

5) 各溪流で実施する緊急ハード対策

数値シミュレーション結果を踏まえ、緊急ハード対策対象溪流毎に緊急ハード対策工法選定フローに当てはめて、緊急ハード対策案を表2-3に整理した。ハード対策の位置図を図2-5に示す。

表 2-3 溪流ごとの緊急ハード対策案

県	溪流番号	溪流名	溪流諸元			警戒区域内の資産数量						数値シミュレーション結果	緊急ハード対策(案)	
			流域面積 (km ²)	施設効果量 (m ³)	流出土砂量 (m ³) 現況施設	人家戸数		道路		公共的建物				
						イエロー (戸数) ※レッド含む	レッド (戸数)	国道 県道 (延長m)	市町村道 その他 (延長m)	宿泊施設	その他			合計
秋田県	465-I-001	女滝沢	1.64	430	56,400	4	4	0	340			0	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・仮設砂防堰堤 (H7m)
	465-II-001	清水沢	0.08	2,530	4,720	2	0	160	330			0	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・既設砂防堰堤除石(清水沢1号砂防ダム, 秋田県) ・既設砂防堰堤嵩上げ(清水沢2号砂防ダム, 秋田県)
	465-II-002	湯元2	0.29	0	27,540	0	0	0	125			0	氾濫範囲は警戒区域より広がる	・仮設砂防堰堤 (H10m)
	465-II-003	滝向沢	0.30	300	24,540	2	0	0	500			0	尾根越えが生じ、氾濫範囲が警戒区域より広がる	・既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(2m嵩上げ)
	465-I-002	湯元沢2	0.37	90	9,700	4	0	30	225	3		3	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(3m嵩上げ)
	465-I-003	湯元1	0.25	80	7,000	1	0	130	95	1		1	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(4m嵩上げ)
	465-II-004	新処沢	0.10	190	4,910	2	1	120	0			0	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(2m嵩上げ)
	465-II-005	新処沢2	0.29	220	12,010	3	0	190	215		1	1	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・仮設砂防堰堤 (H7m)
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	0	5,980	0	0	0	110	1		1	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・仮設砂防堰堤 (H8m)
	5-30-042	温湯沢	0.71	130	27,390	14	1	0	105	1		1	氾濫範囲は警戒区域より広がる	・既設治山堰堤(井戸沢コンクリート堰堤, 宮城県)嵩上げ(6m嵩上げ)
	5-23-049	株森沢	0.33	0	19,840	3	1	0	1,160			0	氾濫範囲は概ね警戒区域と同じ	・堆積工 (H6m)

※本図は検討の一例であり、決定した施設配置ではない

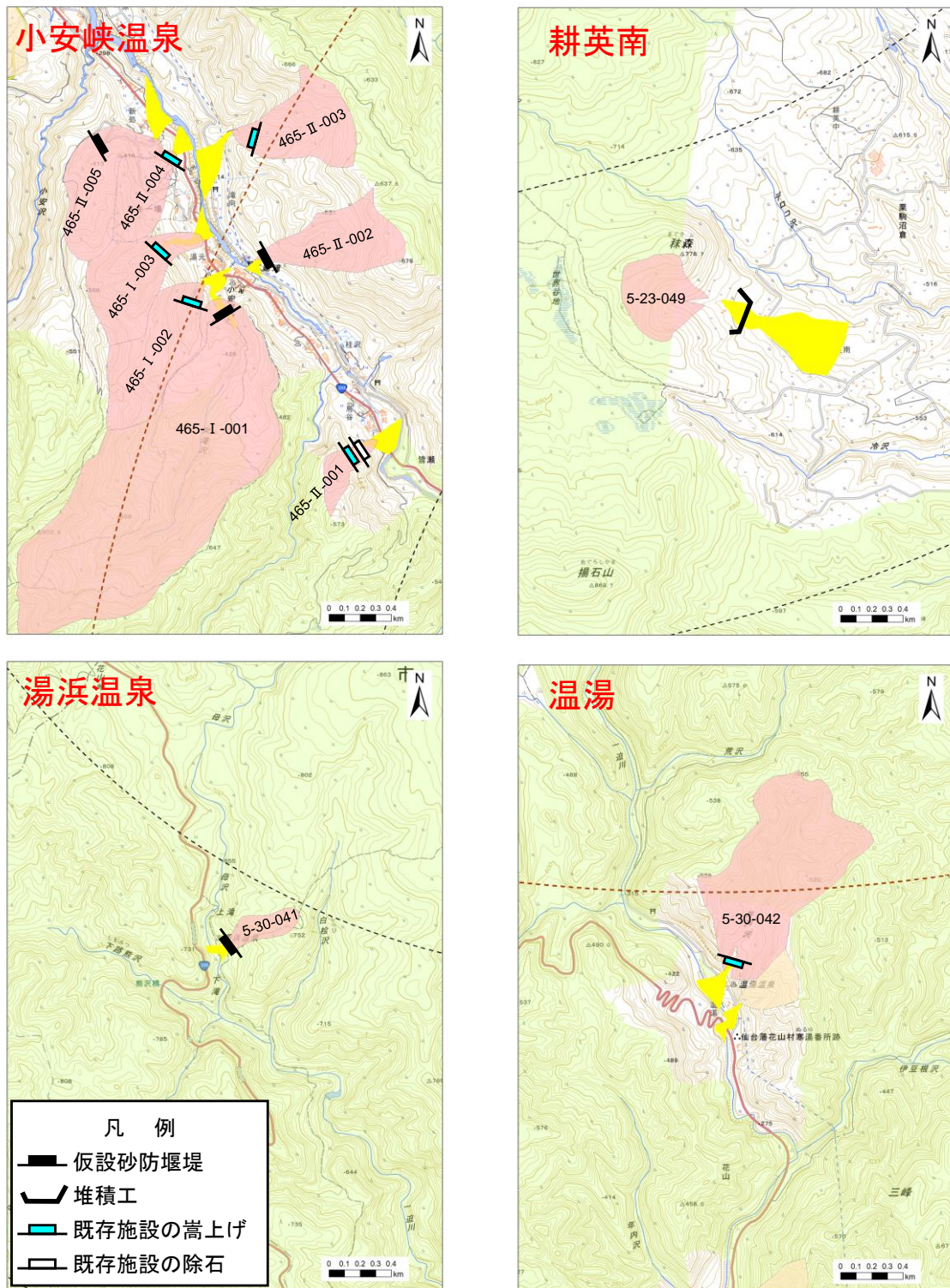


図 2-5 降灰後の土石流に対する緊急ハード対策案

6) 整備優先度の検討

以下の理由により、対策を実施する優先順位を設定する。

- ・火山噴火時には限られたリソース（資機材、建設業者等）で対策を講じる必要がある。
- ・火山噴火後に降灰の影響が広範囲に及んだ場合、全ての溪流で対策を実施できない。

整備優先度を検討する際の指標の一例として、各溪流の緊急減災対策による概略B/Cを検討した。ここで、被害額は「土石流対策事業の費用便益分析マニュアル（案）令和3年」に基づき算出し、対策の概算工事費は他所でのブロック積堰堤の検討事例により単価を設定した上で算出した。

緊急減災対策によるB/Cを指標にした優先度の検討例を表2-4に示す。一度の噴火で複数の溪流に対して緊急対策を講じなければならない場合は、この優先度等を参考に整備の順番を検討することが考えられる。

表 2-4 栗駒山緊急減災対策（ハード対策）のB/Cによる優先度（一例）

県	溪流番号	溪流名	便益(B)		費用(C)			B/C	現況施設 状況 ◎：砂防有 ○：治山有 ×：無施設	(B い / 優 順 C の 度 の 大 き)
			人家 戸数	被害額 (百万円)	ブロック 数量 (個)	直接 工事費 (百万円) 24h施工	概算 工事費 (百万円) 直工×1.6			
秋 田 県	465-II-004	新処沢	2	341	280	17	28	12.3	○	1
	465-I-002	湯元沢2	4	717	610	38	61	11.9	○	2
	465-I-001	女滝沢	4	795	850	53	84	9.4	○	3
	465-II-005	新処沢2	3	676	810	50	80	8.4	○	4
	465-II-001	清水沢	2	353	650	40	64	5.5	◎	5
	465-I-003	湯元1	1	334	700	43	69	4.8	○	6
	465-II-003	滝向沢	2	429	1,520	94	151	2.8	○	7
	465-II-002	湯元2	0	81	2,058	128	204	0.4	×	8
宮 城 県	5-30-042	温湯沢	14	2,415	1,864	116	185	13.1	○	1
	5-23-049	秣森沢	3	788	2,210	137	219	3.6	×	2
	5-30-041	赤沢	0	26	1,080	67	107	0.2	×	3

被害額の算出項目

■直接被害

家屋、家庭用品、事業所資産、農漁家資産、
農作物、公共土木施設、人的被害（逸失利益）

■間接被害

営業停止損失、人的被害（精神的損害）、
応急対策費用（家庭、事業所、国・地方公共団体）

【想定した緊急対策の単価（他所の実績に基づき設定）】

- ・直接工事費（仮設含む）：47千円/個
- ・直接工事費（24h施工）：62千円/個

2.1.3 緊急ハード対策（融雪型火山泥流）

（1）融雪型火山泥流に対する対策方針

融雪型火山泥流による氾濫が想定される地点において、大型土のう積による堤防の嵩上げを実施する。

融雪型火山泥流の緊急ハード対策は、数値シミュレーションにより氾濫が想定される磐井川の氾濫ポイント2箇所で実施する（計画編 1.4.2 参照）。想定氾濫ポイントにおいて、大型土のう積みによる堤防の嵩上げを行い、泥流氾濫を抑制する。

大型土のう積による嵩上げ工の構造は、「耐候性大型土のう積層工法設計・施工マニュアル（平成 29 年 10 月）」に従って検討する。



図 2-6 融雪型火山泥流の氾濫対策

左：氾濫ポイント A における嵩上げイメージ 右：堤防の嵩上げ事例

(2) 各氾濫ポイントにおける対策例

1) 氾濫ポイントA

氾濫ポイントAにおける融雪型火山泥流への対策例を示す。

- ・ 想定氾濫ポイントにおいて大型土のう積による嵩上げを行い、泥流氾濫を抑制する。
- ・ シミュレーションによる最大流速 4m/s として安定性を評価する。
- ・ 土のうは3列1段積、延長 650m とし、遮水シートで被う。
- ・ 土のう数量：1,950 個 → 製作 11 日、据付 8 日

※日当り施工量 (24h 施工)

大型土のう製作：62×3=186 個/日、大型土のう据付：86×3=258 個/日

(令和3年度版国土交通省土木工事標準積算基準書より)

※本図は検討の一例であり、決定した施設配置ではない

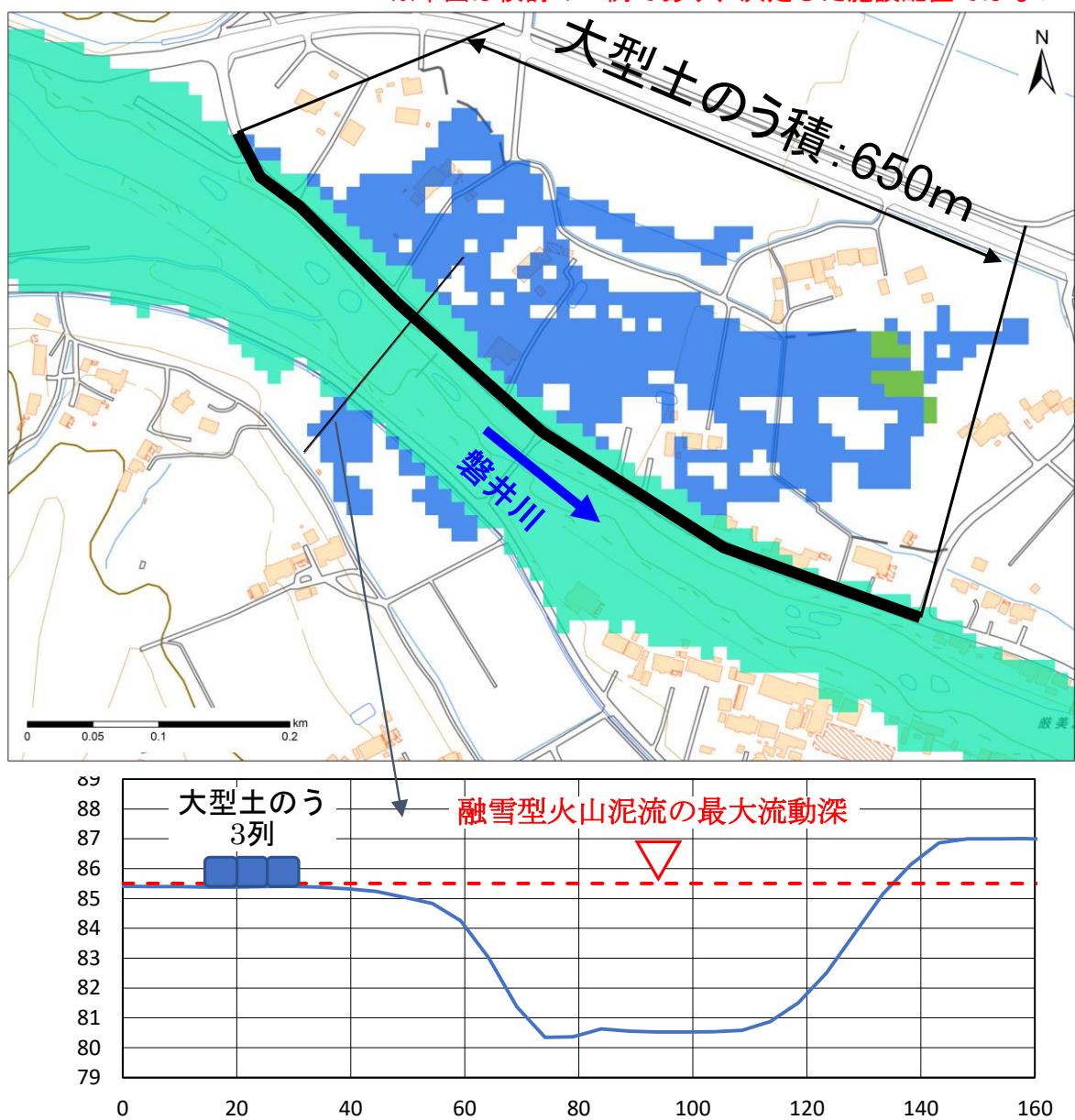


図 2-7 緊急ハード対策例 (氾濫ポイントA)

2) 氾濫ポイントB

氾濫ポイントBにおける融雪型火山泥流への対策例を示す。

- ・ 想定氾濫ポイントにおいて大型土のう積による嵩上げを行い、泥流氾濫を抑制する。
- ・ シミュレーションによる最大流速 1m/s として安定性を評価する。
- ・ 土のうは2列1段積、延長 350m とし、遮水シートで被う。
- ・ 土のう数量：700個 → 製作4日、据付3日

※日当り施工量 (24h 施工)

大型土のう製作：62×3=186 個/日

大型土のう据付：86×3=258 個/日

(令和3年度版国土交通省土木工事標準積算基準書より)

※本図は検討の一例であり、決定した施設配置ではない

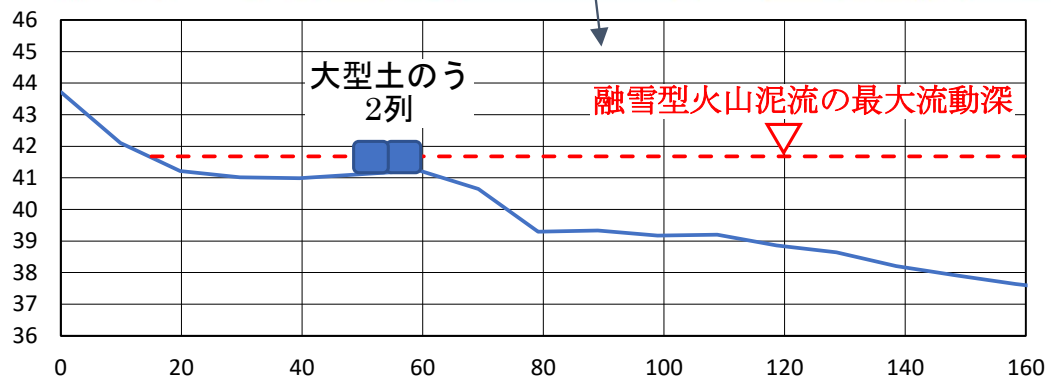
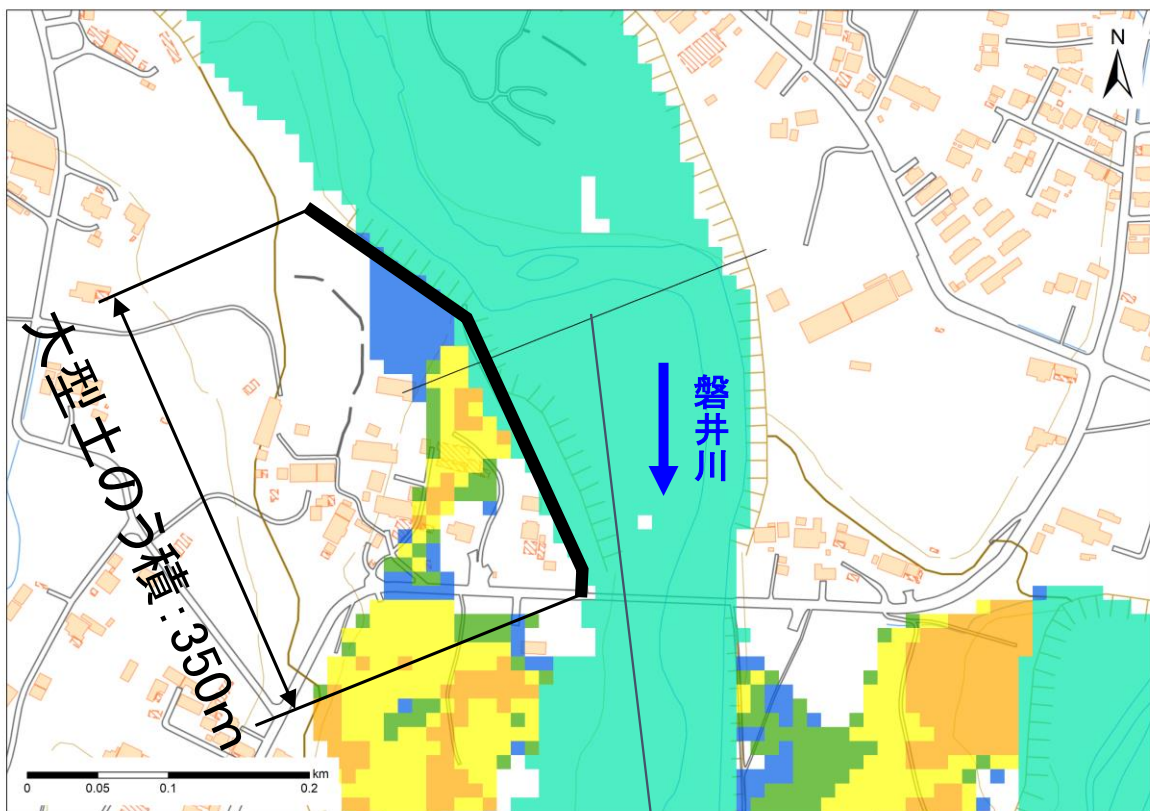


図 2-8 緊急ハード対策例 (氾濫ポイントB)

2.2 緊急ソフト対策

2.2.1 緊急ソフト対策の基本方針

緊急ソフト対策に関しては、緊急時に実施する調査、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作成など、工事現場の安全確保や火山噴火に伴う土砂災害に対する避難対策を支援するために必要な情報提供に関する事項を検討し、緊急減災対策実行計画（緊急ソフト対策）としてとりまとめる。

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）による緊急ソフト対策の検討項目は以下のとおりである。これらを参考に栗駒山における緊急ソフト対策の検討内容を表2-5に示す。

表 2-5 緊急ソフト対策の検討内容

項目	検討内容	栗駒山での方針
(1) 避難対策支援のための情報提供	市町村などへの情報提供方法	ハザードマップに関する情報、土砂移動検知情報等を提供する
(2) 火山監視機器の緊急的な整備	工事の安全確保などのため、制約となる条件の下で効果的な監視機器の配置	緊急ハード対策実施箇所上流域に土砂移動検知センサーを設置する
(3) 光ケーブルなどの情報通信網の整備	火山監視機器の情報を施工現場や市町村へ提供する方法	携帯電話回線等を使用して、関係機関に情報を伝達する
(4) リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定	火山活動の状況に合わせたハザードマップの作成と関係機関への提供	国土交通省はリアルタイム・アナリシス型を整備、県はプレ・アナリシス型のハザードマップを共有
(5) 市町村等や関係機関との役割分担の検討	関係機関との連携・調整事項	今後、火山防災協議会において役割分担を協議
(6) 火山噴火時の緊急調査	火山活動の活発化を受けて実施する調査の内容・方法	国土交通省は土砂災害防止法に基づく緊急調査、県は緊急減災対策のための調査を実施する。

※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）に基づき作成

2.2.2 避難対策支援のための情報提供

平常時は、災害予想区域図（火山ハザードマップ）に関する情報を共有する。
 緊急時は、監視観測機器による情報や緊急対策実施状況に関する情報および国から通知される土砂災害緊急情報を提供する。

表 2-6 情報提供方針

提供の時期	自治体等に提供する情報
平常時	・災害予想区域図(火山ハザードマップ)
噴火時	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急減災対策実施状況(対策実施箇所、完成予定 等) ・緊急設置した監視観測機器による情報(監視カメラ画像、土石流発生情報 等) ・土砂災害緊急情報



(多治見砂防国道事務所 <https://www.cbr.mlit.go.jp/tajimi/>)

図 2-9 左：火山災害予想区域図 右：御嶽山噴火後の緊急減災対策現地説明会



図 2-10 監視カメラ画像の提供イメージ（岩手県河川情報システム）

2.2.3 火山監視機器の緊急整備

緊急減災対策を実施するための施工計画の立案や、緊急対策工事の安全確保などのために、火山活動の観測や土砂移動現象の状況を監視、観測する機器の緊急的な整備について検討する。

(1) 緊急時における監視観測機器の整備方針

緊急対策に先立ち、作業従事者の安全を確保するために土砂移動検知センサー及び監視カメラを設置する。なお、火山監視に必要な監視観測機器の整備は火山防災協議会の参画機関が分担するが、緊急減災対策に必要な監視体制は積極的に砂防部局が整備する。

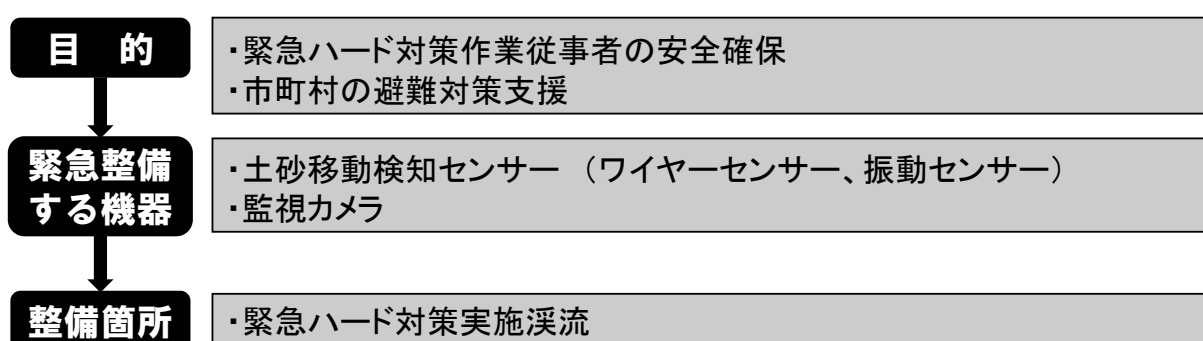


図 2-11 火山監視機器の緊急整備の目的



図 2-12 監視観測機器の緊急設置例

(2) 土砂移動検知センサー配置の考え方

土砂移動検知センサーは、以下の方針に従い配置する。

- ・ 降灰後の土石流や融雪型火山泥流の流速に対して、退避時間を確保できる位置に設置することを基本とする。
- ・ 緊急対策の工事現場においては、警報を聞いてから速やかに（30秒以内）に退避行動を開始できるように訓練を行うことが重要である。
- ・ 現地条件等により上記の考えによる配置ができない場合は最大限効果的な位置への配置を検討するとともに、他の手法（監視員の配置、無人化施工等）を組み合わせ安全を確保する。

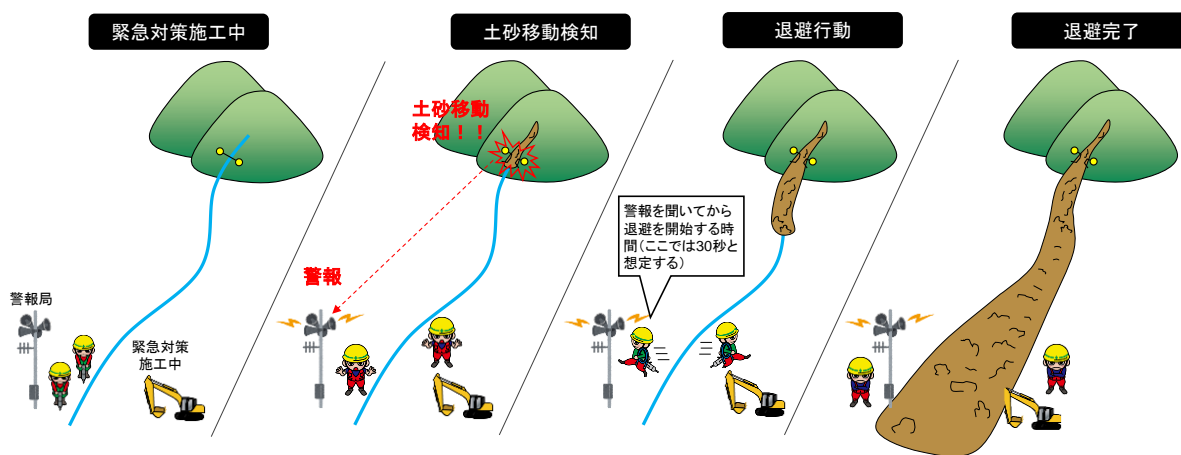


図 2-13 作業者退避のイメージ

(検討手順)

①流速の設定

対象溪流の地形条件から流速を設定する。

②退避距離の設定

作業従事者が安全な高台に退避する距離の水平距離は堤長の 1/2 を退避距離とする。

③退避速度の設定

豊澤・堀井(2002)により、現場における作業従事者の退避速度と避難距離に関する研究がなされている(表 2-7)。この研究成果に基づき、最も厳しい退避条件である斜面角度 30° の登りの退避速度である 0.6m/s を退避速度と設定する。

表 2-7 現場における避難速度と避難距離

場所	内訳	避難速度	避難距離	
			1分間の場合	4分間の場合
平坦部	表面が粘土地盤	1.5m/s	90m	360m
	表面が礫地盤	1.3m/s	78m	312m
斜面部	斜面角度30° (登り)	0.6m/s	36m	144m
	斜面角度30° (降り)	0.7m/s	42m	168m
	斜面角度10° (登り)	1.1m/s	66m	264m
	斜面角度10° (降り)	1.3m/s	78m	312m
はしご部	昇り	0.4m/s	(24m)	(96m)
	降り	0.3m/s	(18m)	(72m)

豊澤・堀井(2002)をもとに作成

④退避時間

退避距離と退避速度から退避時間を設定する。また、警報を聞いてから退避行動に移す時間を30秒として退避時間を求める。

なお、緊急ハード対策現場においては警報を聞いてから確実に30秒以内で退避を開始できるように訓練を実施することが必要である。

⑤土石流流下距離（センサー設置距離）

設定した退避時間を確保できる距離に土砂移動検知センサーを整備する。

表 2-8 センサー設置距離

対象 現象	対象溪流		平均 勾配 1/n	土石流 ピーク 流量 (m ³ /s)	河道 幅 (m)	水深 (m)	粗度 係数	① Manning 平均流速 (m/s)	② 堤長 (m)	③ 退避 距離 ②/2 (m)	④ 退避 速度 (m/s)	⑤ 退避 時間 ③/④+30 (s)	⑥ 流下 距離 ①×⑤ (m)	退避開始 時間30sを 考慮しない 場合
	溪流名	溪流番号												
土石流	女滝沢	465-I-001	19.9	808	10.0	7.1	0.1	6.6	30	15	0.6	55	370	170
土石流	清水沢	465-II-001	2.8	79	5.0	1.6	0.1	7.2	45	22.5	0.6	68	490	280
土石流	湯元2	465-II-002	6.5	311	6.0	4.0	0.1	7.9	52	26	0.6	74	590	350
土石流	滝向沢	465-II-003	6.3	142	5.0	2.8	0.1	6.5	40	20	0.6	64	420	230
土石流	湯元沢2	465-I-002	10.0	107	5.0	2.7	0.1	5.0	30	15	0.6	55	280	130
土石流	湯元1	465-I-003	5.0	34	5.0	1.2	0.1	4.5	30	15	0.6	55	250	120
土石流	新処沢	465-II-004	12.5	39	5.0	1.7	0.1	3.4	20	10	0.6	47	160	60
土石流	新処沢2	465-II-005	11.1	55	5.0	2.0	0.1	4.0	30	15	0.6	55	220	100
土石流	赤沢	5-30-041	3.5	66	5.0	1.6	0.1	6.3	35	17.5	0.6	60	380	190
土石流	温湯沢	5-30-042	5.9	199	7.0	2.9	0.1	7.0	60	30	0.6	80	560	350
土石流	株森沢	5-23-049	8.8	316	5.0	4.6	0.1	7.2	100	50	0.6	114	830	610

(3) 雨量観測体制

緊急ハード対策実施箇所近傍において設置されている雨量計に基づき、工事の安全管理を行う。栗駒山周辺の雨量計設置状況を図 2-14 に示す。また、国土交通省のレーダー雨量計 (XRAIN) や気象庁の気象レーダー (高解像度降水ナウキャスト) の観測データも活用する (図 2-15)。

これらの雨量観測情報に基づき、土砂災害緊急情報で通知される避難の参考になる雨量基準による安全管理を行う。

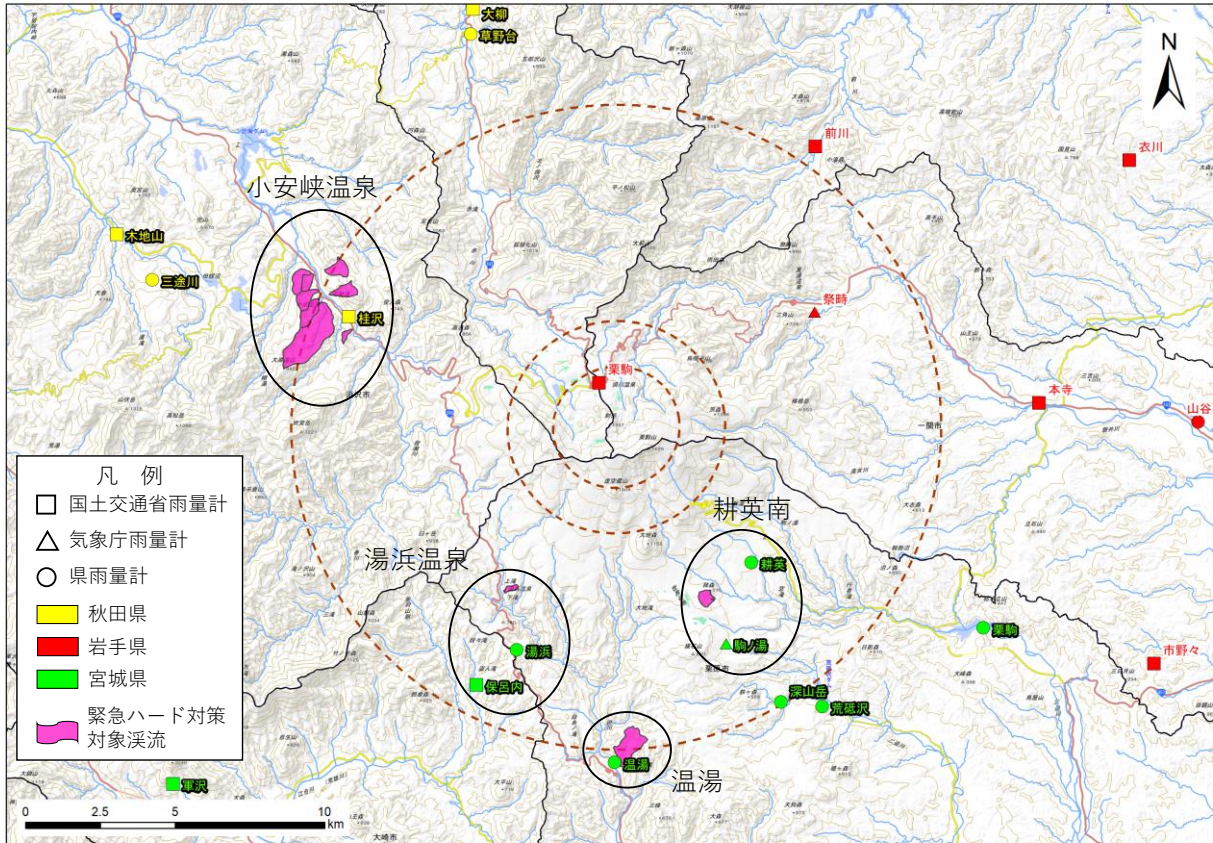
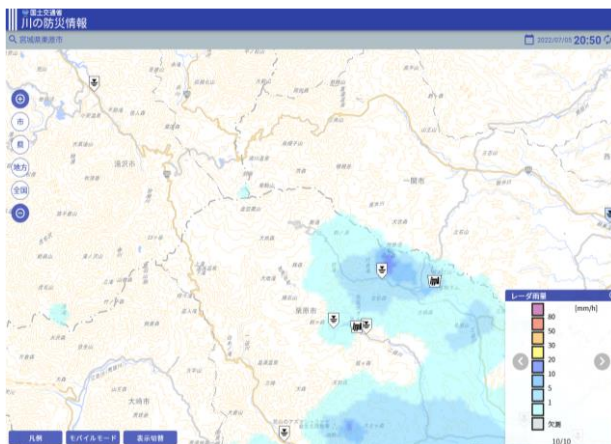
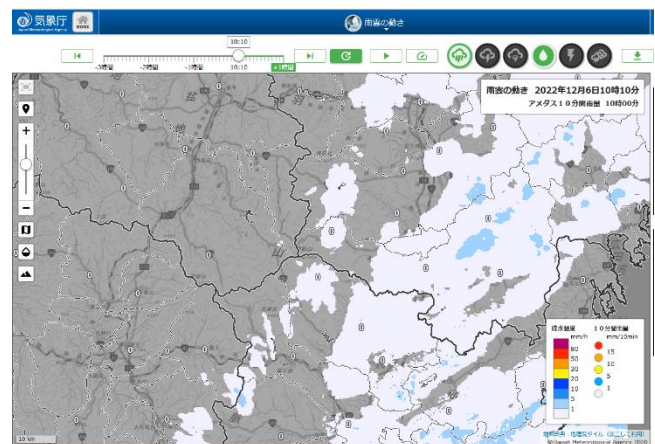


図 2-14 栗駒山周辺の雨量観測体制



国土交通省の X バンドレーダ雨量計 (XRAIN)
出典) <https://www.river.go.jp/kawabou/pc/rd>



気象庁の気象レーダ (高解像度降水ナウキャスト)
出典) <https://www.jma.go.jp/bosai/nowc>

図 2-15 レーダー雨量計の情報

2.2.4 光ケーブルなどの情報通信網の整備

緊急対策により設置した土砂移動検知センサーによる検知情報や監視カメラによる映像を伝送する情報通信手段を確保する。

(1) 情報伝送手段

土砂移動検知センサーによる検知情報や監視カメラによる映像を伝送する手段としては、「光ケーブル」、「無線 LAN」、「携帯電話」、「衛星通信」等がある。

栗駒山における緊急ハード対策予定箇所において、携帯電話回線が確保できる場所では「携帯電話」を使った伝送とし、携帯電話のサービスエリア外では衛星回線の利用を検討する。

表 2-9 主な情報伝送手段

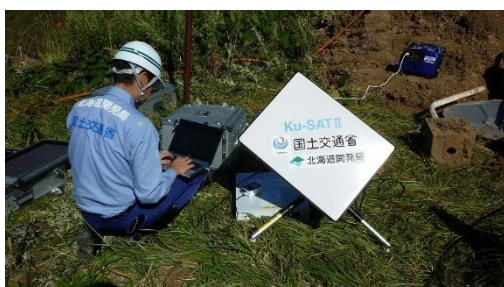
	光ケーブル	携帯電話	無線LAN	衛星通信
長所	高速	設置が容易 遠距離通信可能	設置が容易 携帯電話圏外でも伝送可能	設置が容易 携帯電話圏外でも伝送可能
短所	耐災害性 コスト、期間大	サービスエリアが 限定	見通しが必要	低速



光ケーブル（架空配線）



携帯電話による伝送機器



衛星通信（国土交通省の Ku-SAT II）
北海道開発局 (<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/kikai/ud49g7000000g9py.html>)



無線 LAN による伝送機器
(株) エコモット (<https://www.genbaroid.jp/product/long-distance-wireless-lan.html>)

図 2-16 主な情報通信手段の実例

(2) 携帯電話回線を使った情報伝送方針

土砂移動検知センサーや監視カメラの情報は携帯電話回線を用いて伝送することを基本とする。なお、湯浜温泉等、携帯電話のサービスエリア外の対策箇所では、衛星回線の利用を検討する。

- ・土砂移動検知センサーは工事現場と有線接続して警報を鳴らす。(遅延防止のため)
- ・同時に携帯電話回線により検知情報を関係機関に伝送する。
- ・監視カメラ映像も携帯電話回線等により関係機関に伝送する。

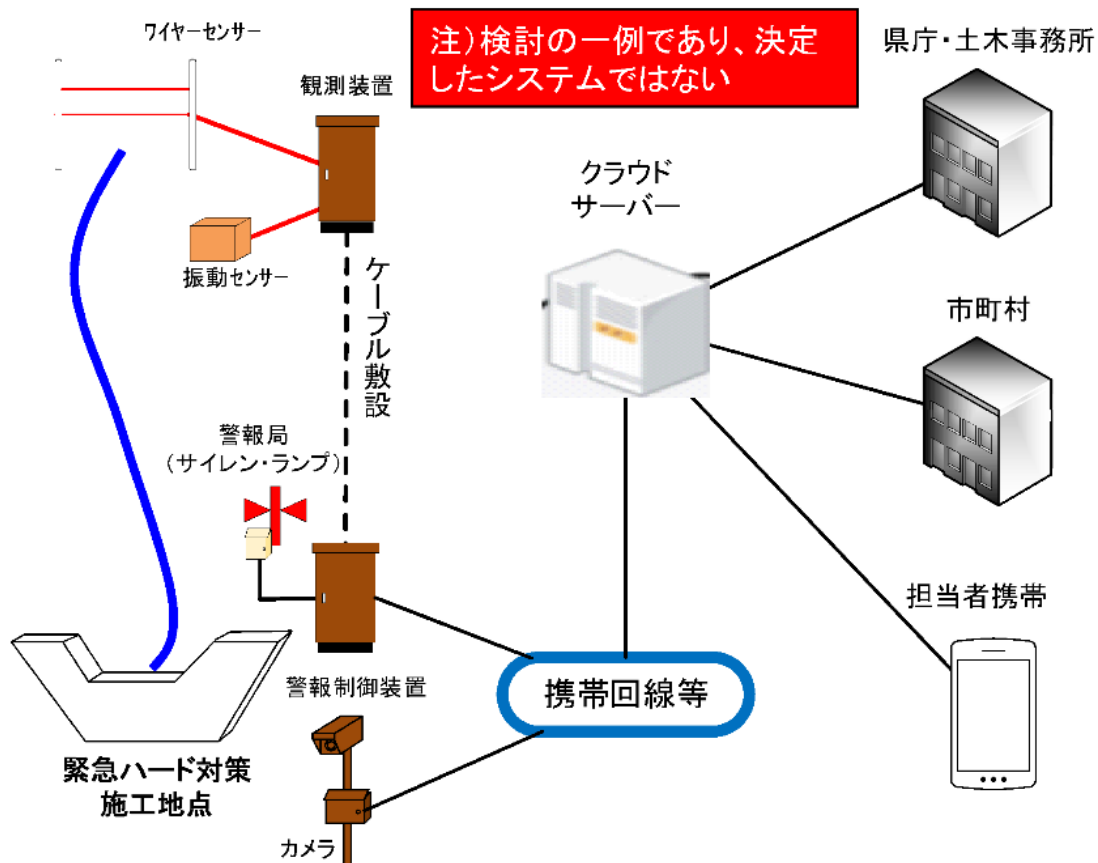


図 2-17 監視機器からの情報伝送イメージ



図 2-18 左：携帯電話への情報伝送イメージ 右：警報局イメージ

【参考】携帯電話回線整備状況（2023年1月時点）

緊急減災対策予定箇所のうち、湯浜温泉以外は携帯電話回線の通信状況は良好である。湯浜温泉では衛星通信等携帯電話回線以外を使った情報伝送が必要である。

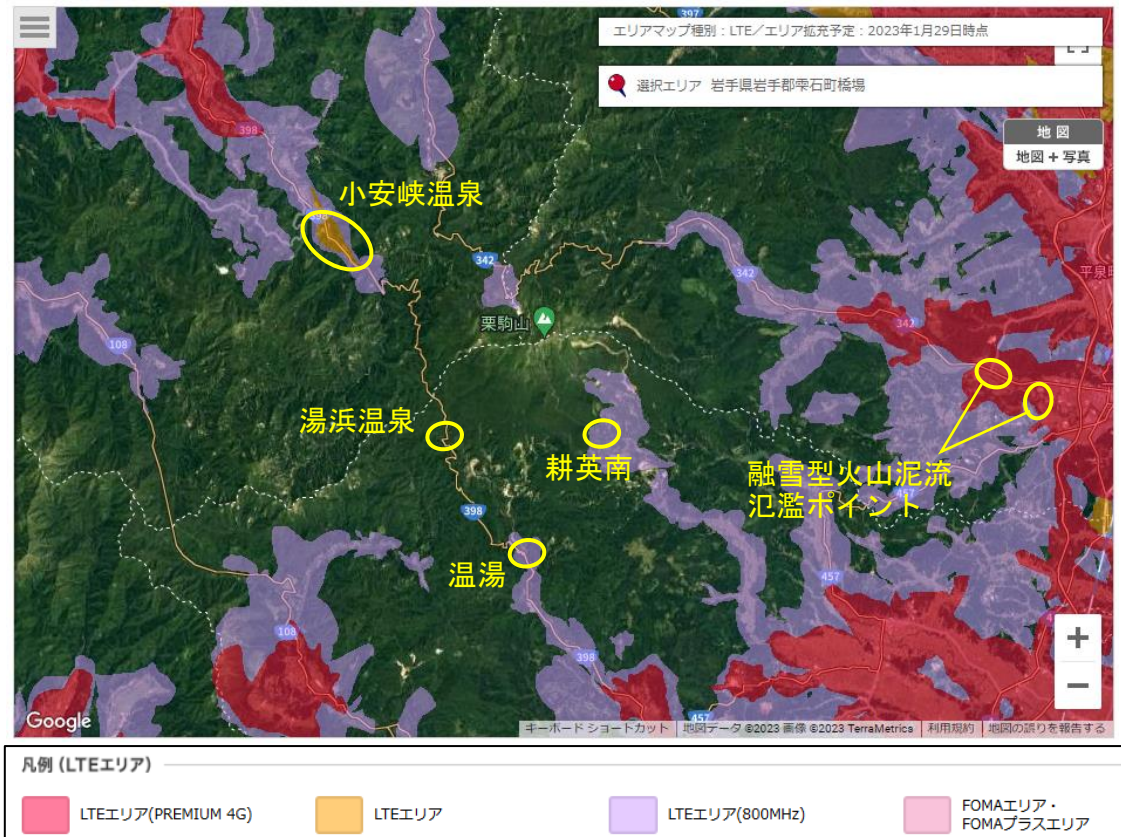


図 2-19 NTT docomo サービスエリア (<https://www.nttdocomo.co.jp/area/>)

【参考】緊急対策予定個所の携帯電波状況（現地調査による確認）

現地で確認した携帯電話回線の電波レベル状況を表 2-10 に示す。

表 2-10 携帯電波状況 (docomo LTE)

地域	箇所	電波レベル (LTE)
小安峡温泉	女滝沢	4
	清水沢	2-3
	滝向沢	4
	湯元2	4
湯浜温泉	赤沢	エリア外
温湯	温湯沢	4
耕英南	株森沢	4
磐井川	氾濫ポイント	4

※現地で実測

(3) 防災情報の提供手段

現状、各県で河川情報（雨量、水位、ライブカメラ等）の提供システムが整備されており、河川情報は各県がウェブページ上で公開している。

緊急整備した監視観測機器（土砂移動検知センサー、監視カメラ等）の情報もこのシステムを利用して提供していくことを検討する。

岩手県：岩手県河川情報システム

(<http://kasen.pref.iwate.jp/iwate/servlet/Gamen30Servlet>)

宮城県：宮城県河川流域情報システム

(<https://www.dobokusougou.pref.miyagi.jp/miyagi/servlet/Gamen1Servlet>)

秋田県：秋田県河川砂防情報システム

(<http://sabo.pref.akita.jp/kasensabo/>)

岩手県 河川情報システム

用語集 >> リンク集 >> 更新

トップ 観測位置図 水位 雨量 ダム諸量 水防警報 カメラ画像

カメラ位置図

国土交通省が管轄するカメラはこちらから >>

凡例

- 岩手県管理のカメラ画像 (水位あり)
- 簡易型河川監視のカメラ画像
- 岩手県管理のカメラ画像 (水位なし)
- 他機関管理のカメラ画像
- ダム監視のカメラ画像

提供：岩手県県土整備部河川課 〒020-8570 岩手県盛岡市内丸10番1号 電話番号019-651-3111 (内線5903) お問い合わせ >>

図 2-20 岩手県河川情報システム



図 2-21 宮城県河川流域情報システム



図 2-22 秋田県河川砂防情報システム

2.2.5 リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定

緊急ハード対策の検討や地方公共団体が行う避難範囲の検討を支援するため、当該噴火の火山活動の進行状況にあわせて、土砂移動現象の影響範囲、堆積深等を想定したリアルタイムハザードマップを作成し、必要に応じて火山防災協議会に情報提供する。

リアルタイムハザードマップには、プレアナリシス型とリアルタイムアナリシス型がある。今後、国と県が連携して両タイプのリアルタイムハザードマップの作成を進める必要がある。

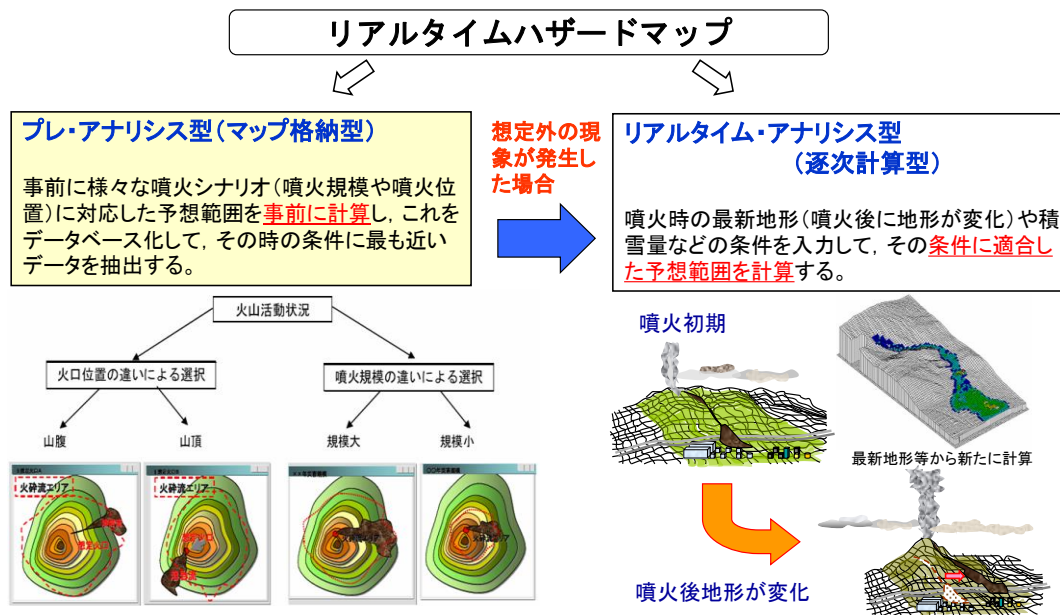


図 2-23 リアルタイムハザードマップの種類

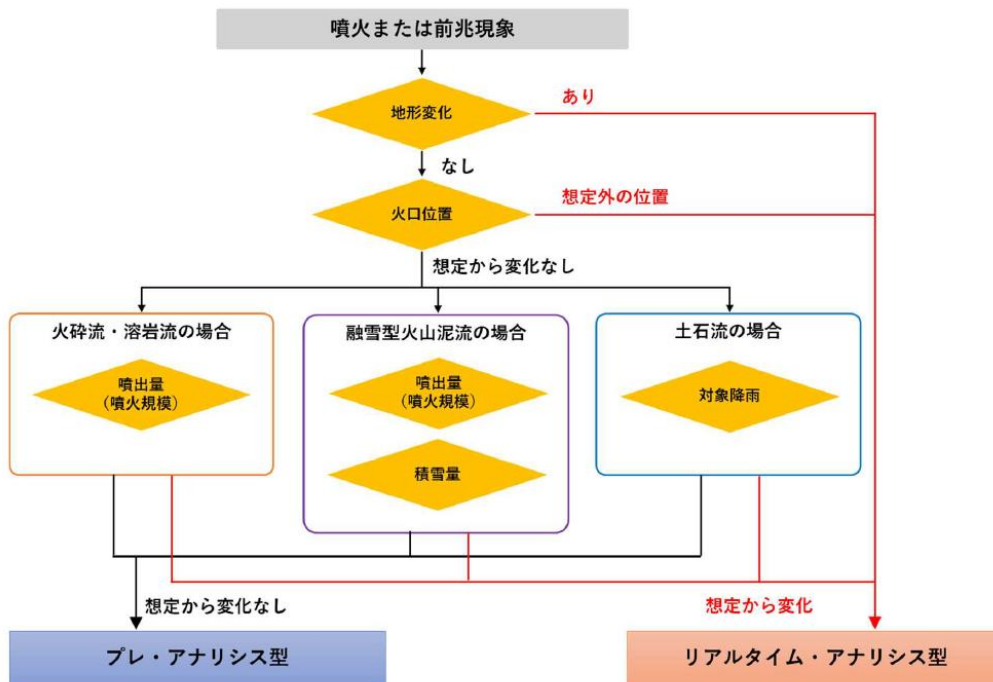


図 2-24 リアルタイムハザードマップの選定イメージ

2.2.6 火山噴火時の調査

火山噴火時の緊急時に実施する調査は、土砂災害防止法に基づく緊急調査、緊急減災対策を実施するか否かを判断するための火山噴火時の初動調査、リアルタイムハザードマップ作成に関する調査、及び緊急減災対策の実施のために行う調査などである。

火山噴火による降灰が確認され、降灰量等が一定の基準を超えた場合には、土砂災害防止法に基づき、国が降灰後の土石流に関する緊急調査を実施する。

なお、火山噴火時の調査にあたっては、必要に応じて関係機関が連携して実施する。

(1) 火山噴火時の調査項目・内容の整理

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、火山活動の活性化を受けて実施する調査の項目・内容について整理した。検討にあたっては、「土砂災害防止法における火山噴火時の緊急調査（国土交通省）」との整合性を考慮する。

- ・国土交通省は、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施する。
- ・土砂災害防止法の対象とならない保全家屋10戸未満の土石流危険渓流の緊急調査び、緊急減災対策砂防実施に際して必要となる情報を収集するための調査は、各県が関係機関と調整・連携して実施する。

表 2-11 火山噴火時に実施する調査の根拠、目的、実施期間、調査内容

	土砂災害防止法に基づく緊急調査	緊急減災対策のための調査
実施機関	・国土交通省	・各県が火山防災協議会の構成機関等と連携して実施する
法律、指針、ガイドライン等	・土砂災害防止法(第29条) ・土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き	・緊急減災対策砂防計画
目的	重大な土砂災害が急迫している状況において、土砂災害が想定される土地の区域及び時期を明らかにするための調査	・土砂災害防止法による調査対象とならない渓流の調査 ・緊急減災対策砂防の実施に際して必要となる情報を収集するための調査
調査箇所	・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ている渓流 ・概ね10戸以上の人家に被害が想定される	・砂防施設の点検(堆砂状況等) ・保全対象の被災状況 ・積雪状況
調査項目	・被害想定範囲の検討 ・降灰量調査 ・浸透能調査 ・積雪調査	・ヘリコプター、UAVIによる上空からの視察、調査(立入禁止区域内) ・地上からの調査(立入禁止区域外) ・水質調査

1) 緊急調査対象溪流の抽出

土砂災害防止法の平成23年改正により、火山噴火に起因する土石流が発生するおそれがある溪流については国土交通省が緊急調査を実施することが決められ、緊急調査を実施する要件は「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」かつ「概ね10戸以上の人家に被害が想定される」とされた。



図 2-25 土砂災害防止法(平成23年5月改正) 国交省資料より

平成27年1月の法改正で緊急調査に関する条文は第28条、第29条となった

火山噴火時の溪流調査における県と国の役割分担を以下のように考える。

溪流調査の役割分担（案）

国土交通省（緊急調査）：人家 10 戸以上の土石流危険溪流

県（緊急減災対策のための調査）：人家 1～9 戸の土石流危険溪流

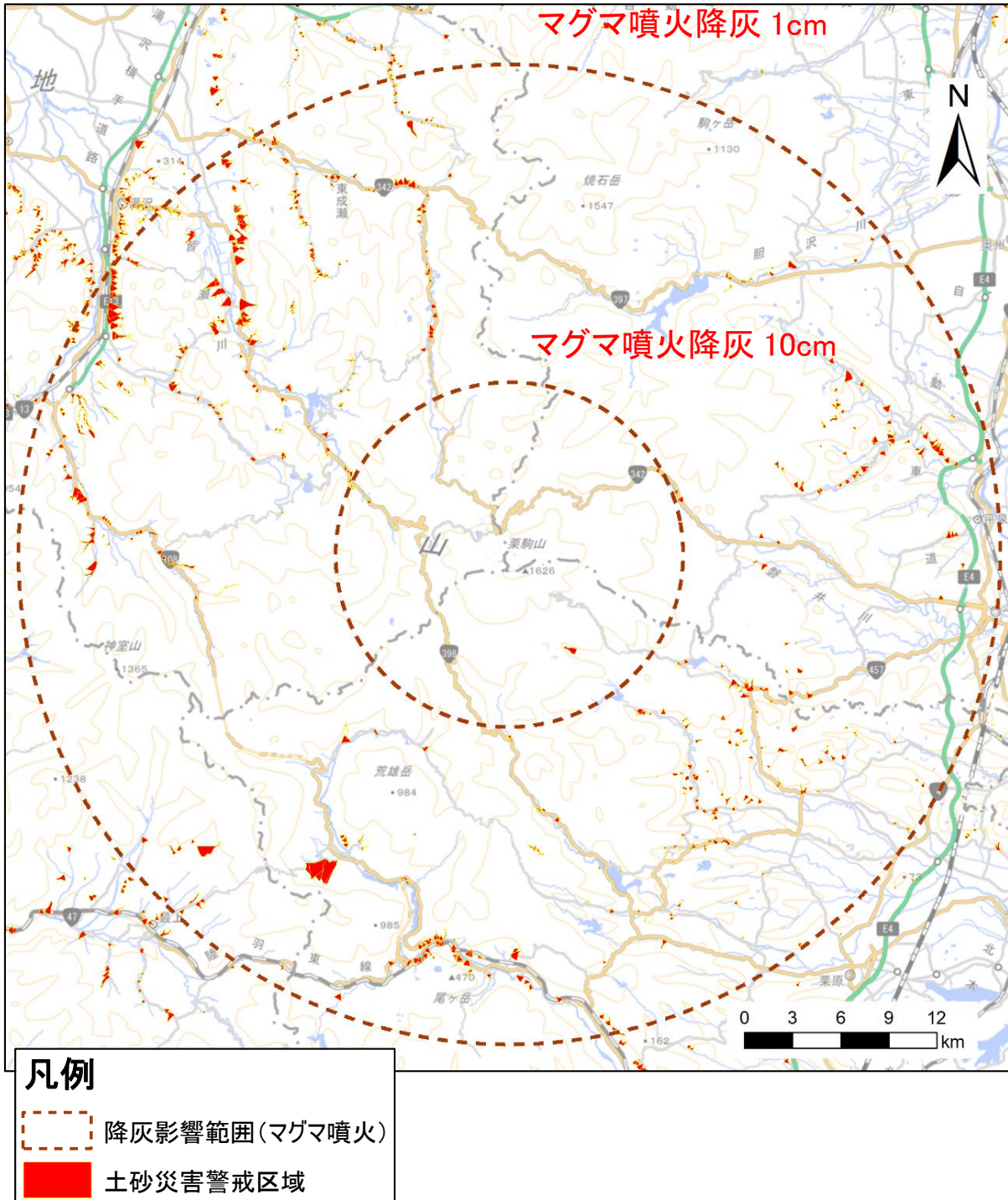


図 2-26 栗駒山周辺の土砂災害警戒区域の分布図

表 2-12 保全人家戸数別溪流数

県	土砂災害警戒区域数 (土石流)	人家10戸以上 溪流	人家1～9戸 溪流	人家なし
岩手県	93	6	63	24
宮城県	212	38	130	44
秋田県	328	84	173	71
山形県	12	1	9	2

※国土数値情報の土砂災害計画区域データ（令和3（2021）年度）より集計

※岩手県、宮城県、秋田県、山形県とも現在、土砂災害危険個所の見直しを行っており、土砂災害警戒区域の数は増える可能性がある。

2) 国土交通省による栗駒山での緊急調査

国土交通省において、栗駒山での緊急調査について以下の項目で検討を行っている。

表 2-13 栗駒山での緊急調査検討内容

項目	調査の目的	検討内容
被害想定範囲の検討	<ul style="list-style-type: none"> 保全対象施設の整理 土砂災害緊急情報発出のためのQUAD-V(シミュレーション)による被害範囲の想定 	<ul style="list-style-type: none"> 人家戸数10以上の溪流を整理 優先度の高い溪流についてQUAD-VIによる氾濫解析実施
火山噴火後の地形変化調査	<ul style="list-style-type: none"> 緊急調査実施の判断のための予備調査 	<ul style="list-style-type: none"> ヘリ調査のルート、調査のとりまとめ手順を整理
降灰量調査	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害緊急情報発出のための調査 	<ul style="list-style-type: none"> 地上降灰調査地点を選定、調査箇所カルテを作成
浸透能調査	<ul style="list-style-type: none"> QUAD-Vの入力条件 浸透の回復状況の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 方位、地質、植生を加味した浸透能調査位置を選定 降灰後の比較のため、平常時の浸透能を計測
積雪調査	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> アクセス可能な積雪調査地点を選定 令和2年度冬の積雪調査を実施、積雪深推定式(案)を作成。
緊急調査実施体制	<ul style="list-style-type: none"> 緊急調査に従事する作業者の安全性確保 	<ul style="list-style-type: none"> 噴気位置の把握、火山ガスの安全基準、自動車移動時の留意点、調査時の装備、近傍の医療施設位置を整理

(2) 調査における UAV 活用検討

1) 調査における UAV の活用方針

上空からの調査はヘリ調査を基本とするが、必要に応じて UAV によりヘリ調査を補完する。

表 2-14 調査におけるヘリ調査と UAV 調査の適用場面

ヘリ調査	UAV 調査
<ul style="list-style-type: none"> ・ 広域の調査 ・ 専門家の同乗調査 ・ 着陸しての直接調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヘリ飛行が危険な区域の調査 ・ 調査対象に接近しての詳細調査 ・ ヘリ調達に時間を要する場合の調査

2) UAV による調査方針

火山噴火時の降灰厚や積雪深を把握するため、UAV を活用した調査を行う。
栗駒山における UAV による調査方針を以下に示す。

【栗駒山における UAV による調査方針】

- ・ 噴火警戒レベル 2 時は、規制区域外（想定火口から概ね 800m）から火口状況を調査する。
- ・ 噴火警戒レベル 3 時は、規制区域外（想定火口から概ね 4km）から火口・被災状況を調査する。
- ・ 積雪期（冬季）は、道路通行止め区間外から火口・被災・積雪状況を調査する。

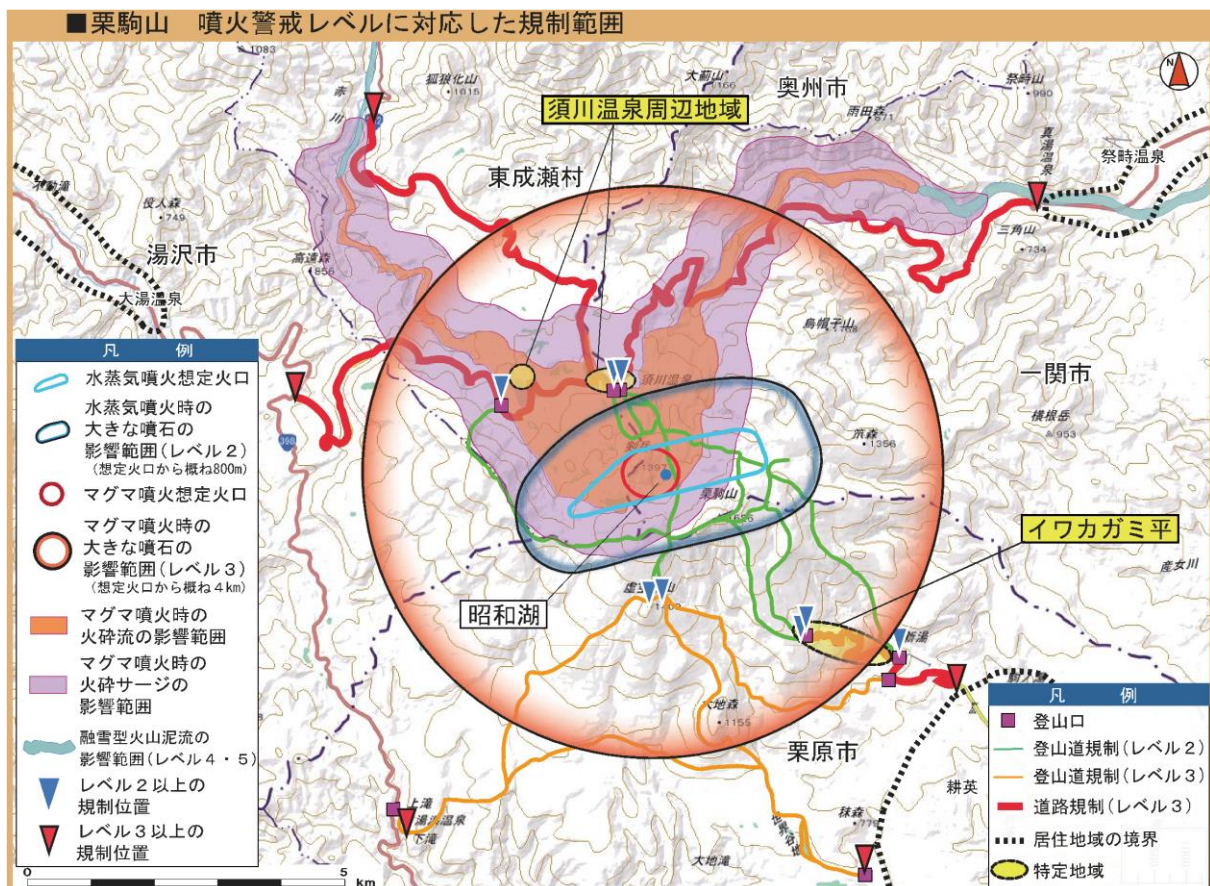


図 2-27 栗駒山の噴火警戒レベルに伴う規制範囲と規制位置

3) UAV 発着点の検討

栗駒山における UAV 発着点の選定方法及び発着点の候補地は以下に示す通りである。次ページ以降に、発着点の候補地を現地写真とともに位置図に示す。

【栗駒山における UAV 発着点の選定方針】

- ・ UAV による調査は、火山活動状況及び季節性を考慮した調査時期、地点から実施する。
- ・ 火口までの距離が長い場合（4～5km 以上）、固定翼機を活用した調査を実施する。
- ・ UAV が見通せない調査地点においては、UAV を用いたレベル 3 飛行（目視外補助者なし飛行）を実施する。

No.	調査地点	調査時期	緯度	経度	火口までの距離(km)	携帯電波
①	須川温泉駐車場	噴火警戒レベル2	38.979302	140.768970	1.1	○
②	須川湖駐車場	噴火警戒レベル2	38.584809	140.451466	2.1	○
③	退避スペース	噴火警戒レベル2	39.0982	140.445936	4.2	×
④	栗駒山神社	噴火警戒レベル2	38.59936	140.435292	4.2	○
⑤	栗駒公園線駐車場	噴火警戒レベル2	38.561926	140.49878	5.2	○
⑥	真湯温泉公衆トイレ駐車場	噴火警戒レベル3・積雪期	39.01840	140.504720	7.2	×
⑦	大湯温泉分岐路駐車場	噴火警戒レベル3	38.584138	140.424471	5.5	○
⑧	湯浜温泉駐車場	噴火警戒レベル3	38.551556	140.435191	6.5	×
⑨	世界谷地駐車場	噴火警戒レベル3・積雪期	38.543565	140.485689	7.5	○
⑩	ハイルザーム栗駒駐車場	噴火警戒レベル3・積雪期	38.56496	140.495266	6.2	○
⑪	大湯温泉遊歩道	積雪期	38.592101	140.411711	7.8	○

表 2-15 栗駒山周辺における UAV 発着候補地点一覧

- 凡例**
- ▲ レベル2以上の規制位置
 - ▼ レベル3以上の規制位置
 - 噴火警戒レベル2 (800m)
 - 噴火警戒レベル3 (4km)
 - 登山道
 - ✕ 冬季閉鎖区間
 - UAV発着点候補地
 - レベル2
 - レベル3
 - 冬季

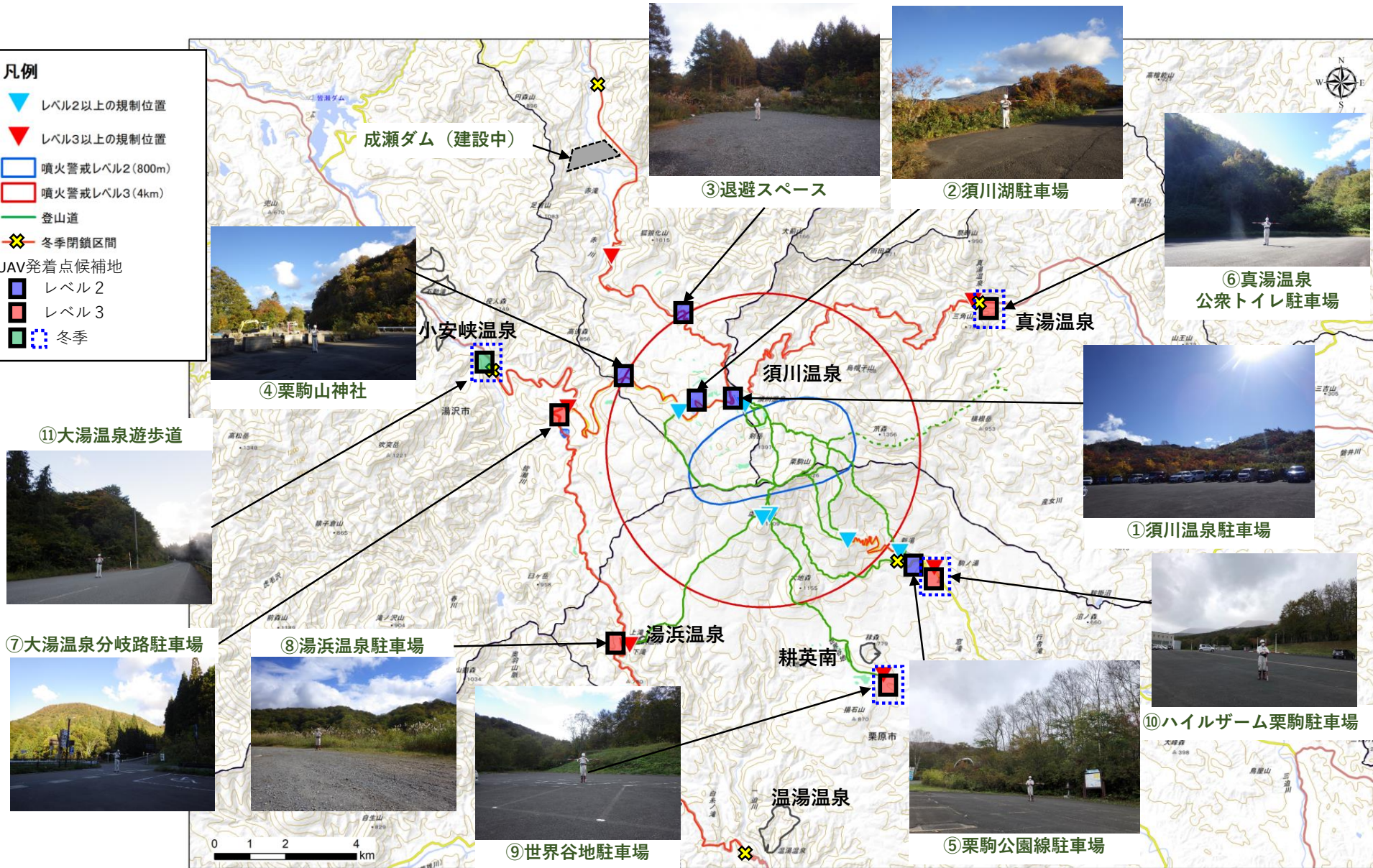






図 2-28 UAV 発着候補地点位置図

4) UAV 調査に関する機体の検討

①UAV 機体の選定

UAV を活用した調査において、ホバリングが可能な回転翼機は詳細な調査に適しているが、航続距離は短い。一方で、長距離飛行は固定翼機の信頼性が高い（近年、長距離飛行が可能な回転翼機も登場している）。各機体のメリットを考慮し、目的に応じて機体のタイプを使い分けることが重要である。

表 2-16 主な UAV のタイプ

機種	回転翼機(マルチコプター)		回転翼機 (長距離型)	固定翼機 (垂直離着陸機)
	PHANTOM4PRO (DJI)	Inspire2 (DJI)	SPIDER-NE (ルーチェサーチ(株))	Wingcopter178 Heavy Lift (wingcopter社(独))
重量	1,338g	3,440g	7,600g	6,000g
積載重量	-	810g	300g	6,000g
最大飛行時間	約30分	約27分	約50分	120分
最大飛行速度	72km/h	94km/h	72km/h	150km/h
最大風圧抵抗	10m/s	10m/s	10m/s	15m/s
機体イメージ				

②火山噴火時における UAV の確保

関係機関や災害協定等に基づく民間企業等が保有する UAV の機体を把握し、栗駒山噴火時に調達できる機体のリストを作成しておくこととともに、噴火時の要請手順などの協力体制を構築する。

③冬季の UAV 運用の留意点

冬季はバッテリーの性能が低下し、飛行可能時間が短くなることに留意した運用が必要である。調査によると、気温 25℃と 0℃では UAV の飛行可能時間が約 30%低下する（図 2-29）。

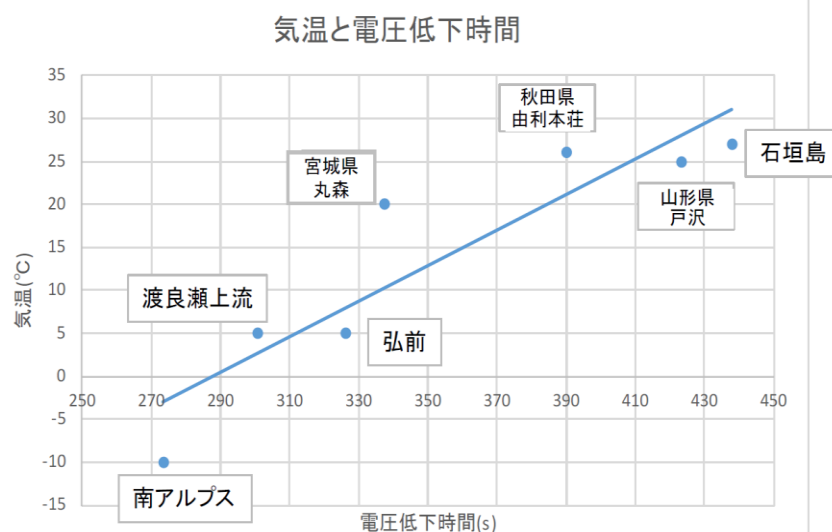


図 2-29 気温とバッテリーの電圧低下時間

出典) 新井瑞穂・菅原淳史・平嶋賢治・北村啓太郎・落合達也 (2019) : 冬季 UAV 計測の現地検証調査, 2019 年度砂防学会研究発表会概要集, p707-708

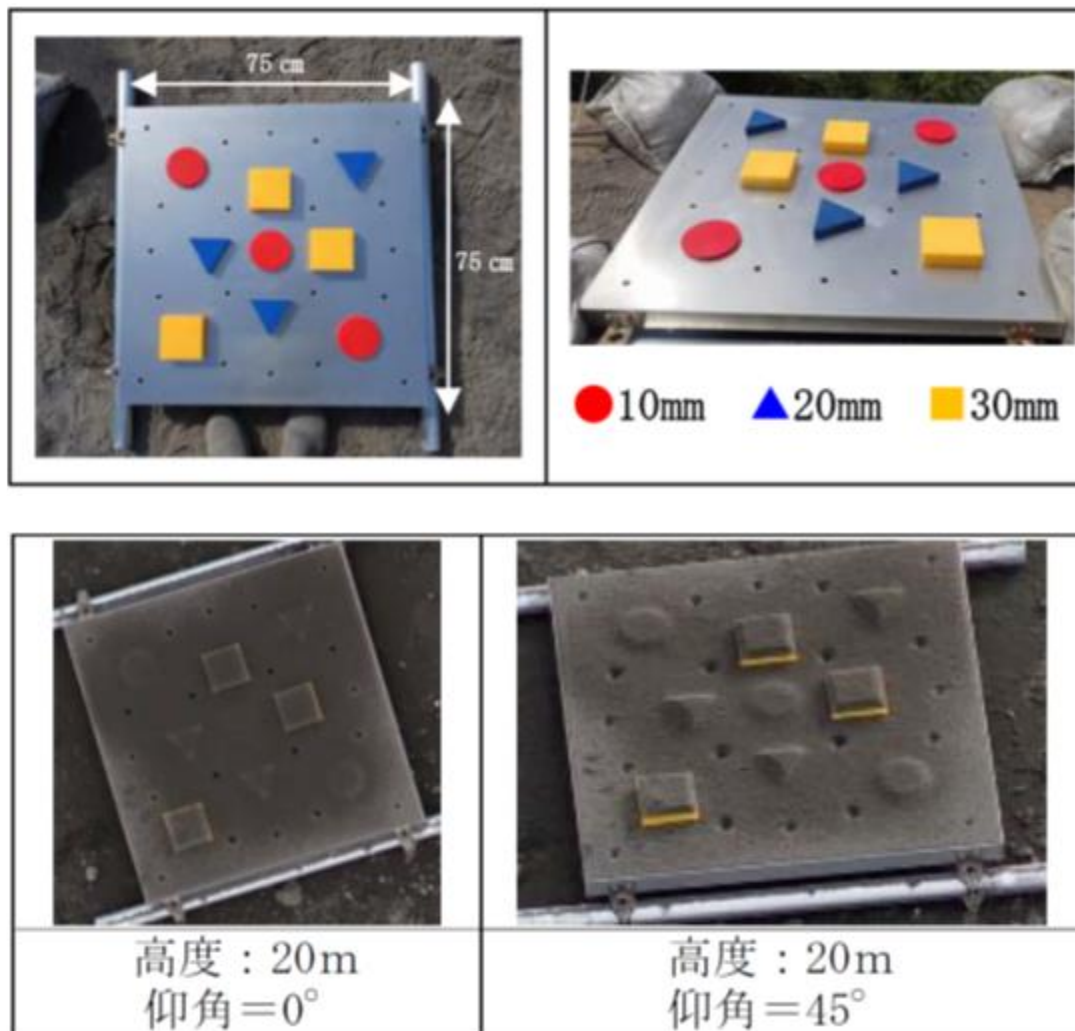
5) UAV を活用した調査

火山噴火時の調査への UAV 活用技術を整理した。

①降灰マーカー

降灰マーカーは1辺10cmの樹脂製で、高さごとの色と形状を変えて10mm、20mm、30mmの3パターンであり、阿蘇山や霧島山に設置され、視認性や耐久性の確認試験が行われている。また、撮影角度は鉛直よりも斜め45°程度の角度から撮影する方が視認性が高いことが分かっている。

降灰マーカーを設置する箇所は上空が開けている平面が適しているため、選定した UAV 発着点に設置することが考えられる。使用する機体は、空中で静止して写真撮影できるマルチコプターが良い。



出典) 堤・他 (2019) UAV を用いた火山灰堆積状況および浸透能の概略把握の試み (その2). 第 68 回 2019 年度砂防学会研究発表会概要集

図 2-30 降灰マーカー (上) と撮影角度の違いによる見え方の検証 (下)

②UAV-SfM による積雪深計測

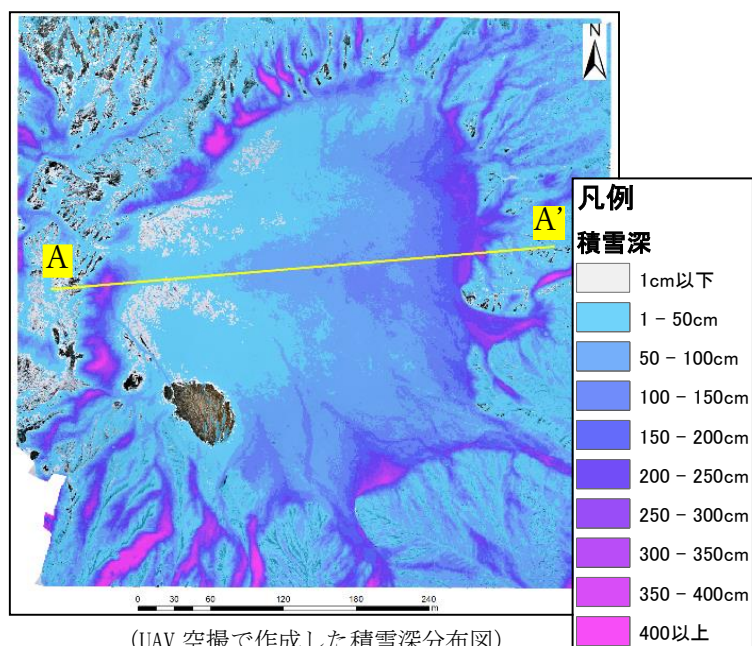
山頂積雪観測が実施されていない栗駒山では、UAV を使って積雪深を把握することが考えられる。UAV-SfM を使った積雪調査は以下の工夫をすることで精度良く把握できることが示されている（内柴ら, 2021）。

【UAV-SfM から積雪深を把握するための留意点】

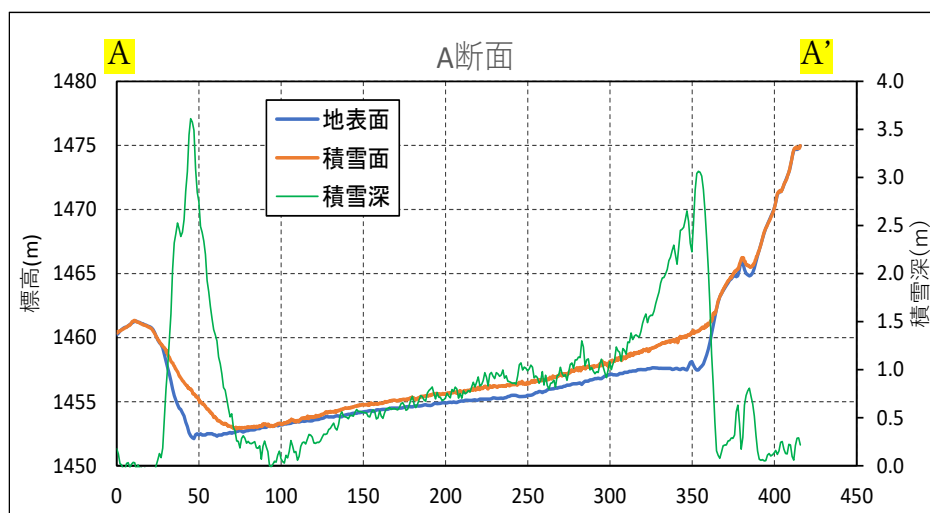
- GCP（地上基準点）を設置できないため、PPK（Post Processing Kinematic：後処置キネマティック）方式により写真の位置精度を確保する。
- 表面テクスチャーに乏しい積雪面は、写真間の特徴点が不足することがネックとなるが、RAW 画像を利用することで解決できる。
- 冬期は山頂に近づけない場合が多いので、長距離飛行が可能な UAV を使用するのが良い。



（使用した固定翼型 UAV）



（UAV 空撮で作成した積雪深分布図）



出典) 内柴良和・笹山隆・家田泰弘・河野元・三浦英晃・土田海斗 (2021) : PPK を利用した UAV-SfM による火口周辺の積雪深計測, 令和 2 年度砂防学会研究発表会概要集, p297-298

図 2-31 UAV-SfM による積雪深の計測事例（安達太良山）

6) 栗駒山における UAV による火口調査計画（案）

規制区域の外から栗駒山山頂付近を調査するためには、長距離飛行が必要となる。長距離飛行に適した垂直離着陸型電動固定翼機（VTOL 機）を使用した場合の山頂調査ルート（案）を以下に示す。

①発着点

- ・真湯温泉公衆トイレ駐車場（東側）
- ・ハイルーザム栗駒駐車場（南東側）
- ・大湯温泉遊歩道（西側）

②飛行ルート

3 地点の発着点からの山頂飛行ルート案を図 2-32 に示す。

【真湯温泉公衆トイレ駐車場→昭和湖ルート】

- ・ルート上の最高標高点の上空 150m を飛行するように計画。
- ・発着点から直接の見通しが効かないため、UAV と発着点との通信確保策を図る必要がある。（中継器を使用した通信確保策、LTE 通信を利用した通信）
- ・総飛行距離：約 19.0km
- ・標高差：約 1,050m

【ハイルーザム栗駒駐車場→昭和湖ルート】

- ・ルート上の最高標高点の上空 150m を飛行するように計画。
- ・発着点からの地形]的に直接の見通しがある。ただし、高所作業車等を使うとより確実に通信が確保できる。
- ・総飛行距離：約 14.5km
- ・標高差：約 1,120m

【大湯温泉遊歩道→昭和湖ルート】

- ・ルート上の最高標高点の上空 150m を飛行するように計画。
- ・発着点から直接の見通しが効かないため、UAV と発着点との通信確保策を図る必要がある。（中継器を使用した通信確保策、LTE 通信を利用した通信）
- ・総飛行距離：約 22.0km
- ・標高差：1,180m

③必要な申請

対地高度 150m 以上、および目視外飛行に関する航空局への飛行申請が必要。

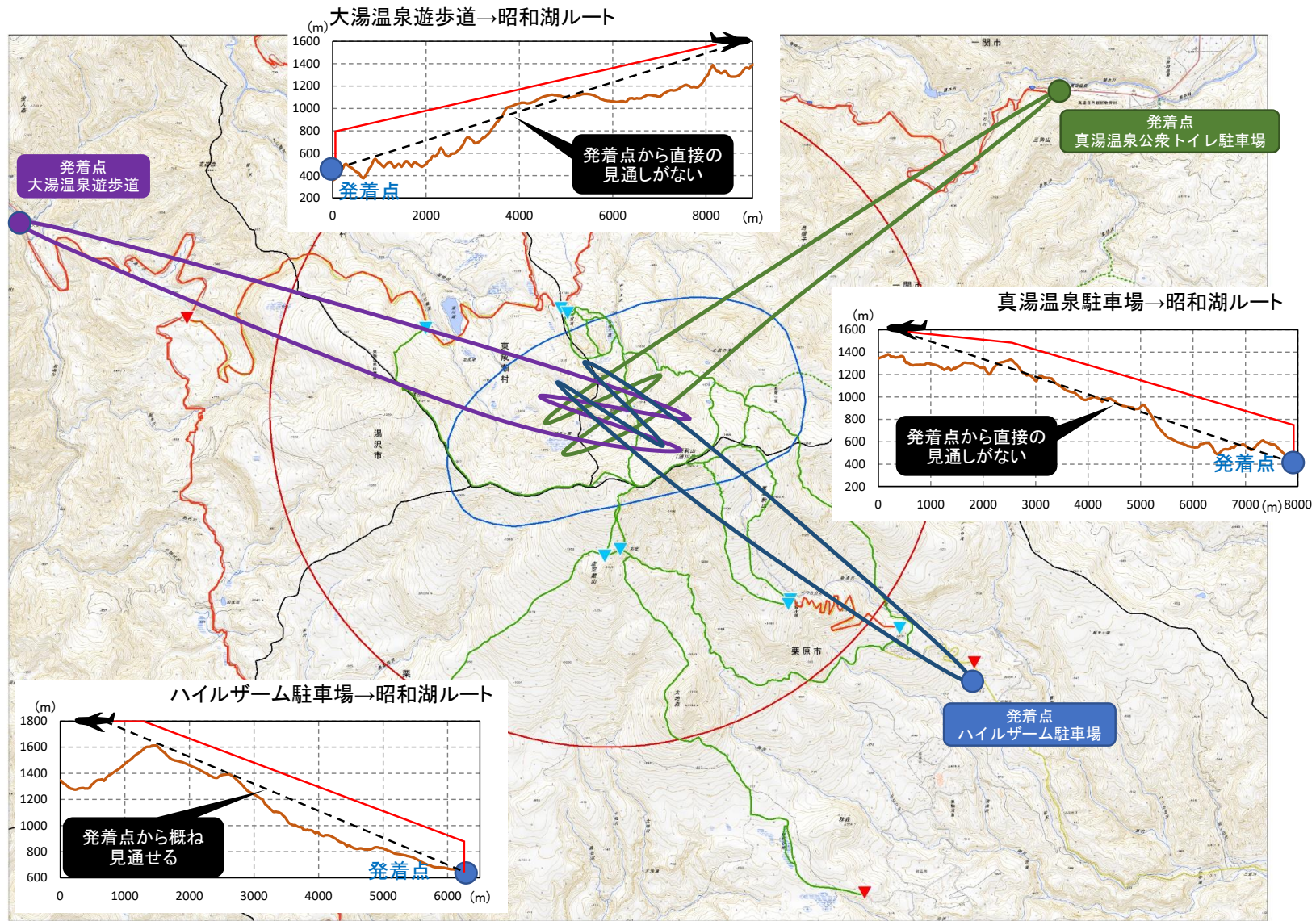


図 2-32 栗駒山の長距離飛行による火口調査ルート (案)

(3) 合成開口レーダ (SAR) を活用した調査について

天候不良等により、ヘリコプターや UAV での調査が不可能な場合、人工衛星画像（光学画像、SAR 画像）を活用した調査が考えられる。

調査における人工衛星活用のメリット

①広域性（光学、SAR）

光学、SAR 双方とも一度に広域の画像を撮影できる。

②定時性（光学、SAR）

定期的に対象地域の撮影が可能なので、モニタリングに適している。

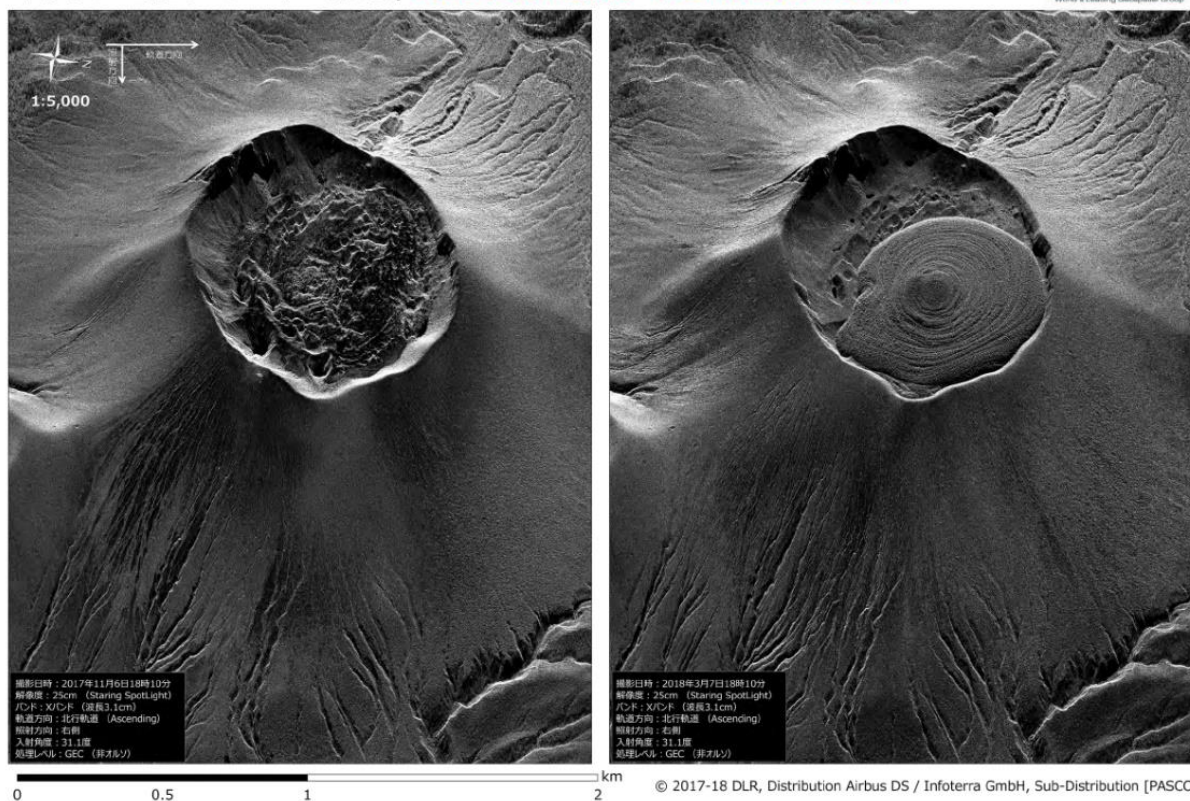
③曇天時や夜間の状況把握（SAR のみ）

噴煙や雲を透過して地形情報を入手できる。

④微小変動量の把握（SAR 干渉解析）

微小な変動を面的に把握できる。ただし、大規模な変動は正しく抽出できない。

XバンドSAR衛星 2017年11月6日/2018年3月7日観測 (TerraSAR-X 25cm)



株式会社パスコ(2018): 2018年3月 霧島山系・新燃岳 火山活動モニタリング,

https://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180308/pdf/180308_02.pdf, 参照 2022-08-18

図 2-33 SAR の火口モニタリングにより溶岩の発達状況をとらえた例

(4) 解析積雪深による積雪状況の把握

気象庁は2019年（令和元年）5月に解析積雪深・解析降雪量の情報配信を開始した。これは、積雪の深さと降雪量の実況を1時間ごとに約5km四方の細かさで推定するもので、積雪計による観測が行われていない地域等において積雪・降雪の面的な状況の把握を行うことでの確かな防災対応に役立てるものである。

栗駒山山頂付近でも積雪観測がされていないため、融雪型火山泥流等の発生予測に解析積雪深・解析降雪量を積極的に活用していく。ただし、積雪の二次移動は考慮されていないため、吹き溜まり箇所などの積雪状況など考慮する必要がある。

解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報

解析積雪深・解析降雪量とは

解析積雪深・解析降雪量は、積雪の深さと降雪量の実況を1時間ごとに約5km四方の細かさで推定するものです。解析積雪深・解析降雪量を利用すると、積雪計による観測が行われていない地域を含めた積雪・降雪の面的な状況の把握でき、的確な防災対応に役立ちます。気象庁ホームページでは、[今後の雪（降雪短時間予報）](#)のページからご利用になれます。

- 今後の雪（降雪短時間予報）
- 解析雨量について
- アメダスについて
- 降水短時間予報について

解析積雪深と解析降雪量の描画例(平成30年2月6日12時。日本時間)
数字はアメダスの積雪計の観測値。単位はセンチメートル。

解析積雪深・解析降雪量の作成手法

解析積雪深は、[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されます。積雪変質モデルでは、新たに積もる雪の量、とける雪の量、時間の経過により積雪が沈み込む深さ等を計算することで積雪の深さを求めます。

解析降雪量は、解析積雪深が1時間に増加した量を1時間降雪量として作成します。例えば、9時の解析降雪量は解析積雪深が8時から9時まで増加した量となります。なお、解析積雪深が減少した場合は0となります。

図 2-34 解析積雪深・解析降雪量の説明

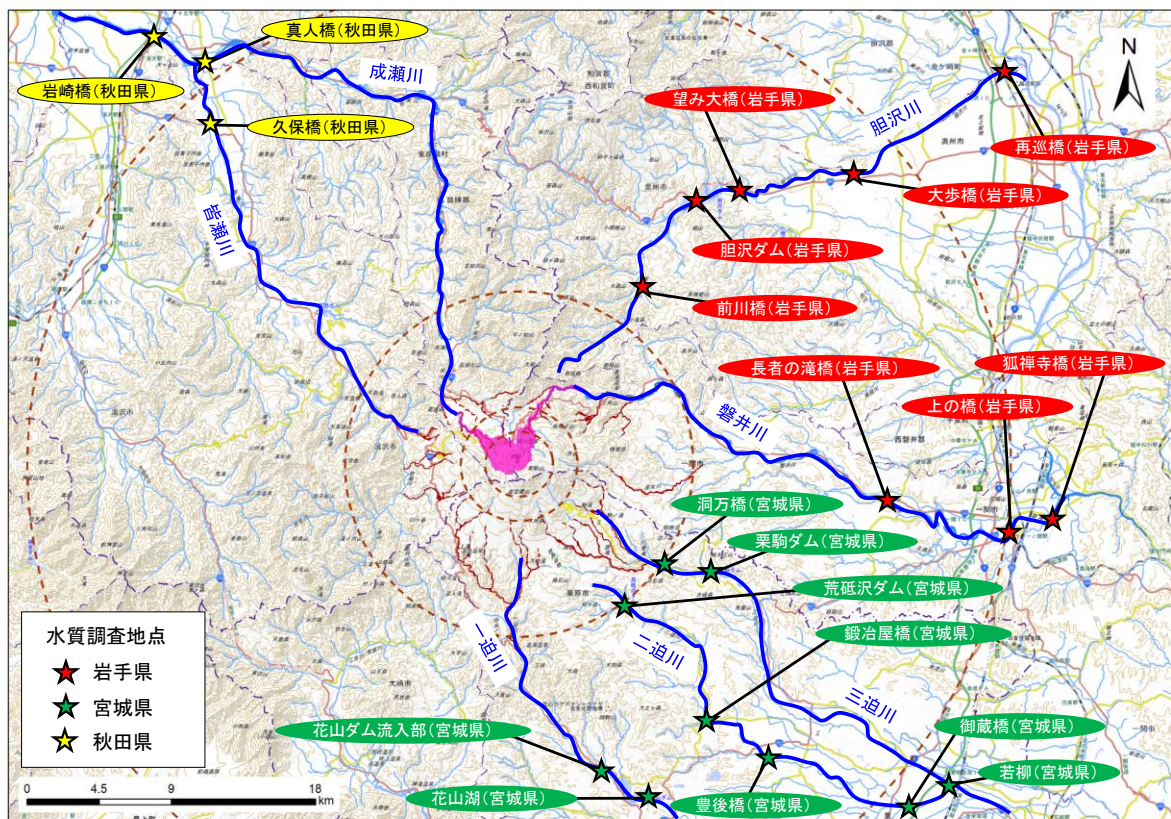
(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/kurashi/snow.html>)

(5) 水質調査（案）

栗駒山の1944年噴火では、昭和湖火口から強酸性水が流出し、磐井川流域から北上川の一部で3年間にわたって酸性水被害を被った実績（土井,2006）があるため、噴火後は関係機関が連携して水質調査を実施する。

火山噴火後の水質調査について、水質調査地点及び調査実施機関を整理した。

水質調査の方針として、火山噴火後の水質調査は「水質測定計画」に定められている地点と測定項目（pH、BOD、SS等）について、各担当機関が実施することとする。また、調査結果は関係機関において共有することが重要である。



出典：令和3年度公共用水域水質測定計画 岩手県
令和3年度公共用水域及び地下水の水質測定計画 秋田県
宮城県公共用水域水質測定地点図

図 2-35 栗駒山を源流とする河川における水質調査地点

3. 平常時からの準備事項

3.1 平常時からの準備事項の方針

緊急減災対策実行計画に示した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、平常時から準備が必要となる事項をとりまとめる。

また、平常時から準備することにより緊急時の実効性が高まる事項についても、その内容を整理する。

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）では平常時からの準備事項として下記の6項目を検討することとされている。

表 3-1 平常時からの準備事項

項目	検討内容
(1) 緊急対策に必要となる諸手続きの検討	緊急対策に必要となる手続き
(2) 緊急対策資材の備蓄・調達方法の検討	資機材の備蓄、緊急時の調達体制
(3) 情報通信網の整備	平常時からの情報通信網の整備
(4) 火山データベースの整備	緊急減災対策検討の基礎資料整理
(5) 関係機関との協議調整等による実効性の向上	協議会等による関係機関との連携
(6) 緊急減災対策の実行訓練の実施	緊急減災対策実行のための防災訓練の実施

栗駒山では、上記6項目のうち「(3)情報通信網の整備」については、携帯回線を使用することを基本とする方針である（2.2.3参照）。残りの5項目について平常時から検討を進めることとする。

3.2 緊急時に必要となる諸手続きの検討

- ・ 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の実施において必要となる許可申請について事前に関係機関と調整する。

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の実施に際して、手続等に要する時間の短縮のために必要となる許可申請等の内容と調整機関を表 3-2 に示す。

表 3-2 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画に必要な諸手続き

項目	内容	調整機関
国有林での対策に関する調整	○国有林での緊急ハード対策に関する調整 ○監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整	森林管理署 (岩手南部森林管理署、宮城北部森林管理署、秋田森林管理署湯沢支署)
保安林(国有林外)での対策に関する調整	○保安林(国有林外)での緊急ハード対策に関する調整 ○監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整	岩手県、秋田県(農林水産部) 宮城県(水産林政部)
国立公園内での観測機器設置の許可	○自然公園特別区域内における監視観測機器の緊急設置における事前調整	岩手県、宮城県(環境生活部) 秋田県(生活環境部)
土地の調整	○緊急ハード対策計画箇所在地籍調査 ○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	栗原市、湯沢市 地権者
砂防指定地の指定	○緊急ハード対策の計画箇所の砂防指定地指定	地権者
土捨て場の確保	○緊急除石等により発生する残土の土捨て場の事前確保 ○そのための土地利用の調整、工事用道路の整備	地権者
施工業者との契約・工事積算	○緊急時になるべく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	施工業者
特殊車両の通行や工事車両の通行に関する手続き	○特殊車両の通行のための道路管理者・警察の事前許可申請 ○避難用道路、緊急対策用道路の使い分けや運用に関する取り決め	岩手県警察本部、宮城県警察本部、秋田県警察本部、道路管理者
ドローンによる調査	○無人航空機の飛行許可承認手続き ○機体の確保(協定の締結)	国土交通省(航空局) 地元業者等
道路上の構造物設置に対する占有許可	○道路上での土のうの設置などによる導流工計画箇所では占有許可及び使用許可が必要となる	岩手県、宮城県、秋田県の道路部局および警察本部、栗原市、湯沢市

栗駒山で対策に必要となる土地利用の調整として、以下のとおり事前調整を行う。ただし、下記のように森林法、自然公園法において緊急の際には国有林、保安林、国定公園内の開発に許可を必要としないが、平常時より共通認識を持つことでスムーズな対策が可能になると考えられる。

緊急ハード対策対象溪流と国有林・保安林との位置関係を図 3-1 に、国定公園との位置関係を図 3-2 に示す。また、表 3-3 に緊急ハード対策対象溪流の法規制状況を整理した。

【参考：国有林野の管理経営に関する法律】

(国有林野の貸付け、売払い等)

第八条

第二条第一項第二号の国有林野を売り払い、貸し付け、又は使用させようとする場合において、次に掲げる者からその買受け、借受け又は使用の申請があつたときは、これを他に優先させなければならない。

- 一 当該林野を公用、公共用又は公益事業の用に供する者
- 二 当該林野を基本財産に充てる地方公共団体
- 三 当該林野に特別の縁故がある者で農林水産省令で定めるもの
- 四 当該林野をその所在する地方の農山漁村の産業の用に供する者

【参考：森林法】

(保安林における制限)

第三十四条

2 保安林においては、都道府県知事の許可を受けなければ、立竹を伐採し、立木を損傷し、家畜を放牧し、下草、落葉若しくは落枝を採取し、又は土石若しくは樹根の採掘、開墾その他の土地の形質を変更する行為をしてはならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、この限りでない。

- 一 法令又はこれに基づく処分によりこれらの行為をする義務のある者がその履行としてする場合
- 二 森林所有者等が第四十九条第一項の許可を受けてする場合
- 三 第一百八十八条第三項の規定に基づいてする場合
- 四 火災、風水害その他の非常災害に際し緊急の用に供する必要がある場合
- 五 軽易な行為であつて農林水産省令で定めるものをする場合
- 六 その他農林水産省令で定める場合

【参考：自然公園法】

(特別地域)

第二十条 環境大臣は国立公園について、都道府県知事は国定公園について、当該公園の風致を維持するため、公園計画に基づいて、その区域（海域を除く。）内に、特別地域を指定することができる。

2 第五条第三項及び第四項の規定は、特別地域の指定及び指定の解除並びにその区域の変更について準用する。この場合において、同条第三項中「環境大臣」とあるのは「環境大臣又は都道府県知事」と、「官報」とあるのは「それぞれ官報又は都道府県の公報」と読み替えるものとする。

3 特別地域（特別保護地区を除く。以下この条において同じ。）内においては、次の各号に掲げる行為は、国立公園にあつては環境大臣の、国定公園にあつては都道府県知事の許可を受けなければ、してはならない。ただし、非常災害のために必要な応急措置として行う行為又は第三号に掲げる行為で森林の整備及び保全を図るために行うものは、この限りでない。

- 一 工作物を新築し、改築し、又は増築すること。
- 二 木竹を伐採すること。

・・・

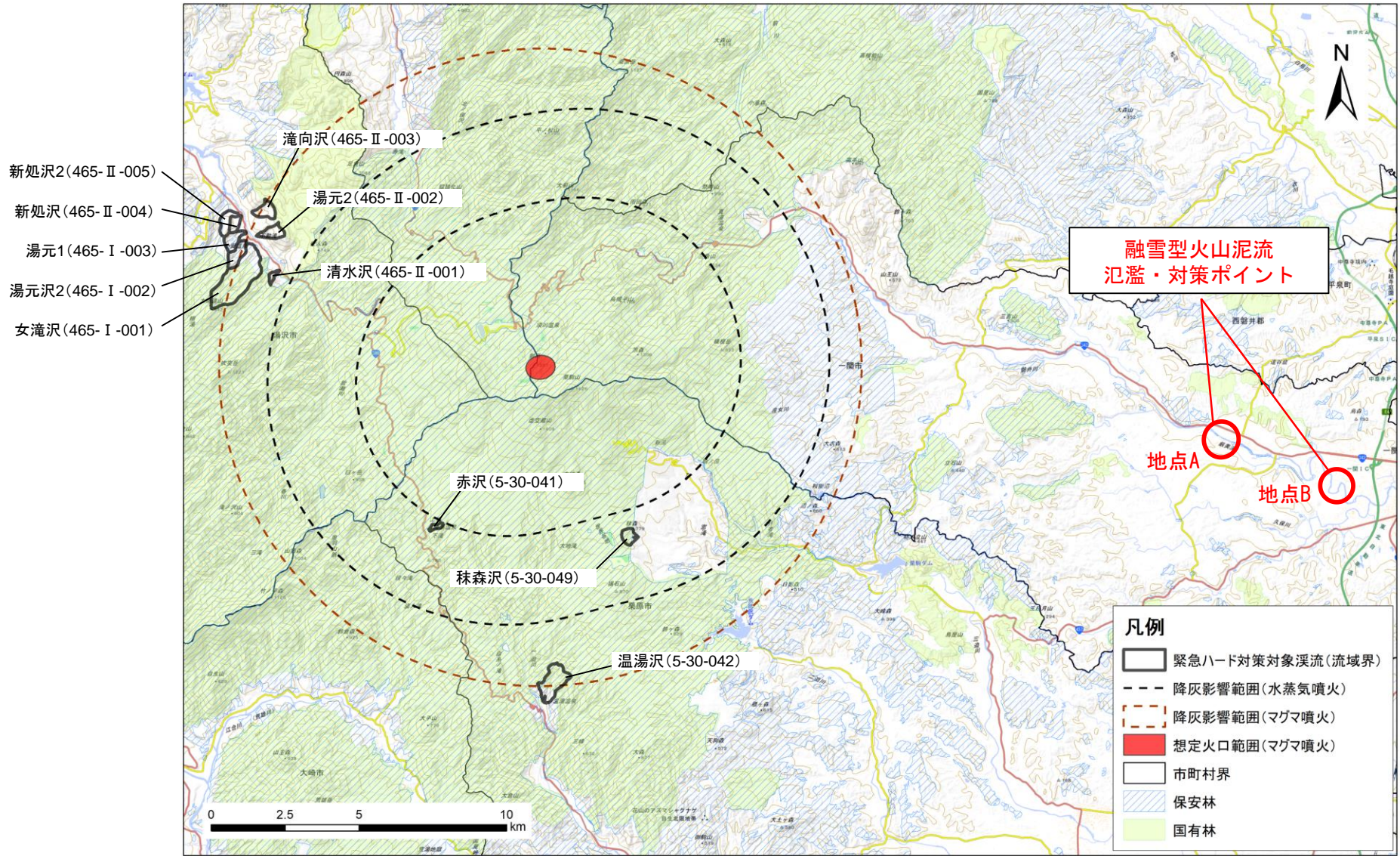


図 3-1 国所有林・保安林範囲図

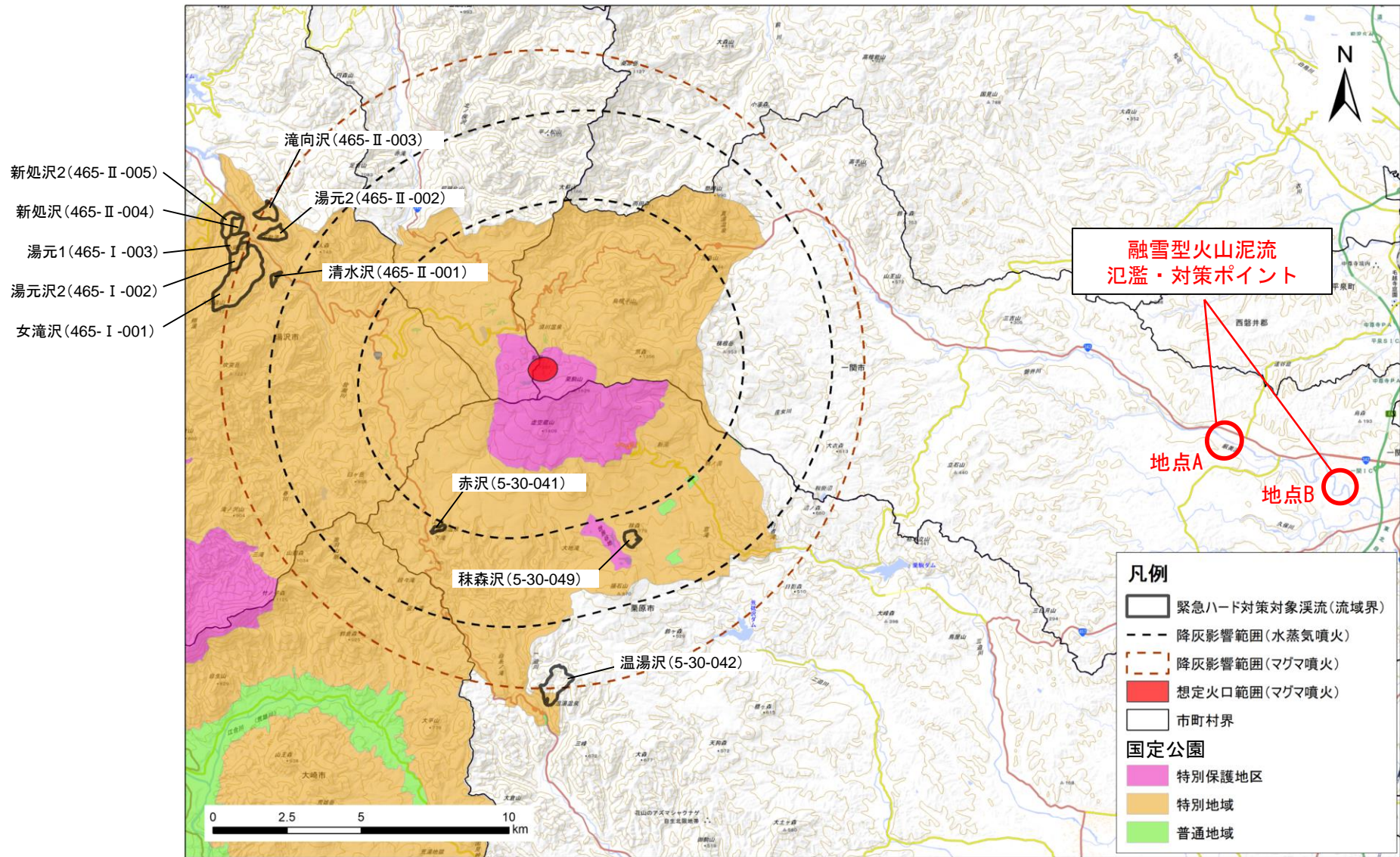


図 3-2 国立公園範囲図

表 3-3 ハード対策箇所に対する法規制

県	対象溪流・箇所	溪流・河川名	緊急ハード対策	対策箇所の法規制状況					
				国有林	保安林	国定公園			道路法
						特別保護地区	特別地域	普通地域	
秋田県	465- I -001	女滝沢	仮設砂防堰堤(H7m)		○		○		
	465- II -001	清水沢	既設砂防堰堤除石(清水沢1号砂防ダム,秋田県) 既設砂防堰堤嵩上げ(清水沢2号砂防ダム,秋田県)				○		
	465- II -002	湯元2	仮設砂防堰堤(H10m)				○		
	465- II -003	滝向沢	既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(2m嵩上げ)				○		
	465- I -002	湯元沢2	既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(3m嵩上げ)		○		○		
	465- I -003	湯元1	既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(4m嵩上げ)		○		○		
	465- II -004	新処沢	既設治山堰堤(秋田県)嵩上げ(2m嵩上げ)				○		
	465- II -005	新処沢2	仮設砂防堰堤(H7m)		○		○		
宮城県	5-30-041	赤沢	仮設砂防堰堤(H8m)	○	○		○		
	5-30-042	温湯沢	既設治山堰堤(井戸沢コンクリート堰堤,宮城県) 嵩上げ(6m嵩上げ)		○		○		
	5-23-049	秣森沢	堆積工(H6m)				○		
岩手県	地点A	磐井川	嵩上げ(大型土のう)						市道
	地点B								

3.3 緊急対策資材の備蓄・調達方法の検討

緊急ハード対策に必要なコンクリートブロックは以下の方針で備蓄、調達する。

- ・ 今後確保できる備蓄ヤードに基づき備蓄計画を検討する。
- ・ 同時に、他機関が備蓄しているコンクリートブロックの借用も検討する。

(1) 緊急ハード対策に必要な資材（コンクリートブロック・大型土のう）

緊急ハード対策において必要な資材はコンクリートブロックである。緊急ハード対策を実施するために必要なコンクリートブロック数は表 3-4 のように推定される。

表 3-4 緊急ハード対策に必要な資材

必要資材	用途	必要数量
コンクリートブロック	仮設堰堤・嵩上げ(11基) ※今後の検討で変更する可能性あり	約12,700個 ※1渓流あたり、平均約1,200個必要
大型土のう	嵩上げ(2箇所) ※今後の検討で変更する可能性あり	約2,650個 ※地点A=1,950個、地点B=700個

(2) 備蓄の考え方

緊急ハード対策に必要なコンクリートブロック・大型土のうは以下の方針で備蓄、調達する。

- ・ 今後確保できる備蓄ヤードに基づき備蓄計画を検討する。
- ・ 同時に、他機関が備蓄しているコンクリートブロックの借用も検討する。
- ・ 大型土のうは、製材を火山防災ステーション等に備蓄し必要時に制作する。

表 3-5 コンクリートブロック備蓄の考え方と備蓄数量

案	考え方	備蓄数量	必要な備蓄ヤード面積
A	全量備蓄	約12,700個	約1.4ha
B	最大規模の仮設砂防堰堤1基分を備蓄	約2,200個	約0.4ha
C	最初のコンクリートブロック現場製作期間(1週間)に積める個数を備蓄	約900個	約0.2ha

【参考】砂防におけるブロック備蓄事例

- 浅間山直轄火山砂防事業
 - ・ 長野県側、群馬県側の備蓄ヤード4ヶ所に約27,000個のコンクリートブロックを備蓄（令和4年5月末時点）
- 富士山
 - ・ 静岡県富士宮市と山梨県富士吉田市にある2ヶ所の備蓄ヤードに約5,000個のコンクリートブロックを備蓄（令和4年2月時点）
- 蔵王山（山形県）
 - ・ 山形県の県有地に3t型を150個備蓄
- 岐阜県
 - ・ 県内7ヶ所のヤードに計1,400個の4tブロックを備蓄



群馬県長野原町(浅間山)のストックヤード

(3) 最初のコンクリートブロック現場製作期間（1週間）に積める個数（案）

【考え方】

必要なコンクリートブロックは現場製作とするが、製作開始から最初のコンクリートブロックが完成するまでの間に積める個数を備蓄する。

→製作1週間分のコンクリートブロックを備蓄



図 3-3 コンクリートブロック製作サイクル

【1週間で積める個数】

1週間で積めるコンクリートブロック数は以下のように考える。

なお、日当たり施工量は「2.1.2 3) コンクリートブロック数量の算出」に示したとおりとする。

- ・25t 吊クレーンによるコンクリートブロック据付：43 個/日（8 時間）
- ・24 時間施工の場合：129 個/日
- ・1 週間分の据付コンクリートブロック数：129 個×7=903 個 ※土木工事標準積算基準より

(4) 備蓄ヤードに必要な面積

他機関での備蓄事例を参考に3段積みとして、必要な面積を以下のように考える。

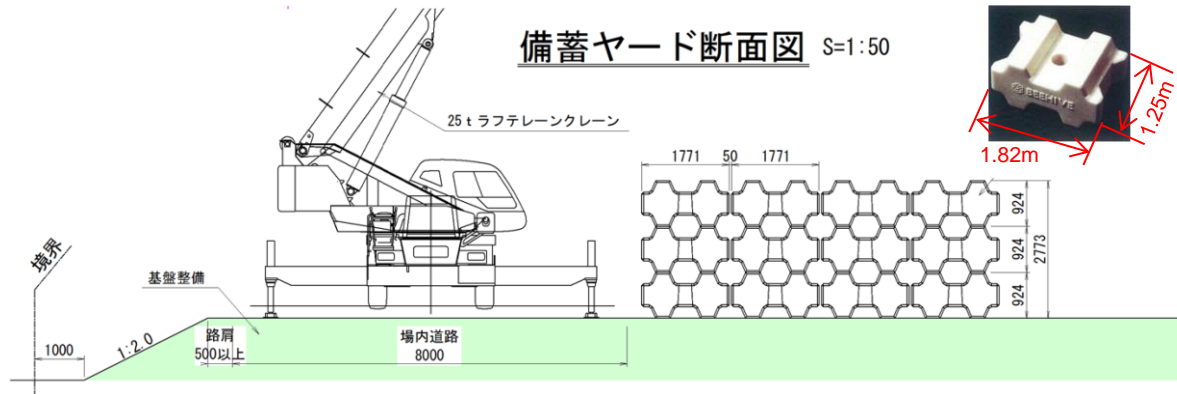


図 3-4 備蓄ヤード断面図

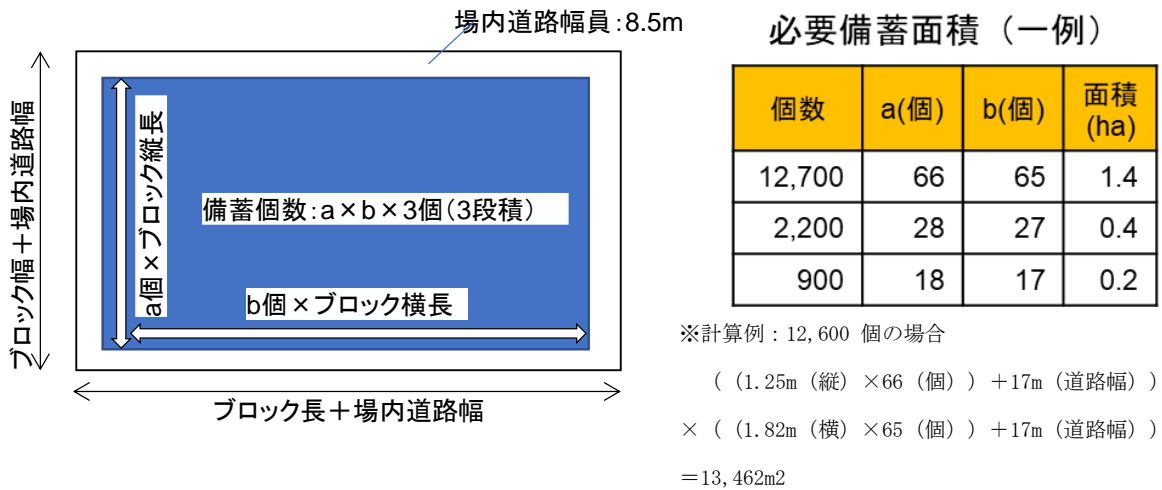


図 3-5 備蓄ヤード面積の例



国土交通省資料

図 3-6 コンクリートブロックの備蓄例 (浅間山)

3.4 火山データベースの整備

- ・ 緊急減災計画検討で収集、作成した資料をデータベース化する。
- ・ 一般の方を対象としたデータの公開については、公開する内容や方法を含め今後検討する。

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の検討において収集した各種文献、基図データ、関係機関の防災計画や作成したシミュレーション結果図等はデータベース化しておく。

表 3-6 データベースを作成しておく情報

項目	内容
①火山活動履歴	各種文献、栗駒山火山ハザードマップ(H30.3)
②地形DEM	基盤地図情報、砂防基盤図
③既設砂防施設	砂防施設台帳
④シミュレーション結果	噴火シナリオに基づくシミュレーション計算事例
⑤関係機関の計画、調査資料	地域防災計画、栗駒山火山避難計画(H31.4)、栗駒山の噴火警戒レベル(R元.5)

3.5 関係機関との協議調整等による実効性の向上

- ・ 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の内容については、定期的に関係機関と情報共有、協議・調整を行うなど緊急減災対策が円滑かつ効果的に実施できるようにその実効性の確保に努める。
- ・ 平常時には火山防災の啓発・普及に努める。

県の砂防部局は栗駒山火山防災協議会等（表 3-7）において関係機関と連携を図り、栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画を円滑かつ効果的に実施するよう努める。

平常時から砂防・火山に関する出前講座や栗駒山麓ジオパーク学習交流会等による防災教育を推進し、地域住民等への火山防災の啓発・普及に努める。また、既往の火山防災意識調査（伊藤ほか，2019）によると、登山者の火山に関する情報源はインターネットが活用されているため、火山防災に関する配信内容・方法等のあり方について検討する。

さらに、これらの取り組みを通じて、顔の見える関係の構築に努める。また、地域の防災力を高めるためには、行政や大学などが地元の小中学校などと連携して行う防災教育が重要である（井良沢，2014、檜垣ら，2016）。



座学の様子



土石流発生装置
模型実験の様子



岩手山のライブ映像

図 3-7 出前講座のイメージ（岩手河川国道事務所 HP より）



図 3-8 栗駒山麓ジオパーク学習交流会 2019
（栗駒山麓ジオパーク HP より）

表. アンケート調査の質問項目

回答者の基本属性	・性別、年齢、住まい など
情報収集行動	・情報収集方法、内容 ・現地での立寄り場所 など
登山時の安全対策	・登山届の提出、装備品 など
火山防災意識	・活火山であること ・噴火警戒レベル など

【結果】約 70%の人が情報収集にネットを活用

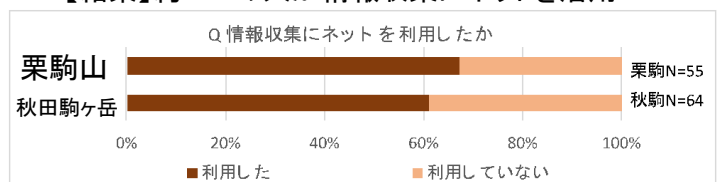


図 3-9 情報収集におけるネット利用者の割合
（伊藤ほか，2019）

表 3-7 栗駒山火山防災協議会の構成員 令和3年4月1日現在

機関名	構成員
岩手県	知事
宮城県	知事
秋田県	知事
一関市	市長
栗原市	市長
湯沢市	市長
横手市	市長
羽後町	町長
東成瀬村	村長
仙台管区気象台	台長
盛岡地方気象台	台長
秋田地方気象台	台長
東北地方整備局	局長
陸上自衛隊東北方面特科連隊	隊長
陸上自衛隊第21普通科連隊	隊長
陸上自衛隊第22即応機動連隊	隊長
岩手県警察本部	部長
宮城県警察本部	部長
秋田県警察本部	部長
一関市消防本部	消防長
栗原市消防本部	消防長
湯沢雄勝広域市町村圏組合消防本部	消防長
横手市消防本部	消防長
岩手大学	齋藤徳美 名誉教授
岩手大学地域防災研究センター	土井宣夫 客員教授
東北大学	浜口博之 名誉教授
東北大学大学院理学研究科	三浦哲 教授
秋田大学	林信太郎 教授
秋田大学	大場司 教授
茨城大学	藤縄明彦 名誉教授
岩手大学	越谷信 教授
東京工業大学	野上健治 教授
岩手大学	岡田真介 准教授
国土地理院東北地方測量部	部長
東北森林管理局岩手南部森林管理署	署長
東北森林管理局宮城北部森林管理署	署長
東北森林管理局秋田森林管理署湯沢支署	支署長
一般財団法人一関観光協会	会長
一般社団法人栗原市観光物産協会	会長
一般社団法人湯沢市観光物産協会	会長
東成瀬村観光協会	会長
一般社団法人増田町観光協会	代表理事

3.6 緊急減災対策の実行訓練の実施

- ・緊急減災対策砂防計画の実行性を高めるため、緊急減災対策を実施する際の課題の把握や実効性の検証を目的とした防災訓練を関係機関と合同で実施する。

緊急時における関係機関の機能的な連携や、臨機応変な対応を可能とするため、栗駒山での火山活動活発化を想定した訓練シナリオを作成し、時系列に沿った図上訓練やロールプレイング訓練等を行う。訓練は参加者の習熟度合いに合わせた内容で実施する。

表 3-8 訓練のロードマップイメージ

年次	1年目	2年目	3年目
目的	・関係機関全体の噴火時 防災対応の流れを確認	・具体的な避難計画、緊急 減災計画等の確認	・実戦に近い臨機応変な 対応力の向上
訓練形態	学習型	学習型+DIG	ロールプレイング式
内容	シナリオに沿った質問に対し て、各機関が対応を回答	質問に対し、地図上に対応を 書き込んでいく	コントローラーが付与する情報に対し、 プレイヤーが臨機応変に対応



図 3-10 学習型訓練（平成 29 年・鳥海山の例）



図 3-11 災害図上訓練（DIG 形式）（令和元年・鳥海山の例）



図 3-12 ロールプレイング式訓練（平成 27 年・浅間山の例）

前提条件

- ・栗駒山では9月25日から火山活動に変化が認められた。
- ・10月15日になって朝から火山性地震が急増し、昭和湖付近でわずかに噴気が発生し、地表面温度の上昇が観測されたため、同日12:00に噴火警報（火口周辺）が発表され、噴火警戒レベルが1→2（火口周辺規制）に引き上げられた。



場面① 昭和湖付近で噴火発生 噴火警戒レベル1→2 秋

状況：火山活動が活発化し、噴火警戒レベルが引き上げられた後、小規模な水蒸気爆発が昭和湖付近で発生して降灰する。

主な検討事項

市町村：情報伝達、道路・登山口規制、除灰、特定地域への避難準備・高齢者等避難開始の発令

県：情報収集・伝達、土石流対策、道路除灰、特定地域への助言

国：情報収集・伝達、緊急調査、緊急対策支援（土石流）

気象台：各種情報の発表、機動観測・ヘリ調査



場面② 積雪期を前に火山活動が活発化 噴火警戒レベル2→3 秋

状況：積雪期を前に火口から4km圏内に影響を及ぼす噴火が発生する可能性があることから、噴火警戒レベル3に引き上げられた。

主な対応

市町村：避難準備、特定地域への避難指示等の発令、火口から4km圏内への立入規制

県：情報収集・伝達、融雪型火山泥流対策（緊急ソフト対策・緊急ハード対策）準備

国：リアルタイムハザードマップ、緊急対策支援（融雪型火山泥流）

気象台：各種情報の発表、機動観測・ヘリ調査



場面③ 積雪期に入り火山活動がさらに活発化 噴火警戒レベル3→4 冬

状況：積雪期に入り噴火に伴う融雪型火山泥流が発生する可能性があることから、噴火警戒レベル4に引き上げられた。

主な対応

市町村：高齢者等避難、避難指示の発令、避難所の開設運営、道路交通規制

県：情報収集・伝達、融雪型火山泥流対策

国：リアルタイムハザードマップ、緊急対策支援（融雪型火山泥流）

気象台：各種情報の発表、機動観測・ヘリ調査

図 3-13 栗駒山での火山活動活発化を想定した訓練シナリオ案

参考文献

- 荒井健一・栢木敏仁(2010)近年の噴火時事例等からみた緊急減災対策実施タイミングについての課題,平成22年度砂防学会研究発表会概要集
- 伊藤英之・戸谷千鶴・新井瑞穂(2019)栗駒山・秋田駒ヶ岳における登山者の火山防災意識調査と検討,平成31年度砂防学会研究発表会概要集
- 井良沢道也(2014)地域と連携した土砂災害防災教育を目指して～防災学習会が児童へもたらす影響と学校別による効果の違い～,砂防・地すべり技術センター機関誌 sabo,Vol.116, 28-33
- 気象庁(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
- 国土交通省砂防部(2013)火山噴火に起因した土砂災害予想区域図作成の手引き(案)
- 国土交通省砂防部(2016)砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)
- 堤宏徳・岡崎敏・山本陽子・上條孝徳・田方智宮・関本あすみ(2019)UAVを用いた火山灰堆積状況および浸透能の概略把握の試み(その2).第68回2019年度砂防学会研究発表会概要集
- 土井宣夫(2006)栗駒山の1944年噴火と水蒸気爆発について,岩手の地学,35・36,3-39
- 土井宣夫(2008)栗駒山北部で拡大する樹木の枯死,火山噴火予知連絡会会報,95,5-10
- 土井宣夫(2010)栗駒山・八幡平両火山にみられる大規模地すべりにともなう減圧沸騰型水蒸気爆発,2010,日本火山学会講演予稿集,107
- 土井宣夫・伊藤真由子・畠山育王(2017)栗駒山1944年噴火の火口群と火山泥流の磐井川流下実態——関市立本寺中学校による住民聞き取り調査を中心に——岩手の地学,47,5-21
- 土井宣夫(2018)栗駒火山の完新世噴火,日本火山学会講演予稿集,p142
- 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
- 檜垣大助・緒續英章・井良沢道也・今村隆正・山田孝丸谷知己(2016)土砂災害と防災教育—命を守る判断・行動・備え—,朝倉書店,pp160
- 藤縄明彦・藤田浩司・高橋美保子・梅田浩司・林信太郎((2001)栗駒火山の形成史,火山,46,269-284.
- 熊井修一・林信太郎((2002)栗駒火山の完新世テフラ—明治から存在していた昭和湖—,地球惑星科学関連学会合同大会予稿集,V032-P008
- 豊澤康男・堀井宣幸(2002)現場避難実験による土石流発生時の避難時間の検討,産業安全研究所特別研究報告,NIIS-SRR-No.25,p.25-37

**栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会
委員名簿**

	機 関	委 員
委員長	岩手大学 名誉教授	井良沢 道也
委員	岩手大学 客員教授	土井 宣夫
	弘前大学 名誉教授	檜垣 大助
	東北大学 教授	三浦 哲
	国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所	所長
	国土交通省 東北地方整備局 北上川下流河川事務所	所長
	国土交通省 東北地方整備局 湯沢河川国道事務所	所長
	林野庁 東北森林管理局 岩手南部森林管理署	署長
	林野庁 東北森林管理局 宮城北部森林管理署	署長
	林野庁 東北森林管理局 秋田森林管理署湯沢支署	署長
	気象庁 仙台管区气象台	火山防災情報調整官
	気象庁 盛岡地方气象台	防災管理官
	気象庁 秋田地方气象台	防災管理官
	岩手県 県土整備部 砂防災害課	総括課長
	宮城県 土木部 防災砂防課	課長
	秋田県 建設部 河川砂防課	課長
	岩手県 県南広域振興局土木部 一関土木センター	所長
	宮城県 北部土木事務所 栗原地域事務所	所長
	秋田県 雄勝地域振興局 建設部	部長
	岩手県 復興防災部 防災課	総括課長
	宮城県 復興・危機管理部 復興・危機管理総務課	参事
	秋田県 総務部 総合防災課	課長
	一関市 消防本部防災課	課長
	栗原市 総務部危機対策課	課長
	湯沢市 総務部総務課	防災監兼総合防災室長
	東成瀬村 民生課	課長

事務局 岩手県 県土整備部 砂防災害課
宮城県 土木部 防災砂防課
秋田県 建設部 河川砂防課