる被災状況調査(H27.5.29～H27.6.21)	10 日
	ソフト	■ 情報配信システムの整備【Ku-SAT】(H27.5.29～H27.6.22)	25 日
	調査	■ 防災ヘリコプターによる降灰状況調査(H30.1.23～24, 28)	3 日
		■ UAVによる降灰状況調査(H30.1.28, 4.3, 19)	3 日
		■ 融雪期における地上調査(H30.4.11)▲	1 日
		■ 斜面における降灰移動の観測【インターバルカメラ設置】(H30.7.2～10.9)	100 日
	ソフト	■ 情報配信システムの整備【Ku-SAT・衛星通信車・移动通信基地局装置】(H30.1.23～)	－ 日
		■ 監視カメラ設置【計6台】(H30.1.30～)	－ 日
		◆ 監視カメラ設置【草津国際スキー場のロープウェイ山頂駅】(H30.1.31～)	－ 日
草津白根山 (H30)	調査	■ 防災ヘリコプターによる降灰状況調査(H30.1.23～24, 28)	3 日
		■ UAVによる降灰状況調査(H30.1.28, 4.3, 19)	3 日
		■ 融雪期における地上調査(H30.4.11)▲	1 日
		■ 斜面における降灰移動の観測【インターバルカメラ設置】(H30.7.2～10.9)	100 日
	ソフト	■ 情報配信システムの整備【Ku-SAT・衛星通信車・移动通信基地局装置】(H30.1.23～)	－ 日
		■ 監視カメラ設置【計6台】(H30.1.30～)	－ 日
		◆ 監視カメラ設置【草津国際スキー場のロープウェイ山頂駅】(H30.1.31～)	－ 日

緑：緊急調査に関する項目

黄色：ソフト対策に関する項目

水色：ハード対策に関する項目

### 1.3 対策箇所

想定影響範囲内に保全対象がある場所で緊急ハード対策と緊急ソフト対策を計画する。

対策箇所の選定に当たっては、工事従事者の安全確保、用地や法指定に伴う制約事項、施工のしやすさや迅速性等の観点を考慮する。

対策箇所の選定は、以下の観点を考慮する。

#### 【弥陀ヶ原火山噴火の特性】

- 弥陀ヶ原の火山噴火シナリオは水蒸気噴火が想定されており、突発的で、前兆現象を捉えることが困難である。そのため、対策箇所は噴火前に実施する事前対策と、噴火発生後のハード・ソフト対策箇所について計画する。

#### 【安全面】

- 施工中の安全を確保するため、大きな噴石の飛散範囲などの危険区域を避け、かつ、早急な避難が可能な箇所で計画する。
- 火山活動時の地震等に伴う土砂災害の可能性や、安全なアクセスや複合災害を考慮して計画する。

#### 【土地利用】

- 緊急時に実現可能な場所を予め選定しておき、土地所有者の確認や了解など、事前に用地を計画する。

#### 【法指定】

- 可能な限り自然公園等の法規制による制限がかからない箇所で計画する。

#### 【施工性】

- 対策箇所へのアクセスや商用電源の確保等、施工する上で準備工が容易な箇所で計画する。

ただし、緊急時においては、実際の活動状況及び様々な状況を踏まえ、上記以外の箇所において対策を実施する場合があることも想定しておく。



### 1.3.1 噴火前の対策箇所の選定方針（事前準備）

弥陀ヶ原では突発的な噴火等が想定されることから、ソフト対策を基本とし、事前に対策を進める。ソフト対策の内容としては、人の立入りが規制される可能性の高い立ち入り規制区域内を重点に土砂移動現象の発生源の監視を目的とした、監視カメラの設置や緊急時の円滑な監視体制といった情報網の整備等を想定する。

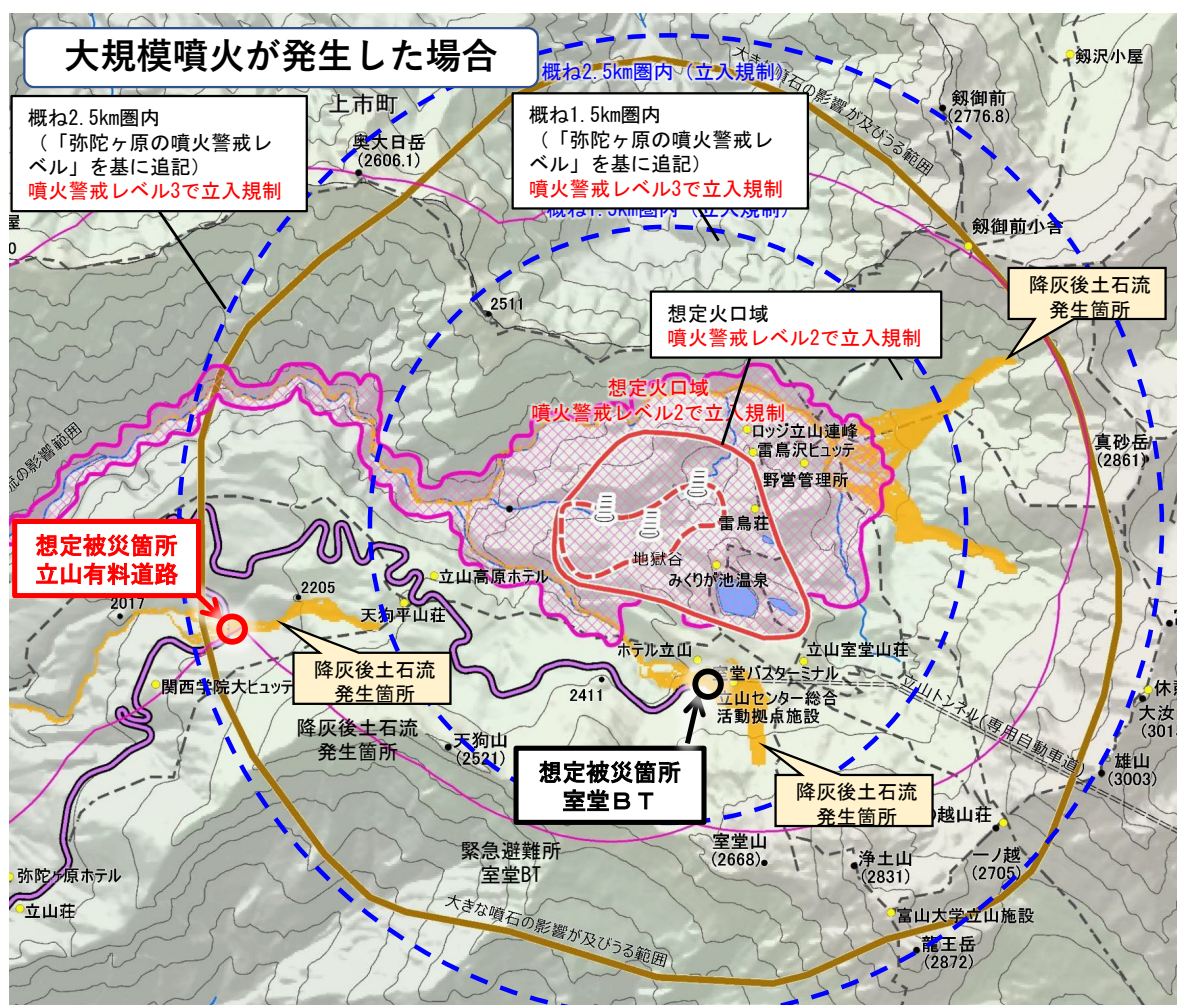


図 1-4 弥陀ヶ原噴火発生時の立ち入り制限区域

### 1.3.2 噴火後の対策箇所の選定方針

噴火後における対策箇所の選定方針は以下の通りである。

#### 1) 立ち入り規制の範囲外で実施する。

水蒸気噴火では、前兆現象等がなく突発的な噴火が想定されることから、対策箇所は県知事が設定する入山規制の範囲外とする。

#### 2) 降灰後の土石流対策の検討は降灰の堆積厚が1cm以上となる範囲を対象とする。

降灰後の土石流対策は土砂災害防止法の緊急調査の要件にあたる降灰の堆積厚が1cm以上となる範囲を対象とする。対策実施箇所は、緊急調査による降灰厚の分布状況や危険溪流の選定結果に基づき、施工性や施工期間・効果・保全対象の有無等より優先順位を設定し、対策検討を順次すすめる。

#### 3) 火口噴出型泥流・融雪型火山泥流は避難路等の保全対象への影響を及ぼす範囲とする。

融雪型火山泥流の対象候補地は、想定規模において溢水、氾濫箇所が想定される避難路等の保全対象へ影響を及ぼす箇所を対象とする。

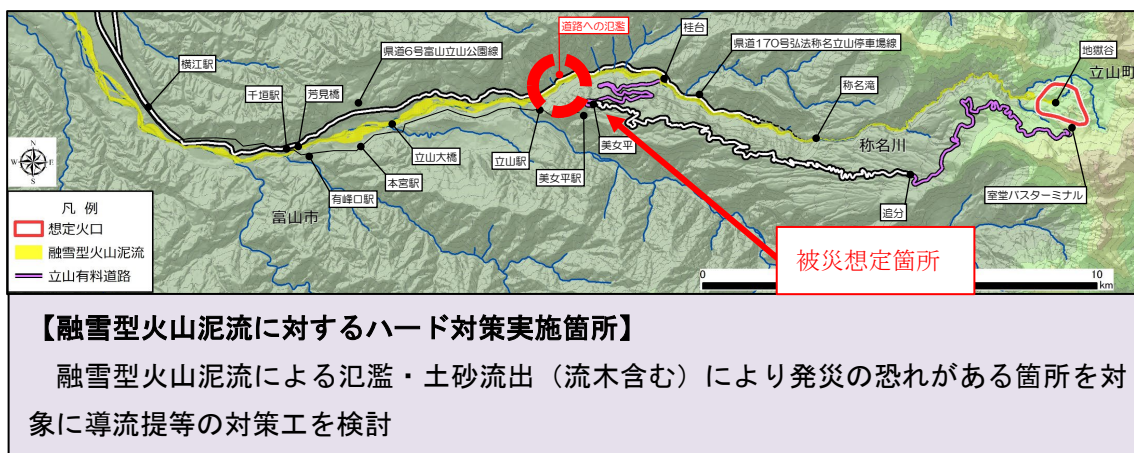
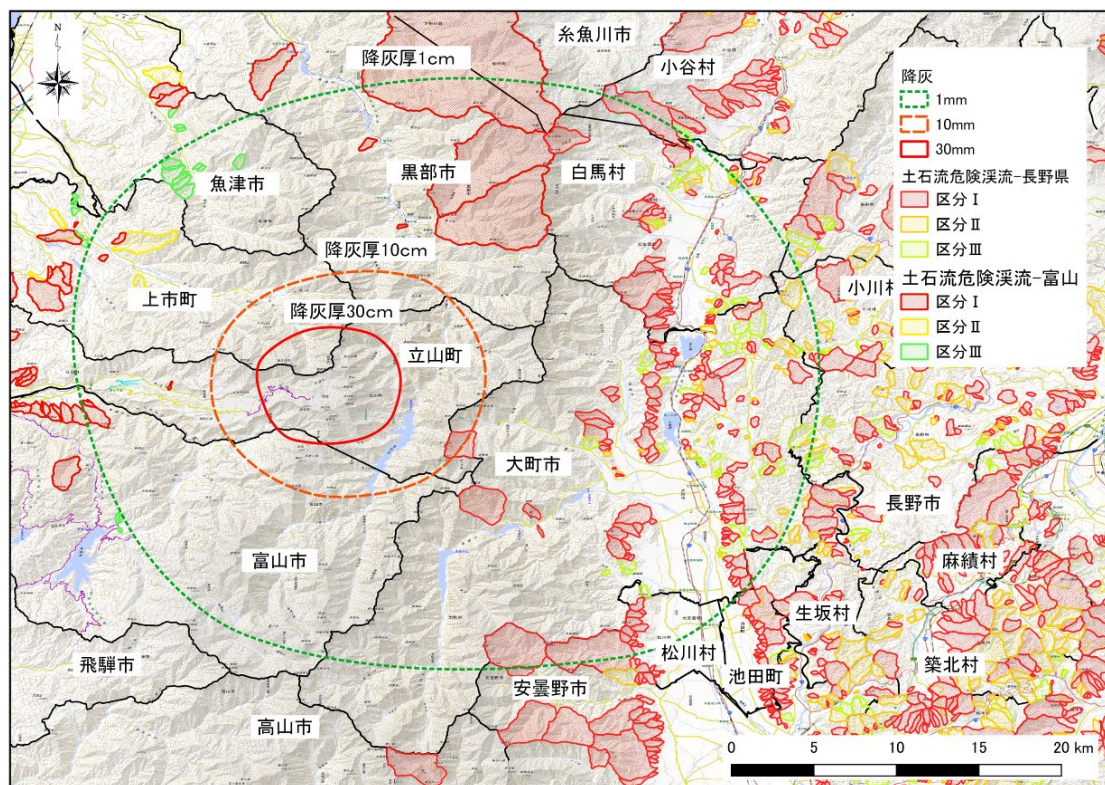


図 1-5 融雪後火山泥流エリアと想定被災箇所





### 【降灰後土石流に対するハード対策検討箇所】

緊急調査に基づく降灰厚分布や氾濫想定に基づき、危険渓流を選定し、保全対象の有無や施工性等に基づき対策箇所を選定する。

図 1-6 想定降灰エリアと土石流危険渓流の分布

## 2. 火山噴火との緊急調査

### 2.1 基本方針

火山活動が活発化した際に、緊急減災対策砂防を効果的・効率的に実施するための情報を把握するため、緊急調査を実施する。

調査結果は、避難対策の支援にも有効活用するため、関係機関と情報共有する。

火山活動が活発化した際は、国が実施する「土砂災害法に基づく緊急調査」と、本計画の実施機関が行う「火山噴火緊急減災対策のための調査」がある。

#### 【土砂災害法に基づく緊急調査】

火山活動が活発化し、大規模な土砂災害が急迫している場合は、土砂災害防止法に基づき国土交通省が緊急調査を実施し、対策実施のための状況把握や降灰後の土石流による被害のおそれのある区域などを把握する。

#### 【火山噴火緊急減災対策砂防計画における調査】

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の火山噴火緊急減災対策のための調査を、本計画の実施機関が行う。さらに、林野庁は降灰等による森林被害の確認や二次災害防止のための調査を行い、気象庁は、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の推定、降灰予報の精度向上のための調査を行う。その他、各研究機関による火山活動状況把握のための調査が行われる。

なお、緊急調査を円滑に行うため、平常時より下記の事項について検討しておく。

- 噴火シナリオに対応した各時点で把握すべき情報とその調査手法
- 国及び県砂防部局、火山及び砂防専門家等による調査実施体制
- 困難な場所における調査手法(UAV等の活用)並びに民間施設(山小屋等)への協力依頼
- 気象庁並びに砂防部局等による、降灰後の土石流により重大な土砂災害が想定される土地の区域の設定及び雨量基準の検討

## 2.2 土砂災害防止法に基づく緊急調査

土砂災害防止法では、大規模な土砂災害が急迫した危険性が予想される場合は、国土交通省が緊急調査を実施し、その結果に基づき、被害が予想される区域や時期の情報（土砂災害緊急情報・随時情報）を市町村へ通知し、一般に周知することになっている（図 2-1，図 2-2）。

土砂災害防止法に基づく緊急調査の主な内容は以下のとおりである。

- 降灰調査
- 危険渓流の抽出
- 被害想定（氾濫解析）
- 調査結果の公表
- 土砂災害緊急情報の通知

なお、土砂災害防止法に基づく緊急調査は、土砂災害の危険性が低くなるまで、継続的に実施する。

平成26年（2014年）に発生した霧島山での噴火事例を図 2-3に示す。また、緊急調査に実施するUAV等による調査イメージを図 2-4に示す。

平成21年12月 「特殊な土砂災害等の警戒避難に関する法制度検討会」による提言  
 平成22年11月 第176回国会にて成立(衆院・参院ともに全会一致) 法律公布  
 平成23年5月 施行

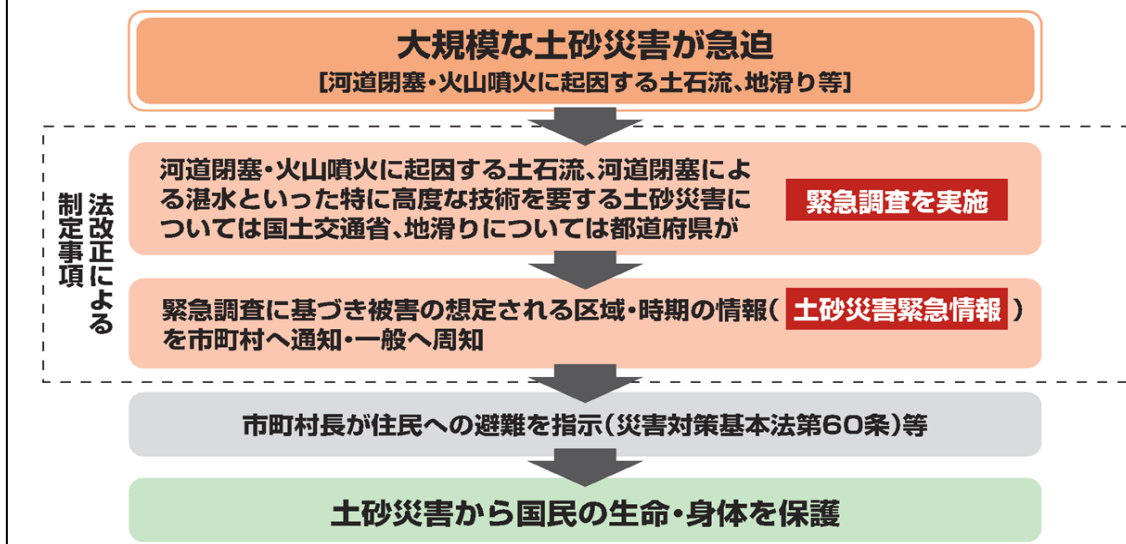


図 2-1 土砂災害防止法に基づく緊急調査の概要1

出典：土砂災害防止法の一部改正について（平成23年5月施行） パンフレット

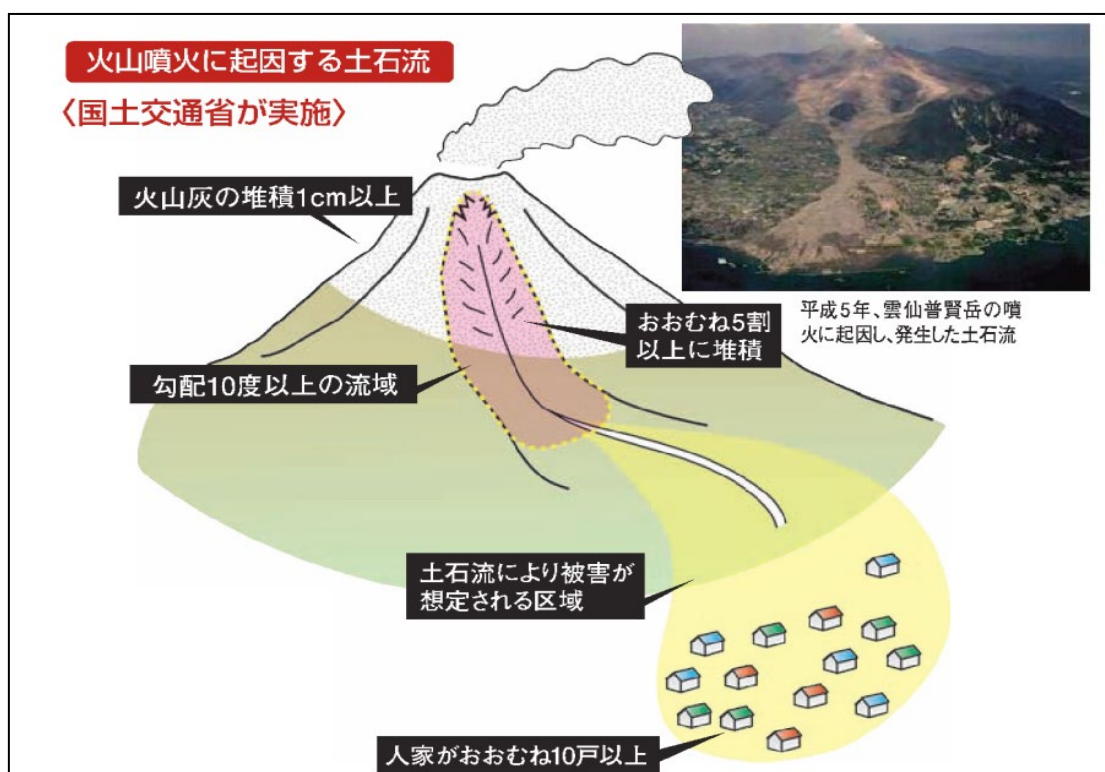


図 2-2 土砂災害防止法に基づく緊急調査の概要2

出典：土砂災害防止法の一部改正について（平成23年5月施行） パンフレット



## 新燃岳の噴火に伴う緊急調査の事例



2

図 2-3 噴火時の緊急調査の対応事例（平成23年（2011年）霧島山噴火）




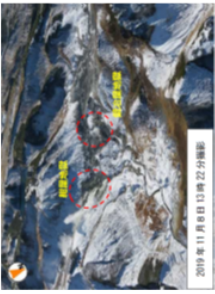

出典：気象庁公表資料



図 2-4 緊急調査に実施するUAV等による調査イメージ

また、降灰調査手法について、次ページに示す。

表 2-1 降灰量調査手法

名称	ヘリコプター	地上調査	リモートセンシング	航空写真	UAV
調査手法	 <p>主ヘリコプターによる目視点検やカメラ撮影点検により、降灰範囲を確認する。詳細な層厚の把握は困難であるが、火山灰範囲の把握には適している。</p>	 <p>地上において、調査員が降灰の堆積厚を定規等による直接計測や、定面積サンプリング法(単位面積内の火山灰をハゲ、チリトリで採取し、重量を計測する方法)により降灰量を計測する。調査に必要な資機材にかかる費用が安い。</p>	 <p>光衛星による可視画像あるいは雲や噴煙がある場合でも観測可能な全天候型レーダー(SAR)衛星による降灰エリアの推定等を行う必要がある。</p>	 <p>降灰による「見え方の変化」を利用した把握技術であり、降灰後に撮影した航空写真の画像範囲内におけるランドマーク(建築物等)が含まれている場合、火山灰堆積厚を判別・推定できる可能性がある。</p>	 <p>人が立ち入ることのできない区域での試料採取、画像取得、継続観測等を行う。また、赤外線カメラ、サーモスキャナ、試料採取機、装置透過機能等の選択が可能である。</p>
	概要				
調査実施の条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間帯: 日中のみ</li> <li>・気象制約(強風、視界不良等)</li> <li>・噴煙、噴石等の火山活動状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間帯: 日中のみ</li> <li>・気象制約(悪天時は不可)</li> <li>・火山付近は立ち入り規制有り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光衛星: 雲や噴煙の影響を受ける。</li> <li>・レーダー(SAR)衛星: 全天候型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間帯: 日中のみ</li> <li>・気象制約(強風、視界不良等)</li> <li>・噴煙、噴石等の火山活動状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気象制約(強風、視界不良等)</li> <li>・噴煙、噴石等の火山活動状況</li> </ul>
情報収集に要する時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヘリコプターの手に配に要する時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測地点までの移動時間</li> <li>・計測場所を選定する時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像等により撮影精度が異なる。</li> <li>・撮影した画像は即時入手可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行機の手に配に要する時間</li> <li>・撮影した写真は即日入手可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・UAVの手に配に要する時間</li> <li>・航空法に基づき手に配が必要ケースもある。</li> </ul>
費用等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大飛行時間4.2時間(積載重量による変動)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通常の現地調査道具により代替可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規撮影 要問合せ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・20万円～</li> <li>・撮影サイズ(1km<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大飛行時間20分から270分</li> <li>※機種により異なる</li> </ul>
連絡先	北陸地方整備局	北陸地方整備局	国土地理院、国総研あるいは各協会 ※ 国土地理院との協定有 ※ 各協会との災害における協定有 ※ 衛星SAR画像に関する災害時協定有	-	-
適用性	主に目視による降灰範囲と降灰厚の推定となるため、火山灰の堆積厚を把握は難しく、初期期での活用は難しい。ただし、火山口付近の立ち入り規制区域内の補完的な調査としては有効	各調査地点で火山灰堆積物が把握でき、ある程度、精度を持った降灰分布を把握する最も一般的な調査法である。既往実績も多く初期期の基本となる調査である。	現時点において、可視画像・SAR画像を用いた火山灰堆積厚の把握は学術レベルであり、初期期の調査法としての活用は難しく、補完的な調査となる。	条件のよい写真が撮影できれば、解像度が高いため地物を指標に降灰範囲、降灰厚を把握できる可能性がある。ただし、降灰範囲を把握できる情報が見られるかは不明であり、補完的な調査となる。	広範囲の撮影には適さないが、立ち入り規制区域内等の限定的なエリアでの降灰状況の把握には有効である。降灰マーカー等を組み合わせることで、降灰厚の計測も可能になる。
備考	画像出典: 国土交通省北陸地方整備局ホームページより	観測者が火山の降灰域に立ち入る必要がある。	堆積厚については、実際の計測事例は少なく、学術レベルである。新燃岳噴火時にSAR干渉解析により火山灰の堆積厚の推定が試みられている。(防災科学技術研究所) 画像出典: JAXA HP	画像出典: 京都府原火山防災員会資料より	画像出典: 北陸地方整備局HP



## 2.2.1 UAVを活用した活火山調査

弥陀ヶ原周辺は、市街地から遠くアクセス路も限定されるため火山噴火時に火口付近まで現地に向かうことが困難なケースが想定される。そのため、ドローン技術を活用した調査方法を推奨する。

活火山においては、人の立入が困難な場所や、危険を伴う場所、火山活動に伴う立入規制区域等においてUAVの活用が有効である。コントローラによる操作のほか、事前に設定した航路を自律飛行できるものや、固定翼により長距離の航行が可能な機種もあり、近年活用が増加している。

機体に機器を取り付けることにより、映像の撮影のみならず、火山灰や火山ガスの採取などが可能である。これらを解析することにより、噴火による影響範囲の把握や、火山活動の推移、土石流の発生予測に役立てられる。活火山におけるUAVの活用事例を表2-2に整理した

表 2-2 活火山におけるUAV活用事例  
(乗鞍岳火山噴火緊急減災対策砂防計画に一部加筆)

火山名	調査内容	調査実施年	実施主体
草津白根山（群馬県）	空中写真撮影	2018年	利根川砂防事務所
箱根山（神奈川県）	空中写真撮影	2015年	富士川砂防事務所
桜島（鹿児島県）	・レーザ計測	2011年, 2014年 など	大隅河川国道事務所
浅間山（群馬県, 長野県）	(試行実験) ・小型探査ロボットの運搬 ・土砂サンプリング	2014年	利根川水系砂防事務所 他
雲仙普賢岳（長崎県）	・火山ガスの採取 ・観測機器の投下	1991年	東京工業大学
西之島（東京都）	・空中写真撮影	2014年	国土地理院
霧島山新燃岳 (宮崎県, 鹿児島県)	・空中写真撮影 ・航空磁気測量 ・観測機器の投下	2011年	東京大学地震研究所

表 2-3火山噴火時のUAV撮影のメリットデメリット

種類	メリット	デメリット
UAV (撮影)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無人である（人的安全が確保できる）</li> <li>・撮影高度を下げて高画質で撮影することで、詳細状況が把握できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1日の撮影可能範囲が限定的（撮影時間・速度の制約）</li> <li>・現地気象条件（視界、風）の影響を受ける</li> </ul>

出典：「UAVを用いた火山噴火時の緊急調査について」平成30年度砂防学会研究発表会概要集 P761



図 2-5 回転翼型（電動マルチコプタ型）

出典：「無人航空機（UAV）を活用した国土地理院の災害対応」国土地理院 平成 29 年 1 月



表ー 1 RMAX G 1 の諸元

項目	諸元
全長	3.63m
全幅	1.64m
全高	1.22m
全装備質量	94kg
最大搭載量	10kg
最大航続時間	80分
最高高度	150m

図 2-6 回転翼型（エンジン搭載小型無人ヘリ型）

出典：「火山観測の新しい技術-無人ヘリによる火山観測」日本測量協会北海道支部報 第 62 号



図 2-7 固定翼型

出典：「無人航空機（UAV）を活用した国土地理院の災害対応」国土地理院 平成 29 年 1 月

## 2.2.2 降灰マーカーとドローンを活用した降灰量調査

弥陀ヶ原周辺は、市街地から遠くアクセス路も限定されるため火山噴火時に火口付近まで現地に向かうことが困難なケースが想定される。そのため、ドローン技術や降灰マーカー等の新技術を活用した降灰量調査方法を推奨する。

火山噴火時の降灰により土石流が発生する危険性が高まった場合、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施し、市町村が適切に避難指示の判断を行えるよう、土砂災害による被害の想定される区域・時期の情報（土砂災害緊急情報）を提供する必要がある。

緊急調査では、火山灰の堆積状況の把握が必要となり、噴火警戒レベルの引上げ等による立入規制で特に火口周辺の降灰量調査が困難となる場合が想定される。

そこで、弥陀ヶ原周辺の施設に降灰マーカー等を設置しておくことで、遠隔地からの無人航空機（UAV）による安全かつ迅速な調査を行うことができ、市町村への土砂災害緊急情報の迅速な提供を実施する。

### 火山灰堆積厚把握手法の現地試験

火山噴火後の火山灰堆積調査について、降灰マーカー及び降灰ゲージを用いた手法の現地試験を阿蘇山・霧島山の高標高地点で実施し、視認性や耐久性の確認を行う。

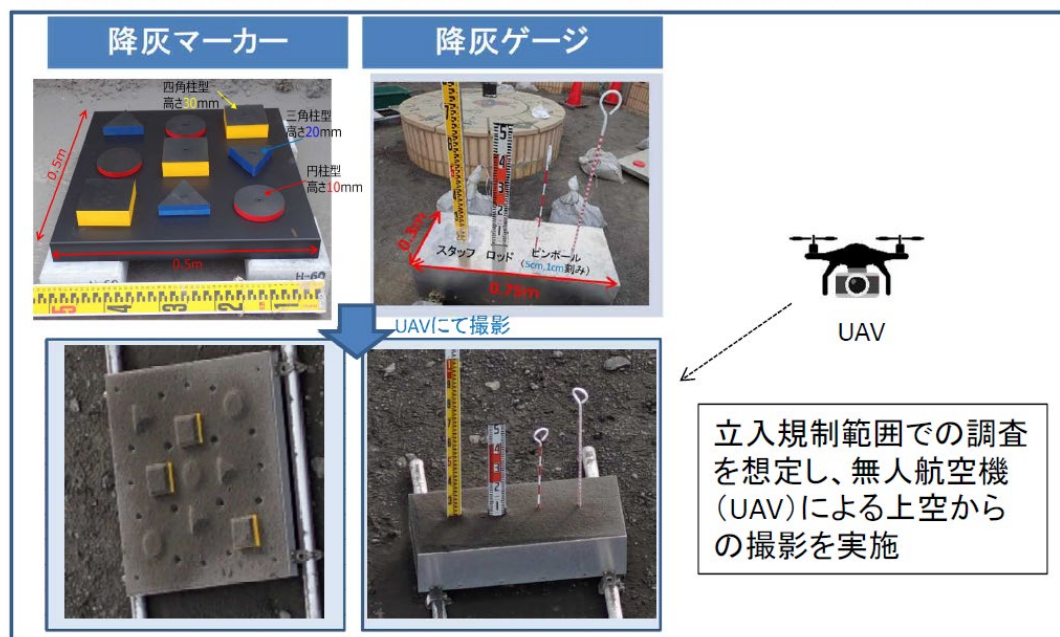


図 2-8 降灰マーカーによる降灰量調査

出典：国土交通省報道資料「降灰マーカーとドローンを活用した降灰量調査を実施！～火口周辺の降灰の量を素早く提供するための試み～」



### 2.2.3 自動降灰量計による降灰量調査

噴火に伴う積灰厚が刻々と変化するなかで、二次泥流発生の危険度を早急に把握するため、自動降灰量計の活用を推奨する。自動降灰量計を設置により、火山活動が活発な時期に人間が近づくことなく、積灰量を計測できるため、立入規制区域での観測も可能となる。

噴火により溪流が火山灰に覆われると、その後の降雨により土石流が発生しやすくなる。降灰量を把握することにより、降灰後の降雨による土石流が発生する溪流の場所、時期の推測に役立てることができる。しかし、噴火後に状況に応じて立ち入り規制等の範囲が変動することが予想されることから、自動降灰量計の活用を推奨する。



58

図 2-9 自動降灰量計による降灰量調査

出典；内閣府火山防災対策会議（第2回）資料「各機関の火山防災に係る取組について」

## 2.3 緊急減災対策砂防における調査

弥陀ヶ原の火山活動において噴火の前兆と考えられる異常現象が認められた場合、あるいは噴火した場合には、直ちに気象庁や関係機関から情報収集するとともに、土砂移動の発生有無や地形変化、既設施設の状況を把握するため、調査を実施する。更に、今後想定される気象状況の変化や、火山活動に伴う不安定土砂等の情報を関係機関より収集・整理し、緊急ハード対策実施の判断材料とする。

これらの緊急調査を円滑に行うため、平常時から、国・県の砂防部局、研究機関、火山及び砂防の専門家などからなる調査実施体制を整えておく。

緊急減災対策砂防における緊急調査の実施項目は以下のとおりである。

a) 噴火後の地形把握

航空レーザ計測や人工衛星に搭載した合成開口レーダ（SAR）などによる地形変化の把握 など

b) 山腹・山地溪流の荒廃状況の再把握

c) 降灰後の土石流を除く現象について、被害想定シミュレーションのためのパラメータなどの把握

噴出した土砂の性状（粒径） など

d) 降灰後の土石流を除く現象の危険度の検討

リアルタイムハザードマップによる危険箇所の想定 など

e) 既設砂防施設の再点検

土砂堆積状況、施設の損傷 など

f) 対策方針検討のための社会的な条件や想定される保全対象の状況の把握、避難などの状況、被害の発生状況 など

g) 緊急時に実施する対策の施工条件の把握

道路の通行状況・規制状況（区間、重量・長さ・高さの規制、優先車両など）、災害時の優先道路などの指定状況 など

h) その他

災害対策本部などの設置、体制、連絡系統、他事業での対策方針、通信の状況 など

表 2-4 緊急減災対策砂防計画における緊急調査一覧（案）

実施主体	弥陀ヶ原噴火時に収集する情報内容	調査方法
砂防部局	<ul style="list-style-type: none"> <li>不安定土砂の把握</li> <li>砂防施設の点検調査</li> <li>気象状況，土砂移動状況の把握</li> <li>地形変化の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査（工事の可否判断，土砂移動状況調査，保全対象・交通網等の調査，施設被災状況調査）</li> <li>監視機器の点検，緊急整備</li> <li>監視機器の遠方からの監視</li> <li>ヘリ，無人航空機による上空からの調査・写真撮影</li> <li>航空レーザ計測等による地形データの取得</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急対策予定地の状況把握</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策予定箇所の監視機器の状態</li> <li>リアルタイムハザードマップ作成のための情報収集</li> </ul>	
気象庁・研究機関等	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山噴出物の分布範囲，性質の把握</li> <li>噴火前後の地形データ，積雪状況，火山噴出物の面的把握</li> <li>火山活動観測データの解析，噴火の進行，予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査（道路状況調査等）</li> <li>航空写真，衛星写真撮影</li> <li>ヘリによる上空からの調査</li> <li>監視機器による火山活動状況の監視</li> </ul>
国土地理院	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形変化の把握</li> </ul>	
道路管理者，自治体等	<ul style="list-style-type: none"> <li>アクセス道路状況</li> <li>住民避難の状況や保全対象の被災状況</li> </ul>	

表 2-5 緊急減災対策砂防の緊急調査の実施項目（案）

対象	監視・観測項目	目的・用途	調査方法	監視・観測時期 (想定される噴火警戒レベル目安)					
				1	2	3	4	5	終息
火口	噴気・噴煙, 火山性ガス, 地温変化, 噴火場所	火山活動変化の把握 初動対応の必要性判断	監視カメラ, ヘリ調査	●	●	●			●
地形	地形変化, 隆起・沈降	火山活動にともなう地形変化の把握, リアルタイムハザードマップの地形情報	傾斜計, GNSS, ヘリ調査, 航空レーザ計測, 人工衛星データ	●	●	●			●
地震	火山性地震, 微動, 低周波地震	マグマ・熱水等の地下での活動変化・場所の把握	地震計	●	●	●			●
気象	風速・風向	降灰堆積範囲の予測（降灰予測）	風向風速計	●	●	●			●
	降雨量	土石流による被害のおそれのある区域・時期の想定, 土石流の雨量設定基準の設定	雨量計, 雨量レーダ	●	●	●			●
既設施設・ 渓流内	土砂堆積状況, 荒廃状況, 施設損傷状況	緊急ハード対策の実施判断	監視カメラ, 地上調査, ヘリ調査	●	●	●			●
保全対象・ 既設道路	被害状況, 通行可能状況	緊急ハード対策の実施判断, 住民避難支援	監視カメラ, 地上調査, ヘリ調査	●	●	●			●
大きな噴石	発生検知, 到達範囲	立入規制（噴火警戒レベル）の提言	監視カメラ, 空振計, 地上調査, ヘリ調査		●	●			●
小さな噴石・ 降灰	堆積範囲, 堆積深, 火山灰の性状（粒径, 浸透能, 密度）	土石流の被害想定区域の把握, 降灰予報	降灰量計, 地上調査, ヘリ調査, 人工衛星画像		●	●			●
降灰後の 土石流	発生検知, 発生溪流・到達範囲, 流動深・堆積深	土砂災害緊急情報の提供, 対策工事従事者の避難の判断	土石流検知センサー, 監視カメラ, 地上調査		●	●			●
火口噴出型 泥流・融雪 型火山泥流	発生検知, 発生溪流・到達範囲	対策工事従事者の避難の判断, 融雪型火山泥流の発生規模の想定	監視カメラ, ヘリ調査, 積雪深計		●	●			●
火砕流・ 火砕サー ジ・ ベースサ ージ	発生検知, 流下方向・到達範囲	住民避難支援, 対策工事従事者の避難の判断	監視カメラ, ヘリ調査		●	●			●

### 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に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な資機材について、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。



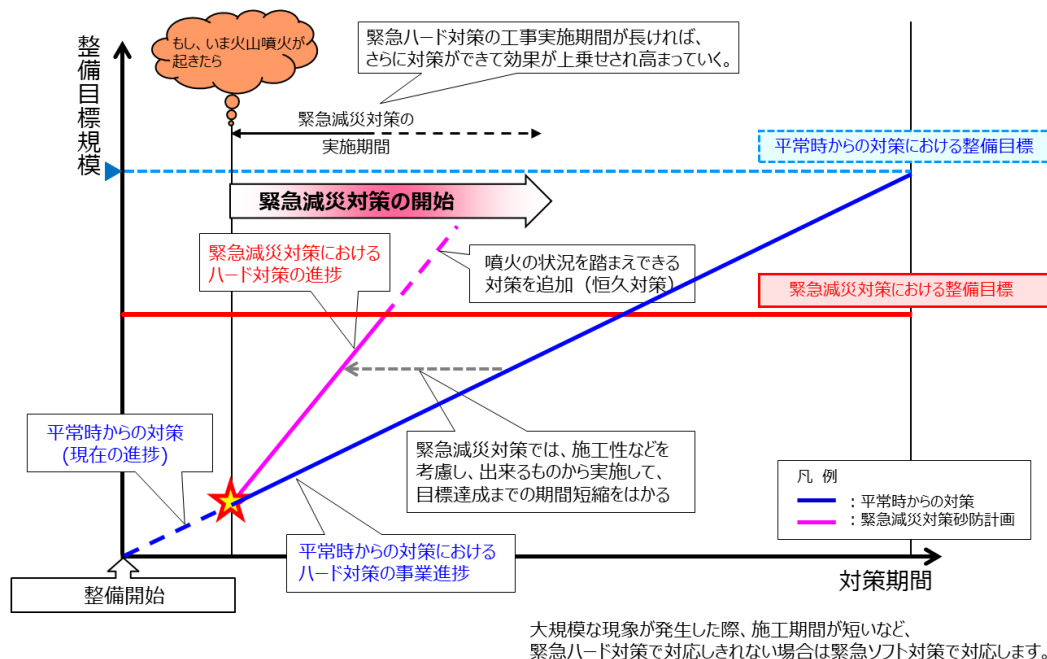


図 3-1 緊急ハード対策の基本方針

## 【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

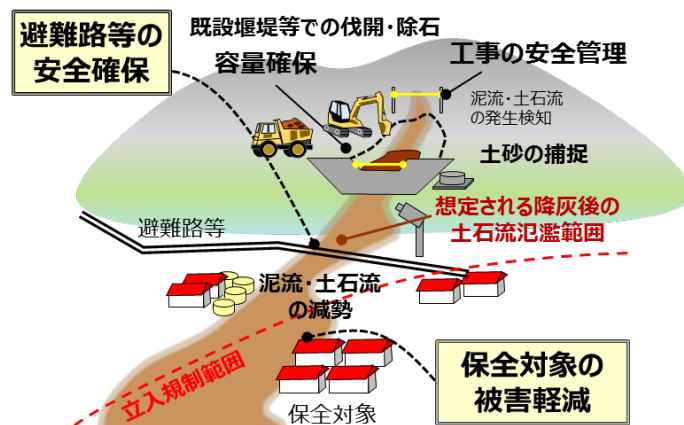


図 3-2 緊急ハード対策イメージ

## 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)	コンクリートブロック
施設機能	捕捉・一時貯留			
施工イメージ				
	出典：国土交通省多治見砂防国道事務所アレスより抜粋（御嶽山） • アクセスが容易であること	出典：国土交通省宮崎河川国道事務所所田より抜粋（霧島山新燃岳） • 施設の上流側へアクセスできること	出典：国土交通省「火山災害とその対策」より抜粋（三宅島） • 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	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）
地形条件等	• 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	• 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	• 設置高さが3.0mまでに制限される • 設置にあたり、土のう袋への中詰め作業が必要	• 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
デメリット	• 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	• 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	• 設置高さが3.0mまでに制限される • 設置にあたり、土のう袋への中詰め作業が必要	• 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
日当たり施工量※	50個程度/日	100m <sup>3</sup> /日 (およそダンブ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。

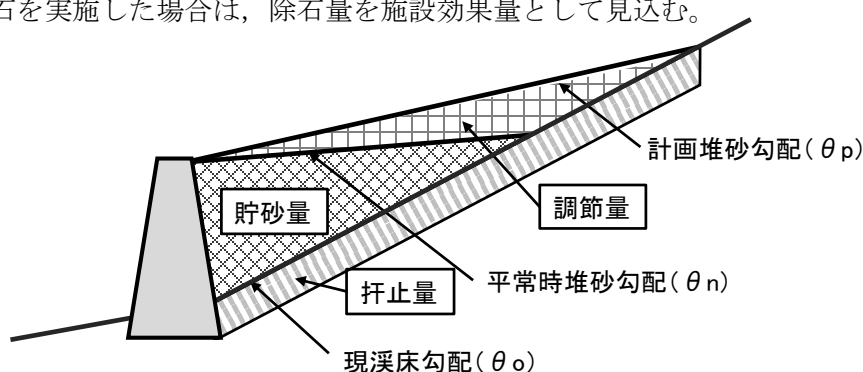


図 3-3 降灰後の土石流の効果量の考え方

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。

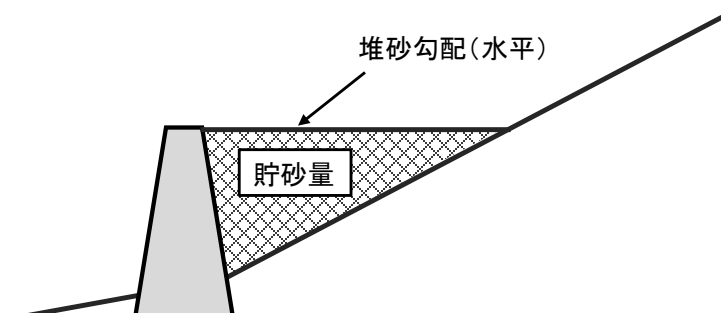


図 3-4 火口噴出型泥流・融雪型火山泥流の効果量の考え方

（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）。

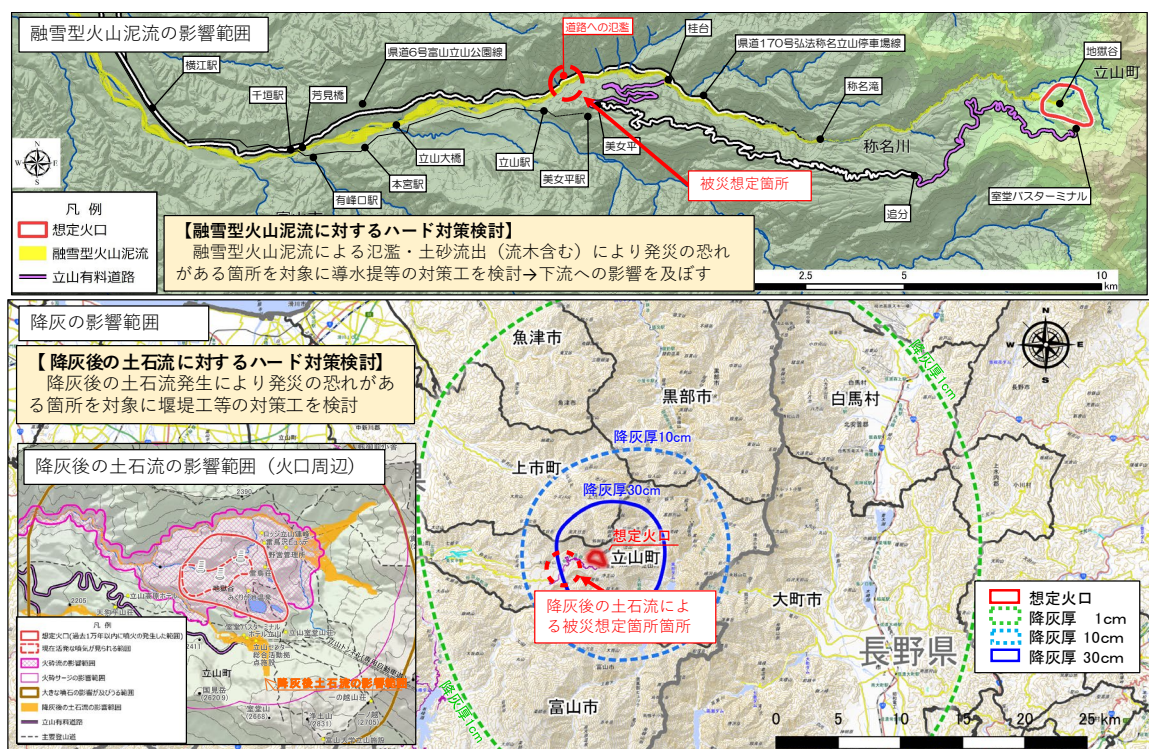


図 3-5 流出範囲の検討結果に基づいた緊急ハード対策の検討イメージ



### 3.5 緊急ハード対策ドリル

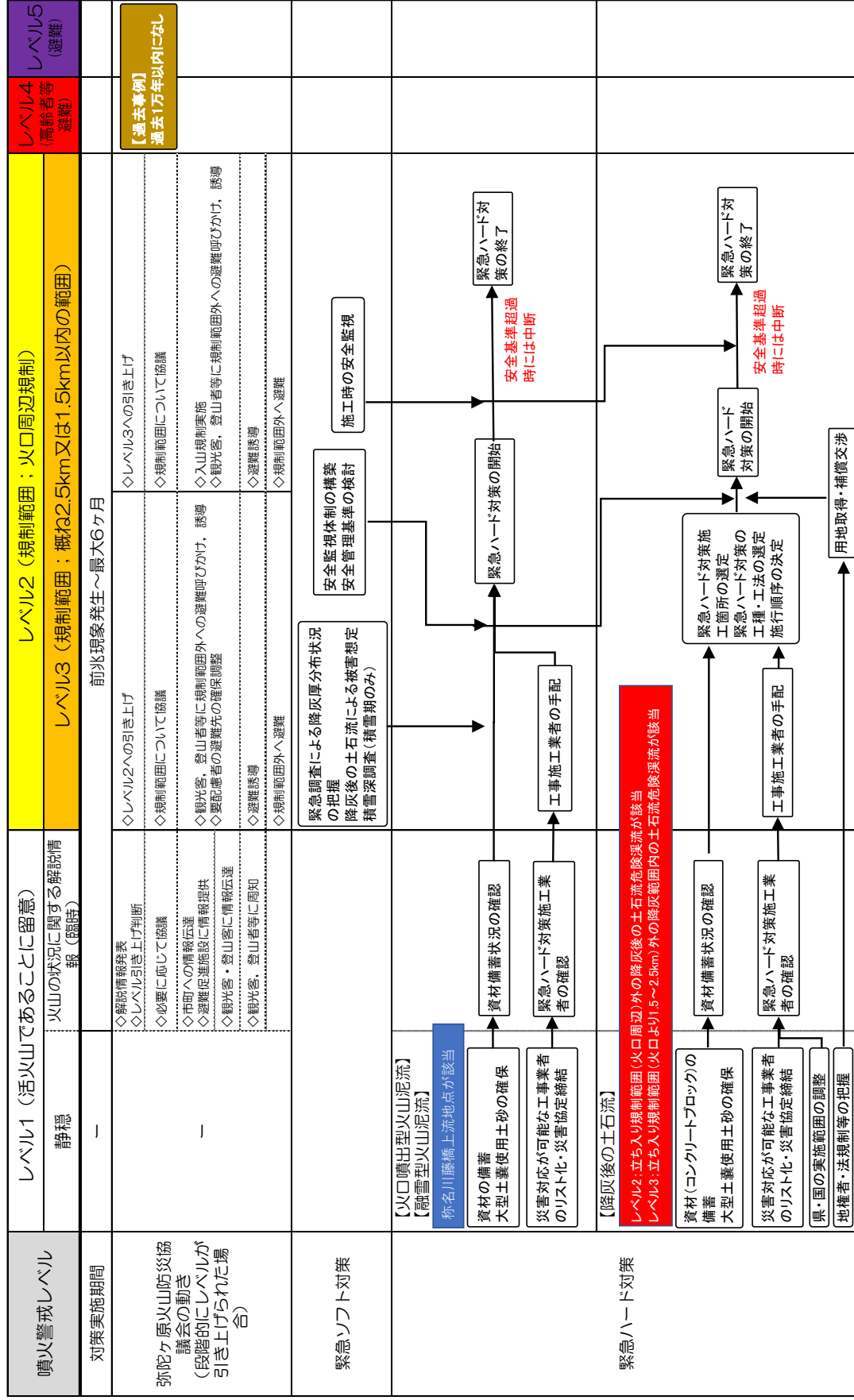
緊急ハード対策ドリルは、対策の方針に基づいて、可能な限り被害を軽減するための緊急ハード対策の実施事項をとりまとめる。

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。

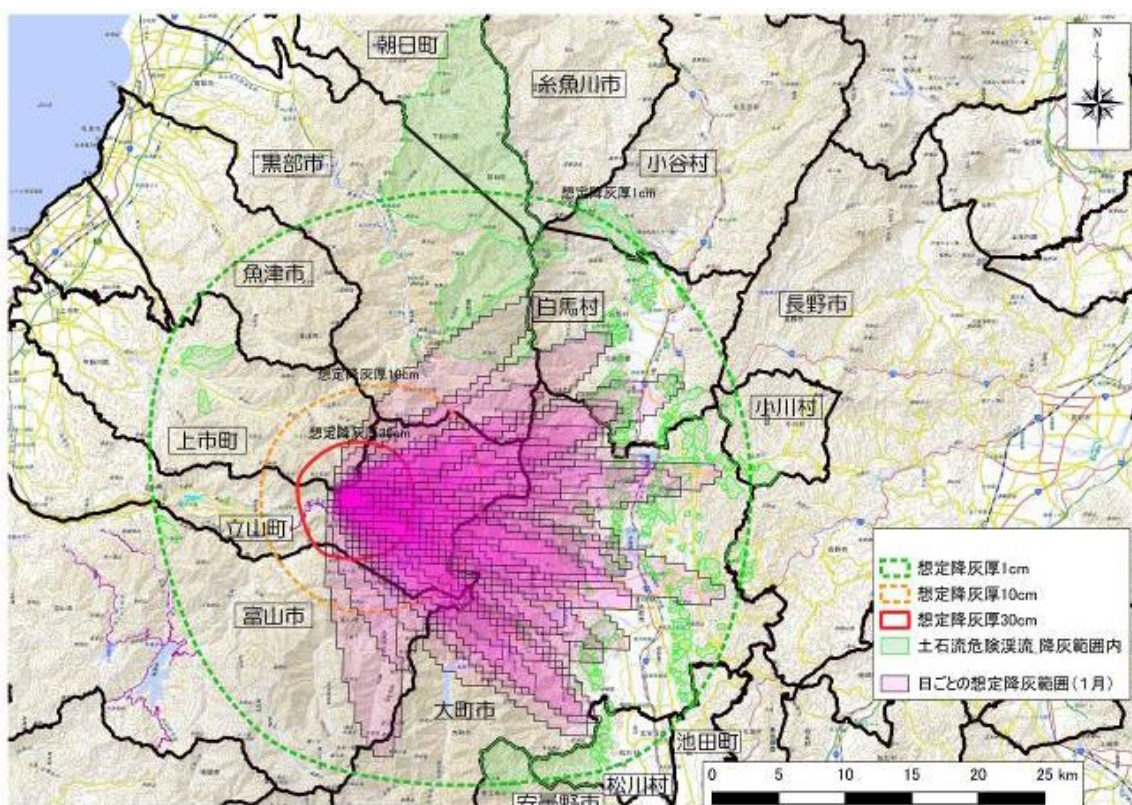


図 3-7 日ごとの降灰量計算結果



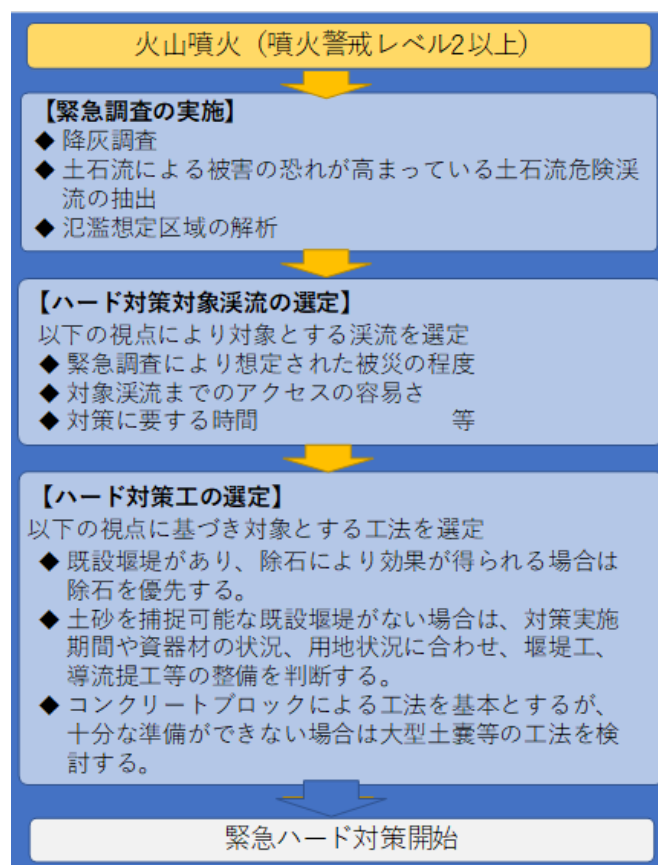


図 3-8 降灰後土石流対象渓流の選定フロー

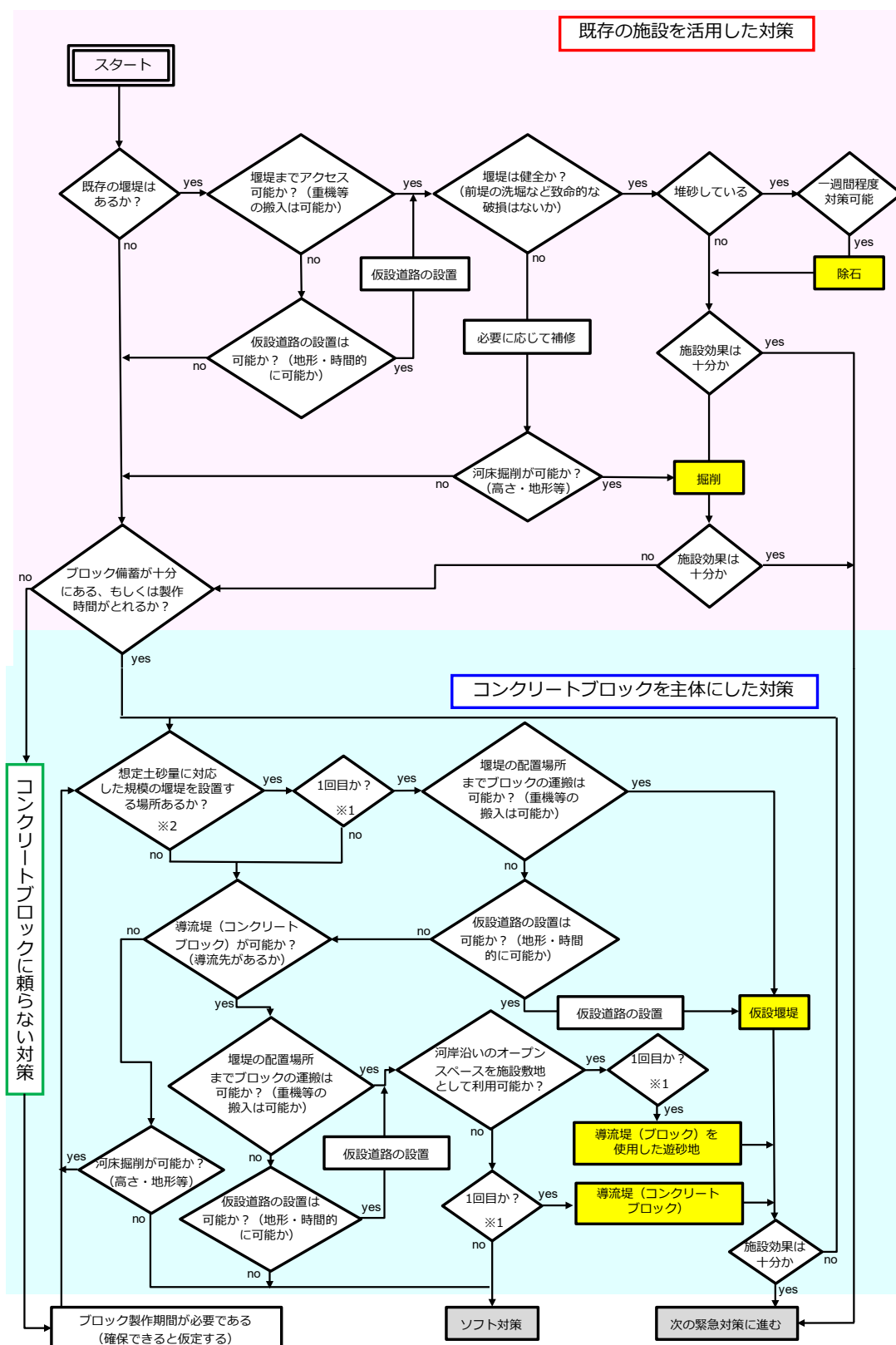


図 3-9降灰後土石流のハード対策工法選定フロー①

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

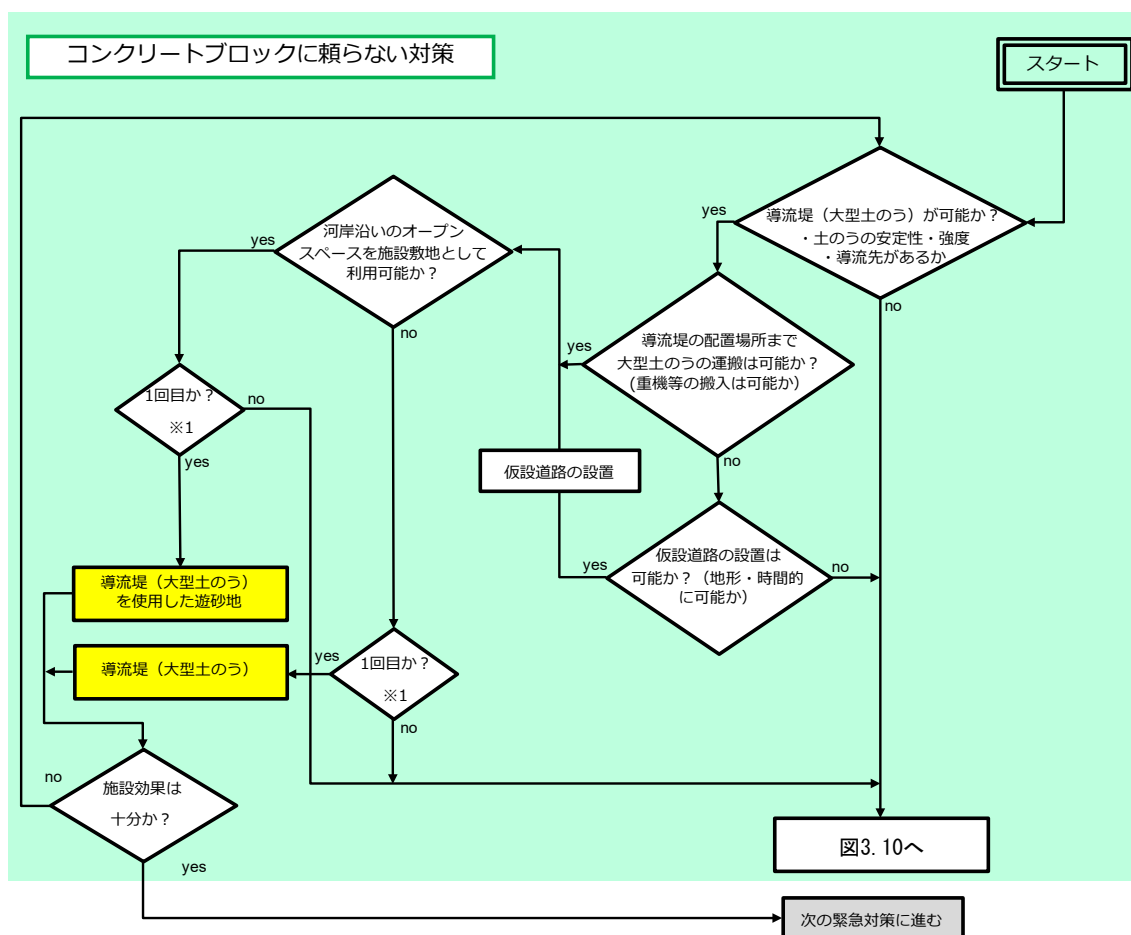


図 3-10降灰後土石流のハード対策工法選定フロー②

※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

## 4. 緊急ソフト対策ドリル

### 4.1 基本方針

緊急ソフト対策は、避難対策の支援、監視・観測情報の提供・共有、対策工事の安全確保等を目的として、現状の監視・観測体制をふまえて、緊急時に必要となる監視・観測機器や情報通信システムを可能な限り整備する。

緊急ソフト対策は、避難対策支援のための情報提供、監視・観測機器の緊急的な整備、リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定、光ケーブルなどの情報通信網の整備について行うものである。具体的な内容については、その対応を緊急時のタイミング毎に整理した（表 4-1参照）

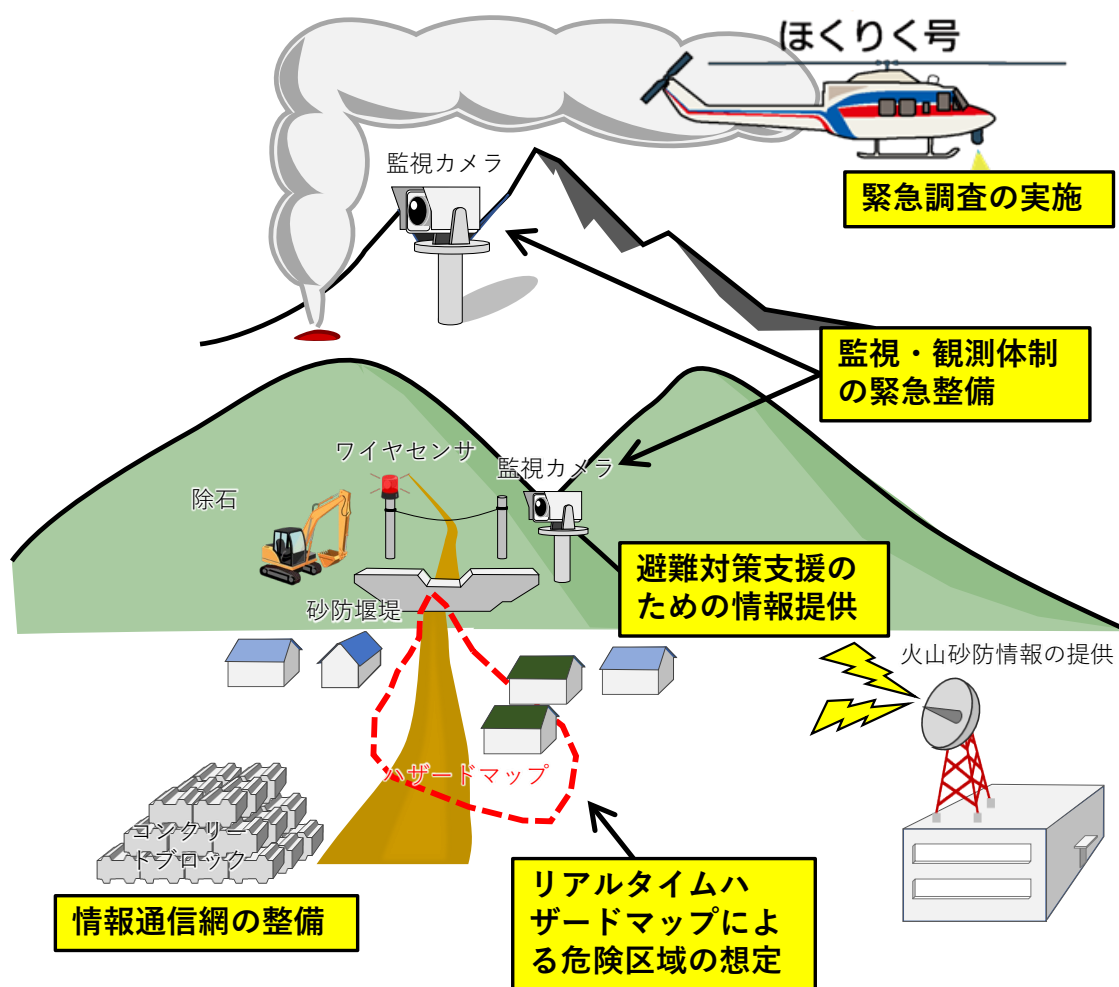


図 4-1 緊急ソフト対策のイメージ

表 4-1 緊急時の各タイミニングで実施すべきソフト対策の基本事項

噴火警戒レベル	レベル1 (活火山であることに留意)		レベル2 (規制範囲：火口周辺規制)	レベル4 (高齢者等 避難)	レベル5 (避難)
	静穏	火山の状況に関する解説情報 (臨時)			
緊急ソフト対策	時間経過(目安)		レベル3 (規制範囲：概ね2.5km又は1.5km以内の範囲)		
	—		前兆現象発生～6ヶ月		
	①避難対策支援のための情報提供	住民・観光客・登山客に対する防災情報の提供(監視カメラ・雨量・火山防災マップ等)	観光客・登山客等に周知(監視カメラ、雨量情報等をインターネット等を通じて周知)	立入規制・避難誘導の判断材料(監視カメラ映像、緊急調査結果)危険区域内の被災状況(ハザードマップ)リアルタイムハザードマップ(火口噴出型泥流・融雪型火山泥流・降灰後の土石流)降灰後の土石流に対する対応(基準雨量、土石流検知情報)	【過去事例】 過去1万年以内になし
	②監視・観測体制の緊急整備	監視カメラ・自動降灰量計等の準備	監視機器等の手配・動作確認	緊急ハード対策実施(凍結等)で土石流検知センサー、監視カメラ等を準備・設置 自動降灰量計を設置	
	③リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定	プレ・アナリシス型ハザードマップの整備	—	噴火が発生した場合のハザードマップを関係機関へ提供	
	④光ケーブルなどの情報通信網の整備	耐災害性を考慮した情報通信網の整備	—	断線箇所等の早期復旧	
	⑤火山噴火時の緊急委調査	・噴火前地形データの取得 ・技術開発		ハザードマップの調査実施 (降灰状況・火口周辺状況・被災状況・砂防施設状況等の確認) 噴火後地形データの取得 陸上調査 (降灰深・積雪深・積雪密度、) 降雨状況 (基準雨量の見直し)	

## 4.2 リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定

火山活動や気象状況に応じて、事前に検討・整備した各現象のシミュレーション結果などが検索、表示できるプレアナリシス型ハザードマップを関係機関で共有する。

火山活動活発化時には、緊急調査の結果に基づいて火山活動に伴う地形の変化や火山噴出物の物性、量及び範囲などを反映し、危険区域などの情報を関係機関へ提供する。

火山噴火に伴い発生する現象の影響範囲に関する数値シミュレーション結果を、箇所ごとに整理して保管し、検索、表示できるプレアナリシス型ハザードマップシステムとして整備する。このシステムは、現象別、発生場所別、保全対象（影響を受ける）エリア別のうち見たいものから、該当するシミュレーション結果の絵を絞り込み検索して、拡大表示・閲覧・印刷する機能を有することが求められる。

なお、リアルタイムハザードマップによる影響範囲については、数値シミュレーションに基づく目安となるため、避難等を計画する場合は周辺区域を対象区域について検討する必要がある。

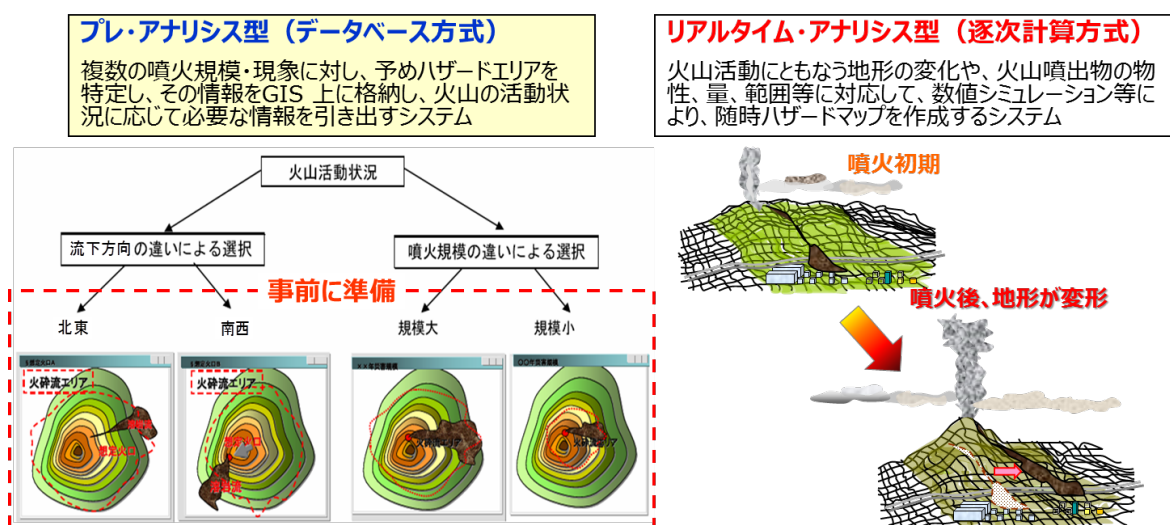


図 4-2 リアルタイムハザードマップの種類

出典：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）

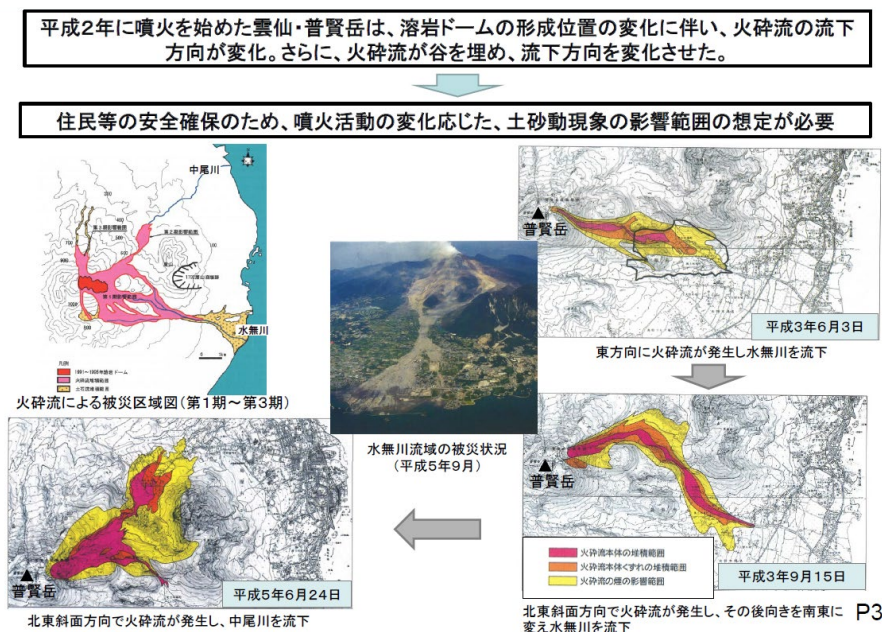


図 4-3 リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの必要性

出典；リアルタイムハザードマップの提供について（国土交通省九州地方整備局 平成31年2月）

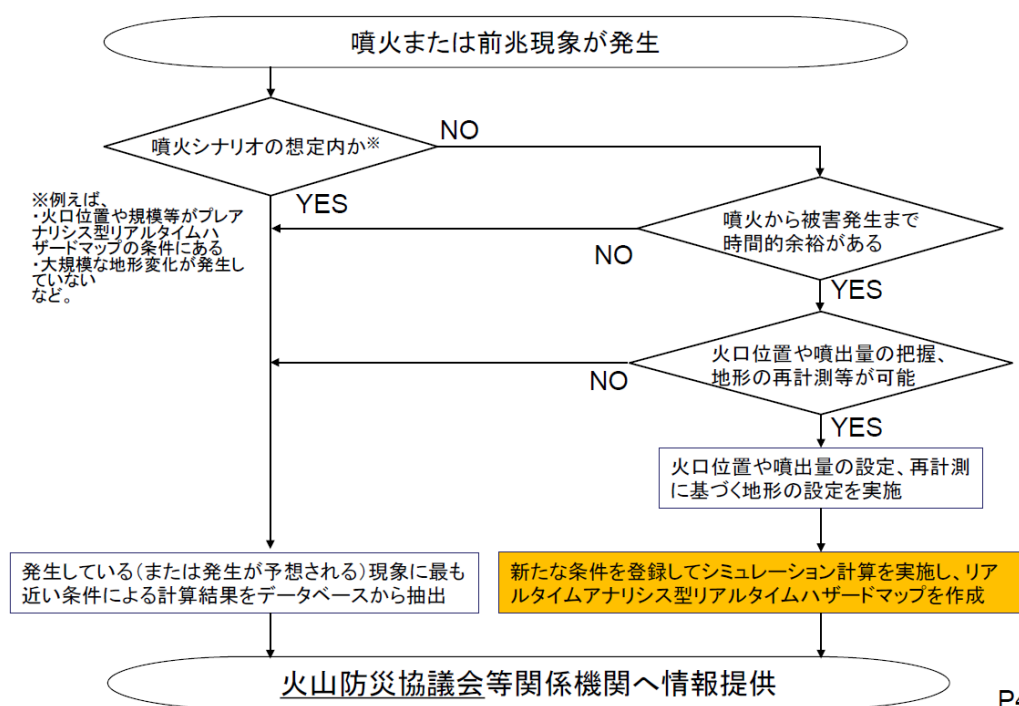


図 4-4 リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップ提供の流れ

出典；リアルタイムハザードマップの提供について（国土交通省九州地方整備局 平成 31 年 2 月）

### 4.3 対策工事の安全確保

噴火に伴い発生する土石流が到達するなど、危険性が高いと考えられる範囲内で対策施設や監視・観測機器の配置が必要な場合は、工事従事者の安全管理を、噴火シナリオと関連づけて検討する。

噴火時の緊急対策では、噴火に伴い発生する土石流等が到達するなど、危険性が高い場合があるため、工事従事者の安全管理について検討する。

工事などの安全管理では、噴火シナリオをもとに、大きな噴石やベースサージなどの現象が直ちに人命に関わるおそれがある場合、施工箇所に土石流などが流下するおそれのある場合など、その範囲と到達時間について把握し、対応方法を検討する。

作業効率から火口近くで精度の高い監視を行う場合など、危険性の高い地域でやむを得ず有人施工により実施する場合は、十分な安全管理を行うように配慮する。

安全管理の検討には、主に次のような項目がある。

- ① 想定される現象とその危険度の評価
- ② 火山活動状況を監視するための監視・観測機器の種類と配置
- ③ 監視・観測により得られる情報の内容
- ④ 監視・観測により情報が得られる時期
- ⑤ 得られた情報の伝達方法
- ⑥ 工事従事者の避難場所・避難路
- ⑦ 工事従事者の避難基準
- ⑧ 無人化施工の場合の運用方法（操作室や通信機材の設置方法・場所など）

弥陀ヶ原においては、降灰後土石流に対して緊急ハード対策を計画している。工事従事者の安全確保として、土石流を検知できる位置（対策箇所及び対策箇所より上流側）に、監視機器（ワイヤーセンサー・振動センサ・監視カメラ等）を配置する。

なお、作業員の退避時間を確保できない溪流、又は監視機器を配置するのに不適切な溪流（緊急ハード対策位置から源頭部までの距離が短い等）では、現地雨量状況や降水短時間予報等でハード対策工事の中止を判断することで、安全を確保する。



#### 4.4 避難対策支援のための情報提供

住民や観光客などの来訪者（以下、来訪者）の避難を支援するために、各監視・観測結果や緊急減災対策の実施状況の情報などを関係機関で共有する。

来訪者は、土地勘がないため、情報が伝わりにくく、火山現象や土砂移動現象に関する認識も少ない場合が多いため、火山活動の活発化に関する情報や土砂災害の危険性に関する情報などを最も早く知らせる必要がある。リアルタイムでの火山の活動状況や火山噴火発生時の避難方法などを来訪者へ周知する方法（手法）及び避難誘導體制についても、今後検討し、必要に応じて整備する。

火山活動並びに土砂移動に関する情報は、高度で専門的・技術的な内容を含んでおり、更に引き続き発生する災害についての情報提供も求められる。また、日本語が理解できない外国人への支援等も火山防災協議会と協調して検討する。

火山活動が活発化し災害の発生のおそれがある場合には、避難対策を実施する市や、気象庁火山課・地方気象台等との連携を図り、適切な情報を提供する。

提供すべき情報は主に次のとおりである。

- リアルタイムハザードマップに基づく被害想定区域の範囲、被害の内容
- 噴火後の二次的な土砂災害に関する警戒情報 など

上記のため、関係機関と連携し、市との連携や支援を行うための体制を検討する。

- 火山や砂防の専門家からの情報収集の方法
- 市・県・国の災害対策本部との連携体制（情報連絡員（リエゾン）の派遣）
- 地域住民や来訪者への情報伝達などの支援の方法
- 報道機関への情報提供の仕組み など

#### 4.5 監視・観測機器の緊急整備

現状の監視・観測体制に対して、噴火に伴い発生する土砂移動の検知などのために不足する観測項目や観測地点などの見直しを行う。また、観測データの集約・分析、維持管理、情報提供の実施機関を調整・分担して、必要な整備に努める。

火山監視体制には、「火山活動の監視」と「土砂移動の監視」に関する2項目がある。砂防計画では主に「土砂移動の監視」を対象とし、国土交通省（砂防部局）は火山噴火に伴う土砂移動現象の監視を主体とした機器群を整備する。（4.5.2 土砂移動の監視・観測体制に該当）

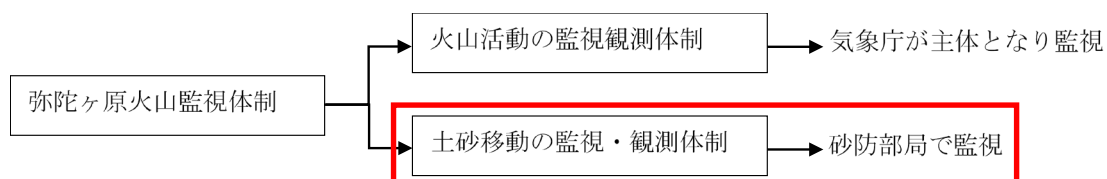
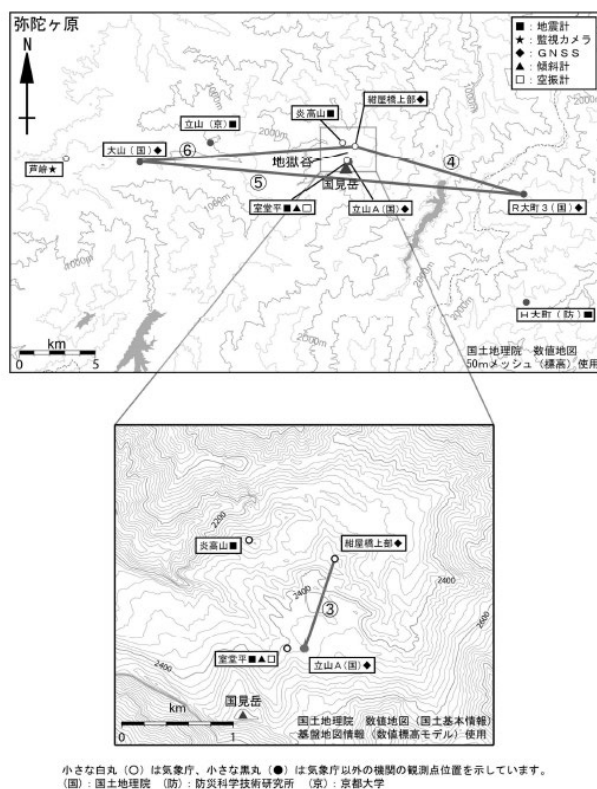


図 4-5 弥陀ヶ原における火山噴火に係る監視体制

#### 4.5.1 監視・観測機器の配備状況

火山活動の監視は、気象庁，国土地理院，防災科学技術研究所，京都大学，富山大学で実施されている。



出典；弥陀ヶ原の火山  
活動解説資料（令和4  
年1月）気象庁発表より

図 4-6 弥陀ヶ原における観測点配置図

表 4-2 火山監視・観測機器一覧

	火山活動の監視体制			
監視機器	GNSS	傾斜計	地震計・空振計	監視カメラ
目的	地形変形の把握	地形変形の把握	【地震計】 活動状況の把握、 震源・規模等の把握 【空振計】 噴火発生の把握	地形変形・噴火・噴煙状況の把握
現在の配置状況	想定火口域から15 k m圏内に点在	想定火口域に近い室堂平に1設置	地震計は想定火口域から20 k m圏内に点在 空振計は想定火口域に近い室堂平に1設置	想定火口域から20 k m圏内にある。
現在の配置基数	1基（気象庁） 3基（国土地理院）	1基（気象庁）	【地震計】 2基（気象庁） 1基（防災科研） 1基（京都大学） 【空振計】 1期（気象庁）	1基（気象庁）
特記事項	気象庁は、紺屋橋に設置 国土地理院は想定火口域に1基、周辺に2基設定している。	気象庁のみ設置	地震計は想定火口域周辺に2基、15km以上離れた箇所に2基設置	気象庁が芦峠に1基設置
観測機器のイメージ(写真)	 GNSS観測装置	 観測孔に埋設される傾斜計センサ	 地震計  空振計	

#### 4.5.2 土砂移動の監視・観測体制

緊急配備の対象とする土砂移動監視機器の一覧を表に示す。

弥陀ヶ原では、火山噴出型泥流・融雪型火山泥流、降灰後土石流対策として、土砂移動を監視し、緊急対策工事施工従事者の安全を確保するために溪流上流側への簡易カメラ、ワイヤーセンサーを緊急整備する方針とする。

ただし、時間と資器材が限られた中での対応となるため、切迫性の高い場所・対策内容の選定方法、考え方について検討しておく。実際の設置については、降灰範囲や現地状況等を踏まえ、設置を判断する。

表 4-3 気象・土砂移動の監視・観測機器整備案


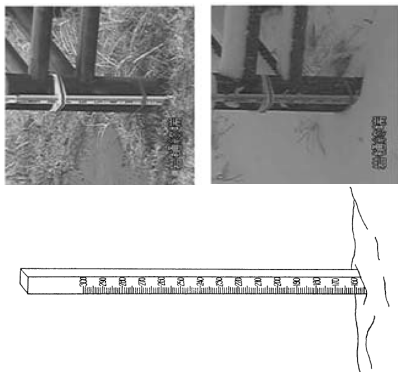
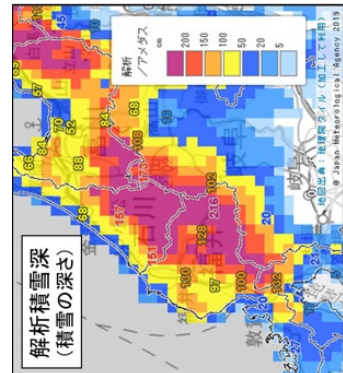
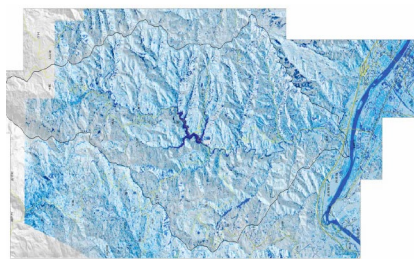
機器	現状	優先度	対応時期	メンテナンス性	整備方針
監視カメラ (土砂移動監視)	土砂移動を監視するカメラが不足	○	平常時	専門業者による定期点検が必要 メンテナンスには専門知識が必要	現状では監視状況が不十分であり、溪流源頭部の土砂移動を監視する機器を整備する。
臨時監視カメラ (工事の安全監視)	CCTVが2基設置されているが、工事箇所等の監視が必要	○	緊急時	動作確認が必要、設置・メンテナンス等は使用機材による。	緊急ハード対策施工前に整備する。 簡易WEBカメラは入手が比較定容易であり、平常時から緊急時準備の段階で緊急整備する。
ワイヤーセンサー 振動センサ	配置されていない	○	緊急時	定期的な動作確認が必要、構造が単純でメンテナンスは容易	緊急ハード対策施工前に整備する。 ワイヤーセンサーは入手が比較的容易であり、メンテナンス等負担も考慮し緊急整備とする。
地上雨量計	夏季は室堂で観測されている。	○	緊急時	定期的な動作確認が必要、構造が単純でメンテナンスは容易	緊急ハード対策施工前に整備する。 資器材を事前に準備し、緊急時に工事箇所で観測する。
積雪深計 (雪尺等)	弥陀ヶ原周辺での公の観測データはない。	△	平常時	積雪深計であれば定期的なメンテナンスが必要 雪尺+監視カメラ等による監視であれば、メンテナンスはカメラのみ	噴火口周辺の積雪状況について平常時より、把握することが望ましい 機器設置による定期観測等が困難な場合は、雪尺+監視カメラでの観測や航空レーザ等による計測を検討する。
自動降灰量計	現状、配置されていない。	△	緊急時	構造が複雑で、設置・メンテナンスには専門知識が必要	降灰状況の把握に必要。 立入り規制区域内に設置する場合は、事前の設置が必要

## 4.6 積雪深計測手法

弥陀ヶ原周辺は、日本有数の豪雪地帯であるため融雪型火山泥流の発生規模予想等を目的に、積雪深を把握することが望ましい。

積雪深の計測手法としては、無積雪期に観測設備を設置し、積雪深の時系列的な変化を計測する積雪深計や雪尺の他、航空レーザを活用した面的な積雪深の把握手法がある。また、気象庁により解析雨量や数値予報モデルによる解析積雪深が公開されており、現地計測データの入手が困難な場合は、これら解析データの利用も有効である。

表 4-4 積雪深調査手法一覧

観測手法	積雪深計	雪尺	解析積雪深	航空レーザーによる計測
原理	観測ポールに取り付けられたセンサーからレーザーもしくは超音波を発信し、雪面までの距離を計測することで積雪深を計測する。	地盤上に目盛りのついた柱状の雪尺を設置し、目視により積雪面の高さを測定する。遠隔地での観測には別途CCTV等の監視機器が必要となる。	解析雨量や局地数値予報モデル(LFM)などの降水量、気温、日射量などを積雪変質モデルに与えて積雪の深さを計算した後、アメダスの積雪計の観測値で補正することにより作成する。	積雪期と無積雪期の航空レーザー測量により得られた積雪面標高と地表面標高の差分から積雪深の平面分布を求める。
メリット	アメダス等でも使用される一般的な積雪深の計測手法であり汎用性が高い。精度のよい積雪深の時系列データを取得可能。	雪尺本体が安価であり、雪尺本体のメンテナンスも不要である。	気象庁より公開されており、設備等を必要とせずデータ入手が容易である。	面的な積雪深データを取得可能なため、より精度の高い融雪量の推定が可能である。
デメリット	観測機器をあらかじめ設置する必要がある。観測には商用電源が必要となる。	遠隔観測にはCCTVやUAV等と組み合わせる必要がある。自動で観測することが困難なため、画像より積雪面高を読み取る必要である。	5kmメッシュデータのため、融雪型火山泥流の対象範囲の実測積雪深とは異なる可能性がある。	事前(無積雪期)にレーザー測量を実施し、地表面標高を把握する必要がある。1回の計測費用が他家と比較し高価である。噴火の状況によっては火口上空を飛行できない可能性がある。
メンテナンス性	定期的なメンテナンスが必要	雪尺本体のメンテナンスはほぼ不要。ただし、CCTVについては定期的なメンテナンスが必要となる。	メンテナンスは不要	メンテナンスは不要
機器画像・計測イメージ		 図 2-7-2 雪 尺	 解析積雪深 (積雪の深さ)	 凡 例 (単位: 積雪深 (cm)) 30以上 25-30 20-25 15-20 10-15 05-10 00-05 0以下

※1: 出典独立行政法人土木研究所発刊「水文観測」より

※2: 出典「富士砂防事務所内における積雪観測の取り組み事例」平成27年度砂防学会研究発表会概要集 P2-088

※3: 出典「航空レーザ測量を用いた積雪深計測作業」国土地理院時報 2005 No.107

## 4.7 警戒基準雨量の検討と見直し

降灰後は、地表面の浸透能低下に伴い、少量の降雨でも土石流が発生する恐れがある。そのため降灰後の降雨による土石流発生に備えて、工事中止を判断するための暫定基準雨量値を検討する。なお、ここでの警戒基準雨とは「土砂災害の危険が高まっている状況の雨量」を示唆し、退避する余裕も考慮した雨量基準であり、土砂災害緊急情報で発表される「土砂災害が想定される時期」に関連した基準雨量とは異なることに留意する必要がある。

暫定基準雨量は、降灰状況や山腹・溪流の荒廃状況などを踏まえ、必要に応じて学識者の助言を受けて見直す。また、融雪期の基準雨量については、融雪による水量の増加を加味した基準雨量を検討する。

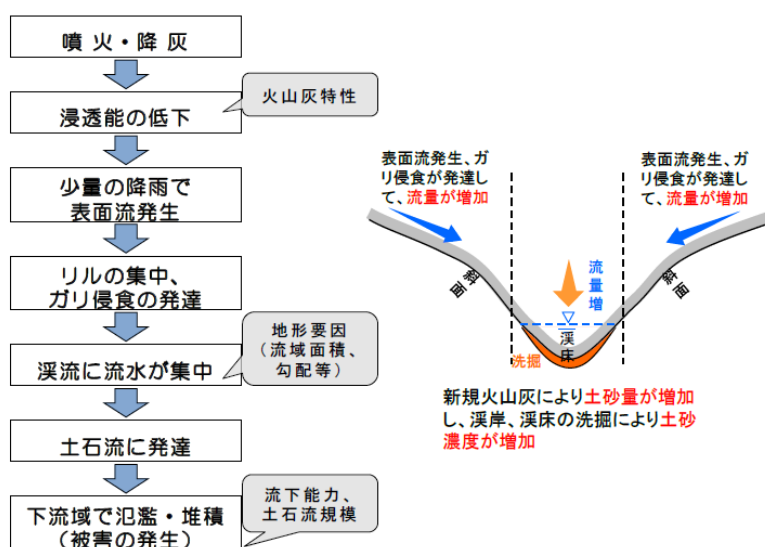
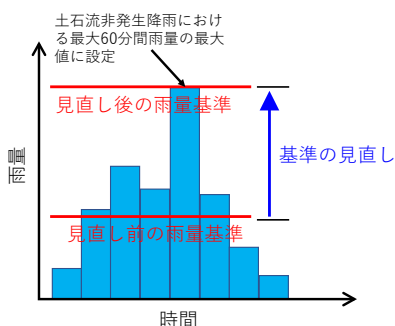


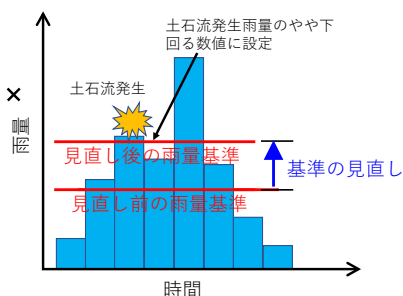
図 4.7 降灰の影響での表面流発生による土石流の発生メカニズム

出典：火山防災行政に係る調査企画委員会資料 2019.3 国土交通省砂防部砂防計画課

◆土石流発生が確認されていない場合の雨量基準の再設定



◆土石流発生が確認されている場合の雨量基準の再設定



- ・ 現地調査において土石流の発生が確認されていない場合には、非発生降雨の最大値を見直し後の基準雨量とする。
- ・ 土石流の発生が確認されている場合には発生降雨をやや下回る数値に基準雨量を見直す。

図 4.8 土石流発生基準雨量の見直しイメージ



#### 4.8 情報伝達・通信手段（無線通信装置等）の整備

緊急時の情報伝達や通信手段としては、携帯電話網の利活用と各種回線の確保、通信集中時に強い無線通信システム、災害対策テレメータなどを活用する。

光ファイバーケーブルの接続点（情報コンセント）の設置や緊急時通信手段を平常時から整備する。

情報伝達のための通信システムには、有線方式と無線方式があり、更に無線方式には地上系と衛星系がある。有線方式は監視・観測機器と観測局との間をケーブルでつなぎ、直接情報の送受信を行うものである。光ファイバーケーブルが敷設されている場合には、監視映像など大容量の情報をリアルタイムで遠隔地へ送ることができる。

地上系無線通信システムは、平常時にも使われる業務用無線通信方式であり、専用の移動通信施設として複数の周波数を多数の利用者が効率よく使える。混信に強く、無線従事者の資格が必要ないなどの特徴がある。国土交通省の移動通信システム「K-COSMOS」などが該当する。また、一般に雨量観測等で使われているテレメータ無線装置を車輛などで運搬可能にした「災害対策テレメータ」もある（図 4-9）。

衛星系無線通信システムは、衛星携帯電話など人工衛星を中継局として利用するものである。山間地でも通信可能で、広域性、同報性、耐災害性に優れ、柔軟で容易な回線設定が可能である。災害時通信実績が多く、有効性も確認されている。国土交通省は災害対策用に衛星通信車を保有している。衛星通信車は衛星通信施設、電源等を搭載しており、災害現場や防災ヘリコプター、災害対策本部等の中継・回線構築を行うものである。災害現場の情報収集や他の回線のバックアップに利用される。

このほか、持ち運び可能な衛星通信装置にはKu-SAT（衛星小型画像電送装置）がある。災害現場の監視映像などを、人工衛星を介して別の可搬局又は固定局（災害対策本部・事務所等）に伝送するシステムである（図 4-9）。

WEB会議システムは、移動による時間ロスや会場設営等の調整手間が省けるため有効である。





図 4-9 国土交通省が保有する衛星通信車K-COSMOS（上）とKu-SAT（下）

#### 4.9 土石流移動検知情報の伝達

降灰後の土石流等による被害を軽減するために、降雨や溪流の状況把握に必要な観測と、センサなどにより土石流の発生検知を行う。監視・観測データは、関係機関で情報共有する。

緊急ソフト対策では、降雨や溪流の状況把握に必要な観測と、センサなどにより土石流の発生検知を行う。それらの土石流センサ等の検知データは、現在、携帯電話通信回線を用いてメーリングリスト先に一斉配信するシステムが一般的である。

携帯電話が繋がらない箇所では、衛星通信設備を使用する場合もあるが、通信可能なところまで無線や有線で中継する方法も用いられている（図 4-10）。

情報共有体制を整備することで、避難支援にも活用可能となる。

◆ 土砂移動情報の伝達の流れ イメージ

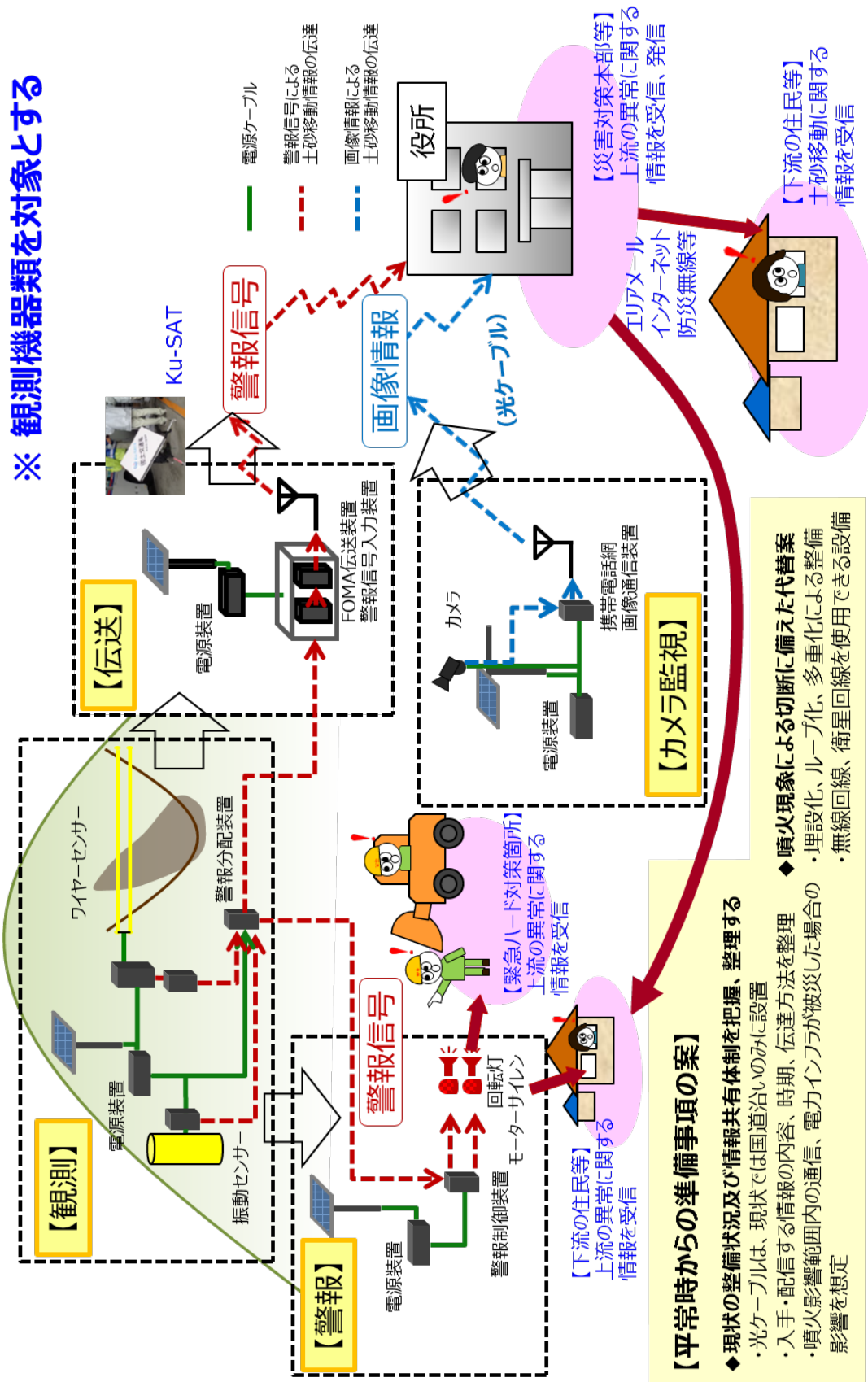


図 4-10 土砂移動情報の伝達の流れ イメージ

#### 4.10 緊急ソフト対策ドリル

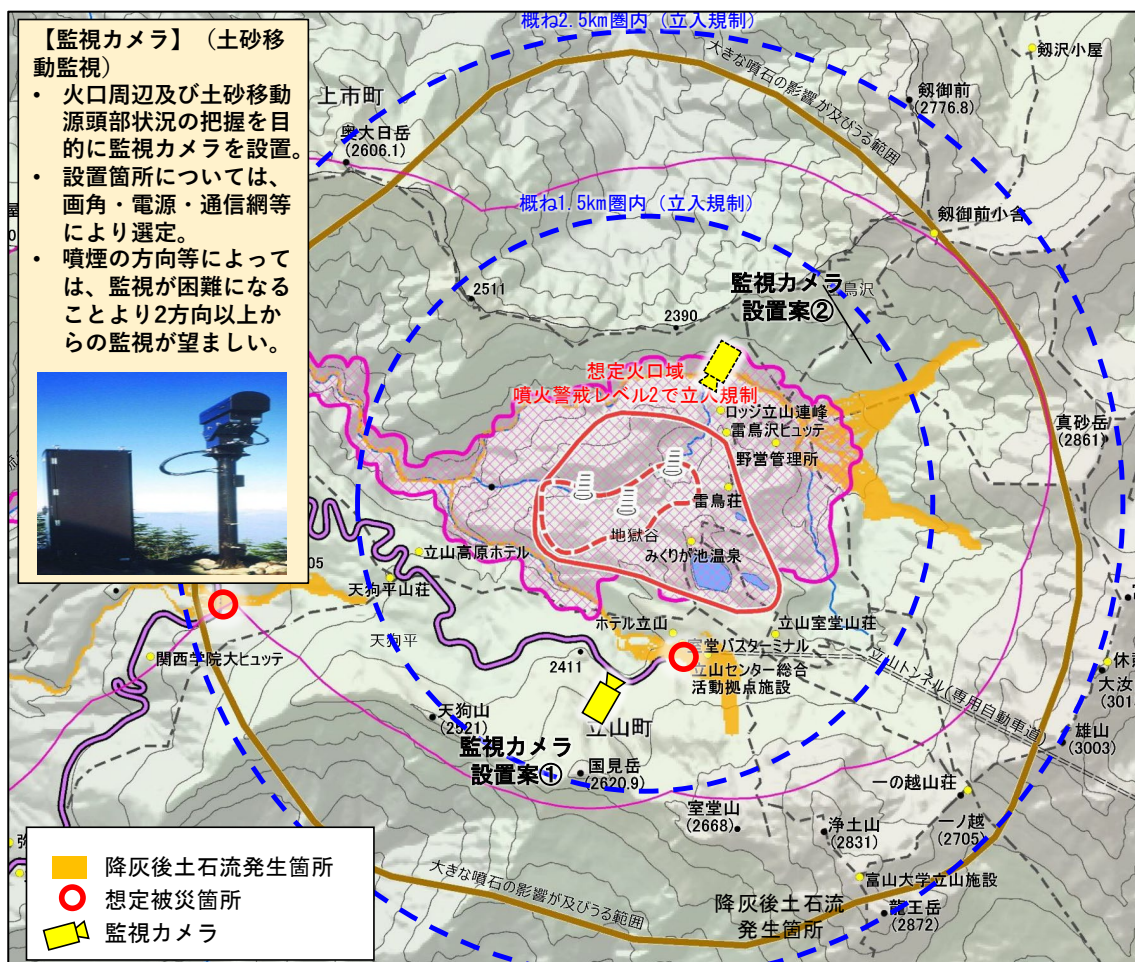
緊急ソフト対策ドリルの作成に際しては、噴火時の緊急調査、火山監視機器の緊急的な整備、噴火時のリアルタイムでのハザードマップ作成、情報配信システムの整備など、工事従事者の安全管理や避難対策を支援するための情報提供などに必要な対策の実施方法について検討する。

緊急ソフト対策ドリルは、緊急ハード対策の検討や避難支援のための情報提供、工事従事者の安全管理のための情報収集などを目的として、噴火シナリオに対応した時系列的に実施する各種の対策（火山監視・観測機器の設置）を整理したものである。

図 4-11 緊急ソフトウェア対策の時系列方針

[illegible]





**【工事施工時の安全管理】**

- ・ 工事施工箇所は、施工開始前に監視カメラ、土砂移動監視機器（ワイヤーセンサー、振動センサー等）を設置し、施工従事者の安全管理を図る。
- ・ 工事箇所付近に警報装置を設置し、土石流発生を工事施工従事者に知らせる。
- ・ 監視カメラ・土砂移動センサの情報はメール等で、関係者に通報可能なシステムを構築する。

図 4-13 工事安全管理を目的とした監視機器設置案（藤橋上流 融雪型火山泥流）



## 5. 実効性向上に向けた取り組み（平常時からの準備事項）

### 5.1 基本方針

緊急ハード対策及び緊急ソフト対策を実施可能なものとするために、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まとめる。

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や迅速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（対策用地の使用に関する調整など）を整理しておく。

噴火時に各種の防災対策を迅速に実施するためには、緊急時の対応事項に加えて、これに関連する平常時からの準備が必要である。火山噴火緊急減災対策砂防計画においても、緊急時に実施する対策のために必要な平常時からの準備事項について検討する。

平常時からの準備には、各種対策を展開する際に必要となる諸手続、資機材の調達・運搬などがあり、これらの時間的制約となる事項を事前に調整することにより、緊急時に対策を展開する際の実効性の向上を図る。

## 5.2 対策に必要な諸手続き等

緊急ハード対策の実効性を高めるため、緊急時に実施する対策に必要な手続きや調整事項等を把握し、実施しておくべき準備事項とその内容を整理しておく。特に弥陀ヶ原の周辺は、国立公園や特別保護区、国有林の他、観光施設、発電関係等の民間施設が存在し、また、降灰範囲には、民有林、スキー場等が多く、用地に関する調整が重要となる。

緊急ハード対策の実施にあたって平常時からの準備が必要である項目は、表 5-1のとおりである。

緊急対策施設の本体施工、仮設、進入路の確保、資機材の調達・運搬、用地などに関して、その手続き等に要する時間の短縮のために、必要な準備事項（協定・契約等の手順・方法）について検討を行っていく。

表 5-1 緊急ハード対策を実施する上での平常時からの調整項目例

項目	内容
土砂置き場の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 緊急除石等により発生する土砂の置き場の事前確保</li> <li>➤ そのための土地使用の調整，工事用道路の整備</li> </ul>
施工業者との協定	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 緊急時に速やかに工事に着手できるように，事前に施工業者と協定</li> </ul>
土地の調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 緊急ハード対策計画箇所の地籍調査</li> <li>➤ 対策計画箇所の民有地や，公有地に対して一時的な借地・補償・買収などの調整</li> </ul>
アクセス路の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 既設砂防堰堤の除石箇所並びに新規砂防堰堤の配置箇所では，アクセス路の確保</li> </ul>
無人化施工の準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 無人化施工のオペレータの訓練</li> </ul>
UAVの飛行許可	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 噴火後のUAV調査等を実施するための飛行許可申請及び飛行禁止区域（人口集中地区，高さ150m以上の空域）における手続き</li> </ul>
道路上の構造物設置に対する調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 道路上での大型土のうの設置などによる導流堤計画箇所では占有許可申請に係る調整</li> </ul>
国有林内での対策に関する調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 国有林内での緊急ハード対策に関する調整</li> <li>➤ 監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整</li> </ul>
保安林（国有林外）での対策に関する調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 保安林（国有林外）での緊急ハード対策に関する調整</li> <li>➤ 監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整</li> </ul>
国立公園内での対策に関する調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 自然公園特別区域内における緊急ハード対策に関する事前調整</li> <li>➤ 監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整</li> </ul>

### 5.3 緊急支援資機材（ブロック等）の備蓄・調達方法

緊急ハード対策を実施する上で、迅速に対応できるよう、対策に必要となる資機材の現況保有数や必要数を把握し、平常時から準備しておくべき資機材等を整理しておく。

また、資機材の不足が生じた場合に備え、広域連携を含めた、他機関からの応援体制も検討する。

#### 5.3.1 緊急支援資機材（ブロック等）の備蓄

弥陀ヶ原火山の噴火を起因とした土砂災害では、対象となる渓流数が多く、広域に分布することから、緊急資機材（ブロック等）の確保や備蓄が重要である。下記項目について、平常時から情報を整理・更新しておく必要がある。

- 資機材の必要数と現況保有数
- 平常時から準備しておくべき資機材
- 資機材の備蓄場所の確保
- 緊急時の調達方法

#### 5.3.2 他火山における火山噴火緊急減災対策砂防計画の実施機関との連携

弥陀ヶ原周辺にある他火山（乗鞍岳、御嶽山、焼岳、白山）においても、火山噴火緊急減災対策に取り組んでおり、緊急ハード対策で使用する資機材（コンクリートブロック等）等は、どの火山でも共通して使用できると考えられる。このため、資機材のほか連携が必要な情報も含めて、他火山の火山噴火緊急減災対策砂防計画の実施機関との連携に努める。

## 5.4 緊急時の拠点の整備

緊急時の拠点となる施設として、火山防災ステーション機能（火山活動並びに火山噴火時の土砂移動の監視機能、それら情報の集約と提供機能、緊急対策資器材の備蓄機能）の整備を計画する。

噴火時に各種防災対策を行うために、国及び県は、市と連携し、監視・観測情報の集約、資器材の備蓄などを担う拠点施設の整備を計画する。

## 5.5 光ケーブル網等の情報通信網の整備

光ケーブル等の通信網整備が進められており、更に情報伝達・共有手段を確保するために、以下のような監視体制やシステム等を検討する。

- 緊急時の被災現場やパトロール車、巡視員等の取得した映像をネットワークにのせる機動性の高いシステム
- 光ケーブル断線時のバックアップ体制
- 道路改良等に合わせた光ファイバー網の埋設化
- 監視観測機器の追加配置や緊急時の監視観測機器の配置

緊急ハード対策の工事などの安全確保に資するため、監視・観測機器から得られた情報を提供するが、これらの情報を関係機関などに随時提供できる仕組みを検討する必要がある。また、対策実施の判断などに必要となる情報入手についても併せて検討し、必要な機関との間に情報共有を図ることができる情報システムを検討する。

火山噴火緊急減災対策砂防の実施判断に必要となる情報については、平常時から関係機関と情報の入手方法についての調整を図り、情報が必要な時期・内容、情報伝達方法などについて、あらかじめ実施方法を定めておく。

また、噴火に伴い発生する土砂移動の検知などのために不足する観測項目や観測地点等をもとに、監視・観測機器の配置を検討する。

なお、噴火現象により光ケーブルなどの切断などが生じるおそれのある場合には、バックアップ体制を検討し、復旧までのフェールセーフ処理の構築も必要である。

### (1) 光ケーブルの整備方針

図 5-1に示すように弥陀ヶ原周辺は、国土交通省の光ファイバー網が整備されている状況にある。一方、立ち入り規制区域内で計画されている監視カメラ監視機器（図 4-12）に対しては一部区間が未整備であり、監視カメラ設置に合わせて、通信網も整備を行う。また、光ファイバー網への機器増設には時間を要することより、氾濫等が想定される監視カメラ設置地点に対しては予め情報コンセントを設置する。

その他、噴火により想定される土砂災害被災箇所が一部光ケーブルの敷設箇所を重複しており、これら箇所については、通信の冗長性確保を目的に多重化等を検討する。

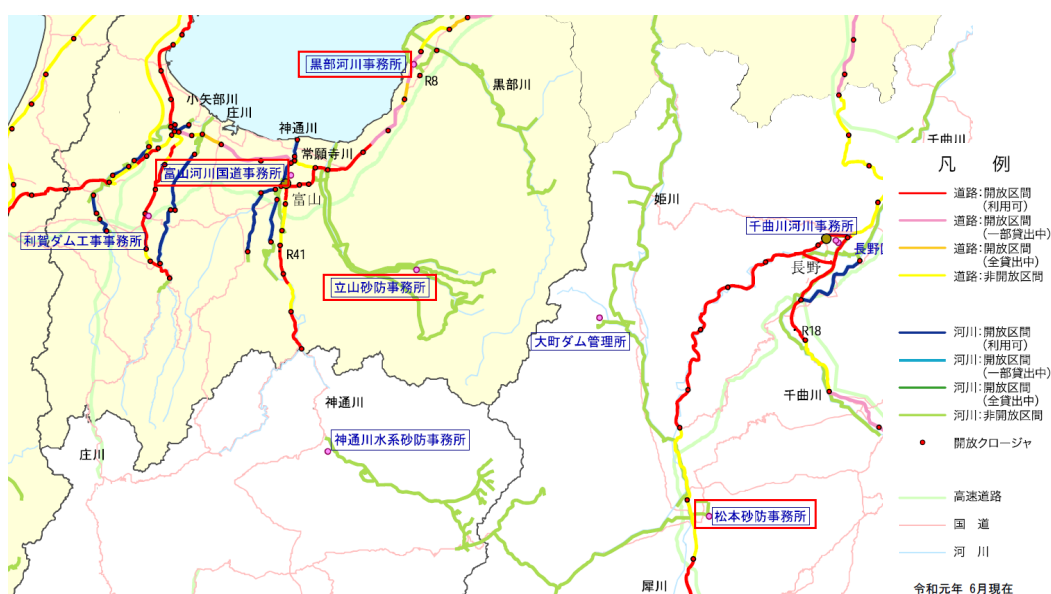


図 5-1 関係機関周辺の光ファイバー網の整備状況（国土交通省）

出典：国土交通省 HP（地域光ファイバの開放状況）に加筆

(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/jouhou/indexhk.html>)



## 5.6 緊急減災対策砂防のためのデータベースの整備

平常時には火山砂防計画の基礎資料として情報共有し、また緊急時には対象火山に関する対応の基礎資料として利用することを想定して、数値シミュレーションに必要な地形データ等の情報のデータベース化を図る。

また、数値シミュレーション計算結果を活用したリアルタイムハザードマップや、航空レーザ計測成果（地形データ）の整備も必要である。

緊急減災対策砂防基本図、火山活動履歴、緊急時に必要となる地形データ、既存防災施設の諸元及び土砂堆積状況、緊急ハード・ソフト対策の資機材の保管状況等を整理し、関係機関の間で情報を共有する。

分類	項目（案）	
シミュレーション結果 （プレアナリシス型リアルタイムハザードマップ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定する噴火シナリオ</li> <li>大きな噴石</li> <li>小さな噴石・降灰</li> <li>火砕流・火砕サージ・ベースサージ</li> <li>溶岩流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰後の土石流・融雪型火山泥流</li> <li>火山活動履歴、土砂災害履歴、各計算条件、根拠資料</li> <li>火山に関する用語、現象の解説</li> </ul>
緊急調査に必要な資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急対応全体の流れ</li> <li>浸透能調査</li> <li>降灰量調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土石流危険渓流カルテ</li> <li>土石流発生の基準雨量</li> <li>調査機器仕様、調達及び手続きに関する資料</li> </ul>
緊急対策に必要な資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急対策箇所位置図</li> <li>各候補地における対策ドリル</li> <li>対策施設配置前後のシミュレーション結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策工法の設計計画、数量算出根拠</li> <li>監視観測機器仕様、調達及び手続きに関する資料</li> </ul>
関係資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設砂防、治山施設（施設位置図、施設台帳）</li> <li>監視・観測機器（配置位置図、機器仕様、通信設備）</li> <li>法指定、用地に関する資料（法指定状況図、連絡先、手続き）</li> <li>砂防計画、防災計画、マニュアル類</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山防災マップ、避難施設</li> <li>資機材、備蓄、調達に関する資料</li> <li>保全対象に関する資料（公共施設等位置、居住者等）</li> <li>道路など公共土木施設の配置、管理者</li> </ul>
データ・様式ダウンロード	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形データ</li> <li>GISデータ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な手続きに関する申請様式</li> <li>緊急対応、調査時の記入様式</li> </ul>

・噴火の状況に応じた**噴火影響範囲**  
・活動履歴や計算条件の根拠資料、専門用語等の理解を促す解説

・調査項目ごとの具体的な**調査手順・実施場所・調査記入表**  
・**調査機器や必要な資機材**の調達方法、事前手続きなど

・対策候補地ごとに**ハード・ソフト対策実施**内容を整理  
・実施時に必要な手続きや留意事項を明記

・既往収集資料や関連する**マニュアル・計画**を集約  
・随時更新が可能なよう、**オリジナルファイル（表計算ソフトファイル等）**もあわせてデータベース化

・シミュレーションに必要な**地形データ**や緊急調査候補地点等、最低限必要となる**GISデータ**（shp, kml形式）  
・対策実施に必要な項目ごとに**申請様式**を整理

図 5-2 整備が必要な火山データベースの内容（案）

### 5.6.1 リアルタイムハザードマップの整備

火山活動や気象状況に応じた様々な条件下のシミュレーションを事前に検討したプレアナリシス型リアルタイムハザードマップの結果を関係機関で共有する。

ただし、噴火により地形が変化した場合や、火口位置が想定と異なる場合では、プレアナリシス型リアルタイムハザードマップのシミュレーション結果では氾濫範囲が異なる可能性があることから、現象の種類・規模・流量などパラメータを入力し、氾濫範囲を即座に推定するリアルタイム型リアルタイムハザードマップシステムを整備する。

### 5.6.2 航空レーザ計測等による噴火前からの地形データ等の整備

噴火前後の地形変化を把握するために、ヘリ等による上空からの調査や航空レーザ計測等により地形データを整備する。流出する土砂の量や粒径を把握するために流砂量観測、河床材料調査などを実施する。得られたデータは、リアルタイムハザードマップの計算条件に活用するほか、緊急減災対策の施設配置計画や噴火後の土砂移動の経年変化を把握するための基礎資料とする。

## 5.7 関係機関との連携や情報共有の強化

火山噴火現象は、発生する現象が広域に影響することから、本計画の実効性を向上させるためには、平常時から市をはじめ関係機関との連携を強化するとともに、緊急時の火山等の専門家との連携、情報の収集や提供、集約や共有を効率的に行う体制作りが重要となる。

緊急減災対策の実施には、火山活動状況や土砂移動現象の早期把握や警戒避難などの防災体制との密接な連携が重要である。

緊急減災対策を実施する際に必要となる手続きや調整事項などのうち、平常時から進めておくことによって緊急時の実効性を高める事項について整理しておく必要がある。

### 5.7.1 弥陀ヶ原防災協議会との連携・役割分担

弥陀ヶ原防災協議会は、警戒避難体制の整備に必要な「噴火シナリオ」、「火山ハザードマップ」、「噴火警戒レベル」、「避難計画」、「防災知識の普及・啓発」等の事項を協議する場である。これらの協議事項は本計画を立案する前提条件に密接に結びついており、協議結果の情報共有が重要である。

また、本計画では火山噴火に起因する土砂災害に関する被害軽減を目的に、平常時には、火山ハザードマップの見直しの支援、緊急時には、緊急ハード・ソフト対策の実施や土砂災害に関する情報提供を行うことにより、弥陀ヶ原火山防災協議会と連携する。

表 5-2に噴火警戒レベルが準じ変化する場合の役割分担（案）を示す。また、図 5-3に役割分担と情報伝達の流れのイメージ（案）を示す。

表 5-2 弥陀ヶ原火山防災協議会における役割分担  
(弥陀ヶ原火山避難計画R2.3 弥陀ヶ原火山防災協議会に基づき作成)

関係機関		平常時の主な役割	緊急時の主な役割
気象庁地震火山部火山監視課火山監視・警報センター		・火山観測・監視及び活動評価 ・火山活動解説資料等の発表 ・火山防災知識の普及・啓発	・火山観測・監視及び活動評価 ・噴火警報 噴火警戒レベル 等の発表 ・緊急観測(現地調査、観測機器増強等) ・自治体による防災対応への支援
気象台	富山地方気象台 長野地方気象台 (新潟地方気象台)	・火山活動解説資料等の提供・解説 ・防災知識の普及・啓発	・噴火警報 噴火警戒レベル 等の伝達・解説 ・自治体による防災対応への支援 ・降灰調査等
国土地理院	北陸地方測量部 関東地方測量部	・地殻変動の監視	・地殻変動の監視 ・災害対策用地図・空中写真等の緊急整備・提供
北陸地方整備局	立山砂防事務所等	・土砂災害 に関する火山ハザードマップの見直しへの支援 ・土砂災害に対する調査・対策	・土砂災害防止法に基づく緊急調査の対応 ・TEC FORCE による自治体に対する技術的な支援
環境省信越自然環境事務所		・登山者への環境教育 ・立山・地獄谷歩道の通行止め及び現道(エンマ台～大日展望台)の通行に係る注意喚起	・管理区域の状況把握・対応 ・登山道の規制情報の周知
森林管理局	中部森林管理局 富山森林管理署 中部森林管理局 中信森林管理署	・管理区域の状況把握・対応	・管理区域の状況把握・対応
県・振興局・建設	富山県 長野県 北アルプス地域 振興局 大町建設事務所	・情報集約 ・関係機関への情報提供 ・道路や登山道の規制 ・自衛隊への災害派遣要請 ・応急・緊急対策工事 ・報道機関対応	・情報集約 ・関係機関への情報提供 ・道路や登山道の規制 ・自衛隊への災害派遣要請 ・応急・緊急対策工事 ・報道機関対応
市町村	立山町 富山市 上市町 大町市	・住民・登山者・観光客等への情報提供等(ホームページ掲載、チラシ、看板等) ・防災知識の普及・啓発 ・火山防災マップの作成・周知	・警戒区域の設定 ・入山規制(登山道や道路の規制) ・住民・登山者・観光客等への情報提供(広報) ・報道機関対応 ・避難勧告・指示(緊急)等の発令(判断) ・住民・登山者・観光客等の避難誘導 ・避難所等の設営・運営
自衛隊	陸上自衛隊第14普通科連隊 陸上自衛隊第13普通科連隊	・救助体制の整備等	・人命救助・その他救助に関する活動(災害派遣)
警察	富山県警察本部 長野県警察本部	・救助体制の整備等	・情報の収集・伝達 ・被災者の救出救助 ・住民・登山者・観光客等の避難誘導等 ・災害時等における交通規制の実施及び緊急交通路の指定
消防局	富山市消防局 富山県東部消防組合消防本部 立山町消防本部 北アルプス広域消防本部	・救助体制の整備等	・人命救助・その他救助に関する活動 ・避難誘導・搬送協力
富山県道路公社		・道路管理	・道路規制
民間企業	立山黒部貫光(株) 関西電力(株) 立山貫光ターミナル(株) 立山山荘協同組合 立山町観光協会 大町温泉郷観光協会 西日本電信電話(株) 東日本電信電話(株)	・観光施設・観光客等への情報提供 ・防災訓練の実施 ・富山大学との連携(地中温度の観測など)	・管理施設の状況把握・対応 ・利用客等の避難誘導 ・避難・搬送協力 ・立入規制等の周知 ・富山大学との連携
立山町千寿ヶ原地区、芦嶺寺地区		・地域への情報等の周知	・地域への噴火警報 噴火警戒レベル 等の周知
火山専門家	富山大学 産業技術総合研究所 京都大学防災研究所	・火山活動調査・分析 助言 ・弥陀ヶ原火山防災協議会への助言	・火山活動調査・分析・助言 ・弥陀ヶ原火山防災協議会への助言

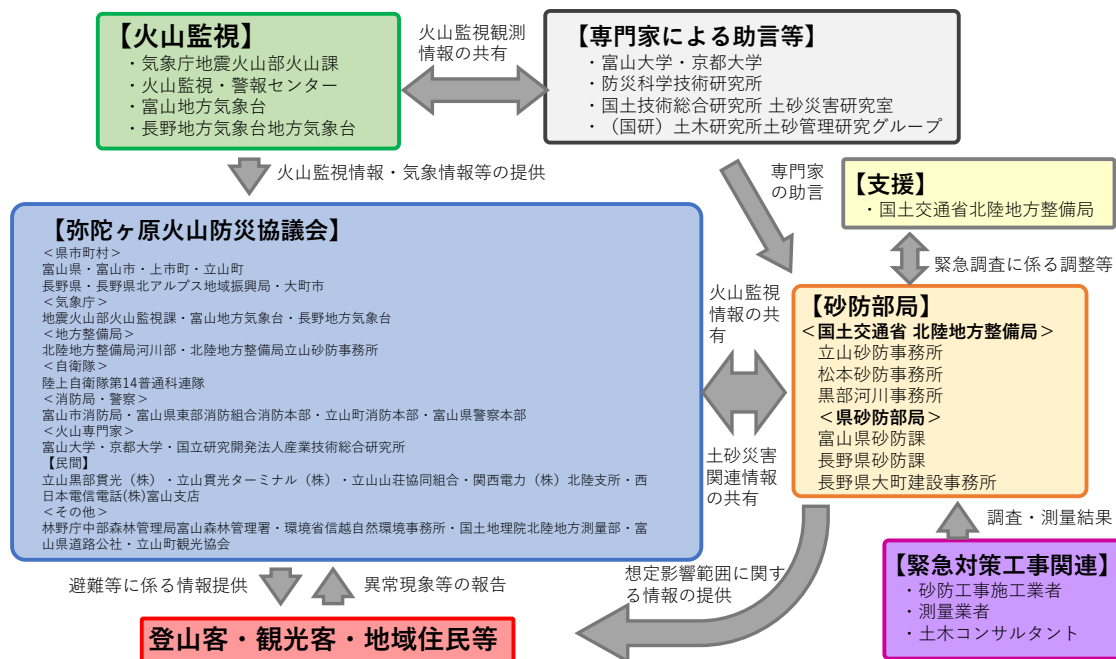


図 5-3 役割分担と情報伝達の流れのイメージ (案)

### 5.7.2 砂防部局における実施事項の整理

火山噴火時に各関係機関における主な実施項目の案を整理し、弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防として砂防部局が実施する項目を表 5-3に示した。

表 5-3 砂防部局の主な作業項目

役割分担 (案)		
砂防部局	緊急ハード対策	資機材の備蓄 資機材の量の把握 緊急対策工の準備 緊急対策工施工
	緊急ソフト対策	火山監視機器の設置 情報通信システムの整備 工事現場の安全確保や避難支援のための情報提供 リアルタイムハザードマップ提供 土石流発生基準雨量の検討 火口周辺等の規制、誘導
	火山噴火緊急減災対策砂防における緊急調査	緊急対策予定地の状況把握 現地調査による砂防施設の点検
国土交通省 北陸地方整備局	土砂災害防止法に基づく緊急調査	降灰量調査の実施 被害想定(氾濫解析) 土砂災害緊急情報の発表

### 5.7.3 情報共有の強化

#### (1) 顔の見える関係づくり（関係機関との連携）

緊急減災対策砂防の効率的な実施には、火山活動状況や土砂移動現象の早期把握及び関係機関の迅速な連携が重要である。弥陀ヶ原に関わる会議を通じて、関係機関の担当者や専門家の間で、平常時より情報共有等を密に行い、“顔の見える関係づくり”を構築する必要がある。

#### (2) 火山及び防災情報の共有方法の構築

噴火発生時に情報共有を効果的に行うためには、各機関が何を目的として、どのような情報を収集するか整理することが必要である。また、緊急時の調査の役割分担や調査結果の集約・共有方法などを事前に調整しておく必要がある。

#### (3) 火山・地質・砂防等の専門家からの助言及び情報提供

火山活動や噴火後の降灰や火砕流発生後などの土砂移動の予測には、高度な専門知識が必要となる。緊急対策（ハード・ソフト）の実施の判断目安等への支援として、火山活動の推移は「火山専門家」、噴火現象や噴火が及ぼす影響、その範囲の推定は「火山地質専門家」、噴火後の土砂移動への対策方針は「砂防専門家」等から助言や情報提供を受ける体制を構築する必要がある。

### 5.7.4 計画の見直し

火山噴火緊急減災対策砂防計画では、火山活動状況、砂防施設や監視機器等の整備の進捗などを踏まえつつ、新たな知見や、関係機関との連携状況の変化なども考慮して、適宜計画を見直す必要がある。



## 5.8 関係機関相互連携のための演習

火山噴火への対応は、多数の防災機関が関連して対応行動をとることになるため、平常時から関係機関参加による、火山噴火やそれに伴う土砂災害を想定した演習を実施することが重要である。現状の防災対応の課題を抽出するとともに、防災担当者の対応能力の向上が図られ、火山災害を想定した効果的な演習を、関係機関と繰り返すことが、噴火時における適切な対応への基礎となる。

### 5.8.1 演習・訓練の種類

演習・訓練は、状況の予測や判断、活動方針の決定、関係機関との連携等の意思決定能力向上をねらった意思決定演習と実際の防災対応や資機材・機器の取り扱いや活動手順の習熟をねらった実働訓練がある（表 5-4）。演習・訓練は単独で実施するだけでなく、関係機関の相互連携をより深めるため、複合的な演習・訓練についても検討・実施することが必要である。

表 5-4 演習・訓練の種類

ねらい・目的	分類	演習・訓練手法	実施内容
状況の予測や判断、活動方針の決定等の意思決定能力向上	意思決定演習	ロールプレイング型演習	逐次状況が変化するシナリオに基づき、実際の災害のように災害対策本部等を構成し、個々の局面に応じた判断力の醸成や関係機関間の調整・連携を確認する演習
		図上演習(DIG等)	災害時の特定の場面の前提条件をもとに、グループ毎で関係機関の対応内容を討議し、地図等にとりまとめ、個々の局面に応じた対応や関係機関間の調整・連携を確認する演習
実際の動きの模擬を通じた、資機材・機器の取り扱いや活動手順の習熟	実働訓練	連絡体制訓練	災害時の状況に応じて、関係機関で、だれに、どのような手段で、どのような内容を連絡するのかを、実技を通じて確認する訓練
		避難訓練	災害時における住民等の避難経路、避難場所を実際の避難行動を通じて確認する訓練
		参集訓練	勤務時間外での災害時において、職場までの参集経路や注意事項を実際の行動を通じて確認する訓練
		資機材利用訓練	災害対策用車両の利用手順の確認や大型土のう積等、災害時に行う応急対策の実技訓練

### 5.8.2 関係機関との訓練状況

意志決定演習の事例として、平成29年（2017年）度に関係機関が集まり、大規模土砂災害を対象とした図上演習を実施した（図 5-4）。



図 5-4 演習の実施状況（平成29年（2017年））

出典：平成29年度立山砂防事務所大規模土砂災害危機管理計画検討業務報告書より

## 5.9 防災教育，広報・PR方法

緊急減災対策砂防を推進するためには，関係機関のほか，地域住民の理解と協力が欠かせない。火山砂防に関する防災教育や広報活動等を通して，伊豆東部火山群に対する知識や理解を広めることが重要である。

### 5.9.1 児童，生徒への防災教育

地域の学校に通学する児童や生徒へは，出前授業やイベント等を通じて弥陀ヶ原の噴火時に発生する土砂移動現象や想定される被害等に関する防災教育を実施し，次世代に向けた地域防災力の向上を図る必要がある（図 5-5）。



＜富士山溶岩流3次元マップを使った防災教育＞

＜王滝村王滝小中学校での出前講座＞

図 5-5 他火山での児童，生徒への防災教育の実施例

出典：富士山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

### 5.9.2 地域住民への防災啓発

弥陀ヶ原の噴火時に発生する土砂移動現象に対する避難訓練のほか，防災をテーマとした講習会，シンポジウム等の活動を通じて，弥陀ヶ原に関する知識の普及，防災意識の向上による地域防災力の向上を図る必要がある。



**土砂災害への備えについて  
みなさんで話し合いませんか？**  
～「土砂災害に関する話し合い」を開催します～



最近各地で発生する「土砂災害」に備えるため、  
✓ 身近な地域で発生しうる土砂災害について、学びましょう。  
✓ 地図を見ながら土砂災害時の避難方法等を話し合い、**片貝地区土砂災害マップ**を作成しましょう。

※ 今回の対象地区は、土砂災害のおそれがある地域（深層崩壊の危険箇所や土砂災害警戒区域など）の分布状況などを考慮して選定しました。

**10/21(土)**  
 時間 19:00～21:00  
 会場 旧片貝小学校体育館

参加者募集中  
富山県魚津市片貝地区  
の皆さんの参加を  
お待ちしております。

連絡先：魚津市 企画総務部 総務課 防災係  
(電話：0765-23-1078)



＜ワークショップのパンフレット＞

＜ワークショップの開催状況＞

図 5-6 地域住民等を対象とした土砂災害に関するワークショップの実施例

出典：平成29年度立山砂防事務所大規模土砂災害危機管理計画検討業務報告書より

### 5.9.3 防災知識の普及・啓発のための広報誌やパンフレットの配布

弥陀ヶ原噴火と防災対策に関するパンフレット等を、広く地域住民に配布することにより、平常時から継続的に災害・防災に関する知識の普及、防災意識の向上を図る。



図 5-7 観光客を対処としたハザードマップの事例

出典：一般社団法人 北陸地域づくり協会 研究助成事業「観光客に伝わる火山ハザードマップ」より

#### 5.9.4 防災教育と広報に関する今後の課題

弥陀ヶ原周辺にはスキー場等の観光地も多く、年間を通して外国人を含め数多くの観光客が訪れるため、観光客を含めた地域住民への防災啓発と広報のあり方について検討を行うとともに、火山や火山防災に関する知識の啓発・普及のための拠点について、協議会とも連携して、今後検討が必要である。

## 5.10 民間事業者との連携

本計画における計画対象範囲は広域にわたり、かつ対策可能期間等の制約があることから、行政機関のみでの対応には限界があるため、民間事業者とも連携していくことが必要である。

緊急時に迅速に対応できるよう、平常時から緊急ハード・ソフト対策、緊急調査等の各分野で協力がえられる民間事業者を確保し、協定を締結する等、連携の強化を図ることが重要である。

## 5.11 新技術の活用

緊急調査や緊急ハード・ソフト対策など緊急減災対策砂防に関わる事項に対し、最新の対策工法や監視観測技術等の活用を図る。

緊急ハード・ソフト対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできるだけ軽減（減災）するために、最新の対策工法や監視観測技術の適用性を検討すると共に、新技術の活用にあたり民間事業者との連携を推進することが重要である。

緊急ハード対策では、土砂流出に対する施設の安定性が求められるほか、限られた時間内に迅速かつ安全に施工する技術が求められる。近年では土石流災害発生後、次期出水で発生する土砂や流木を捕捉するため、コンクリートブロック積み砂防堰堤や強靱ワイヤーネット工法等が適用されているほか、危険な箇所においては、除石や導流堤の施工に無人化施工が導入されている。

緊急ソフト対策で、緊急調査のうち降灰量調査においてリモートセンシング技術や無人化機械技術（ドローンを活用した調査等）などの新技術が、近年の噴火事例に対して試行的に適用されている。

また、監視・観測機器の設置においては、電源及び通信網の確保が課題となる。近年、IoT技術の普及・進展によりセンサの低価格化や小型化、省電力化が急速に進み、通信においても低価格かつ省電力な広域通信サービスが拡充されている。





図 5-8 遠隔操作無人化施工のバックホウ（平成26年（2014年）噴火時 鹿ノ瀬川）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）



図 5-9 強靱ワイヤーネット工法（長野県南木曾町梨子沢）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

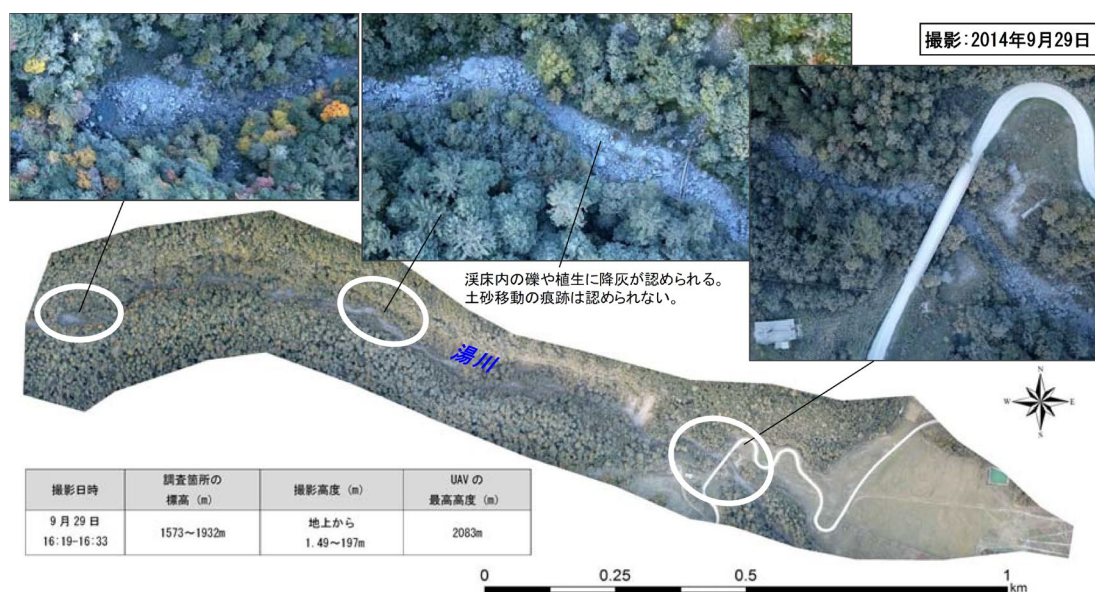


図 5-10 御嶽山噴火直後に実施したドローンによる降灰状況調査例

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）



図 5-11 御嶽山噴火後の航空機搭載型合成開口レーダ（SAR）の観測画像解析結果から噴火口を推定した事例（リモートセンシング技術）

出典：国土地理院HP

## **本計画で用いる主な用語の定義**

### **火山噴火緊急減災対策砂防：**

いつどこで起こるか予測が難しい火山噴火に伴い発生する火山災害のうち、土砂災害に対して、ハード対策とソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）することにより、安心で安全な地域づくりに寄与する砂防部局が砂防事業として実施する対策。

### **噴火シナリオ：**

対象火山において発生することが想定される現象とその規模、及びそれらの推移（火山性地震の多発などの噴火の前兆現象の発生から火山活動の活発化を経て、噴火を開始してから後の火砕流・溶岩流などの現象の発生、そして噴火の終息までの流れ）を時系列にまとめたものであり、対象火山で想定される全ての噴火の推移を示したものの。

イベントツリーとは、想定しうる噴火規模と段階に対応して複数の現象の推移が考えられ、それらがある推移段階での分岐を示したものの。

### **ハード対策：**

ハード対策とは、計画対象量の土砂を砂防施設の配置等によって処理し、土砂災害を防止・軽減するために実施する対策をいう。

### **ソフト対策：**

ソフト対策とは、土砂移動現象の発生・流動監視や防災情報の提供などにより災害を軽減するための対策をいう。

### **緊急対策ドリル：**

噴火シナリオの各ケースに対応させて対策の実施事項を設定したものであり、火山活動の推移、火山情報の発表時期や災害対策本部の設置などの関係機関の動きと連携して、砂防部局が実施する対策を段階ごとに時系列でまとめたものの。

### **リアルタイムハザードマップ：**

火山災害予想区域図の一種で、噴火の前兆期以降に、火山活動状況にあわせて土砂移動現象の影響範囲、堆積深などを想定したものである。リアルタイムハザードマップは、噴火時の状況を見ながらシミュレーション計算を実施する部分（リアルタイム型リアルタイムハ



ザードマップ)と既存の被害想定図を記録・保存しているデータベース部(プレアナリシス型リアルタイムハザードマップ)から構成される。噴火から被害発生までの時間的余裕がない場合は、実際に発生している状況に最も近似した条件に基づく計算結果の現象をデータベース部から取り出して使用し、大きな地形変化がある場合や想定から大きく異なった現象が発生した場合には、シミュレーション計算により、被害想定範囲を設定する。

**(噴火の種類) 水蒸気マグマ噴火：**

マグマが地下の浅い所で地下水や海水、湖水等と接触し、多量の高圧水蒸気が発生して起こる爆発的な噴火。数千m上空にまで噴煙を噴き上げ、周辺に大きな噴石を飛散させるほか、風下に小さな噴石や火山灰を降り積もらせる。発生場所周辺では、多数の大きな噴石の飛散、ベースサージ、小規模な津波の危険があるので注意が必要である。

**(噴火の種類) マグマ噴火：**

火口からマグマが直接放出される噴火。マグマの性質や噴火メカニズムの違いでいくつかの様式に分類される。

**(噴火の種類) ハワイ式噴火：**

粘性が低く高温のマグマが、爆発を伴わず、連続的にゆっくり流れ出る噴火。放出される火山ガスの量は多量であるが、大規模な爆発は起こらず、溶岩噴泉が特徴的。

**(噴火の種類) ストロンボリ式噴火：**

比較的粘性の低いマグマの間欠的爆発による噴火。火口からマグマの破片やしぶきが大小の噴石として放出される。火口の周囲に円錐形の火砕丘が形成される。発生場所周辺では、大きな噴石の飛散の危険があるので注意が必要である。

**(噴火の種類) プリニー式噴火：**

大量の軽石や火山灰が火口から空高く噴出し、成層圏に達する巨大な噴煙の柱が立ち上げる噴火。風下では小さな噴石や火山灰が広範囲に降下し、火砕流を伴うことがある。富士山の実績では1707年の宝永噴火がこのタイプの噴火である。

**（火山関連現象）大きな噴石：**

概ね20～30cm以上の、風の影響をほとんど受けずに弾道を描いて飛散する岩塊や軽石・スコリアのことを指す。避難までの時間的猶予がほとんどなく、生命に対する危険性が高い。特に火口から概ね2.5km 以内は、大きな噴石が飛散するため危険である。

**（火山関連現象）小さな噴石：**

直径数cm程度の、風の影響を受けて遠方まで流されて降る岩片や軽石・スコリアのことを指す。特に火口付近では、小さな噴石でも弾道を描いて飛散し、登山者等が死傷することがある。なお、降灰予報で予想する小さな噴石は、大きさ1cm以上のものとされている。

**（火山関連現象）火山灰：**

噴火によって火口から放出される固形物のうち、比較的細かいもの（直径2mm未満）。風によって火口から離れた広い範囲に拡散する。火山灰は、農作物、交通機関（特に航空機）、建造物などに影響を与える。

**（火山関連現象）溶岩流：**

溶けた岩石が連続して地表を流れているものを指す。溶岩流の進路にある森林、田畑、建物等は、埋没又は焼失する。流下速度は人が歩く速度と同程度で、余裕をもって逃げる事が可能である。また、流下する範囲で、海岸、湖、湿地帯等の水が多い地域では、二次的なマグマ水蒸気爆発が発生することもある。

**（火山関連現象）火砕流・火砕サージ：**

火山から噴出し高温の火山灰・軽石・岩片・火山ガスなどが、一体となって斜面を高速に流下する現象。温度は数百℃に達する。速度が速いため、発生後の避難は困難である。

**（火山関連現象）タフリング：**

高さが低いわりに火口径の大きい火砕丘の一種。浅い海底・湖底などでマグマが水に接触して起こるマグマ水蒸気爆発に伴い、冷却破碎されたマグマの固結破片が低角度で四方に飛散して生じる。玄武岩質火山島の海岸付近や浅海に一般的。

**（火山関連現象）ベースサージ：**

水蒸気マグマ噴火や水蒸気爆発などで、垂直に上昇する噴煙中の基部から地表に沿って四方に高速で広がる環状かつ高速の流れで、火山灰や岩片を含んで一定の破壊力をもつ。ベースサージの速度は時速数10 から100 km以上であり、発生後の避難は困難である。

**（火山関連現象）融雪型火山泥流：**

積雪期に、噴火の高熱によって雪が融かされて発生する泥流。火砕流など瞬時に広範囲に高温の物質が放出される現象が発生したときに、山腹斜面の積雪を巻き込み融かしながら泥流化すると考えられている。速度が速いため、発生後の避難は困難である。

**（火山関連現象）降灰後の降雨による土石流：**

火山噴火で斜面に積もった微細な土砂（火山灰）が、降雨などによって侵食を受けて発生する土石流。火山灰が斜面を膜のように覆うため、雨水が地中に浸透しにくくなり、少量の降雨でも発生しやすい。降り積もった火山灰が多く、降雨規模も大きい時などには、流れの規模が大きくなり破壊的な流れになることもある。ラハール、火山泥流、降雨型泥流、二次泥流などと呼ばれることもある。速度が速いため、発生後の避難は困難である。



おわりに

本計画は、弥陀ヶ原の噴火履歴とそれにもとづく種々の分析から、今後発生が予想される土砂移動現象の推移を噴火シナリオにとりまとめ、そのシナリオに基づく減災対策の方針を示したものである。

火山噴火時に火山噴火緊急減災対策砂防を速やかに実施するためには、平常時からの準備が不可欠である。平常時の準備は資機材や用地の確保等ハード面の準備もさることながら、噴火時に連携しなければならない学識経験者や関係機関との「顔の見える関係」が重要である。

今後は、計画の実効性を確保し、緊急時に円滑かつ効率的な対応を実施できるよう、PDCAサイクルによる行動に努めるとともに、「顔の見える関係」の構築により、関係者全員が万全の体制で弥陀ヶ原の噴火に備えることが、火山噴火の被害を最小限にとどめる鍵となる。

## 主な参考文献

---

### 【基礎事項編】

- ・気象庁（2013）：噴火警報と噴火警戒レベル パンフレット, 平成25年8月.
- ・気象庁編（2013）：日本活火山総覧（第4版）.
- ・国土交通省砂防部(2007)：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン.
- ・国土庁防災局（1992）：火山噴火災害危険区域予測図作成指針.
- ・内閣府（防災担当）、消防庁、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁（2013）：火山防災マップ作成指針.

### 【計画編】

- ・国土交通省河川局砂防部（2011）：土砂災害防止法の一部改正について（平成23年5月施行）パンフレット.
- ・国土交通省国土技術政策総合研究所（2007）：砂防基本計画作成指針（土石流・流木対策編）解説, 平成19年3月.
- ・国土交通省砂防部(2007)：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.
- ・国土交通省水管理・国土保全局 砂防部（2012）：砂防事業の費用便益分析マニュアル（案）, 平成24年3月.
- ・地学団体研究会編（1996）：新編 地学辞典 平凡社

弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防計画検討会

◆検討会開催日

◆会員名簿

【学識経験者（◎は会長）】（五十音順）  
【行政関係者】

職名	会員名				
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回

【事務局】

弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防計画

令和4年3月

弥陀ヶ原火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

(問い合わせ先)

国土交通省 北陸地方整備局 立山砂防事務所 調査課

〒930-1405

富山県中新川郡立山町芦嶺寺字ブナ坂61番地

TEL. 076-482-1111 FAX. 076-482-1101