

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画



(栗駒山：昭和湖方面を望む)

令和5年3月

岩手県・宮城県・秋田県

はじめに

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン（平成 19 年 4 月 国土交通省砂防部）」に基づいて、栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会（委員長：岩手大学名誉教授 井良沢道也氏）による検討を経て作成されたものである。

栗駒山は山体が岩手県、宮城県、秋田県の 3 県にまたがる成層火山である。有史以降の活動は、爆裂火口内での噴火、泥土噴出などがあり、周辺では地震活動が活発である。1944 年（昭和 19 年）に昭和湖で水蒸気噴火が発生したのを最後に噴火は記録されていないが、剣岳は噴気活動が盛んであり、昭和湖周辺で火山ガス由来とみられる樹木の枯死が拡大するなど、火山活動は盛んである。

栗駒山では、2015（平成 27）年の活動火山対策特別措置法（活火山法）の改正を踏まえ、2016（平成 28）年 3 月に同法に基づく栗駒山火山防災協議会が設置された。2017（平成 29）年 3 月には水蒸気噴火ハザードマップが、2018（平成 30）年 3 月には栗駒山火山ハザードマップがそれぞれ作成・公表され、2019（平成 31）年 3 月に噴火警戒レベルに応じた具体的な避難計画（栗駒山火山避難計画）が作成された。2019（令和元）年 5 月には気象庁による噴火警戒レベルの運用が開始されている。

また、2015 年 7 月の活火山法改正を契機に、国土交通省は火山噴火緊急減災対策砂防計画策定対象火山を拡大した。栗駒山は同法により火山災害警戒区域に指定されたことに伴い、火山噴火緊急減災対策砂防計画策定対象火山となった。

火山噴火により想定される全ての現象に対応した砂防設備等の整備には、多大な時間と費用を要する。さらに、事前の想定と異なる火山噴火現象も起こり得るので、火山噴火が発生した際には、関係機関が連携して火山活動の推移に応じた効果的な減災対策を臨機応変に実施する必要がある。そのためには、平常時から火山噴火緊急減災対策砂防計画に対する備えをしておくことが重要である。

そこで、本計画は、栗駒山の火山噴火に伴い発生する土砂災害の被害をできる限り軽減（減災）するために、火山噴火時に実施すべき緊急的なハード対策及びソフト対策の基本的な考え方を示し、その上で火山噴火緊急減災対策砂防計画を円滑に進めるために平常時からの準備事項を整理した。

今後、本計画に基づき順次関係機関と調整を図りつつ、平常時からの準備事項を実行していくものだが、栗駒山の火山防災は県の砂防部局の取り組みのみで成し得るものではないことから、関係機関とともに火山防災力を高め、火山噴火に備えていくものである。

本計画書は令和 5 年 3 月時点での火山活動、火山噴火履歴、また砂防設備整備状況等を踏まえ作成したものである。今後、火山についての新しい知見や砂防設備等の整備状況を踏まえ、適宜見直しを行う。

目 次

基本事項編

1. 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の基本理念	基-1
1.1 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の目的	基-1
1.2 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の位置付け	基-2
1.3 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の策定方針	基-3
2. 現状の把握	基-5
2.1 栗駒山の概要	基-5
2.2 栗駒山の社会特性	基-6
2.3 栗駒山避難計画	基-16
3. 計画で想定する噴火シナリオ	基-22
3.1 過去の噴火活動	基-22
3.2 想定火口範囲	基-25
3.3 栗駒山の噴火シナリオ	基-26
4. 想定される影響範囲と被害の想定	基-27
4.1 栗駒山火山ハザードマップ	基-27
4.2 緊急減災対策砂防計画における降灰後の降雨による土石流の被害想定	基-30
4.3 融雪型火山泥流の被害想定	基-44

計画編

1. 対策方針の設定	計-1
1.1 計画で対応する土砂移動現象と規模	計-1
1.2 対策の実施タイミング	計-2
1.3 対策を実施できる期間	計-9
1.4 対策実施範囲	計-11
1.5 対策実施体制	計-14
1.6 対策方針のまとめ	計-15
2. 緊急減災対策実行計画	計-16
2.1 緊急ハード対策	計-16
2.2 緊急ソフト対策	計-28
3. 平常時からの準備事項	計-55
3.1 平常時からの準備事項の方針	計-55
3.2 緊急時に必要となる諸手続きの検討	計-56
3.3 緊急対策資材の備蓄・調達方法の検討	計-61
3.4 火山データベースの整備	計-64
3.5 関係機関との協議調整等による実効性の向上	計-65
3.6 緊急減災対策の実行訓練の実施	計-67

基本事項編

1. 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の基本理念

1.1 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の目的

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、発生の予測が難しい火山噴火に伴い発生する土砂災害に対して、緊急的なハード対策とソフト対策からなる緊急減災対策を迅速かつ効果的に実施し、限られた資源を有効に活用して被害をできる限り軽減（減災）することを目的とし、安心して安全な地域づくりに寄与するものである。

火山噴火は、噴石、降灰、火砕流、溶岩流、火山泥流、土石流、岩屑なだれなど発生する現象が多様で、なおかつ規模が大きい場合が多いという特徴がある。そのため噴火災害は甚大な被害をもたらすことがあり、特に、大規模な火山泥流や降灰を原因として発生する土石流などは、その影響が広域かつ長期間に亘ることからその被害は顕著である。このため、火山砂防計画に基づき、基本対策計画を計画的に実施することが重要であるが、基本対策計画による施設の整備には長い期間と多大な費用を要する。また、基本対策計画や避難計画等における想定よりも規模の大きい火山噴火が発生した場合でも、迅速かつ効果的に対処できるように備えることが必要である。

このため、緊急ハード対策と緊急ソフト対策の具体的な内容、対策の時系列等を取りまとめた実行計画を策定し、これに基づき平常時からの準備を行い、噴火時の対応を迅速かつ効果的に実施し、被害をできるだけ軽減するための緊急減災対策を実施することが重要である。この際、国、都道府県、市町村やその他の機関との連携をとる必要がある。

ただし、火山噴火時における緊急ハード対策には、施工期間や施工場所等の施工条件に関する制約があることから、砂防施設によって被害を完全に防ぐことは困難であるとの共通認識の下、火山防災協議会を構成する市町村や関係機関との緊密な連携が重要である。

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、平成 27 年の活動火山対策特別措置法の改正に伴い、栗駒山周辺が火山災害警戒地域に指定されたことを受けて、「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 月策定）」に基づいて策定するものである。本計画は、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、平常時からの準備事項について方針を定めたものである。この計画に沿って行動することにより、栗駒山の火山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、安心して安全な地域づくりに寄与するものである。

なお、本計画は災害に関する経験の積み重ねや対策の進捗、新技術の実用化等により、適宜見直しを行う。

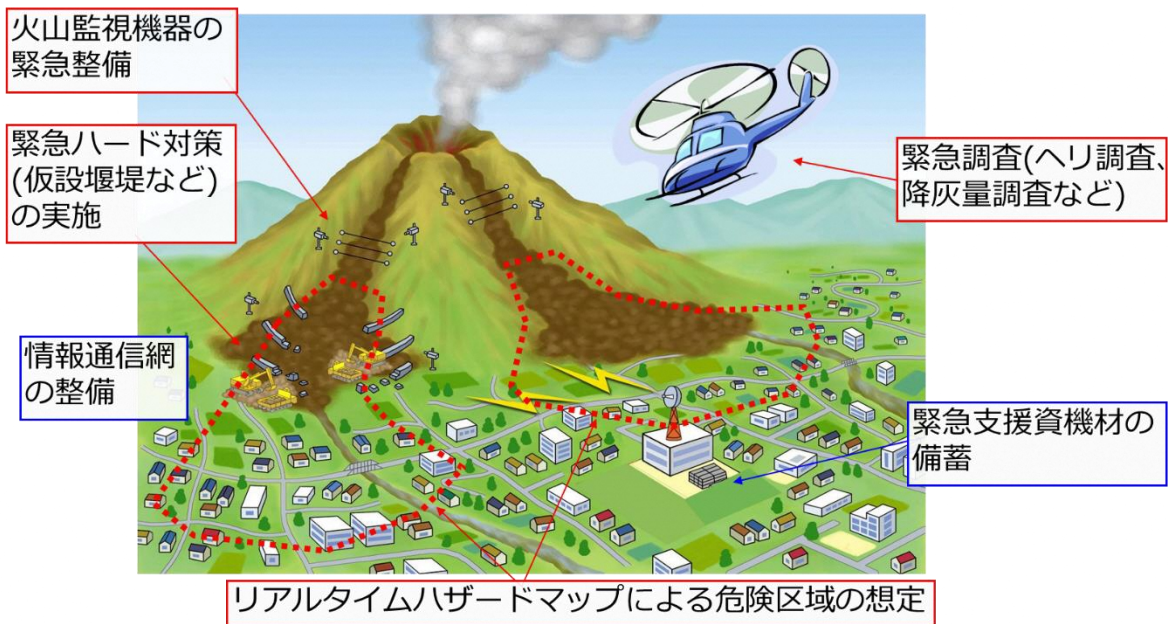


図 1-1 火山噴火緊急減災対策砂防の主な内容

1.2 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の位置付け

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、緊急減災対策の基本的な考え方を示したものである。関係機関においては本計画に示された対策内容に基づき、各機関の現状を踏まえた具体的な実施策を計画する。

「栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画」は、緊急減災対策の基本的な考え方を示したマスタープラン的な計画である。今後、このマスタープランに基づき各県内の公共土木施設管理者が実施する具体策を検討することが必要である。

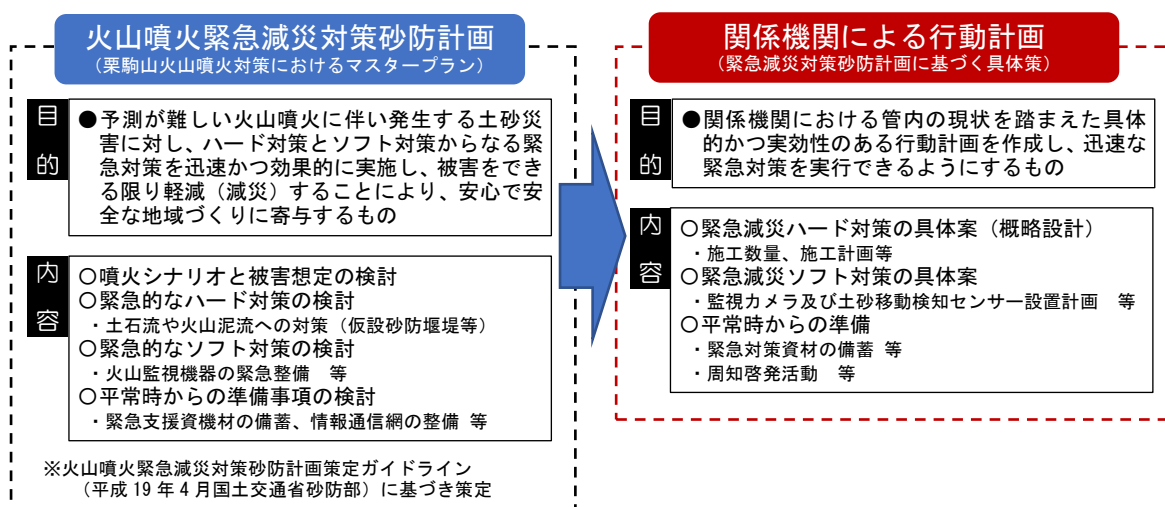


図 1-2 緊急減災対策砂防計画と関係機関による行動計画の関係

1.3 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の策定方針

緊急減災対策砂防計画では、緊急時に迅速かつ効果的な対策を実施するために、「土砂移動シナリオ」に基づく「緊急減災対策実行計画」を作成し、これに関連する平常時からの準備事項などを取りまとめる。

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画においては、緊急的な除石や遊砂地などの緊急ハード対策や、火山活動に伴う土砂移動現象の監視体制や情報共有などの緊急ソフト対策について、時系列を考慮してとりまとめた緊急減災対策実行計画を作成し、関係機関との連携事項についてとりまとめる。また、緊急時の対策を円滑に行うために平常時から実施しておくべき事項について検討する。

なお、噴火シナリオ、火山ハザードマップ、噴火警戒レベル、具体的な避難計画については、各火山防災協議会に置いて協議される事項である。緊急減災対策の検討及び実施に際しては、これらの事項について火山防災協議会と連携を図ることに留意する。

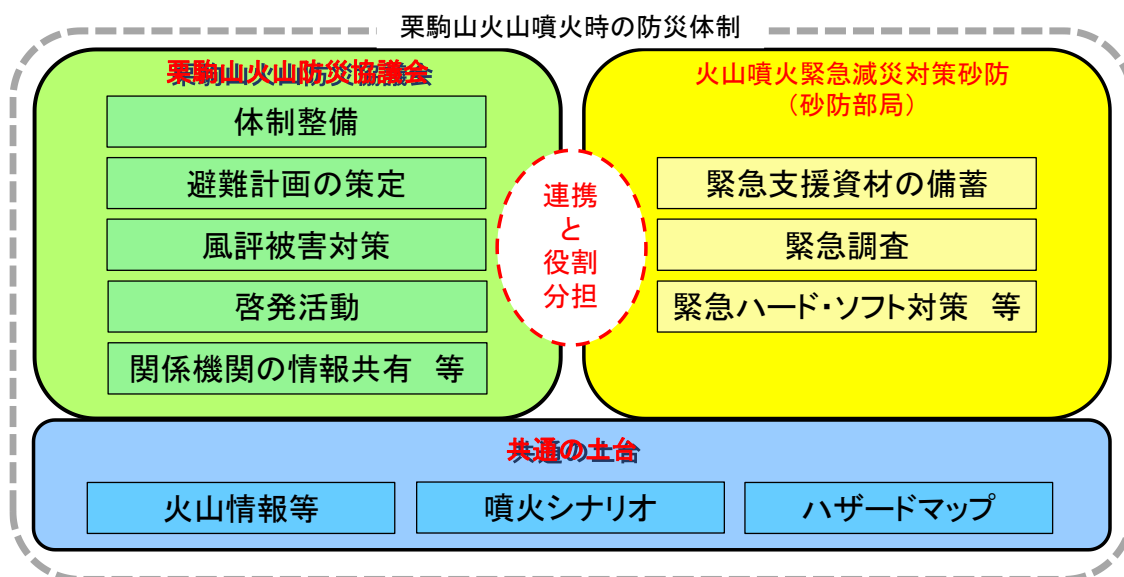


図 1-3 火山噴火緊急減災対策砂防の位置づけ

表 1-1 栗駒山噴火時の関係機関の役割

関係機関名	火山噴火時の役割
気象庁 仙台管区気象台 盛岡地方気象台 秋田地方気象台	火山監視・観測 火山及びその他気象に関する警報
岩手県 復興防災部 防災課 宮城県 復興・危機管理部 復興・危機管理総務課 秋田県 総務部 総合防災課	関係機関への情報伝達・調整、 栗駒山火山防災協議会の開催、復旧復興 防災対策全般
一関市、栗原市、湯沢市、東成瀬村 陸上自衛隊	高齢者等避難・避難指示、避難所の準備、住民対応 災害時の支援（火山活動の監視支援、避難救援の支援など）
岩手県警察本部、宮城県警察本部、秋田県警察本部	避難誘導、通行規制
一関市消防本部、栗原市消防本部、湯沢雄勝広域市 町村圏組合消防本部、横手市消防本部	避難誘導、救助活動
岩手県 環境生活部 自然保護課 宮城県 環境生活部 自然保護課 秋田県 生活環境部 自然保護課	自然公園の管理
林野庁 岩手南部森林管理署 林野庁 宮城北部森林管理署 林野庁 秋田森林管理署湯沢支署	国有林等の管理、治山事業
岩手県 農林水産部 森林保全課 宮城県 水産林政部 森林整備課 秋田県 農林水産部 森林整備課	治山事業
道路管理者	通行規制・輸送支援
国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所	緊急減災対策砂防実施のための技術支援、 各種対策の助言など
国土地理院	地殻変動の監視・観測、地形情報の提供など
砂防専門家、火山専門家	対策等に関する助言
国土交通省 岩手河川国道事務所 北上川下流河川事務所 湯沢河川国道事務所 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	緊急減災対策砂防 （緊急調査、ハード・ソフト対策、平常時準備）

2. 現状の把握

2.1 栗駒山の概要

栗駒山は山体が宮城県、秋田県、岩手県の三県にまたがる安山岩の成層火山である。外輪山は南側だけが残存し、その東端が最高峰の大日岳である。剣岳は平坦な溶岩ドームで、噴気活動が盛んである。火山体を形成している噴出物から得られた最新の年代分析値は、約 11 万年前である。これより新しい溶岩ドームは、数万年以内に噴出した可能性がある（藤縄・他，2001）。有史以降の活動は、爆裂火口内での噴火、泥土噴出など。周辺では地震活動が活発である。

1 万年以内の噴火活動に関する、詳細な年代分析値は報告されていない。山頂付近や山頂の北側斜面に分布する表土（クロボク）中に堆積している火山灰の分析では、915 年（十和田 a 火山灰）以降に、少なくとも 2 回（1944 年の小噴火を含む）の水蒸気爆発が起き、約 5400 年前（十和田-中掇（ちゅうせり）火山灰）から 915 年の間にも、少なくとも 2 回の水蒸気爆発が起こっている（熊井・林，2002）。水蒸気爆発の発生地点は、山頂北斜面の東部（産沼付近）、中部、西部（1944 年昭和湖火口付近）の 3 地区ほかにあり、これらの地区は幅約 750m で東北東－南南西方向の地帯にある。火口の数はいくつも確認されている（土井，2006）。一部の水蒸気爆発の火口は、大規模な地すべりの主滑落崖にそって配列しており、地すべりの発生と同時に爆発が起ったと考えられている（土井，2010）。近年、昭和湖周辺では火山ガスによるとみられる枯死が拡大した（土井，2008）

日本活火山総覧第 4 版「栗駒山」 気象庁(2013)より抜粋



図 2-1 栗駒山の全景（宮城県側から） 2002 年 4 月 30 日 藤田浩司撮影

2.2 栗駒山の社会特性

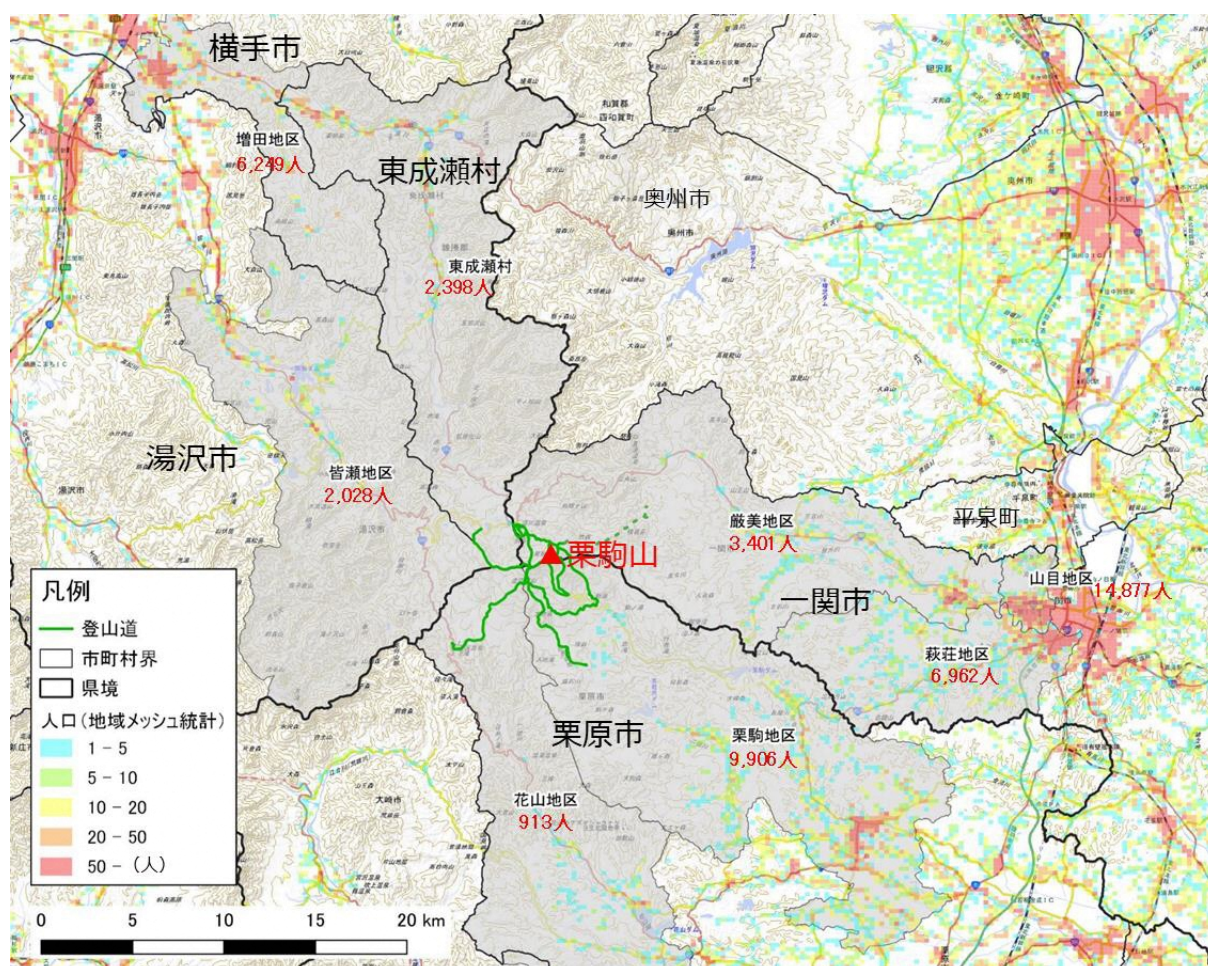
2.2.1 栗駒山周辺の人口分布

栗駒山周辺市町村の人口、世帯数を表 2-1、図 2-2 に示す。

表 2-1 栗駒山周辺の人口と世帯数

県	市町村	人口	世帯数	備考
岩手県	一関市	110,646	46,369	R4.5.1現在
宮城県	栗原市	63,962	24,873	R4.4月末現在
秋田県	横手市	85,201	34,131	R4.4月末現在
	湯沢市	42,003	17,630	R4.4.30現在
	東成瀬村	2,398	945	R4.4.30現在

出典：各市町村の住民基本台帳人口

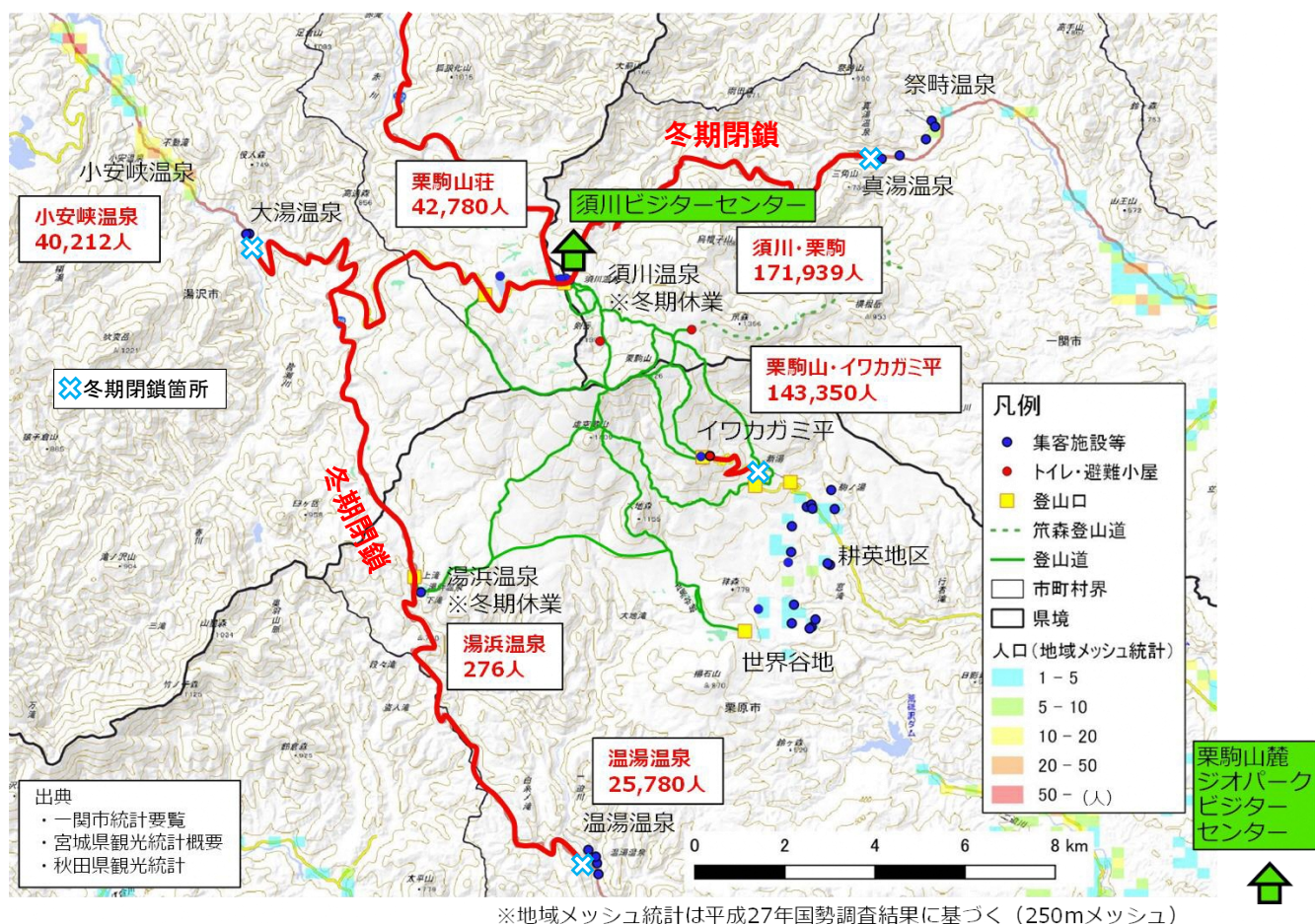


※地域メッシュ統計は平成27年国勢調査結果に基づく（250mメッシュ）

図 2-2 栗駒山周辺の市町村

2.2.2 観光客

栗駒山周辺には多くの温泉地が存在している。特に紅葉シーズンには美しい紅葉を求めて毎年多くの観光客が訪れている。図 2-3 に示す主要観光地の年間入込客数から須川温泉周辺（一関市・東成瀬村）及びイワカガミ平（栗原市）の観光客数が特に多い。



(1) 目的別の観光入込数

栗駒山地域の観光は山岳観光が過半数を占め、次いで温泉が約4割である。

表 2-2 目的別観光入込数

目的	観光地	市町村	令和2年 入れ込み数	
山岳観光	栗駒山・イワカガミ平	宮城県栗原市	143,350	143,350
温泉	温湯温泉	宮城県栗原市	25,780	109,048
	湯浜温泉	宮城県栗原市	276	
	小安峡温泉	秋田県湯沢市	40,212	
	須川温泉（栗駒山荘）	秋田県東成瀬村	42,780	
スキー場	ジュネス栗駒スキー場	秋田県東成瀬村	22,665	22,665
ゴルフ場	ジュネスパークゴルフ場	秋田県東成瀬村	8,837	8,837

※観光統計概要 令和元年 宮城県経済商工観光部観光課
 ※令和元年（平成31年）秋田県観光統計 秋田県観光文化スポーツ部観光戦略課

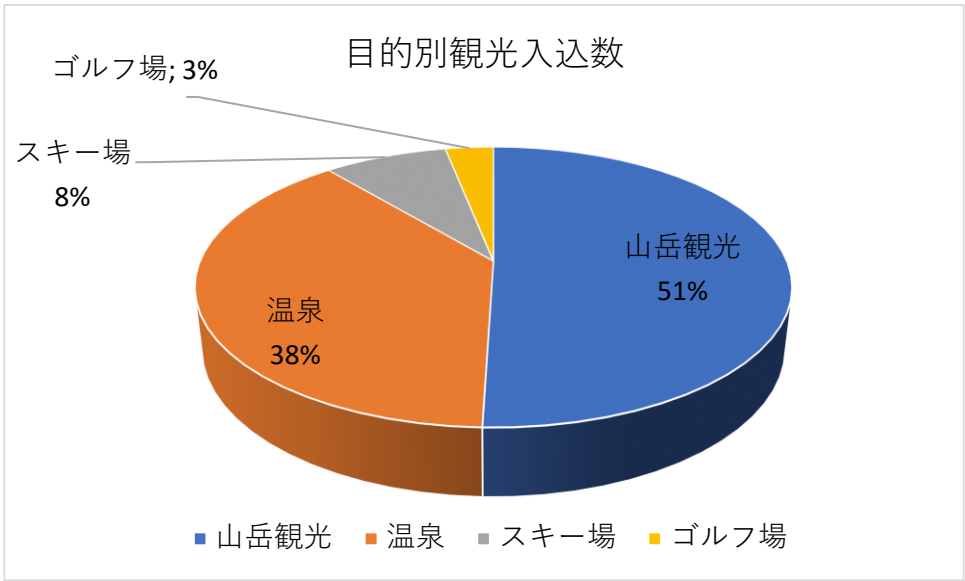


図 2-4 令和元年目的別観光入込数

(2) 観光入込数の月別変動

季節により観光客数は変動するので、表 2-3 に月別の観光入込数を整理した。

栗駒山周辺では 8 月が観光客数のピークであり、次いで紅葉シーズンの 10 月に観光客数が多い傾向にある。

表 2-3 月別入込数の変動（令和元年）

県	観光地	令和元年度観光客入込数												合計
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
宮城県	栗原市	98,263	88,239	102,265	127,899	156,303	165,401	190,112	351,802	187,417	190,725	153,200	88,752	1,900,378
		5.2%	4.6%	5.4%	6.7%	8.2%	8.7%	10.0%	18.5%	9.9%	10.0%	8.1%	4.7%	
岩手県	一関地域	51,481	42,550	32,302	60,159	112,241	104,364	125,705	211,545	138,166	178,013	69,677	40,812	1,167,015
		4.4%	3.6%	2.8%	5.2%	9.6%	8.9%	10.8%	18.1%	11.8%	15.3%	6.0%	3.5%	
秋田県	湯沢市	22,652	195,451	30,777	46,785	67,545	86,562	53,044	346,146	87,696	142,264	53,189	30,868	1,162,979
		1.9%	16.8%	2.6%	4.0%	5.8%	7.4%	4.6%	29.8%	7.5%	12.2%	4.6%	2.7%	
	東成瀬村	15,927	9,751	5,485	3,124	8,413	9,903	8,802	12,302	12,115	16,593	5,398	3,799	111,612
		14.3%	8.7%	4.9%	2.8%	7.5%	8.9%	7.9%	11.0%	10.9%	14.9%	4.8%	3.4%	

※観光統計概要 令和元年 宮城県経済商工観光部観光課

※一関市統計要覧 令和元年版 一関市

※令和元年(平成31年)秋田県観光統計 秋田県観光文化スポーツ部観光戦略課

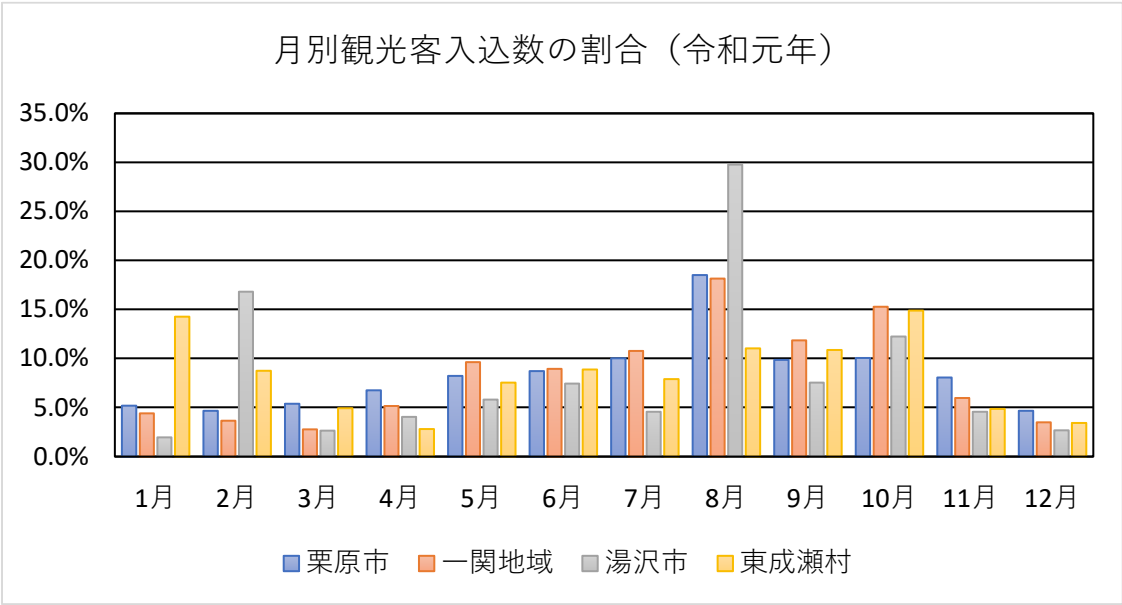


図 2-5 月別入込数の変動（令和元年）

2.2.3 法規制

(1) 自然公園

栗駒山周辺は「栗駒国定公園」（1968年7月22日指定）に指定されており、山頂付近は3県とも特別保護地区に指定されている。また、山頂周辺から西側にかけて特別地域と自然公園地域が指定されている（図2-6）。

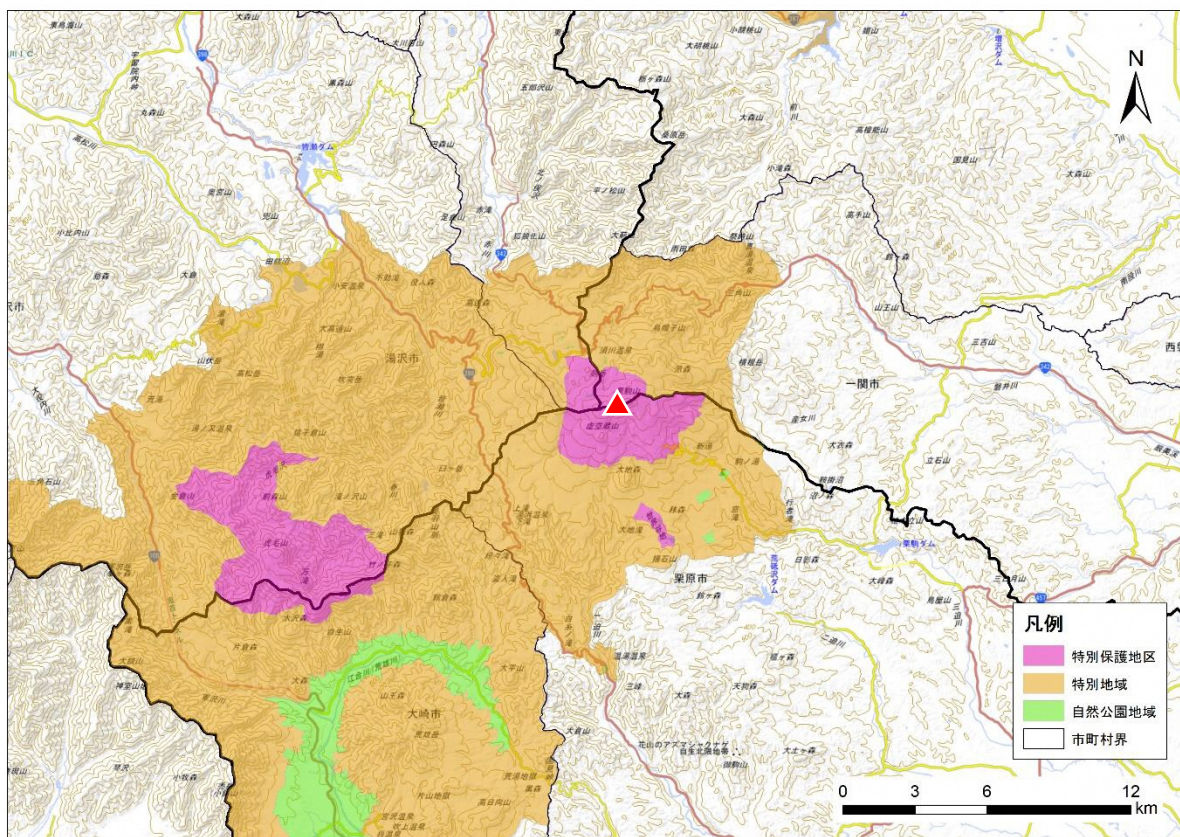


図 2-6 栗駒山周辺の自然公園地域位置図

国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト

(2) 国有林・保安林

栗駒山周辺の国有林・保安林位置図を図 2-7 に示す。

森林法に基づく保安林及び国有林野の管理経営に関する法律（国有林法）に基づき規制となる国有林が栗駒山全域に広く分布している。

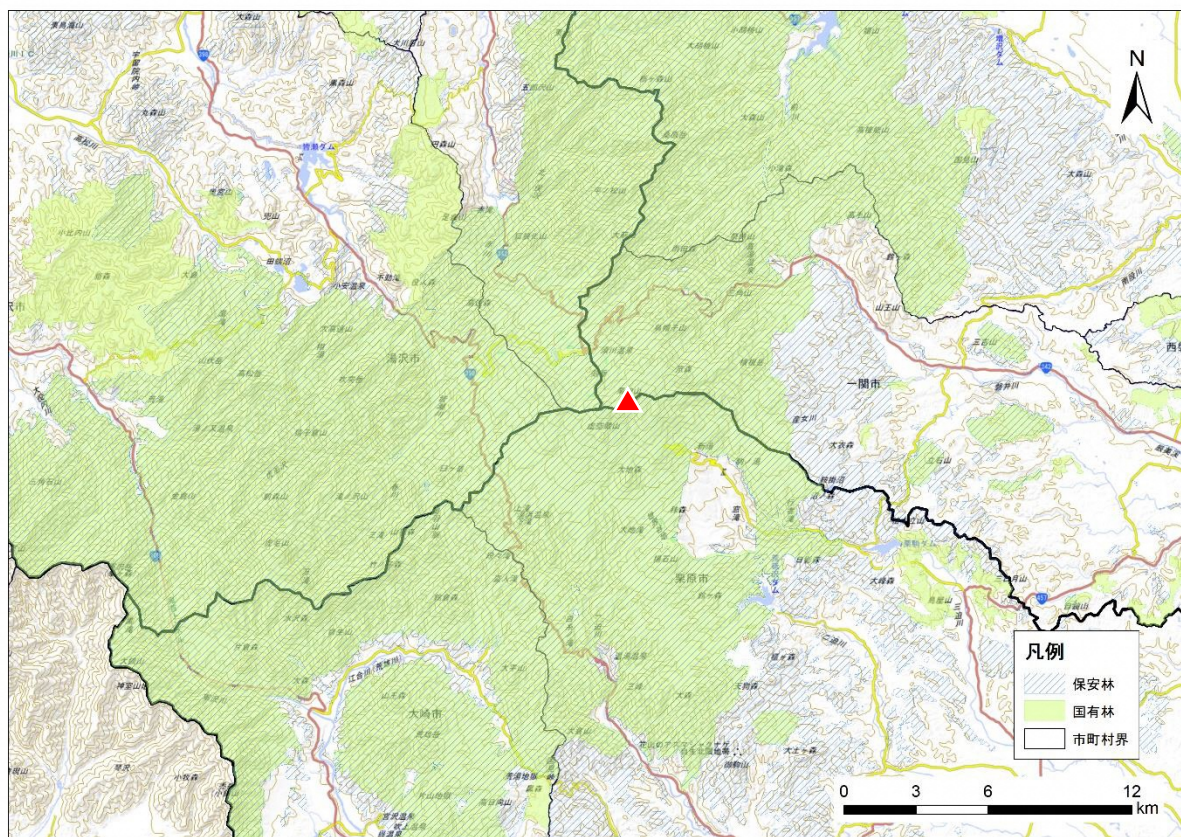


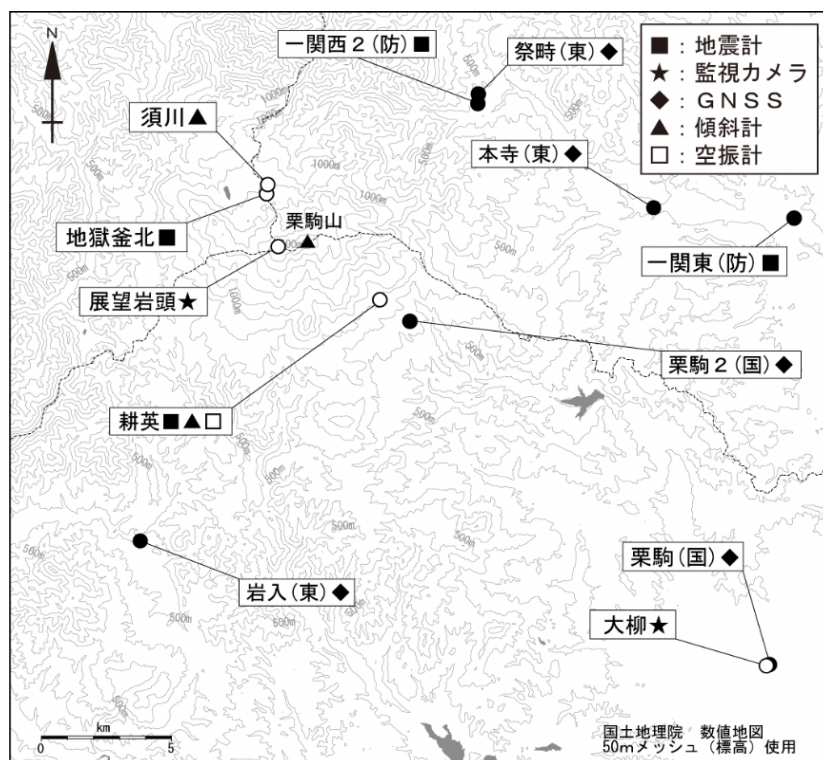
図 2-7 栗駒山周辺の国有林・保安林位置図

国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト

2.3 防災対策の現状

2.3.1 火山監視体制

栗駒山周辺においては、図 2-8 に示すように気象庁、国土地理院、東北大学、防災科学技術研究所により地震計、監視カメラ、GNSS、傾斜計、空振計が設置されている。



小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
(国) : 国土地理院 (東) : 東北大学 (防) : 防災科学技術研究所

図 2-8 栗駒山周辺の火山観測点

気象庁による観測点配置図より

2.3.2 栗駒山火山防災協議会

栗駒山の火山災害に対する防災体制の構築を推進するため、活動火山対策特別措置法に基づき、栗駒山火山防災協議会が平成 28 年に設置された。協議会は大きく以下の流れで活動を行っている。

- ・平成 28 年 3 月に設置
- ・平成 30 年 3 月に「栗駒山火山ハザードマップ」作成
- ・平成 31 年 4 月に「栗駒山避難計画」作成
- ・令和元年 5 月に「噴火警戒レベル」を承認

表 2-4 栗駒山火山防災協議会委員（令和 3 年 4 月 1 日現在）

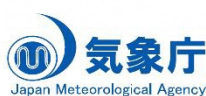
機関名	委員	機関名	委員
岩手県	知事	岩手大学	齋藤徳美 名誉教授
宮城県	知事	岩手大学地域防災研究センター	土井宣夫 客員教授
秋田県	知事	東北大学	浜口博之 名誉教授
一関市	市長	東北大学大学院理学研究科	三浦哲 教授
栗原市	市長	秋田大学	林信太郎 教授
湯沢市	市長	秋田大学	大場司 教授
横手市	市長	茨城大学	藤縄明彦 名誉教授
東成瀬村	村長	岩手大学	越谷信 教授
羽後町	町長	東京工業大学	野上健治 教授
仙台管区気象台	台長	岩手大学	岡田真介 准教授
盛岡地方気象台	台長	国土地理院東北地方測量部	部長
秋田地方気象台	台長	東北森林管理局岩手南部森林管理署	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

2.3.3 噴火警戒レベル

噴火警戒レベルとは、火山活動の状況に応じて「警戒が必要な範囲」と「防災機関や住民等のとるべき防災対応」を5段階に区分し、気象庁が発表するものである。栗駒山では、令和元年5月30日より運用が開始されている。



本冊子には、環境インクを使用しています。



仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター
TEL: 022-297-8164 <https://www.data.jma.go.jp/sendai/>
盛岡地方気象台
TEL: 019-622-7868 <https://www.data.jma.go.jp/morioka/>
秋田地方気象台
TEL: 018-823-8291 <https://www.data.jma.go.jp/akita/>
栗駒山火山防災協議会事務局：岩手県
TEL: 019-629-5155 <https://www.pref.iwate.jp/>

図 2-9 栗駒山の噴火警戒レベル（令和3年12月）（1/2）



令和元年 5 月30日運用開始

栗駒山の噴火警戒レベル

種別	名称	対象範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者等への対応	想定される現象等
特別 警 報	噴火警報 (居住地域) 又は噴火警報	居住地域及びそれより火口側	5 (避難)	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態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	●融雪型火山泥流が居住地域まで到達、あるいは切迫している。 過去事例 有史以降事例なし
			4 (高齢者等避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まっている）。	警戒が必要な居住地域での高齢者等の要配慮者の避難、住民の避難の準備等が必要。	●融雪型火山泥流が居住地域まで到達するような噴火の発生が予想される。 過去事例 有史以降事例なし
警 報	噴火警報 (火口周辺) 又は火口周辺警報	火口から居住地域近くまで	3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	火口から居住地域近くまでの範囲への立入規制等。 状況に応じて高齢者等の要配慮者の避難の準備、特定地域の避難等が必要。 住民は通常の生活。	●火口から概ね 4 km 以内に大きな噴石の飛散する噴火の発生またはその可能性。 火口から居住地域近くまで火砕流・火砕サージ・融雪型火山泥流が到達、またはその可能性。 過去事例 有史以降事例なし
		火口周辺	2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	火口周辺への立入規制等。 住民は通常の生活。	●火口から概ね 800m 以内に大きな噴石の飛散、火口周辺に火砕流・火砕サージが流下するような噴火の発生またはその可能性。 過去事例 1744 年の噴火、1944 年の噴火
予 報	噴火予報	火口内等	1 (活火山であることに留意)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）。	状況に応じて火口内への立入規制等。	●状況により火口内に影響する程度の噴出の可能性。

※特定地域とは、居住地域よりも栗駒山の想定火口に近いところに位置する温泉等の施設が含まれる地域を指す。居住地域より早期に避難等の対応が必要になる場合がある。（須川温泉周辺地域、イワカガミ平）
 ※融雪型火山泥流は積雪期のみ想定される。
 ※レベル 3 以上の火砕流・火砕サージの影響範囲は、到達範囲の推移など火山活動の状況をみながら判断する。

■各レベルにおける具体的な規制範囲等については各市町の地域防災計画等で定められています。
 ■最新の噴火警戒レベルは気象庁HPでもご覧になれます。
<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>

図 2-10 栗駒山の噴火警戒レベル（令和 3 年 12 月）（2/2）

2.3.4 栗駒山避難計画

栗駒山火山避難計画の概要を以下に示す。

【活動火山対策特別措置法の改正】

- 平成27年7月、御嶽山噴火の教訓を踏まえ活動火山対策特別措置法が改正。
- 火山災害警戒地域に指定された都道府県及び市町村は共同で火山防災協議会を設置し、一連の警戒避難体制について協議することが義務付けられた。
- 平成28年3月29日、同法に基づく栗駒山火山防災協議会を設置。

【栗駒山における火山防災対策の現状】

- 平成29年3月 水蒸気噴火ハザードマップ作成・公表
- 平成30年3月 栗駒山火山ハザードマップ作成・公表
- 平成31年3月 噴火警戒レベルに応じた具体的な避難計画（栗駒山火山避難計画）作成
- 令和元年5月 噴火警戒レベル（気象庁）の運用開始

【計画作成の目的】

- 栗駒山の噴火警戒レベルの推移に応じて、住民や登山者等の安全確保や円滑な避難行動、県、市町村及び関係機関の具体的な避難に関する防災対策が行われるよう定める。

【位置づけ】

- 県及び市町村の地域防災計画に反映。
- 協議会の構成員は、計画に定めた事項について、連携して必要な対策を講じる。

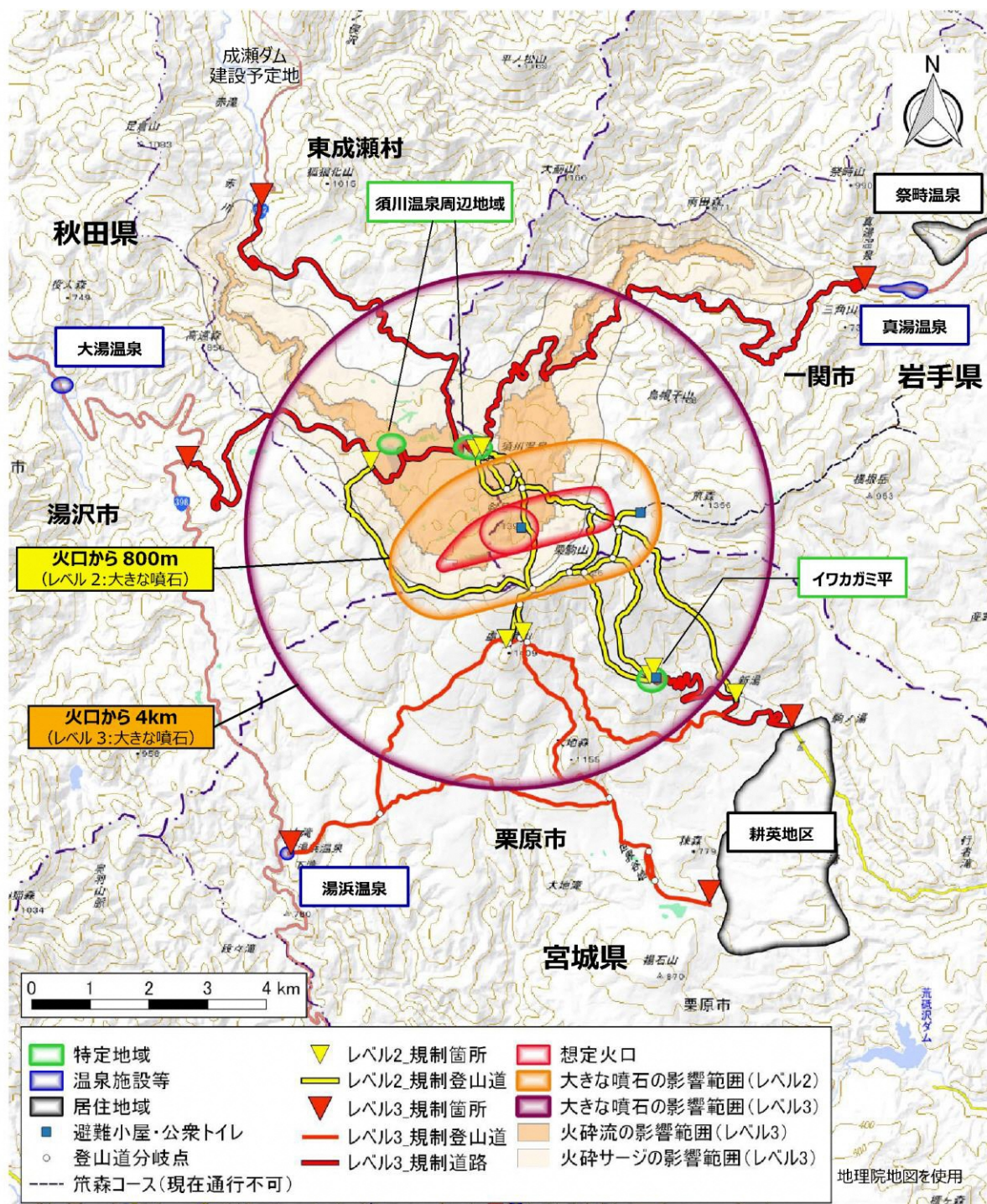


図 2-11 噴火警戒レベルに応じた防災対応
レベル 2 およびレベル 3 における影響範囲と規制箇所

レベル	岩手県 (一関市)	宮城県 (栗原市)	秋田県 (横手市、湯沢市、羽後町、東成瀬村)
3 (入山規制)	火口から概ね4km以内に大きな噴石の飛散する噴火の発生またはその可能性。火口から居住地域近くまで火砕流・火砕サージ・融雪型火山泥流が到達、またはその可能性。		
	避難指示 須川温泉周辺地域【特定地域】 登山道規制 規制箇所（看板設置） ・須川コース登山口※レベル2で規制 道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道342号：真湯温泉口 避難誘導 登山者等を規制範囲外へ誘導 状況に応じて、避難所を開設 避難所 ・一関健康の森 ・旧本寺中学校	避難指示 イワカガミ平【特定地域】 登山道規制 規制箇所（看板設置） ・大地森コース登山口 ・湯浜コース登山口 ・中央コース登山口※レベル2で規制 ・東栗駒コース登山口※レベル2で規制 ・裏掛コース登山口※レベル2で規制 道路規制 規制箇所（看板設置） ・県道42号(築館栗駒公園線)：耕英 避難誘導 登山者等を規制範囲外へ誘導 状況に応じて、避難所を開設 避難所 ・山脈ハウス（栗原市栗駒高原創造センター） ・栗原市栗駒総合体育館 ・栗原市花山コミュニティセンター	避難指示 須川温泉周辺地域【特定地域】 登山道規制 規制箇所（看板設置） ・天馬尾根(秣岳)コース登山口 ※レベル2で規制 道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道342号：東成瀬村椿川(成瀬ダム上流) ・県道282号(仁郷大湯線)：国道398号交差点 避難誘導 登山者等を規制範囲外へ誘導 状況に応じて、避難所を開設 避難所（湯沢市） ・皆瀬休養施設 ・皆瀬生涯学習センター 避難所（東成瀬村） ・成瀬川交流館
2 (火口周辺規制)	火口から概ね800m以内に大きな噴石の飛散、火口周辺に火砕流・火砕サージが流下するような噴火の発生またはその可能性。		
	高齢者等避難 須川温泉周辺地域【特定地域】 登山道規制 規制箇所（看板設置） ・須川コース登山口 避難誘導 登山者等を規制範囲外へ誘導	高齢者等避難 イワカガミ平【特定地域】 登山道規制 規制箇所（看板設置） ・中央コース登山口 ・東栗駒コース登山口 ・裏掛コース登山口 ・御室(分岐) ・虚空蔵十字路(分岐) 避難誘導 登山者等を規制範囲外へ誘導	高齢者等避難 須川温泉周辺地域【特定地域】 登山道規制 規制箇所（看板設置） ・天馬尾根(秣岳)コース登山口 避難誘導 登山者等を規制範囲外へ誘導
1 (活火山であることに留意)	火山活動は静穏。状況により火口内に影響する程度の噴出の可能性。 噴気や火山ガス等の状況に応じて立入規制や注意喚起を実施		

図 2-12 噴火警戒レベル2および3における規制

レベル	岩手県 (一関市)	宮城県 (栗原市)	秋田県 (横手市、湯沢市、羽後町、東成瀬村)
5 (避難)	融雪型火山泥流が居住地域まで到達、あるいは切迫している。【積雪期：概ね12月から4月】		
	避難指示 融雪型火山泥流の到達地区 磐井川流域：若井原、岡山、山口、樋ノ口、滝ノ上、南滝ノ上、鴻ノ巣、大久保、口袋 道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道342号：真湯温泉口（冬期閉鎖区間） ・避難対象地域内の道路 避難誘導 住民等を指定避難所へ誘導 避難所 ・骨寺村荘園交流館 ・旧本寺中学校 ・厳美市民センター ・厳美市民センター達古袋分館 ・厳美中学校 ・萩荘中学校 ・赤萩小学校	道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道398号：温湯温泉（冬期閉鎖区間） ・県道42号(築館栗駒公園線)：耕英（冬期閉鎖区間） ・大地森コース登山口付近 避難指示 融雪型火山泥流の到達地区 成瀬川流域：(横手市) 菅生、萩袋、(東成瀬村) 草ノ台・菅ノ台、大柳、谷地・天江、五里台、椿台、手倉、岩井川 道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道398号：湯沢市大湯（冬期閉鎖区間） ・国道342号：東成瀬村逆川中森（冬期閉鎖区間） ・避難対象地域内の道路 避難誘導 住民等を指定避難所へ誘導 避難所（横手市） ・狙半内地域センター ・西成瀬地域センター 避難所（東成瀬村） ・大柳センター ・成瀬川交流館 ・谷地天江会館 ・五里台センター ・間木重里台会館 ・まるごと自然館 ・ゆるるん ・岩井川地区防災センター	
4 (高齢者等避難)	融雪型火山泥流が居住地域まで到達するような噴火の発生が予想される。【積雪期：概ね12月から4月】		
	高齢者等避難 融雪型火山泥流の到達地区 磐井川流域：若井原、岡山、山口、樋ノ口、滝ノ上、南滝ノ上、鴻ノ巣、大久保、口袋 道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道342号：真湯温泉口（冬期閉鎖区間） 避難誘導 要配慮者を指定避難所へ誘導 避難所 ・骨寺村荘園交流館 ・旧本寺中学校 ・厳美市民センター ・厳美市民センター達古袋分館 ・厳美中学校 ・萩荘中学校 ・赤萩小学校	道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道398号：温湯温泉（冬期閉鎖区間） ・県道42号(築館栗駒公園線)：耕英（冬期閉鎖区間） ・大地森コース登山口付近 高齢者等避難 融雪型火山泥流の到達地区 成瀬川流域：(横手市) 菅生、萩袋、(東成瀬村) 草ノ台・菅ノ台、大柳、谷地・天江、五里台、椿台、手倉、岩井川 道路規制 規制箇所（看板設置） ・国道398号：湯沢市大湯（冬期閉鎖区間） ・国道342号：東成瀬村逆川中森（冬期閉鎖区間） 避難誘導 要配慮者を指定避難所へ誘導 避難所（横手市） ・狙半内地域センター ・西成瀬地域センター 避難所（東成瀬村） ・大柳センター ・成瀬川交流館 ・谷地天江会館 ・五里台センター ・間木重里台会館 ・まるごと自然館 ・ゆるるん ・岩井川地区防災センター	

図 2-14 噴火警戒レベル4およびレベル5における規制

須川コース令和4年9月9日から昭和湖まで通行できます

昭和湖から山頂へは通行できません。

須川コース登山道は、昭和湖付近の火山ガス(硫化水素)濃度が高いことから、昭和湖～天狗平(てんぐだいら)の区間(地図④～⑤)通行できませんので、山頂へは産沼コースをご利用ください。



図 2-15 火山ガスの湧出に伴う措置 (一部立入規制)

3. 計画で想定する噴火シナリオ

3.1 過去の噴火活動

栗駒山の約4万年前以降の噴火年代図を図3-1に、「剣岳火口」内に噴出した剣岳溶岩T-4を図3-2に示す。

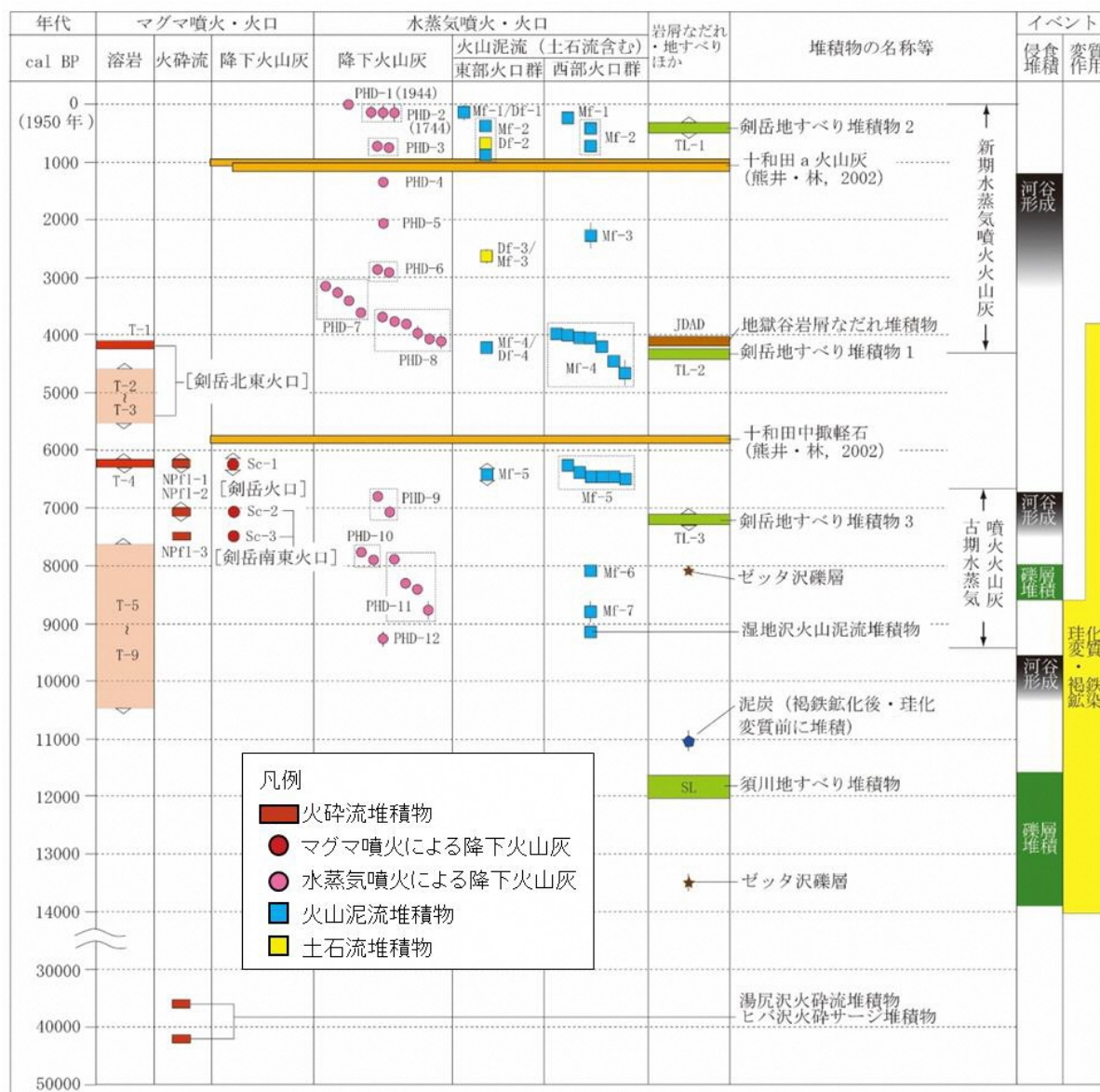


図 3-1 栗駒山の約4万年前以降の噴火年代図
(土井, 2018 より、土井宣夫氏から噴火年代図提供)

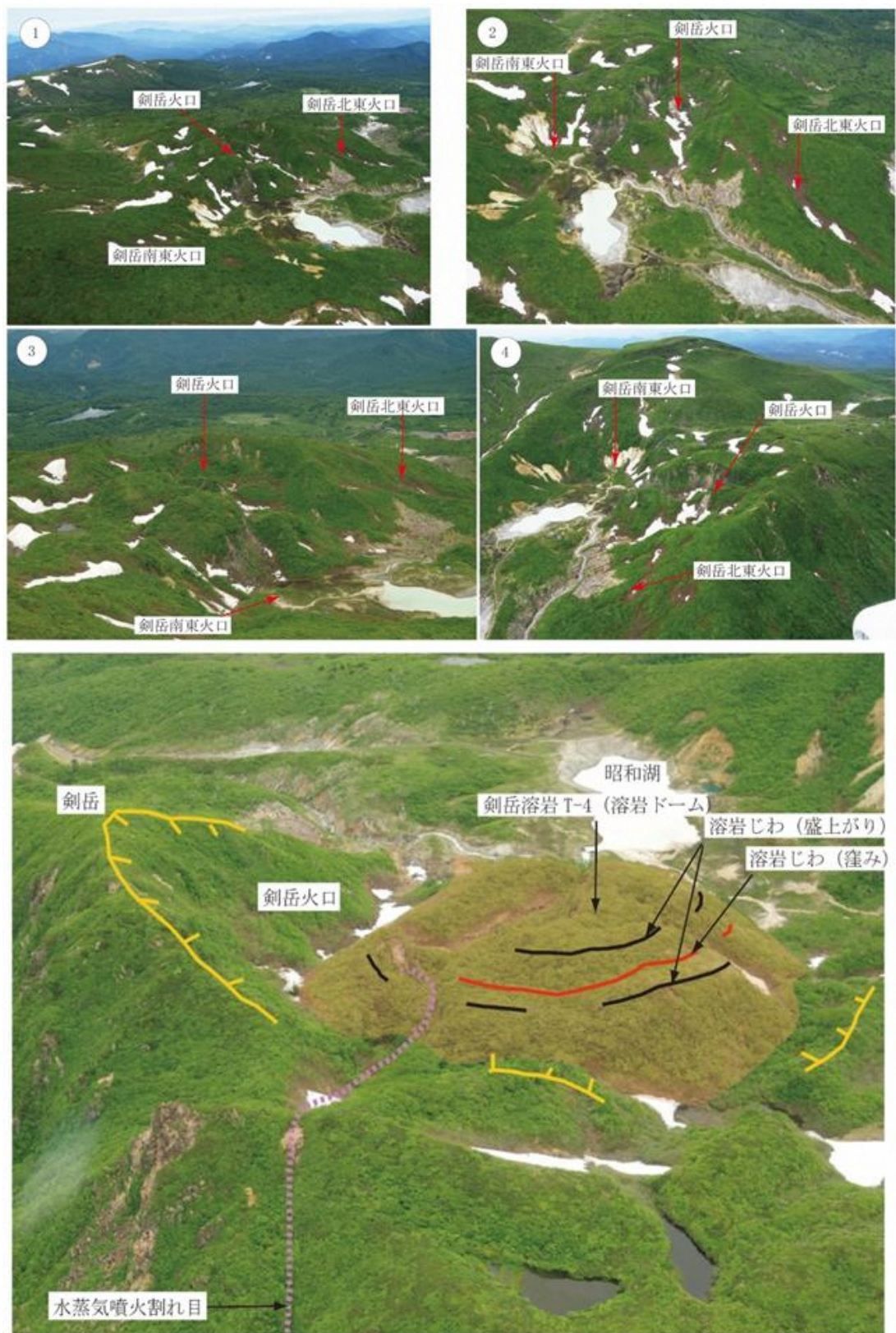


図 3-2 「剣岳火口」内に噴出した剣岳溶岩 T-4 (土井宣夫氏提供)

3.1.1 水蒸気噴火

学識者による調査で明らかにされた栗駒山の過去約 1 万年間の噴火堆積物（関連するイベント）から水蒸気噴火に関する特徴は以下のとおりである。

- ・ 過去約 1 万年間に少なくとも 12 回の水蒸気噴火が発生している。
- ・ 最大規模の水蒸気噴火は、約 4000 万年前に発生した PHD-8 を噴出したイベントであり、その噴出量は約 230 万 m^3 以上と見積もられた。
- ・ 水蒸気噴火に伴い、火口噴出型の泥流が複数回発生している（土井, 2017）。
- ・ 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は 3 年間にわたって酸性水被害に悩まされた（土井, 2006）。
- ・ 山体崩壊や大規模な地滑りが発生している（図 3-3）。

3.1.2 マグマ噴火

栗駒山の噴火履歴解明のための地質調査が、火山専門家を中心に実施され、特に過去約 1 万年間の栗駒山のマグマ噴火履歴の実態が明らかにされた。調査成果をもとに明らかにされたマグマ噴火の要点は以下の通りである。

- ・ 過去約 1 万年間に少なくとも 9 回のマグマ噴火が北側斜面にある剣岳付近で発生している。
- ・ 径の大きい噴火口は「剣岳火口」「剣岳南東火口」「剣岳北東火口」が確認された。
- ・ 火口と剣岳岩脈の分布範囲を円で囲うと直径約 900m の円内に入る。
- ・ 栗駒山では、過去約 1 万年以内のマグマ噴火による堆積物として、溶岩流・火砕流・降下火山灰が確認された。
- ・ 最新期のマグマ噴火は剣岳溶岩 T-1 で、噴火年代は約 6.4 千年前から約 4.0 千年前の間である。
- ・ マグマ噴火による噴出量の最大値はおおむね 500 万 m^3 である。

【栗駒山の地すべり地形】

- ・ 栗駒山山頂付近には複数の地すべり地形が確認され、大規模な須川地すべり堆積物の誘因は直下型地震と考えられている。
- ・ このことのように、栗駒山は噴火による土砂移動だけでなく、地震に伴う大規模な土砂移動も想定される。

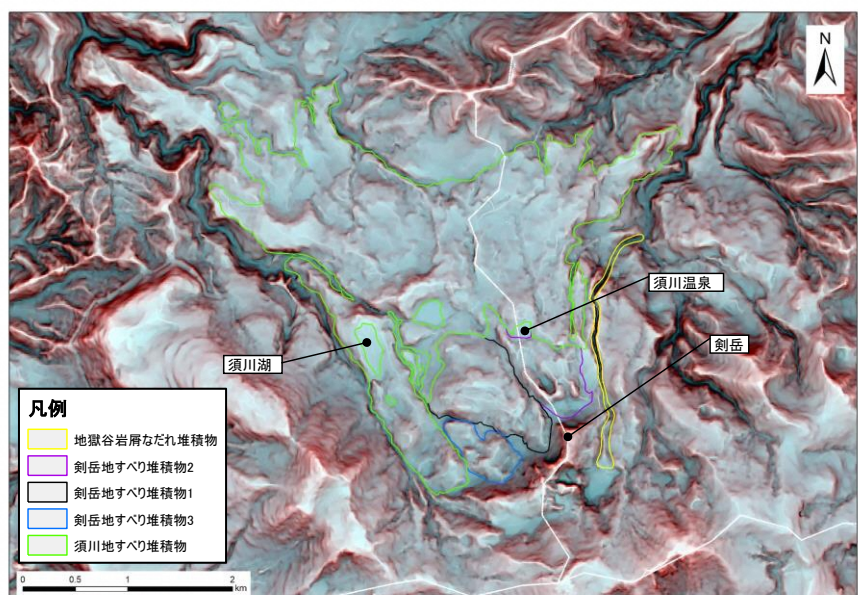


図 3-3 栗駒山山頂付近の地形と地すべり堆積物の分布

3.2 想定火口範囲

栗駒山の過去約1万年間の噴火の発生日点は、図3-4に示す剣岳周辺であり、これらの火口地形、溶岩噴出口及び岩脈を包括する範囲として、噴火の想定火口範囲を設定した。噴火の想定火口範囲には、昭和湖や剣岳の大部分が含まれる。

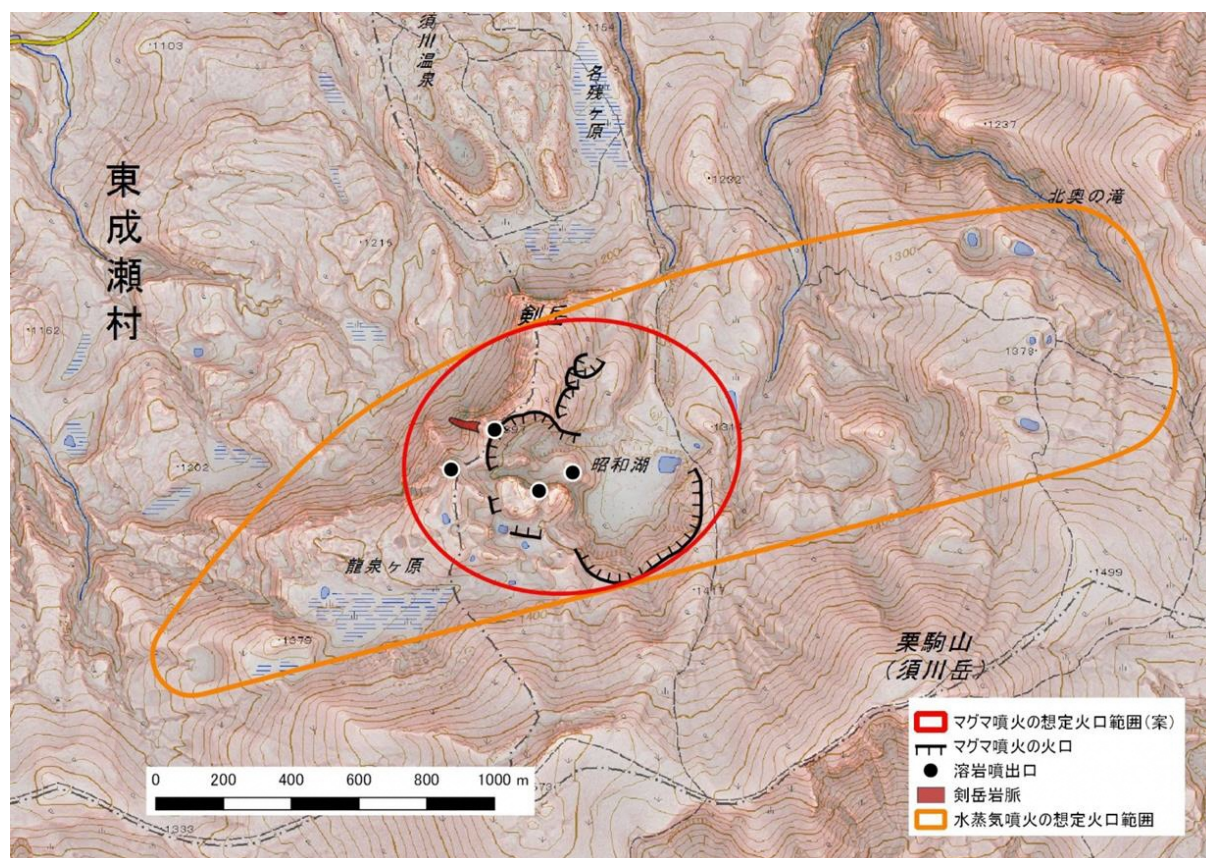


図 3-4 栗駒山噴火時の想定火口範囲

3.3 栗駒山の噴火シナリオ

噴火シナリオは、いくつかの噴火ケースにおいて想定される火山現象及びその規模、影響が及ぶ範囲の推移を時系列として示したものである（火山防災マップ作成指針）。また、噴火シナリオは、火山ハザードマップとあわせて噴火警戒レベル導入検討の基礎資料となるものである。

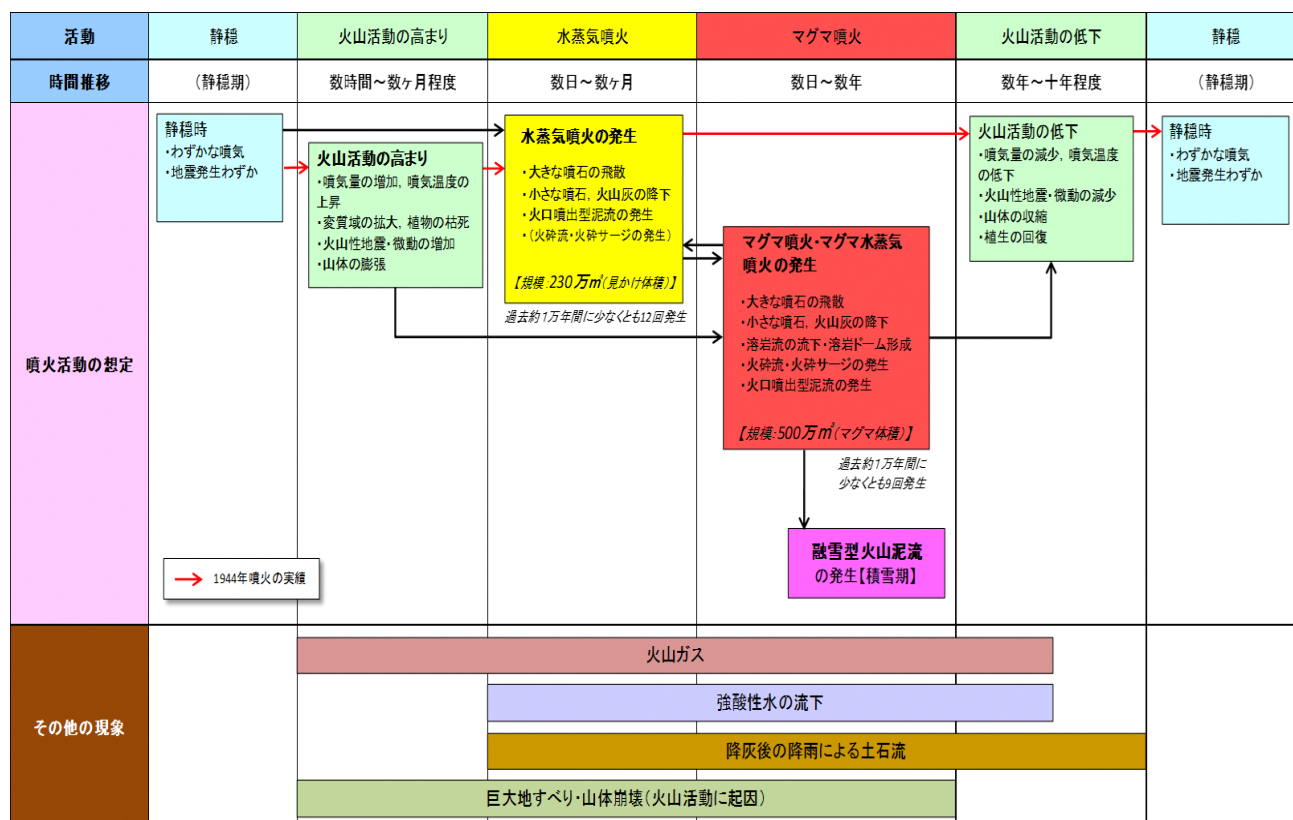


図 3-5 栗駒山の噴火シナリオ

4. 想定される影響範囲と被害の想定

4.1 栗駒山火山ハザードマップ

4.1.1 ハザードマップ作成の条件

栗駒山火山ハザードマップにおける各噴火現象の前提条件および想定方法を表 4-1 に示す。この条件に基づき、噴火時の各現象について数値シミュレーションを実施し、栗駒山の火山ハザードマップの元データが作成されている（図 4-1、図 4-2）。

表 4-1 噴火時の影響範囲の前提条件及び想定方法

項目	内容	
火口位置	過去約1万年間の噴火の火口地形、溶岩噴出口及び岩脈を包括する範囲	
噴火種類	水蒸気噴火、マグマ噴火、マグマ水蒸気噴火	
噴火規模	230万m ³ （水蒸気噴火）、500万m ³ （マグマ噴火）	
発生現象	大きな噴石	・シミュレーション(弾道計算)により想定
	小さな噴石、火山灰(降下火砕物)	・シミュレーション(移流拡散モデル; Tephra2)により想定
	溶岩流(溶岩ドーム含む)	・シミュレーション(石原モデル)により想定
	火砕流・火砕サージ	・シミュレーション(乾燥粒子流モデル)により想定
	融雪型火山泥流	・シミュレーション(J-sas泥流モデル)により想定
	降灰後の降雨による土石流	・火山灰等の堆積厚が10cm以上となる溪流を抽出 ・広域の場合は土砂災害警戒区域(土石流危険溪流)を参考
	巨大地すべり・山体崩壊(火山活動に起因)	・火山活動に起因する可能性があるものを実績図として示す

4.1.2 栗駒山火山ハザードマップ

図 4-1 及び図 4-2 に平成 30 年 3 月に栗駒山火山防災協議会が作成した栗駒山火山ハザードマップを示す。



噴火想定範囲

噴火したときに発生する現象

普段から注意が必要

火山ガス

大きな噴石

が火口
間で見
どの破

火礫流・火礫

富士山

神雲刑山泥流

写真: 船に突く山を捉えた瞬間

※奥駒山では上記の現象以外に、噴火後に強酸性水が流出した事例があります。また、堆積物は確認されていませんが、水蒸気噴火時にも火口周辺で火砕流を伴う可能性があります。

除酸性水の流下

[illegible]

噴火の種類

どのような噴火が起きるか？

東の日本を代表する作家

[illegible]

小さな噴石 火山灰 (随王少雄演)

噴火により爆出した火山灰中や軽石などの小さな噴石や火山灰は、上空の風に流されて下降し、火山口から遠いところまで影響することがあります。小さな噴石は、噴出してから地面に落下するまで数分から数十分かかるため、屋内等に避難することと身を守るということが重要です。

このバーデッドツリーでは、上空の風が平行に流れる場合を想定しています。なお、一部の噴火で必ずしも全方向に火山灰が降るわけでは限りません。

火口噴出型泥流

An aerial photograph showing a large fire at a residential care facility. Thick black smoke billows from the burning area, which is surrounded by other buildings and parking lots. The fire appears to be spreading across a large structure.

漢字・漢字下へ

火口から噴出した溶岩が粘性的の高い溶岩として山腹斜面を落下する現象です。

比較的時間ゆっくり流れるので避難が可能ですが、通過域の森林や道路等をすべて喪失・埋没させます。



降灰後の降雨による土石流

土石流は、火山灰等が混入した斜面において降雨に伴い発生し、谷地形や沢に沿って南下する現象です。
火山灰などの堆積状態により、使火後約1月～数年間にわたって土石流が発生しやすくなります。
土石流の被害防止には、斜面の保全が重要です。

水蒸気噴火が発生した場合

水蒸気噴火は、噴火想定範囲のいずれかの地点から発生する可能性が高いと予想されます。大きな噴石、小さな噴石・火山灰および火口噴出型泥流の影響範囲は、火口の位置によって変化します。

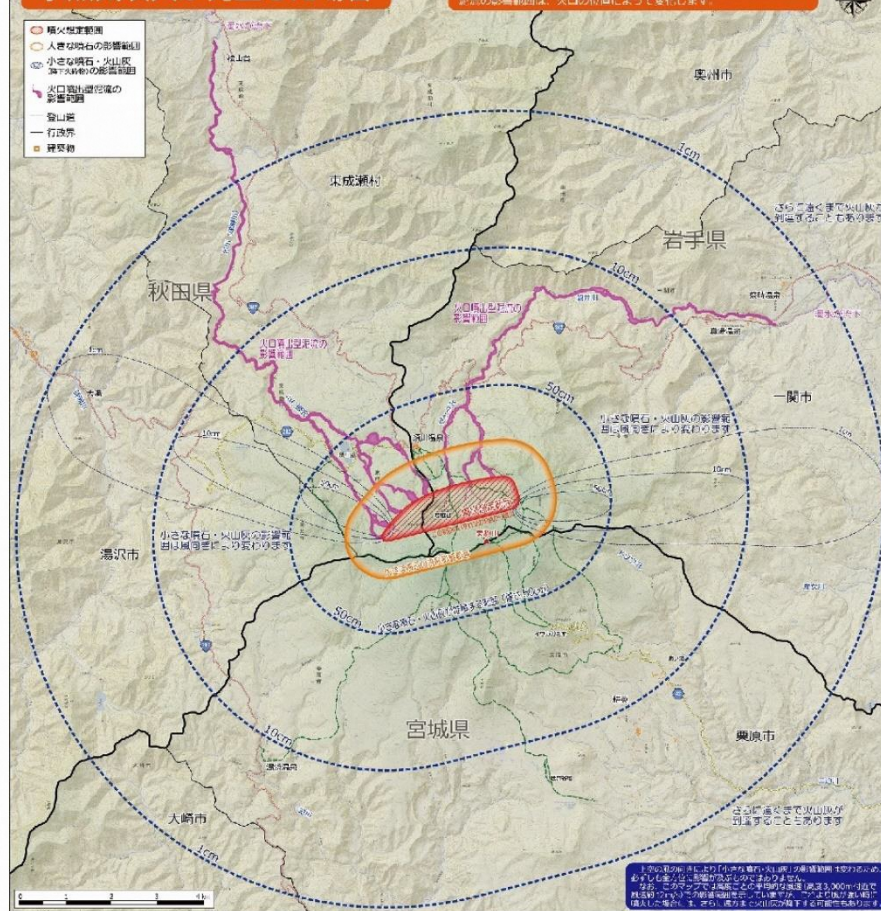


図 4-1 栗駒山火山ハザードマップ（水蒸気噴火が発生した場合）

【津波窓口】作成：栗駒山火山防災協議会 発行年月：平成 30 年 3 月
 西平町 復興課 総合対策室（09-629-5115） 高橋城 総務課 企画・広報課（022-211-2375） 秋田県 総務課 企画政策課（010-860-4552）
 この冊子の普及に当たっては、国土交通省の厚労省等と、関係機関の協賛調整が得られ、国や自治体の公費で印刷された。印刷費は、北海道、東北地方

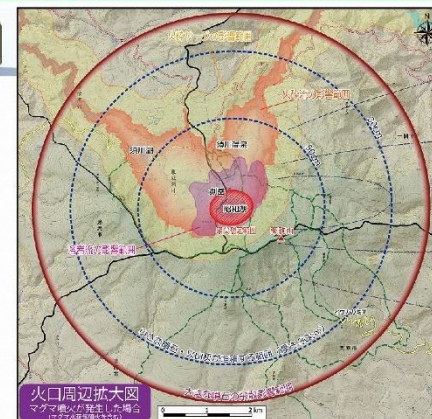
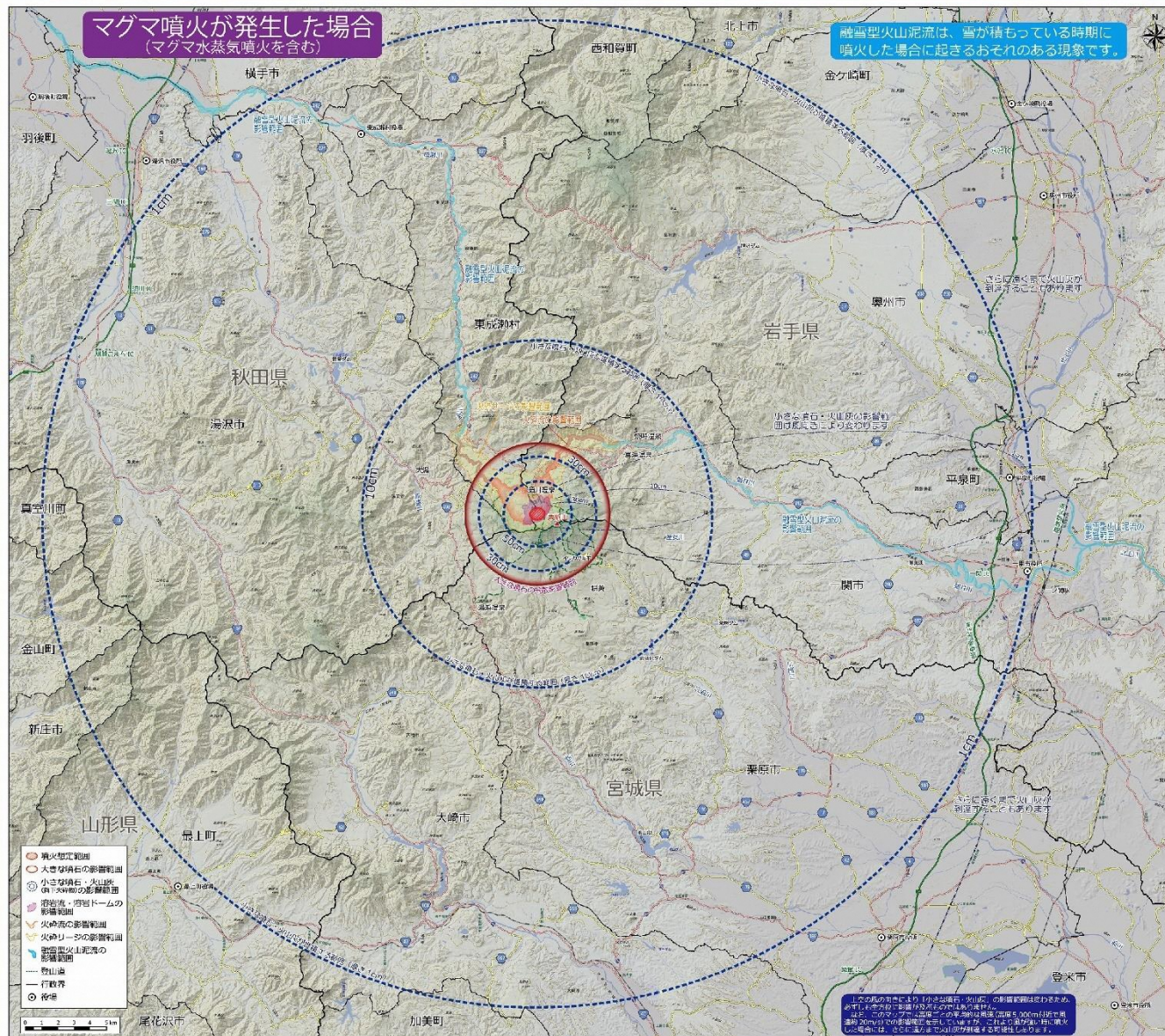


図 4-2 栗駒山火山ハザードマップ（マグマ噴火が発生した場合）

4.2 緊急減災対策砂防計画における降灰後の降雨による土石流の被害想定

4.2.1 対象渓流の選定

降灰後の土石流の対象渓流は、火山ハザードマップ検討における対象渓流の考え方を踏襲し、マグマ噴火時に流域の概ね5割以上に10cm以上※の降灰等の堆積が想定される渓流とする。対象となる渓流は7渓流だが、小安峡温泉は降灰10cmライン上に位置するため、隣接する4渓流も対象に加え、計11渓流（秋田県8渓流、宮城県3渓流）を緊急ハード対策の対象とする（図4-4）。

※火山ハザードマップでは他火山における降灰深と土石流が頻発する区域の関係をもとに降灰10cm以上の範囲に含まれる渓流を対象としているが、1cm程度の降灰でも通常より土石流が発生しやすくなることに留意する必要がある。

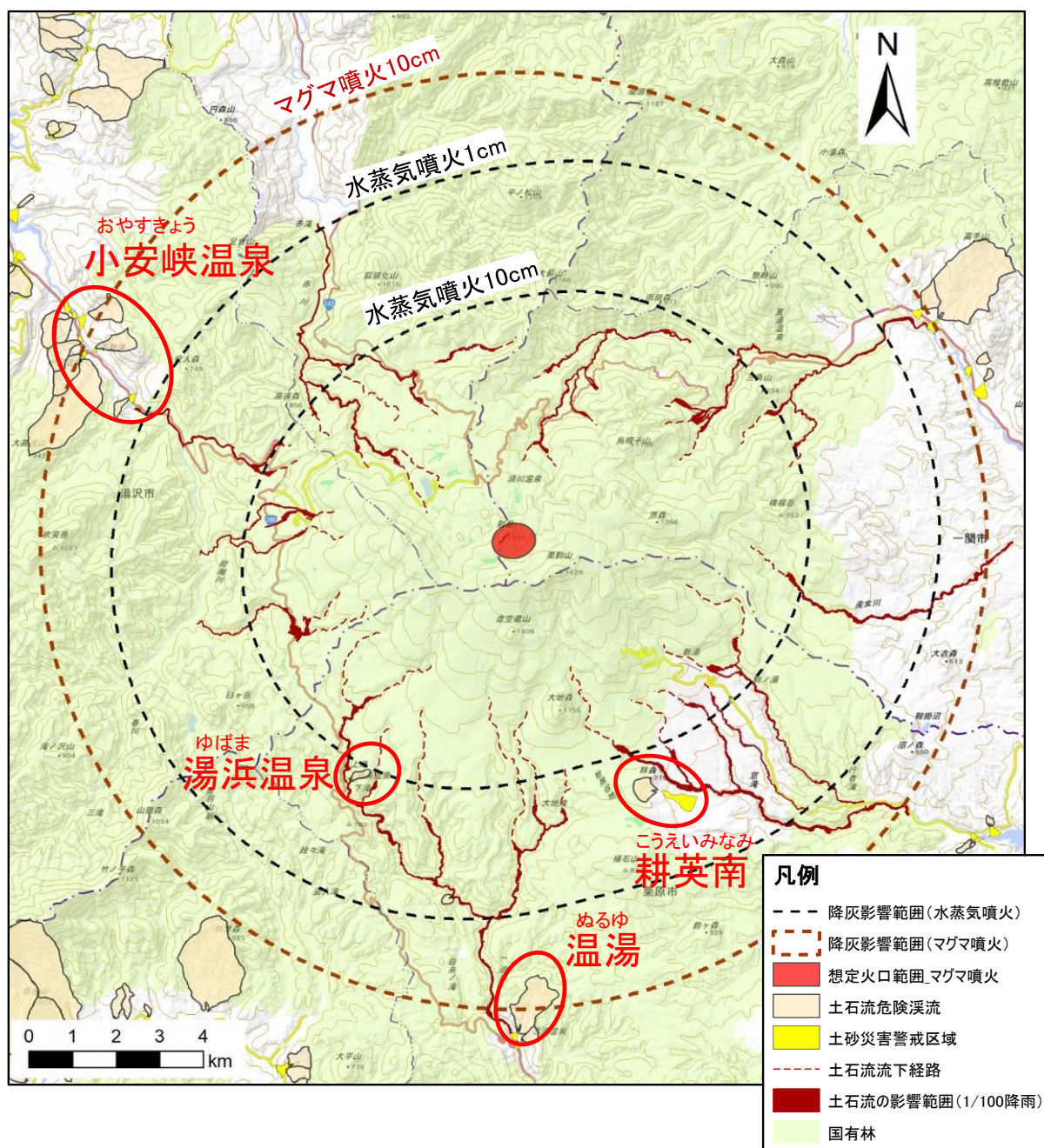


図 4-3 降灰後の降雨による土石流の対象箇所

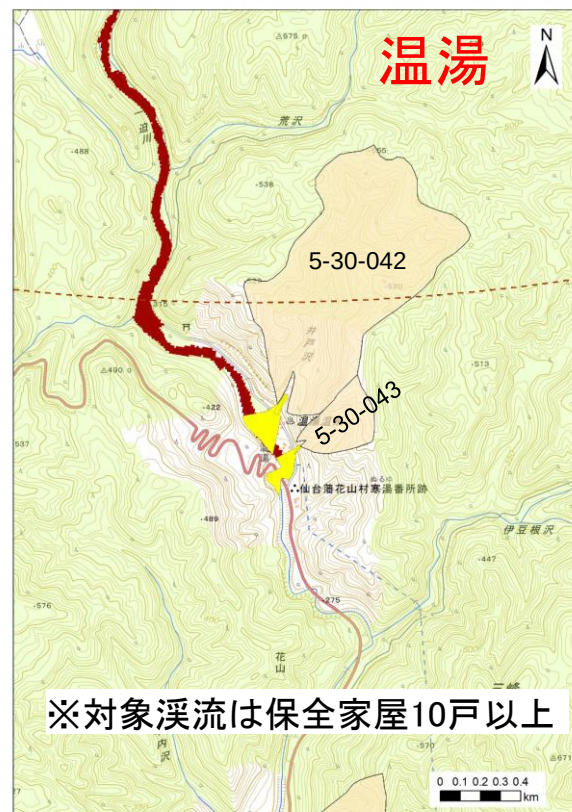
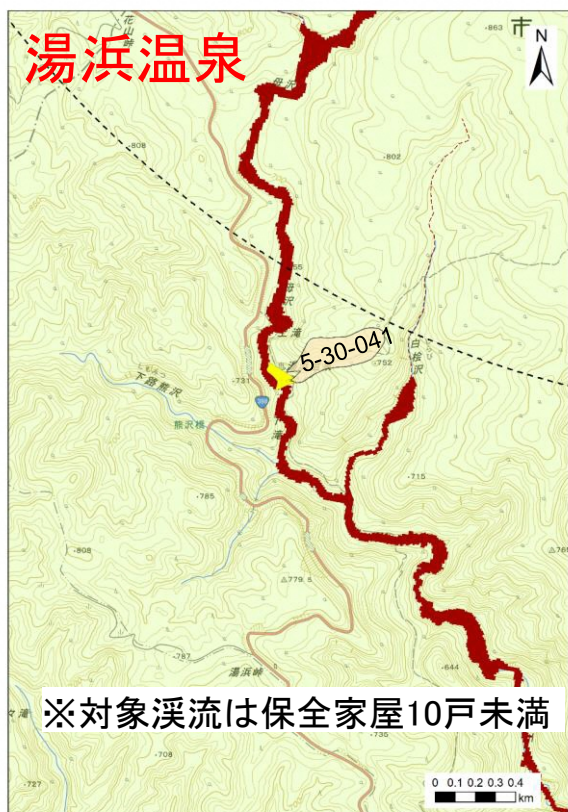
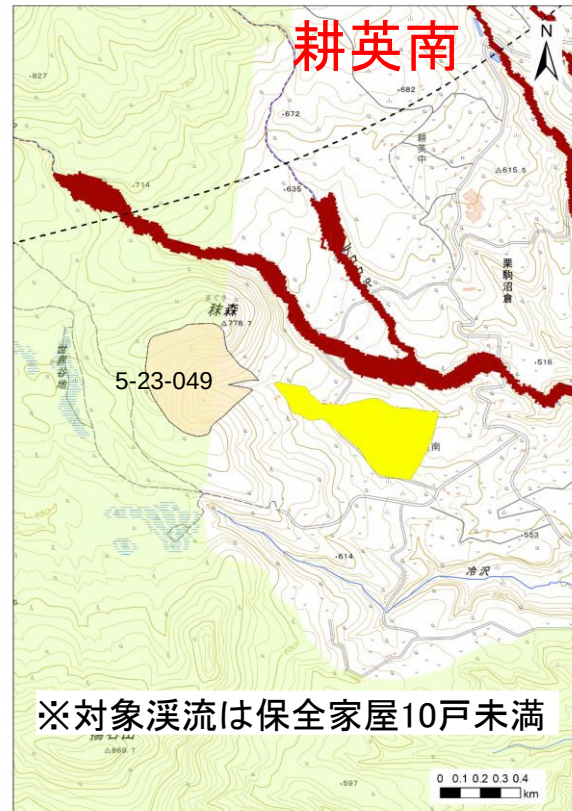
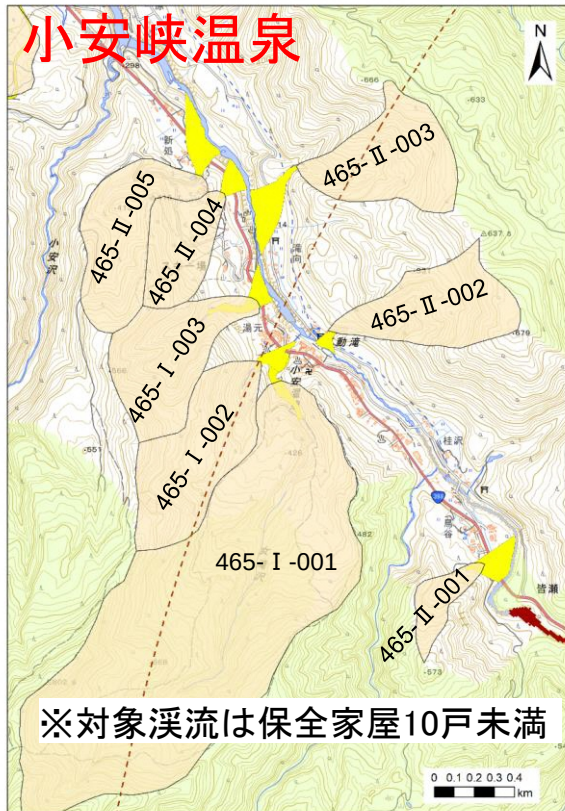


図 4-4 降灰後の降雨による土石流の対象溪流

4.2.2 数値シミュレーションの実施

(1) 予測モデル

火山ハザードマップにおける降灰後の土石流シミュレーションに使用している J-SAS の土石流モデルを使用した。

(2) 計算開始点

土石流区域調書に示されている基準点を計算開始点とする。

(3) 降雨規模

計画降雨は日雨量とし、火山ハザードマップ検討時と同様に 100 年超過確率規模の降雨と既往最大降雨を比較して大きい方とした。

図 4-5 に示す対象溪流と雨量観測所の位置関係より、対象溪流毎の対象降雨は表 4-2 のとおりに設定した。

表 4-2 ハード対策対象溪流の対策降雨規模

県	溪流番号	溪流名	対象雨量 (mm/day)	観測所	採用
秋田県	465- I -001	女滝沢（めたきさわ）	231	栗駒	既往最大
	465- II -001	清水沢（しみずさわ）	231	栗駒	既往最大
	465- II -002	湯元2（ゆもと2）	231	栗駒	既往最大
	465- II -003	滝向沢（たきむかいさわ）	231	栗駒	既往最大
	465- I -002	湯元沢2（ゆもとさわ2）	231	栗駒	既往最大
	465- I -003	湯元1（ゆもと1）	231	栗駒	既往最大
	465- II -004	新処沢（あらところさわ）	231	栗駒	既往最大
	465- II -005	新処沢2（あらところさわ2）	231	栗駒	既往最大
宮城県	5-30-041	赤沢（あかさわ）	244	保呂内	1/100
	5-30-042	温湯沢（ぬるゆさわ）	244	保呂内	1/100
	5-23-049	秣森沢（まぐさもりさわ）	266	駒ノ湯	1/100

表 4-3 各雨量観測所の 1/100 年雨量と既往最大雨量

観測所	統計計算結果	確率計算手法			選定手法	1/100年雨量 (mm/day)	既往最大雨量 (mm/day)	対象雨量 (mm/day)
		Gumbel	SqrtEt	Gev				
栗駒	SLSC	0.019	0.014	0.013	Gumbel	228	231	231
	Jackknife推定誤差	19.5	20.8	32.4				
	確率水文量	228	243	241				
駒ノ湯	SLSC	0.034	0.074	0.022	Gumbel	266	233	266
	Jackknife推定誤差	20.5	91.5	28.6				
	確率水文量	266	390	236				
保呂内	SLSC	0.025	0.043	0.016	Gumbel	244	212	244
	Jackknife推定誤差	17.1	25.1	21.3				
	確率水文量	244	295	226				
祭時	SLSC	0.031	0.023	0.025	Gumbel	280	300	300
	Jackknife推定誤差	28.8	30.7	54.6				
	確率水文量	280	308	289				

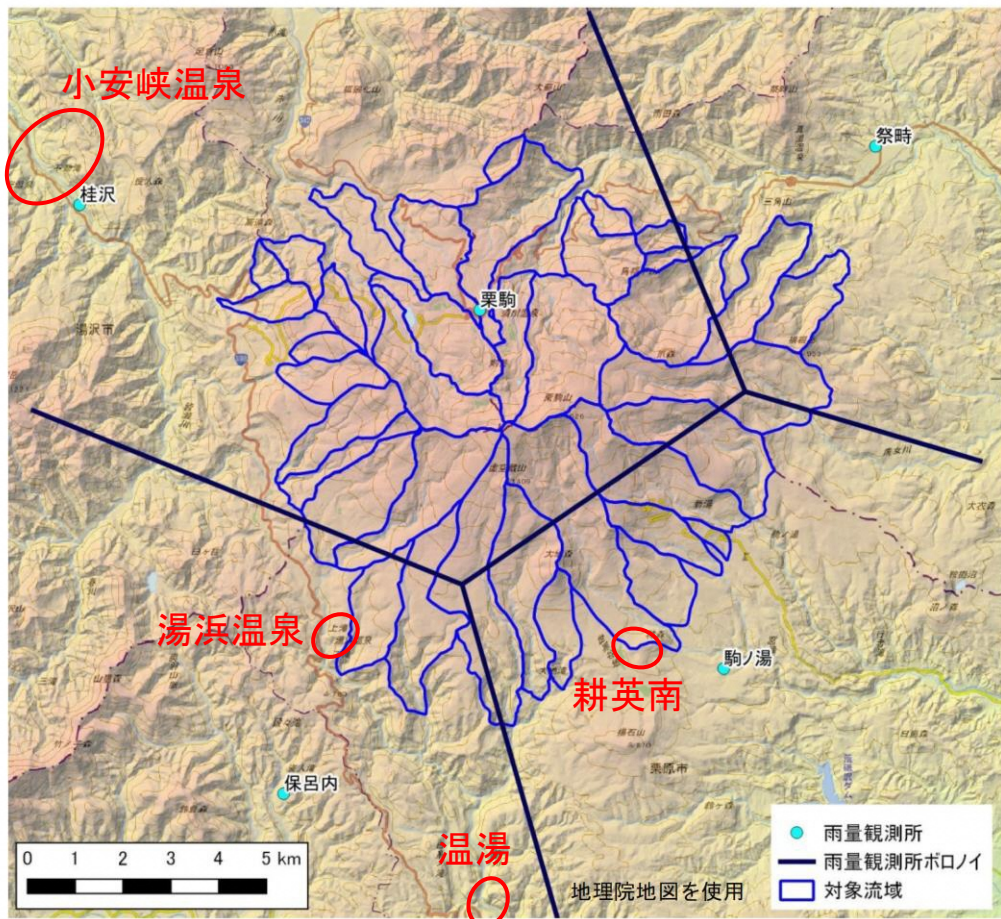


図 4-5 対象降雨観測所位置

(4) 移動可能土砂量

移動可能土砂量は基礎調査による侵食可能土砂量に流域の降灰量を加えたものとした。

流域降灰量は、降灰の火山ハザードマップに基づき、斜面勾配 10° 以上の斜面の降灰量を算出した。ここで降灰深は等層厚線で挟まれる区域は 2 本の層厚の外側を代表値とした（例：等層厚線 10cm と 1cm で挟まれる区域は 1cm）。

$$\text{移動可能土砂量} = \text{侵食可能土砂量} + \text{流域降灰量}$$

※侵食可能土砂量は基礎調査に基づく

表 4-4 侵食可能土砂量

県	溪流番号	溪流名	流域面積 (km ²)	区間長※ (m)				侵食可能断面積※ (m ²)				侵食可能 土砂量 (m ³)
				0次谷	1次谷	2次谷	3次谷	0次谷	1次谷	2次谷	3次谷	
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	1.64	11,216	2,924	259	1,832	0.78	1.40	1.75	2.36	17,620
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	798	188			0.18	0.75			290
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	1,400	614			0.40	1.60			1,550
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	2,147	278			1.20	3.00			3,420
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	2,087	461	681		0.32	0.56	0.64		1,370
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	1,392	478	95		2.15	2.30	2.10		4,300
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	521	253	166		3.20	6.90	1.70		3,700
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	1,331	1,096			6.40	1.00			9,620
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	332	138			2.00	5.00			1,360
	5-30-042	温湯沢	0.71	2,210	1,407	1,127		1.50	2.00	2.50		8,950
	5-23-049	株森沢	0.33	642	555			4.20	5.28			5,630

※は、土砂災害防止法に関する区域調査より

表 4-5 移動可能土砂量

県	溪流番号	溪流名	流域面積 (km ²)	侵食可能 土砂量 A (m ³)	流域降灰量					移動可能 土砂量 A+B (m ³)
					降灰エリア		降灰量			
					1～10cm 面積 (m ²)	10～30cm 面積 (m ²)	1～10cm 代表値 1cm (m ³)	10～30cm 代表値 10cm (m ³)	流域 降灰量 B (m ³)	
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	1.64	17,620	555,275	1,084,725	5,550	108,470	114,020	131,640
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	290		69,575	0	6,960	6,960	7,250
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	1,550		261,825	0	26,180	26,180	27,730
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	3,420	74,500	206,700	750	20,670	21,420	24,840
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	1,370	273,225	56,925	2,730	5,690	8,420	9,790
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	4,300	278,025		2,780	0	2,780	7,080
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	3,700	140,375		1,400	0	1,400	5,100
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	9,620	261,075		2,610	0	2,610	12,230
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	1,360		46,150	0	4,620	4,620	5,980
	5-30-042	温湯沢	0.71	8,950	204,425	165,300	2,040	16,530	18,570	27,520
	5-23-049	株森沢	0.33	5,630		142,100	0	14,210	14,210	19,840

(5) 運搬可能土砂量

運搬可能土砂量は「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）H28年4月」に準拠し、下記の式により算定した。

ここで用いる土砂濃度 C_d 、流出補正率 f_r 、堆積土砂空隙率 λ は基礎調査の値とした。

（運搬可能土砂量算定式）

$$V_{ec} = \frac{10^3 \cdot R_T \cdot A}{1 - \lambda} \cdot \left(\frac{C_d}{1 - C_d} \right) \cdot f_r \times \beta$$

V_{ec} : 運搬可能土砂量 (m³)

R_T : 計画規模の日雨量 (mm)

A : 流域面積 (m²)

C_d : 土砂濃度

f_r : 流出補正率 ($0.1 \leq f_r \leq 0.5$)

λ : 堆積土砂空隙率

表 4-6 運搬可能土砂量

県	溪流番号	溪流名	流域面積 (km ²)	基準地点 における 土砂濃度 C_d^*	空隙率 λ	流出 補正 係数 f_r^*	計画 日雨量 R_T (mm)	運搬可能 土砂量 V_{ec} (mm)
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	1.64	0.30	0.40	0.21	231	56,830
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	0.36	0.40	0.50	231	8,660
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	0.40	0.40	0.37	231	27,540
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	0.40	0.40	0.37	231	28,490
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	0.30	0.40	0.35	231	21,370
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	0.35	0.40	0.39	231	20,210
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	0.30	0.40	0.50	231	8,250
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	0.30	0.40	0.37	231	17,700
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	0.54	0.40	0.50	244	16,710
	5-30-042	温湯沢	0.71	0.30	0.40	0.28	244	34,650
	5-23-049	秣森沢	0.33	0.30	0.40	0.36	266	22,570

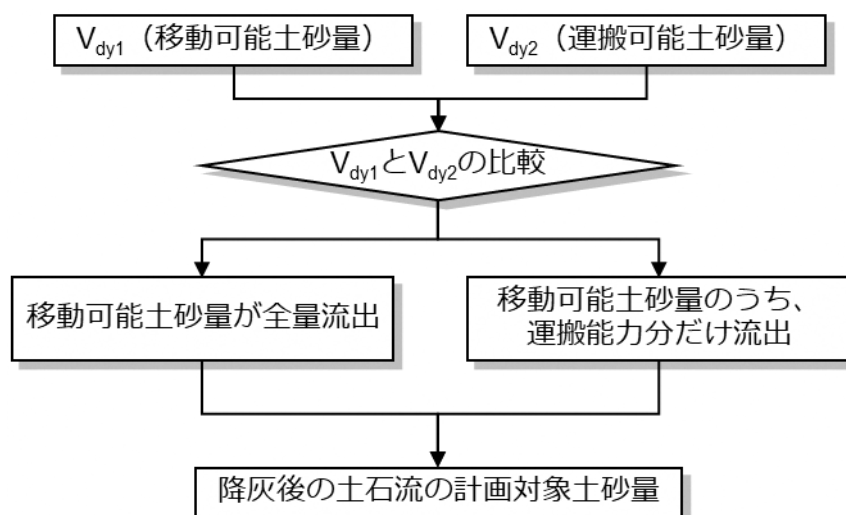
※は、土砂災害防止法に関する区域調書より

(6) 計画流出土砂量

無施設時の流出土砂量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）H28年4月」に基づき「移動可能土砂量」と「運搬可能土砂量」を比較し、小さい方を採用し、ここから現況施設効果量を差し引いた値を計画対象土砂量とした。

表 4-7 計画流出土砂量

県	溪流番号	溪流名	流域面積 (km ²)	移動可能 土砂量 ① (m ³)	運搬可能 土砂量 ② (m ³)	無施設時 流出 土砂量 ③ MIN(①,②) (m ³)	現況施設 効果量 ④ (m ³)	計画 流出 土砂量 ③-④ (m ³)
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	1.64	131,640	56,830	56,830	430	56,400
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	7,250	8,660	7,250	2,530	4,720
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	27,730	27,540	27,540	0	27,540
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	24,840	28,490	24,840	300	24,540
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	9,790	21,370	9,790	90	9,700
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	7,080	20,210	7,080	80	7,000
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	5,100	8,250	5,100	190	4,910
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	12,230	17,700	12,230	220	12,010
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	5,980	16,710	5,980	0	5,980
	5-30-042	温湯沢	0.71	27,520	34,650	27,520	130	27,390
	5-23-049	株森沢	0.33	19,840	22,570	19,840	0	19,840



V_{dy1} : 移動可能土砂量の記号

V_{dy2} : 運搬可能土砂量の記号

※『砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）平成28年4月』

図 4-6 降灰後の土石流の計画対象土砂量算定の流れ

(7) ハイドログラフの設定

1) ピーク流量

土石流ピーク流量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）および同解説」に従い、下記の式により算出した。なお、1波の移動可能土砂量は、土石流区域調書による1波の侵食可能土砂量に1波の降灰量を加えた。1波の降灰量は侵食可能土砂量の全体と1波の比率見合いで設定した。

（土石流ピーク流量算出式）

$$Q_{sp} = 0.01 \cdot \sum Q$$

$$\sum Q = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d}$$

Q_{sp} : 土石流ピーク流量 (m³/s)

$\sum Q$: 土石流総流量 (m³)

V_{dqp} : 1波の土石流により流出すると想定される土砂量（空隙込み）(m³)

C_d : 土石流濃度

表 4-8 土石流ピーク流量

県	溪流番号	溪流名	流域面積 (km ²)	1波の土石流による流出土砂量							基準地点 における 土砂濃度 C_d	渓床堆積 土砂の容積 土砂濃度 C_*	土石流 総流量 (m ³)	ピーク 流量 (m ³ /s)
				侵食 可能 土砂量 ① (m ³)	1波の 侵食 可能 土砂量※ ② (m ³)	降灰量 ③ (m ³)	1波の 降灰量 ④ ②/①*③ (m ³)	1波の 移動可能 土砂量 ②+④ (m ³)	運搬 可能 土砂量 (m ³)	1波の 土砂量 (m ³)				
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	1.64	17,620	5,410	114,020	35,010	40,420	56,830	40,420	0.30	0.60	80,840	808
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	290	190	6,960	4,560	4,750	8,660	4,750	0.36	0.60	7,917	79
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	1,550	1,160	26,180	19,590	20,750	27,540	20,750	0.40	0.60	31,125	311
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	3,420	1,300	21,420	8,140	9,440	28,490	9,440	0.40	0.60	14,160	142
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	1,370	1,000	8,420	6,150	7,150	21,370	7,150	0.40	0.60	10,725	107
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	4,300	1,390	2,780	900	2,290	20,210	2,290	0.40	0.60	3,435	34
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	3,700	1,900	1,400	720	2,620	8,250	2,620	0.40	0.60	3,930	39
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	9,620	2,900	2,610	790	3,690	17,700	3,690	0.40	0.60	5,535	55
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	1,360	1,360	4,620	4,620	5,980	16,710	5,980	0.54	0.60	6,644	66
	5-30-042	温湯沢	0.71	8,950	3,230	18,570	6,700	9,930	34,650	9,930	0.30	0.60	19,860	199
	5-23-049	株森沢	0.33	5,630	4,490	14,210	11,330	15,820	22,570	15,820	0.30	0.60	31,640	316

※1波の侵食可能土砂量は土石流区域調書より

2) 土石流ハイドログラフ

後方集中型の三角形ハイドログラフを想定し、算出したピーク流量と、計算流出土砂量から、継続時間を算出した。

表 4-9 土石流ハイドログラフ

県	溪流番号	溪流名	流域面積 (km ²)	土砂濃度 C _d	ピーク流量 (m ³ /s)	ピーク流量のうちの 実容積 (m ³ /s)	ピーク流量のうちの 清水量 (m ³ /s)	流出土砂量 (空隙込) (m ³)	流出土砂量 (実容積) (m ³)	継続時間 (秒)	継続時間 (分)	ピーク位置 の時間 (秒)
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	1.64	0.30	808	243	565	56,400	33,840	279	4.6	223
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	0.36	79	29	50	4,720	2,832	195	3.3	156
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	0.40	311	125	186	27,540	16,524	264	4.4	212
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	0.40	142	57	85	24,540	14,724	517	8.6	413
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	0.40	107	43	64	9,700	5,820	271	4.5	217
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	0.40	34	14	20	7,000	4,200	600	10.0	480
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	0.40	39	16	23	4,910	2,946	368	6.1	295
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	0.40	55	22	33	12,010	7,206	655	10.9	524
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	0.54	66	36	30	5,980	3,588	199	3.3	159
	5-30-042	温湯沢	0.71	0.30	199	60	139	27,390	16,434	548	9.1	438
	5-23-049	株森沢	0.33	0.30	316	95	221	19,840	11,904	251	4.2	200

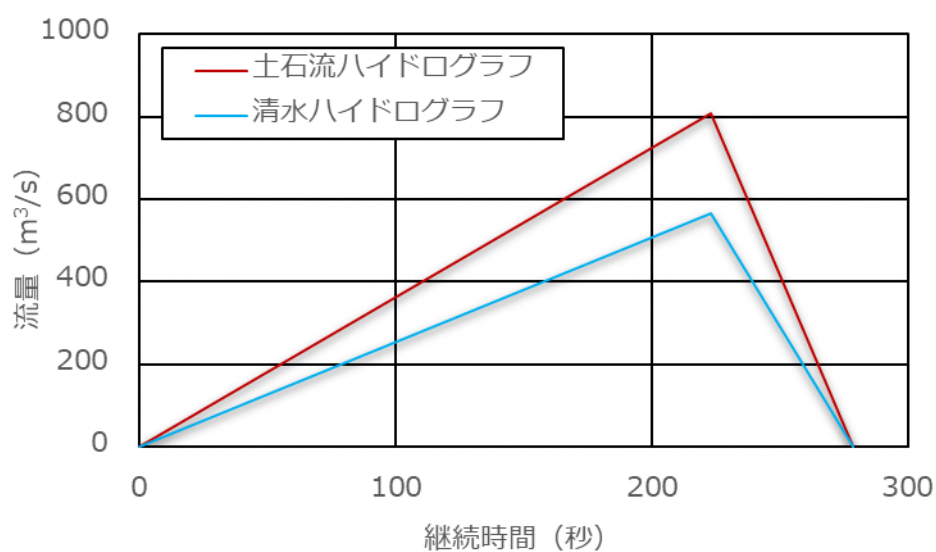


図 4-7 降灰後の土石流のハイドログラフ（女滝沢の例）

(8) 計算条件

降灰後の土石流の被害想定は二次元氾濫シミュレーション（J-SAS）により評価した。

シミュレーションの計算条件は、ハザードマップ検討時の設定と同様とし、以下のとおり設定した。

表 4-10 土石流シミュレーション計算条件

項目	設定方法等	計算条件
砂礫の密度 σ	一般値より(2.6g/cm ³ 程度)	2.65g/cm ³
流体の密度 ρ	一般値より(1.2g/cm ³ 程度)	1.2g/cm ³
堆積土砂濃度 C_s	一般値より(0.6程度)	0.6
内部摩擦角 ϕ	一般値より(30° ～40° 程度)	30°
代表粒径 d	現地調査結果による平均粒径	10cm
粒子の反発係数	一般値より(0.6～0.8程度)	0.8
計算メッシュ	砂防基盤図から作成	5m
刻み時間 dt	計算が安定するように設定	0.1秒

※一般値は、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）等の記載による

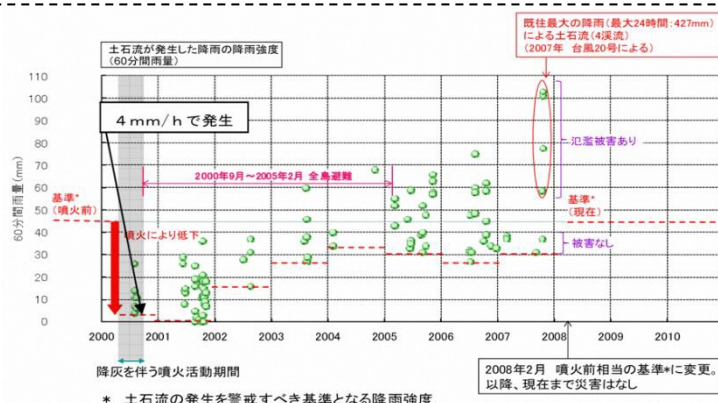
(9) 数値シミュレーション結果のまとめ

数値シミュレーションによる最大流動深分布図と最大土砂堆積深分布図を表 4-12～表 4-14 に示す。さらに、各溪流の土砂災害警戒区域内の資産数量と数値シミュレーション結果を表 4-11 に整理した。

降灰後の土石流は、降灰により降雨量が少なくても発生しやすいため注意が必要である。また、発生すると短時間で土石流が到達し、現在の土砂災害警戒区域よりも氾濫範囲が広くなる箇所もあることに注意が必要である。

[参考]

霧島山 2011 年噴火では、三宅島 2000 年噴火の降雨データを参考に避難の基準雨量を一時期 4mm/h まで引き下げ、その後段階的に引き上げていきました。



三宅島の土石流発生状況と発生時の降雨強度の関係

表 4-11 数値シミュレーションによる被害状況の整理

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
			流域 面積 (km ²)	施設 効果量 (m ³)	流出 土砂量 現況施設 (m ³)	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
	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
	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
	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
	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
	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
	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
	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
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
	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
	5-23-049	秣森沢	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

※降灰後土石流発生後は、数分から数十分で保全対象まで到達する。

表 4-12 数値シミュレーション結果（降灰後の土石流）

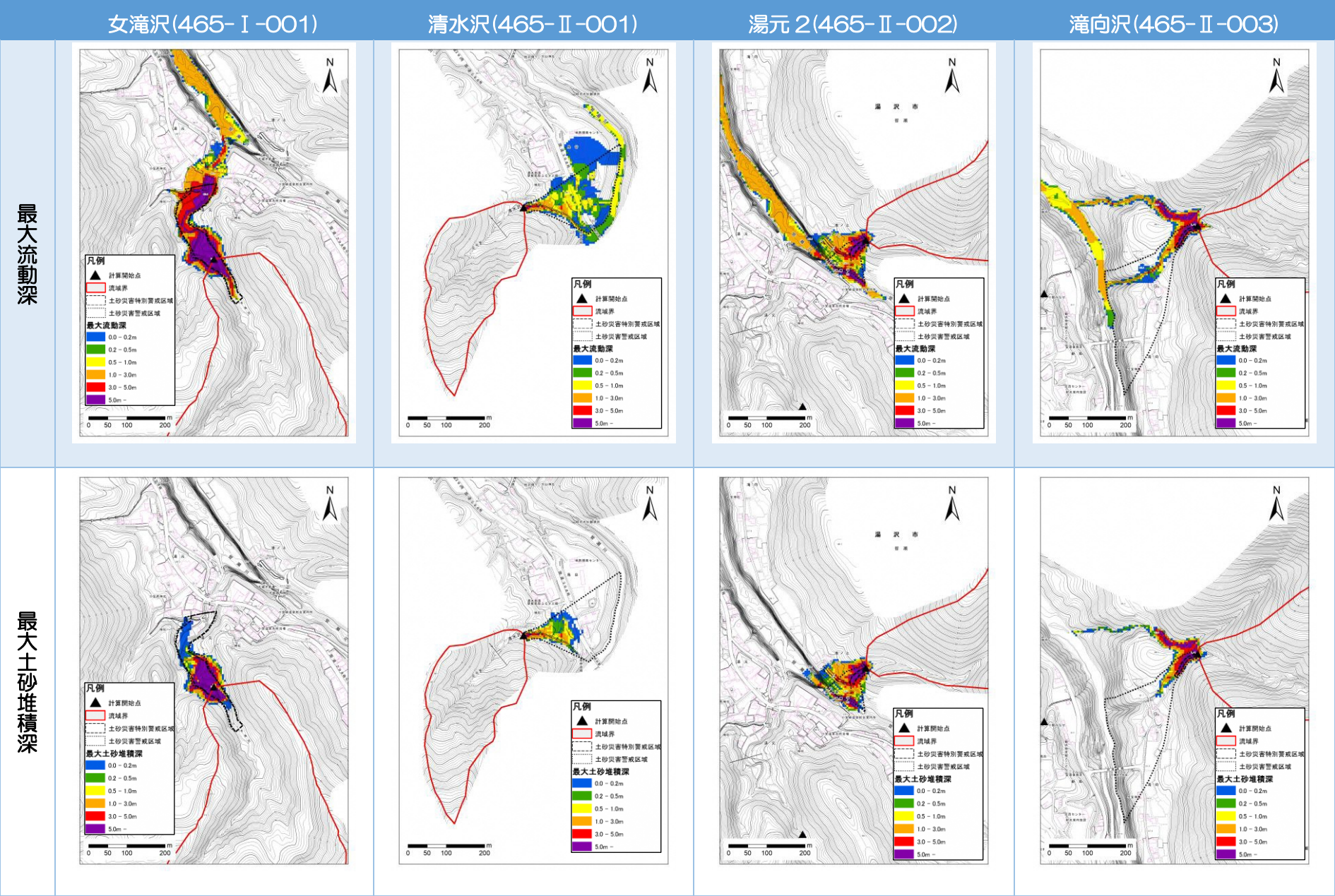


表 4-13 数値シミュレーション結果（降灰後の土石流）

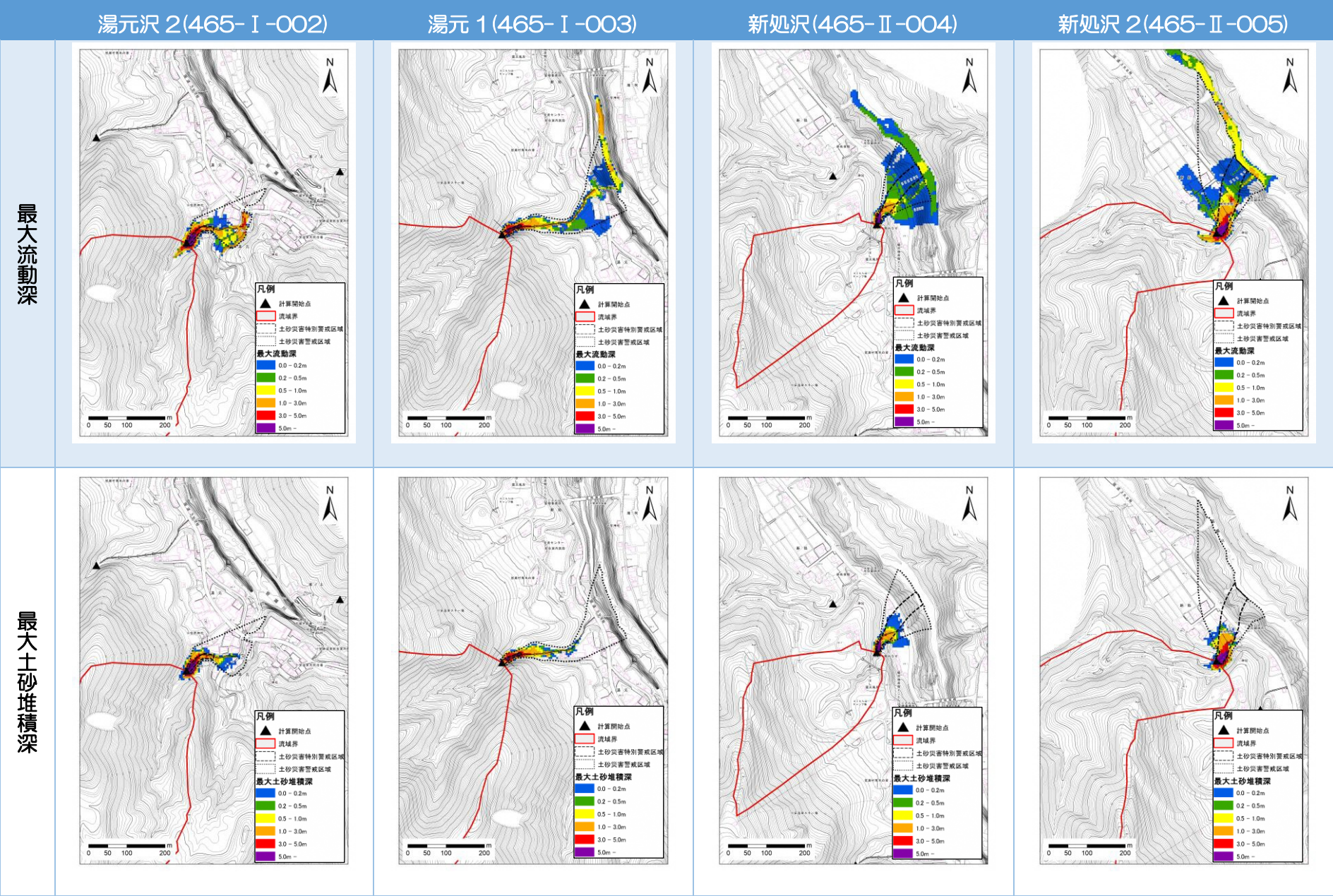
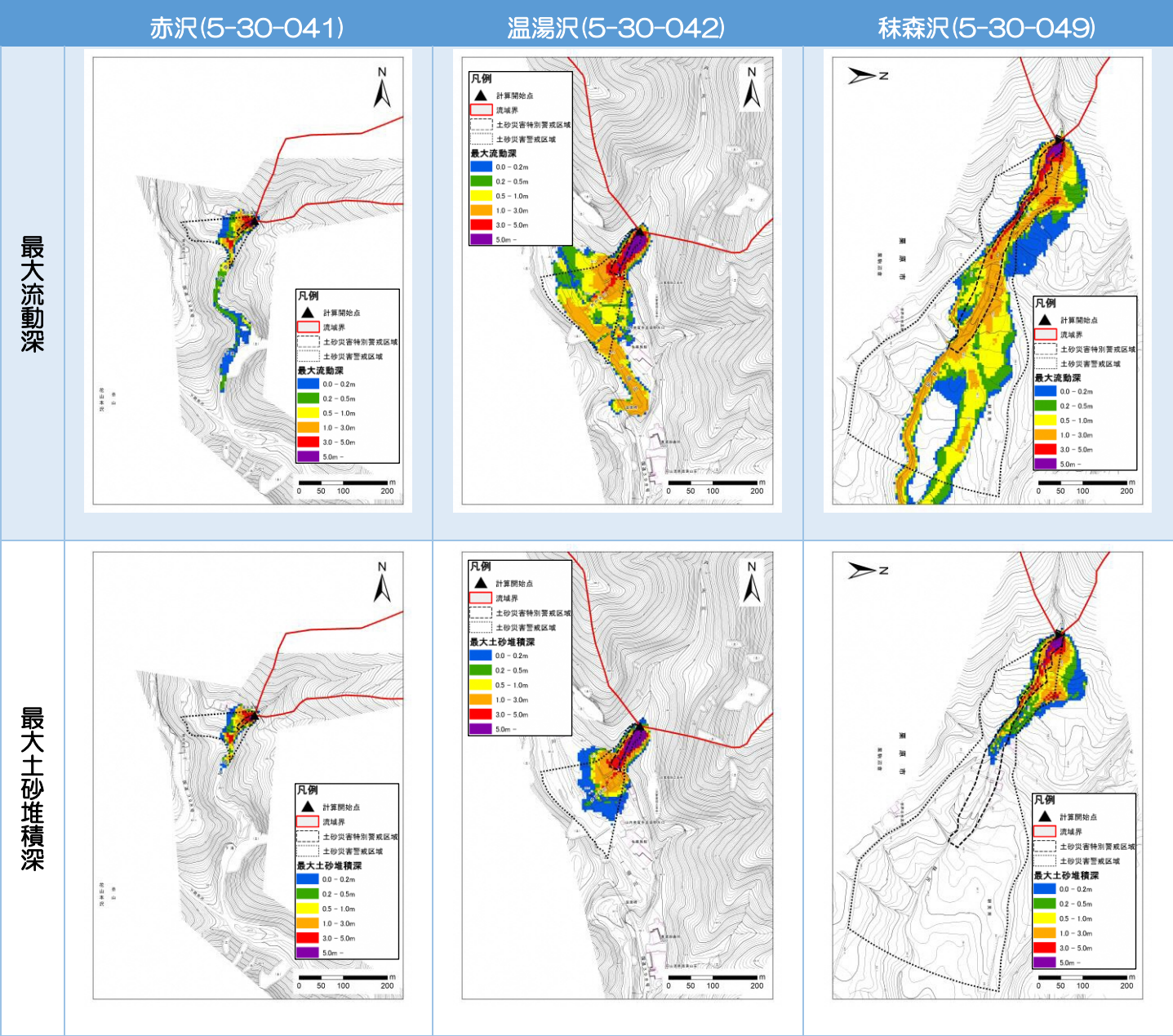


表 4-14 数値シミュレーション結果（降灰後の土石流）



4.3 融雪型火山泥流の被害想定

4.3.1 対象溪流の選定

火山ハザードマップでは、融雪型火山泥流はマグマ噴火に伴う火砕流による融雪で発生し、磐井川と成瀬川を流下する想定がなされている（図 4-8）。なお、成瀬川は成瀬ダムが完成すると融雪型火山泥流を全量捕捉して下流への被害が軽減されると評価されるため、融雪型火山泥流に対する緊急ハード対策は磐井川のみを対象とする。

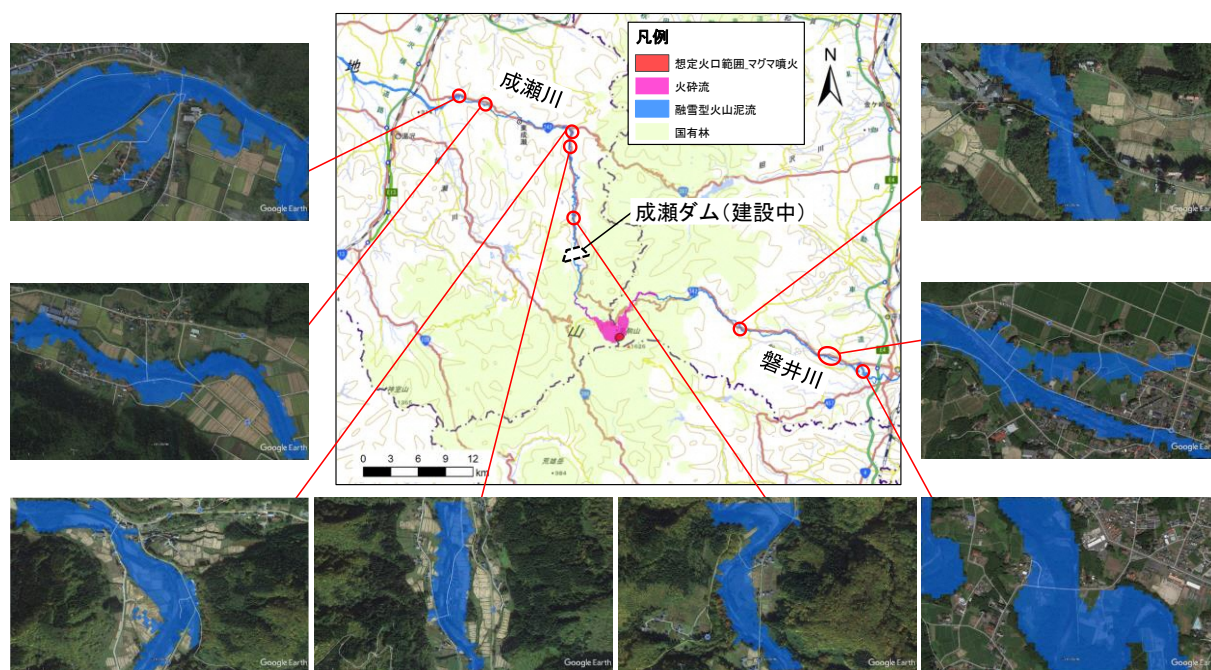


図 4-8 融雪型火山泥流の対策箇所（火山ハザードマップの想定氾濫地点）

【参考】成瀬ダムの洪水調整容量と融雪型火山泥流総量の関係

融雪型火山泥流の流下が想定される成瀬川では、現在成瀬ダム（国土交通省）が建設中である。図 4-9 に示すように、成瀬ダムの洪水調節容量は 1,900 万 m³ と計画されているのに対して、成瀬川で想定される融雪型火山泥流の泥流総量は 615 万 m³ なので、成瀬ダム完成後は下流への被害が軽減される。

このため、成瀬川を流下する融雪型火山泥流は緊急ハード対策の対象としない。

しかし、成瀬ダムの堆砂容量 350 万 m³ に対して融雪型火山泥流による流入土砂量は 185 万 m³ と堆砂容量の約 53%を占めるため、泥流発生時の堆砂量によっては利水容量を侵す場合も想定される。その場合は、浚渫等により利水容量を確保する必要がある。

表 4-15 ハザードマップで想定する融雪型火山泥流の諸元

流下方向	火砕物量 (溶岩換算)	火砕流の 流下面積	積雪深	積雪密度	積雪水量	融雪可能水量 宮本式×0.2	融雪水量	平衡土砂濃度 を踏まえた 火砕物量	泥流総量	ピーク流量 (清水)	ピーク時間
	m ³	km ²	m	g/cm ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /s	s
磐井川	5,000,000	2.798	5.0	0.40	5,595,040	5,300,000	5,300,000	2,271,429	7,571,429	5,728	660
成瀬川	5,000,000	2.154	5.0	0.40	4,307,798	5,300,000	4,307,798	1,846,199	6,153,997	4,647	660

融雪型火山泥流の想定条件

■積雪深

須川高原温泉への聞き取り調査により一律 5m と設定
※3 月後半で、県境の看板が埋まる程度の積雪があるとの証言より

■積雪密度

しまり雪～ざらめ雪の平均的な値として 0.4g/cm³ と設定

栗駒山火山ハザードマップ検討資料より

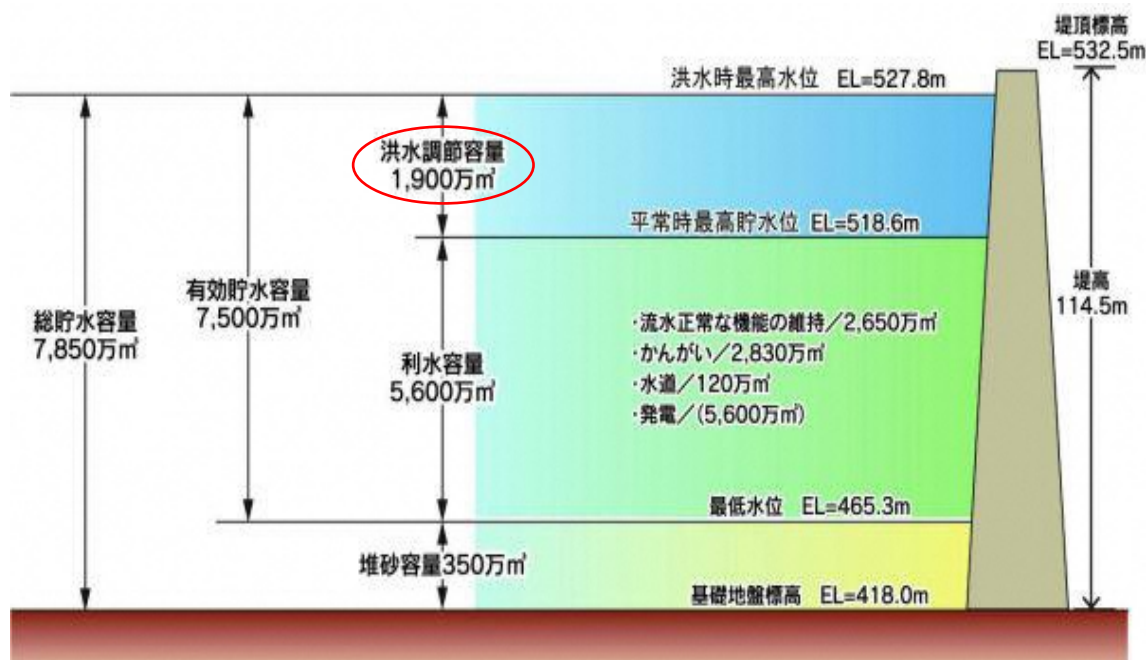


図 4-9 成瀬ダムの容量配分図

(成瀬ダム工事事務所 web サイト (<http://www.thr.mlit.go.jp/narusedam/about.html>))

4.3.2 数値シミュレーションの実施

火山ハザードマップの検討時には航空レーザー計測データを基に作成した 20m メッシュの地形モデルにより氾濫範囲が検討されている。

緊急ハード対策の検討にあたり、対策工の効果を検討するためにより詳細な 10m 地形モデルによる検討を実施した。

(1) 計算開始点

計算開始点は火山ハザードマップ検討と同様に土砂の堆積が開始する勾配 7 度の上端付近(図 4-10) とした。

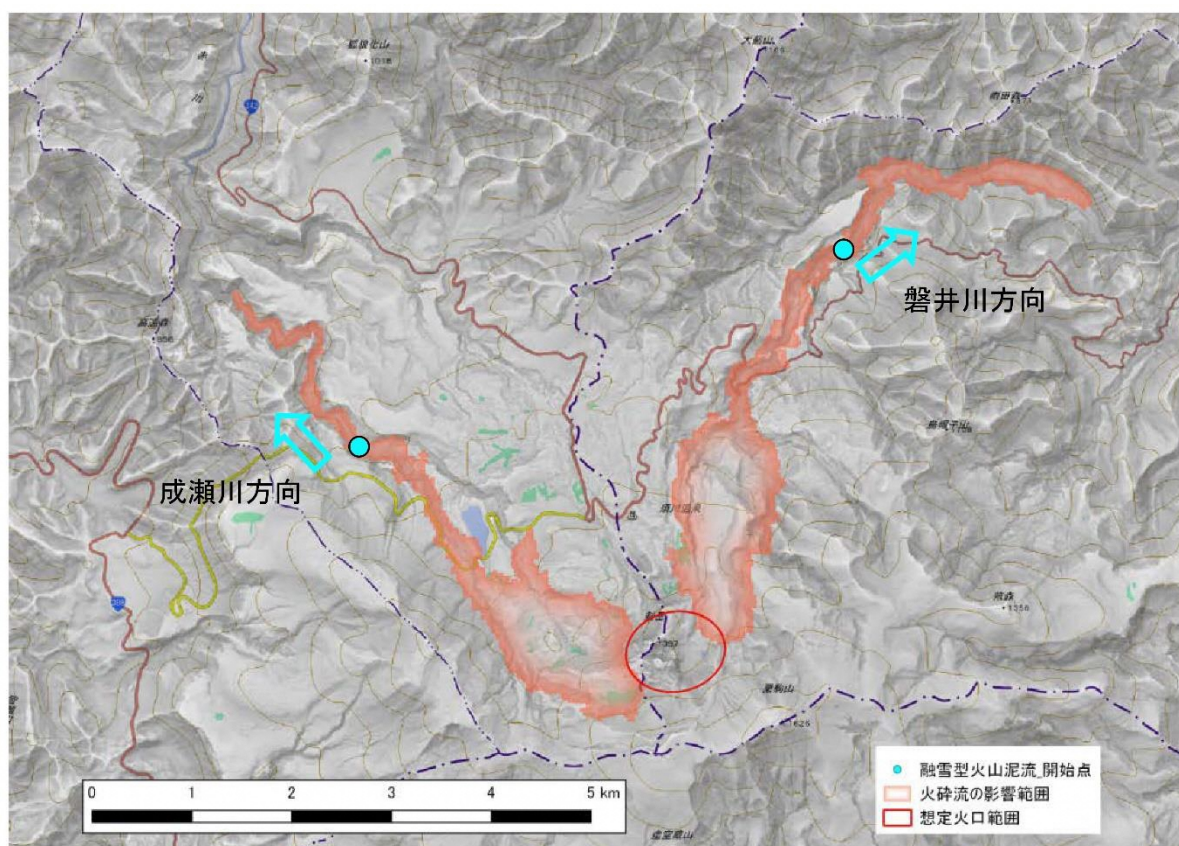


図 4-10 火砕流の流下範囲と融雪型火山泥流の計算開始点（水色の円が計算開始点）

(2) ハイドログラフ

ハイドログラフは火山ハザードマップ検討時と同様の波形（図 4-11）を用いた。

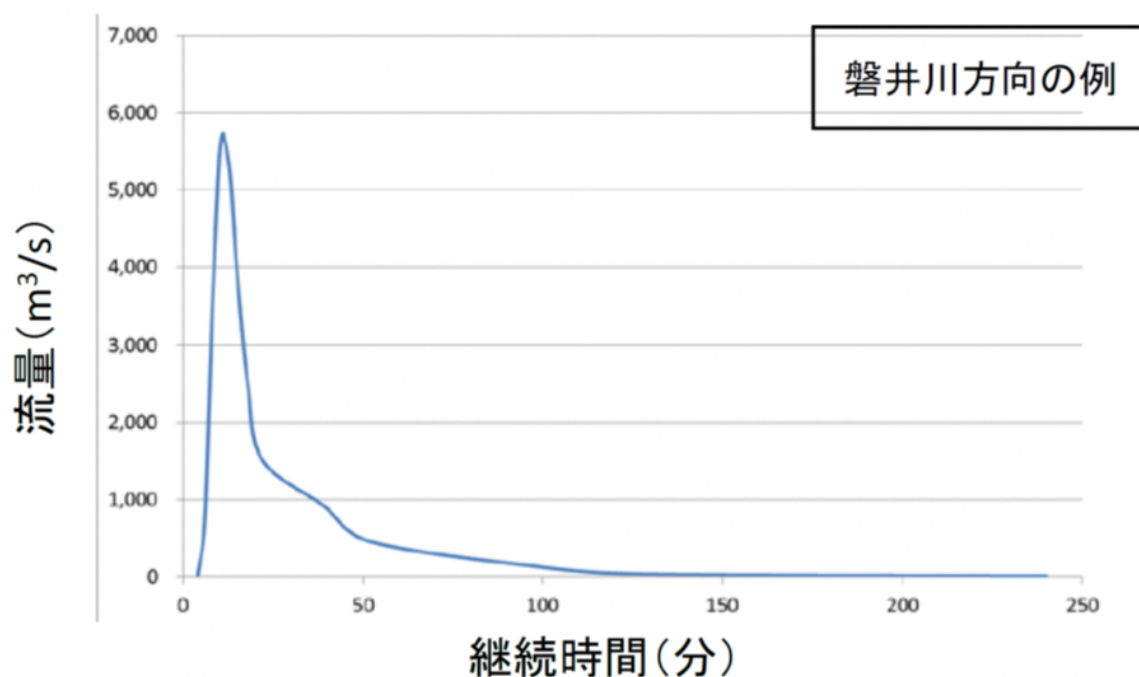


図 4-11 融雪型火山泥流のハイドログラフ（磐井川）

(3) 現況施設の評価

図に示す管内図により、磐井川の泥流流下区間には 10 基の砂防設備が存在する。これらの砂防施設や岩手・宮城内陸地震で形成された天然ダム地形は 5m メッシュの地形モデルに反映されているため、数値シミュレーションにより効果を評価する。



図 4-12 磐井川の砂防施設配置状況

表 4-16 磐井川の泥流流下区間の砂防施設諸元

砂防堰堤	構造	竣工年	河床 勾配 (1/n)	堤高 (m)	貯砂量 (m ³)
須川	コンクリートスリット	H12	31.6	20.0	272,100
真湯	重力式	S63	30.4	25.0	967,000
真湯1号	重力式	S33	22.5	13.0	62,252
真湯2号	重力式	S40	56.7	17.0	181,700
槻木平	重力式(H26に嵩上)	H26(S47)	70.0	13.0	595,000
板川	重力式	H24	70.0	21.0	223,400
市野々原	重力式	S55	67.0	15.0	717,020
市野々原2号	重力式	H 25	67.0	14.5	632,495
若井原（矢櫃）	アーチ	S29	75.0	26.0	987,764
下り松	コンクリートスリット	H20	110.0	9.5	148,000

【磐井川の現況砂防施設の評価】

- ・ 磐井川に設置されている最も新しい砂防堰堤は平成 26 年竣工である。
- ・ シミュレーションで使用した地形データは平成 28 年取得の LP であり、現状の砂防施設は地形データに全て反映されているため、施設の効果をシミュレーションで考慮する。

(4) 計算条件

融雪型火山泥流の被害想定は二次元氾濫シミュレーション（J-SAS）により評価した。

シミュレーションの計算条件は、火山ハザードマップ検討時の設定と同様とし、以下のとおり設定した。

表 4-17 融雪型火山泥流シミュレーション計算条件

項目	設定方法等	計算条件
砂礫の密度 σ	一般値より(2.6g/cm ³ 程度)	2.5g/cm ³
流体の密度 ρ	一般値より(1.2g/cm ³ 程度)	1.2g/cm ³
堆積土砂濃度 C_s	一般値より(0.6程度)	0.6
内部摩擦角 ϕ	一般値より(30° ～40° 程度)	30°
代表粒径 d	現地調査結果による平均粒径	10cm
計算メッシュ	基盤地図情報から作成 (平成28年取得)	10m

※一般値は、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）等の記載による

(5) シミュレーション結果

1) 融雪型火山泥流のシミュレーション結果

以上の検討条件により実施した現況時の数値シミュレーションを図化して次項に示す。融雪型火山泥流により、磐井川では図 4-13 に示す2箇所の氾濫ポイントが認められた。

図 4-13 融雪型火山泥流シミュレーション結果

2) 想定される氾濫ポイントの詳細

① 氾濫ポイントA

融雪型火山泥流が河道の流下能力を超過し、越流する氾濫ポイントが1箇所認められる。



写真① 氾濫ポイントA



写真② 河道状況

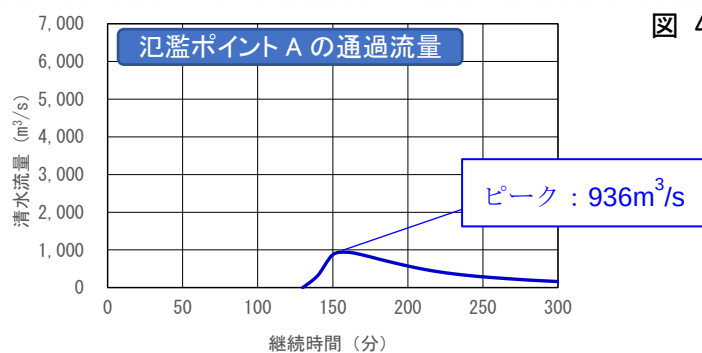
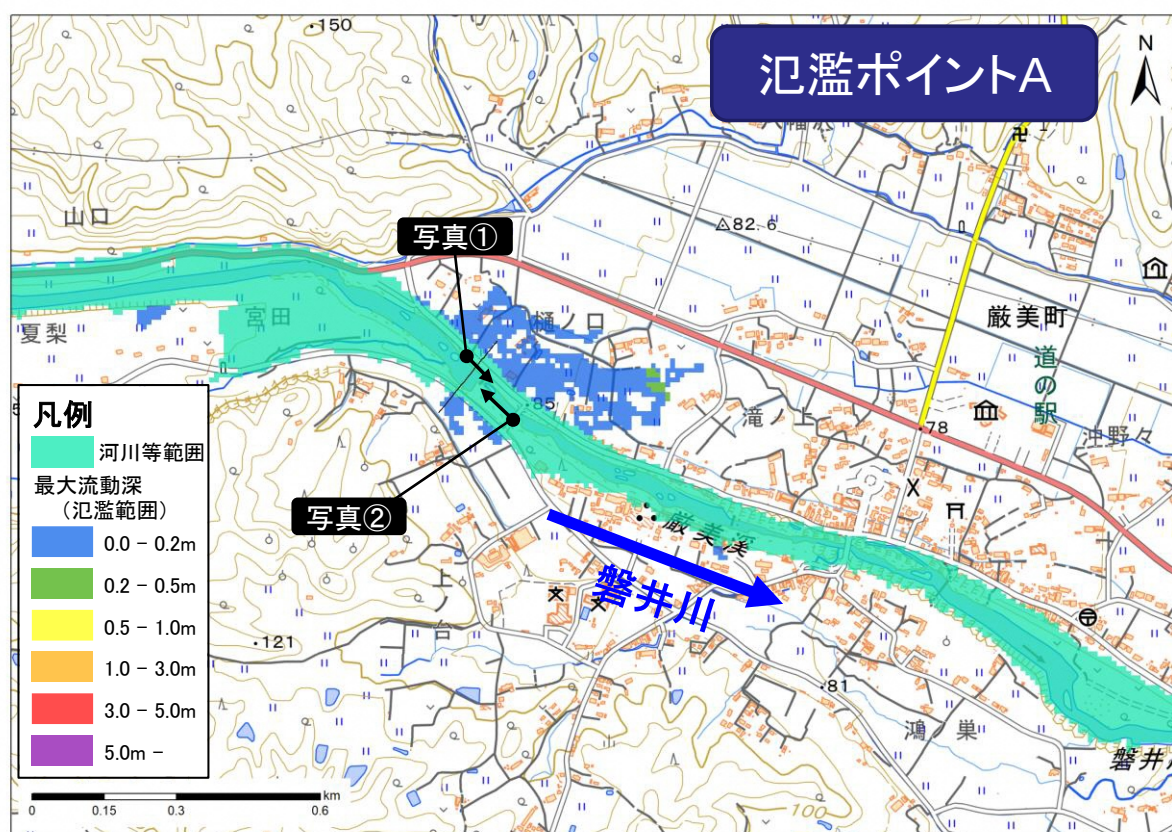


図 4-14 氾濫ポイントAの現況写真とシミュレーション結果

② 氾濫ポイントB

融雪型火山泥流が河道の流下能力を超過し、越流する氾濫ポイントが1箇所認められる。



写真③ 氾濫ポイントB



写真④ 氾濫ポイントB

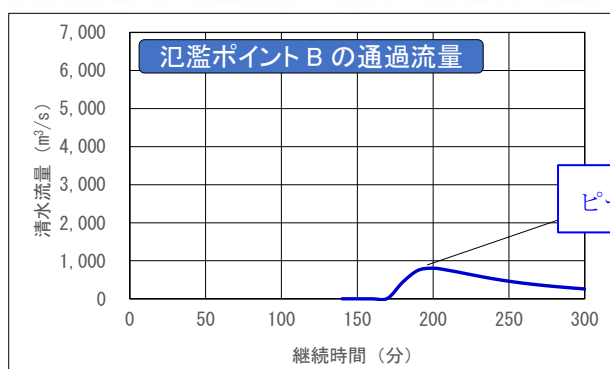
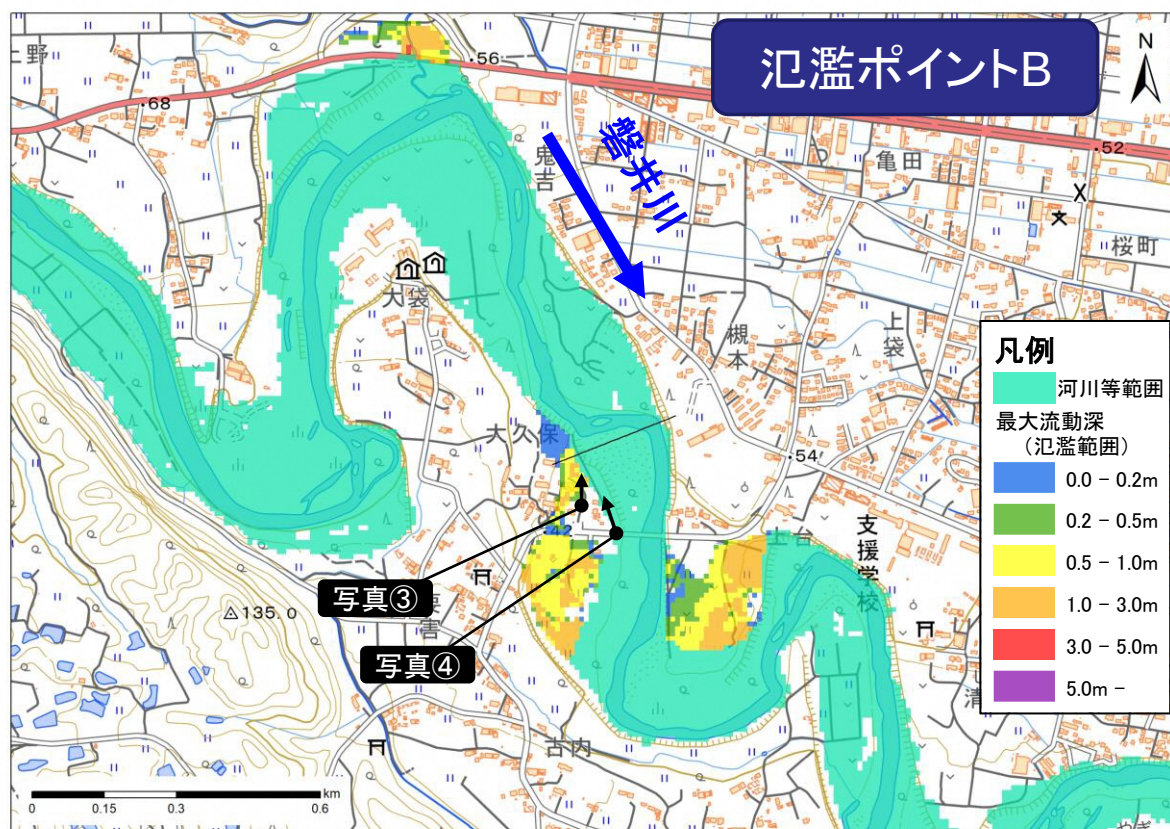


図 4-15 氾濫ポイントBの現況写真とシミュレーション結果

(6) 融雪型火山泥流による流木【参考検討】

1) 発生流木量の試算

融雪型火山泥流による流木は、火砕流の流下範囲の植生が流木化することで発生すると想定される。そのため、火砕流の流下範囲で想定される流木量を発生流木量として算出した。

試算を行った結果、約 6 万 m³ 程度の流木発生が想定される（表 4-18）。

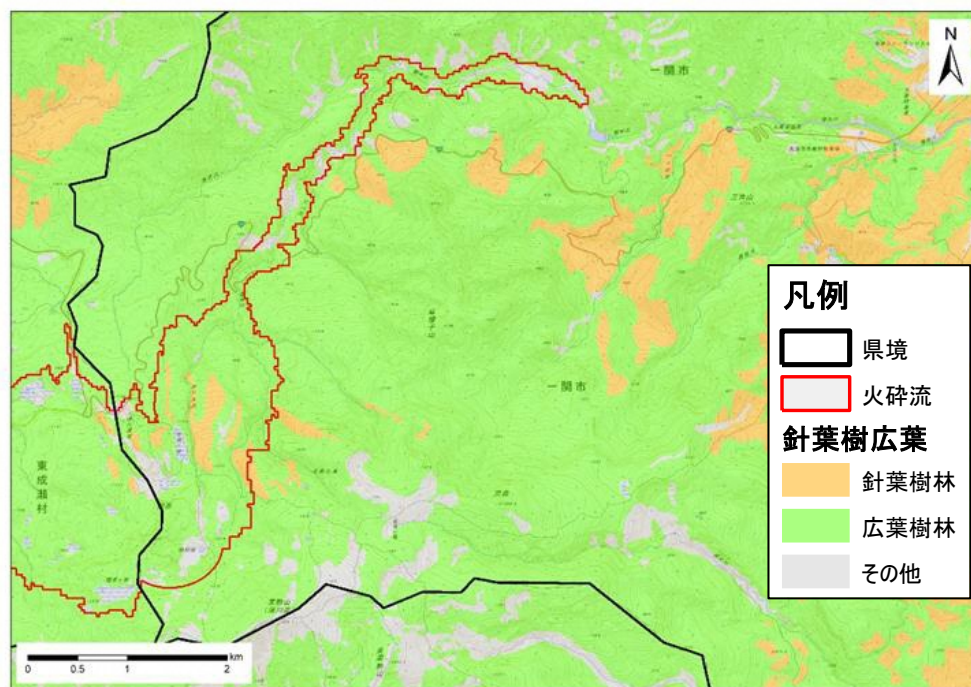


図 4-16 植生図と磐井川の火砕流到達範囲（植生図は自然環境調査 Web-GIS により作成）

表 4-18 流出流木量の試算

		磐井川	
		針葉樹林	広葉樹林
面積	(m ²)	320,453	3,189,293
材積	(m ³ /100m ²)	4.2	1.7
発生流木量	(m ³)	13,459	54,218
流出流木量 (流出率0.9)	(m ³)	12,113	48,796
		60,909	
計画土砂量	(m ³)	2,271,429	
流木容積率		0.027	

	森林面積	蓄積	100m ² あたりの材積
針葉樹	105,103 ha	44,240,003 m ³	4.2 m ³ /100m ²
広葉樹	89,603 ha	15,248,271 m ³	1.7 m ³ /100m ²

令和元年度版岩手県林業の指標 流域別民有林面積・蓄積総括（北上川中流）

2) 施設効果量

磐井川の既設堰堤について施設効果量を計算した。流木止めの設置されている槻木平及び板川の流木調節量については国交省資料を参照した。

なお、掃流区間に配置されている砂防堰堤は流木捕捉効果を見込めないが、2基の砂防堰堤は流木止めが設置されているため捕捉が可能である（流木捕捉効果は4.8万 m³程度）。

現況の施設により発生流木量の75%以上を捕捉できるため、流木の流出は大きな影響を及ぼさないと想定される。但し、既存施設が閉塞するなど流木捕捉機能が低下している場合等は、緊急対策により除石、流木除去、流木捕捉工の設置等を検討する（図 4-18 左図参照）。

表 4-19 施設効果量の試算

施設名	流送形態	河床勾配 (1/n)	構造形式	堤高 (m)	堤長 (m)	貯砂量 (m ³)	流木調節量 (m ³)	備考
須川	掃流	31.6	透過型	20.0	131.8	272,100	0	
真湯	掃流	30.4	不透過型	25.0	124.4	967,000	0	
真湯1号	掃流	22.5	不透過型	13.0	59.0	62,252	0	
真湯2号	掃流	56.7	不透過型	17.0	60.0	181,700	0	
槻木平（流木止）	掃流	70	不透過型	13.0	152.0	595,000	38,500	国交省資料
板川（流木止）	掃流	70	不透過型	21.0	115.5	223,400	9,500	国交省資料
市野々原	掃流	67	不透過型	15.0	127.5	717,020	0	
市野々原2号	掃流	67	不透過型	14.5	89.8	632,495	0	貯砂量は簡便式
若井原	掃流	75	不透過型	26.0	83.3	987,764	0	
下り松	掃流	110	透過型	9.5	121.9	148,000	0	
合計							48,000	



図 4-17 磐井川で想定される発生流木量と流出流木量



板川砂防堰堤の流木止
（現状の流木捕捉工）



ワイヤーネット工
（緊急対策による流木捕捉工のイメージ）

図 4-18 流木対策

計 画 編

1. 対策方針の設定

緊急ハード・ソフト対策により対応する対象現象とその規模、緊急ハード・ソフト対策の方針やそれぞれの実施内容等について、保全対象の重要度や土地利用状況などの社会的な制約条件を踏まえて、土砂移動シナリオに対応した緊急減災対策計画の対策方針を設定する。

1.1 計画で対応する土砂移動現象と規模

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画で対象とする現象は、マグマ噴火時の「融雪型火山泥流」及び「降灰後の降雨による土石流」とする。

土砂移動シナリオのケースごとに想定されている土砂移動現象とその規模をもとに、緊急減災対策により対応する現象とその規模を整理する。

栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画では、噴火時に発生する土砂移動現象のうち、保全対象に被害が想定されるマグマ噴火時の「融雪型火山泥流」と「降灰後の降雨による土石流」をハード対策の対象現象とする。

その他の現象は火山ハザードマップの提供等ソフト対策で対応する。

表 1-1 発生現象ごとの対策

噴火の種類	噴火規模	発生現象	栗駒山約1万 年内の実績	影響 範囲	緊急減災対策砂防		備考
					ハード	ソフト	
水蒸気噴火	230万m ³ (見かけ体積)	大きな噴石	○	3県		○	ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		小さな噴石、火山灰(降下火砕物)	○	3県		○	ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		火口噴出型泥流	○	岩手県 秋田県		○	家屋等に影響なし。道路が被災。 ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		降灰後の降雨による土石流	○	3県		○	家屋等に影響なし。道路が被災。 ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		強酸性水の流下	○	岩手県 秋田県			対策は行わないが、緊急対策実施上の留意点として整理する。
		火砕流・火砕サージ	△	岩手県 秋田県		○	緊急的なハード対策による減災は困難。 ハザードマップ等ソフト対策で対応。
マグマ噴火・ マグマ水蒸気爆発	500万m ³ (マグマ体積)	大きな噴石	○	3県		○	ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		小さな噴石、火山灰(降下火砕物)	○	3県		○	ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		溶岩流・溶岩ドーム	○	岩手県 秋田県		○	家屋、道路等に影響なし。 ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		火砕流・火砕サージ	○	岩手県 秋田県		○	緊急的なハード対策による減災は困難。 ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		融雪型火山泥流	△	岩手県 秋田県	○	○	磐井川、成瀬川の下流で泥流氾濫。 緊急的なハード対策により減災を図る。
		火口噴出型泥流	△	岩手県 秋田県		○	家屋等に影響なし。道路が被災。 ハザードマップ等ソフト対策で対応。
		降灰後の降雨による土石流	△	宮城県 秋田県	○	○	土石流危険渓流。 緊急的なハード対策により減災を図る。
		強酸性水の流下	△	岩手県 秋田県			対策は行わないが、緊急対策実施上の留意点として整理する。
その他	—	火山ガス	○	3県			対策は行わないが、緊急調査時のガス検知計携帯等対策実施の留意点として整理する。
		巨大地すべり・山体崩壊 (火山活動に起因)	△	岩手県 秋田県			対策は行わないが、過去には発生した実績があることを周知する。

○：実績あり △：堆積物や記録は確認されていないが、他火山事例等により発生が想定される

1.2 対策の実施タイミング

1.2.1 対策開始のタイミング

噴火警戒レベル 2（火口周辺規制）に上昇した段階で資機材の調達・準備等の対策準備を開始する。対策開始のタイミングは非積雪期と積雪期で異なる。

【非積雪期】

- ・ 噴火が発生して国土交通省から土砂災害緊急情報が発表された溪流及び県が実施する緊急減災対策のための調査で土石流の危険性があると判断された溪流について緊急減災対策を実施する。対象となる溪流が複数に及ぶ場合は、保全対象の優先度が高い溪流から順次対策を実施する。

【積雪期】

- ・ 規模の大きな噴火が切迫している情報が得られた場合、火山の専門家等からなるコアグループ等により融雪型火山泥流対策の開始の判断を検討する。
- ・ いずれの現象に対しても対策の実施は地域住民の避難対策とも関連するため、火山防災協議会と連携を図りながら決定する。
- ・ ここで示したタイミングは目安であり、状況に応じて臨機応変に対応する。

対策開始のタイミングは非積雪期（降灰後の土石流）と積雪期（融雪型火山泥流）で異なるが、資機材の調達準備や残土の仮置き場の確保等の事前準備は噴火警戒レベル 2（火口周辺規制）が発表されたら着手することが望ましい。なお、噴火警戒レベルは判断材料の 1 つであるものの、前兆なく噴火に至る場合などもあるため、必ずしも連動しないことに留意する。

過去に発生した国内噴火における砂防分野の対策開始タイミングは、多くのケースで「噴火の発生もしくは土砂移動現象発生」である。1998 年岩手山と、2000 年有珠山は噴火前に対策を開始した。

【非積雪期】

降灰後の土石流に対する対策を開始するタイミングを図 1-1 に示す。降灰後の土石流に対して、火山噴火前に降灰範囲を予測して対策を開始することは困難である。そこで、火山噴火後に国土交通省の緊急調査により発表される「土砂災害緊急情報」及び県が行う緊急減災対策のための調査で土石流発生危険性があると判断された場合を対策開始のトリガーとすることが合理的であると判断される。

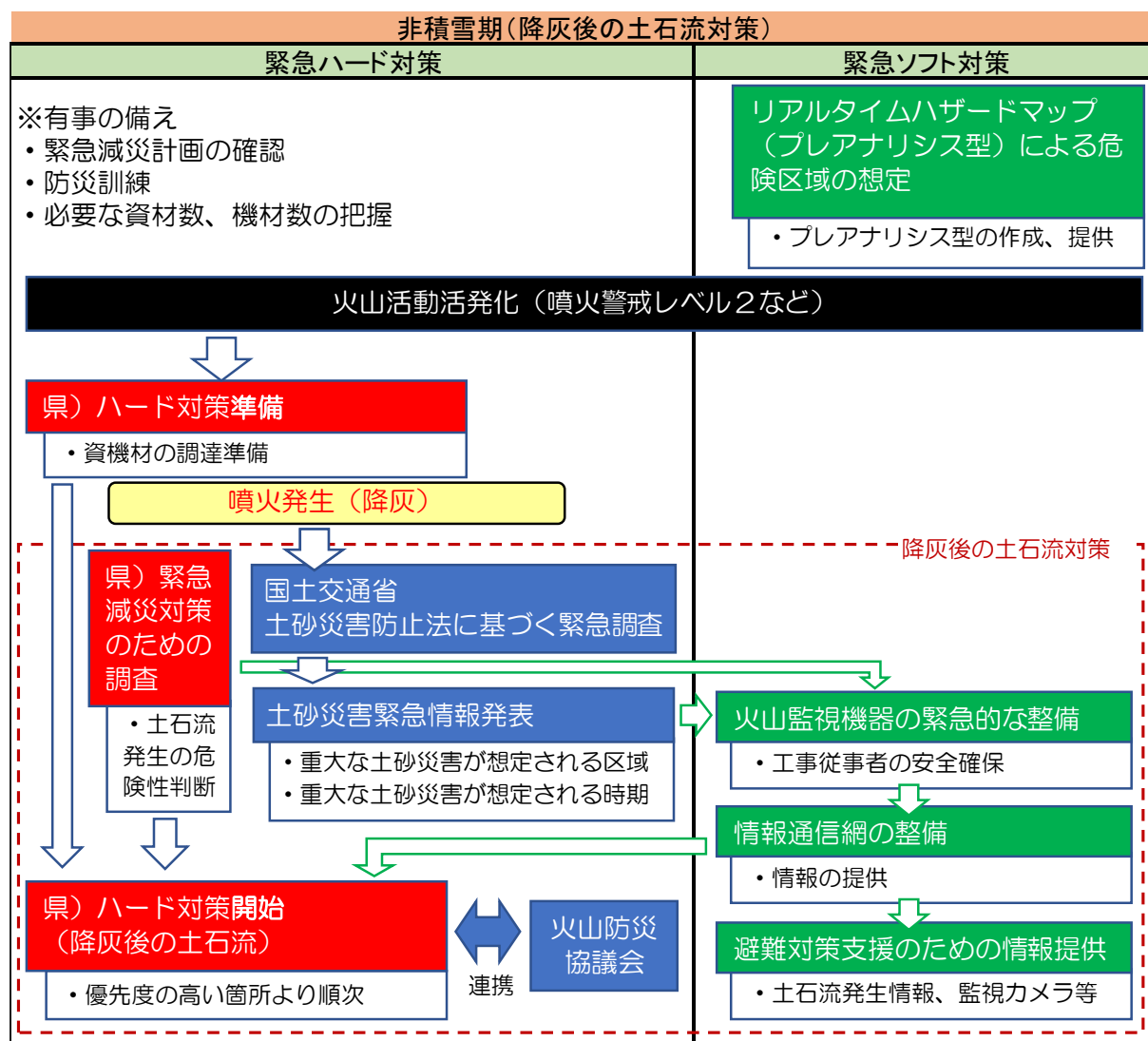


図 1-1 栗駒山における対策開始タイミング【非積雪期】

【積雪期】

融雪型火山泥流に対するハード対策を開始するタイミングを図 1-2 に示す。融雪型火山泥流は、積雪期に規模の大きな噴火が切迫している情報が得られたタイミングで、対策の必要性を判断する。

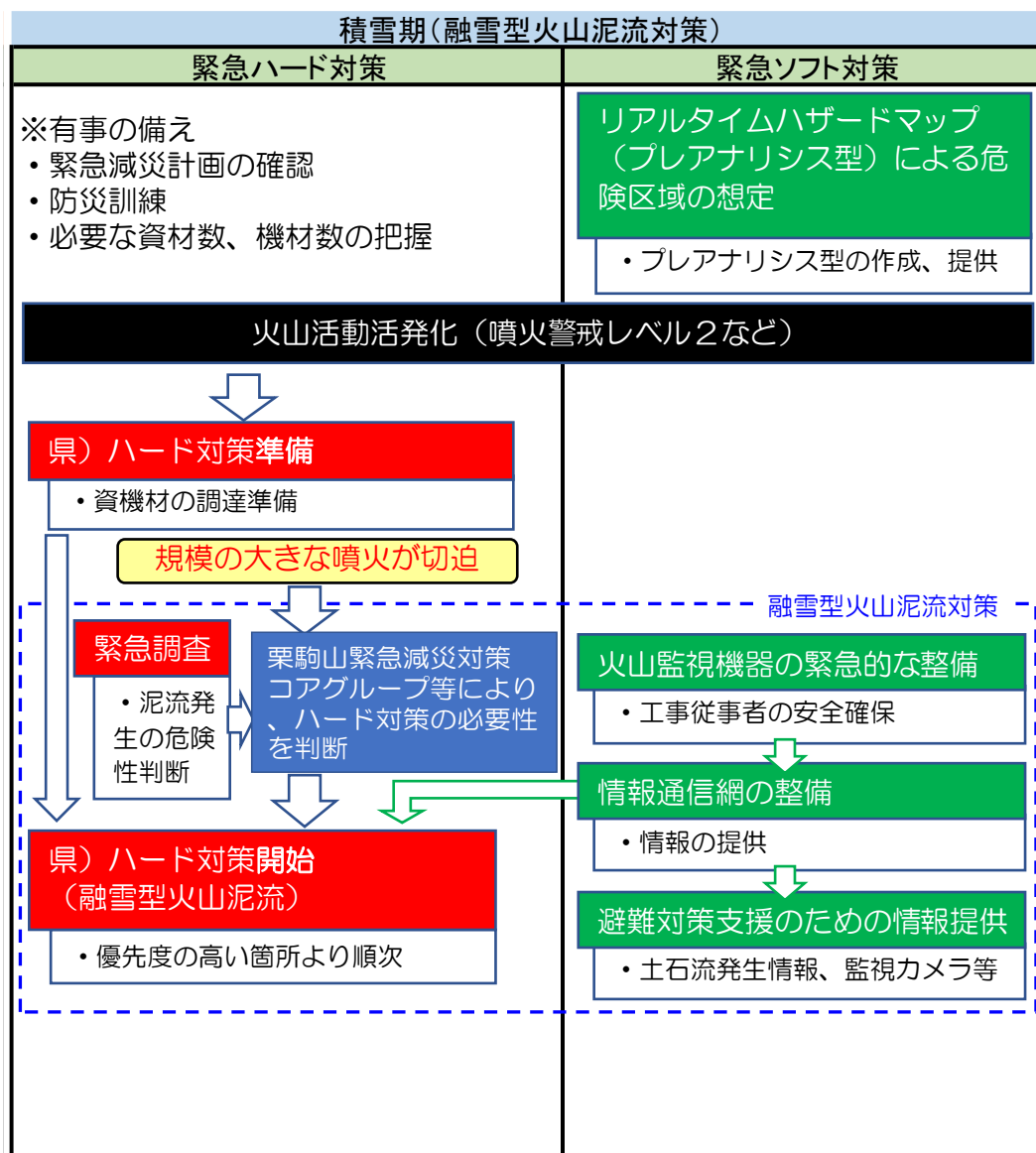


図 1-2 栗駒山における対策開始タイミング【積雪期】

【参考】国内の噴火における砂防分野の対策実施タイミング事例

表 1-2 に国内噴火における砂防分野の対策実施タイミングを整理した調査結果を示す。
大部分の事例で砂防分野の対策は、噴火発生もしくは土砂移動現象発生を受けて実施されている。

但し、1998 年の岩手山の事例と 2000 年の有珠山の事例は噴火前に対策を開始している。

表 1-2 近年の国内噴火にみる砂防分野の対策実施タイミング事例

火山噴火事例	タイミング	砂防分野の対応（▼緊急調査■ハード対策●ソフト対策）
十勝岳 1988-89 年噴火時 （火砕流、融雪型火山 泥流）	有感地震の観測 小規模泥流の発生 噴火発生	■5 ヶ月後、砂防えん堤着工 ■翌日～24 時間体制の除雪実施 ▼当日、被害状況等調査 ●5 日後、ワイヤーセンサー設置
雲仙普賢岳 1990 年-95 年噴火時 （土石流、火砕流）	最初の小規模噴火発生 最初の土石流発生 最初の火砕流発生	●約 5 ヶ月後、ワイヤーセンサー設置 ■約 5 ヶ月後、既設砂防えん堤除石 ■当日、既設砂防えん堤除石 ●1 週間後、ハザードマップの作成着手（43 名死亡に間に合わず）
北海道駒ヶ岳 1996 年噴火時 （土石流）	小噴火発生	（●▼翌日（自治体）火口目視調査、登山道立入禁止措置） ▼（地元の要請を受け）半年後に溪流内の火山灰堆積・流出状況、 荒廃程度、保全対象との関係などを調査
岩手山 1998 年噴火未遂時	火山性微動観測、活動活発化 火山性地震多発（臨時火山情報第 1 号）	●2 週間後（地域の関係各機関）防災に関する任意組織 INS 設立 ●▼10 日後、監視カメラ設置完了
有珠山 2000 年噴火時 （土石流）	火山性地震増加（火山観測情報第 1 号）、有感地震発生（臨時火山 情報第 1 号） 地震活動が急速に活発化 （緊急火山情報第 1 号） 噴火発生 大規模な熱泥流発生	■当日、災害対策用機械を現地付近に出動 ●当日、監視カメラ設置、送信開始 ▼当日、砂防施設空き容量・整備率の現地確認、各溪流の積雪深把握 ■当日、無人化施工による除石検討開始 ▼翌日、ハザードマップの緊急見直し実施 ▼翌日、無人化施工機械の保有台数調査 ●当日、降灰量、風向、風速等の観測開始 ▼当日、航空レーザ測量実施 ▼2 日後、有珠山土砂災害専門家チーム設置、活動開始（広域における 土砂災害発生危険度の調査と土砂流出状況の観測、泥流監視） ■●5 日後、泥流対策検討開始、泥流監視システムの検討開始 ■堆積土砂の除去計画検討開始（除石着手は 10 日後、仮設土のう 14 日後、 3 週間後に無人化施工により緊急遊砂地着手）
三宅島 2000 年噴火時 （土石流）	噴火発生～降灰堆積 泥流発生 最大規模の噴火、泥流発生	▼即時降灰除去着手 ■翌日、砂防応急復旧工事着手。 ●1 週間後、土石流発生監視施設工事着手 ■10 日以内、既設えん堤・水路除石、大型土のう・コンクリートブロック設置等
桜島 2008 年 2 月噴火時 （土石流、火砕流）	8 ヶ月ぶりの噴火発生、火砕流発 生 噴火警戒レベル 2→3	●工事中止、安全管理・監視体制確認 ●2 日後、リアルタイムハザードマップの作成・提供実施 ■当日、準備工、仮設避難壕等設置、 ■翌日、緊急除石着手 ●▼当日、監視カメラ新設、土木研究所による現地調査
新燃岳 2011 年噴火時	噴火、噴火警戒レベル 3 (1/26)	▼1 日後、緊急調査開始 (1/27) ■6 日後、緊急除石工事着手 (2/1) ●7 日後、溪流監視カメラ画像の配信開始 (2/2)
御嶽山 2014 年噴火時	噴火、噴火警戒レベル 3 (9/27)	▼1 日後、土砂災害防止法に基づく緊急調査開始 (9/28) ■3 日後、長野県が緊急除石工事着手 (9/30) ●3 日後、国交省により監視カメラとワイヤーセンサー設置検討開始 (9/30)

「荒井・柕木（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」に 2011 年新燃岳と 2014 年御嶽山の事例を追記

1.2.2 対策開始のタイミングを判断する仕組み

噴火前に対策を実施するためには、監視体制の強化等により、早期に火山活動の異常状態を把握することが必要である。判断材料となる観測データを火山の専門家等からなる緊急減災対策コアグループ等で共有し、緊急時に迅速な判断を行える仕組みが機能するようにしておくことが必要である。栗駒山においては、緊急減災対策コアグループ等において対策開始のタイミングの判断を検討していくことが考えられる（図 1-3）。

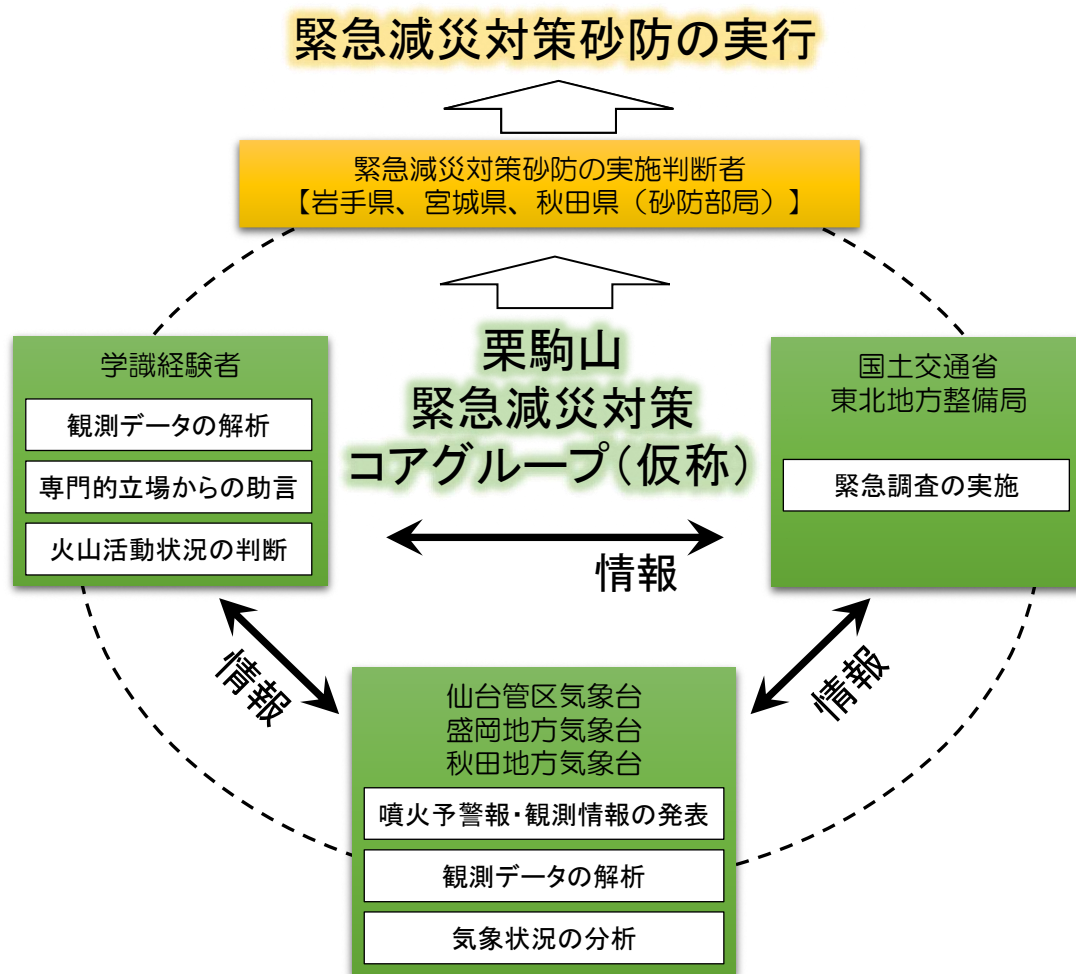


図 1-3 栗駒山における対策開始の判断を行う仕組み（イメージ）

1.2.3 対策休止のタイミング

【噴火警戒レベルによる基準】

- ・ 噴火警戒レベル 5（避難）に上昇した場合、泥流による被災の危険性が高いため全対策を中断して避難する。

【降雨による基準】

- ・ 国土交通省による緊急調査で設定される避難の参考となる雨量基準を超過した段階で対策を中断する。

対策を中断するタイミングは「火山活動」によるものと「降雨」によるものがある。

「火山活動」によるものは、噴火警報レベルが発表されて噴火警戒レベル 5（避難）になった時点で中断することが妥当である。「降雨」に関しては、国土交通省の緊急調査により設定され、土砂災害緊急情報で発表される降灰後の雨量基準を超過した時点で対策を中断する必要がある。

対策開始・休止の判断フローを図 1-4 に示す。

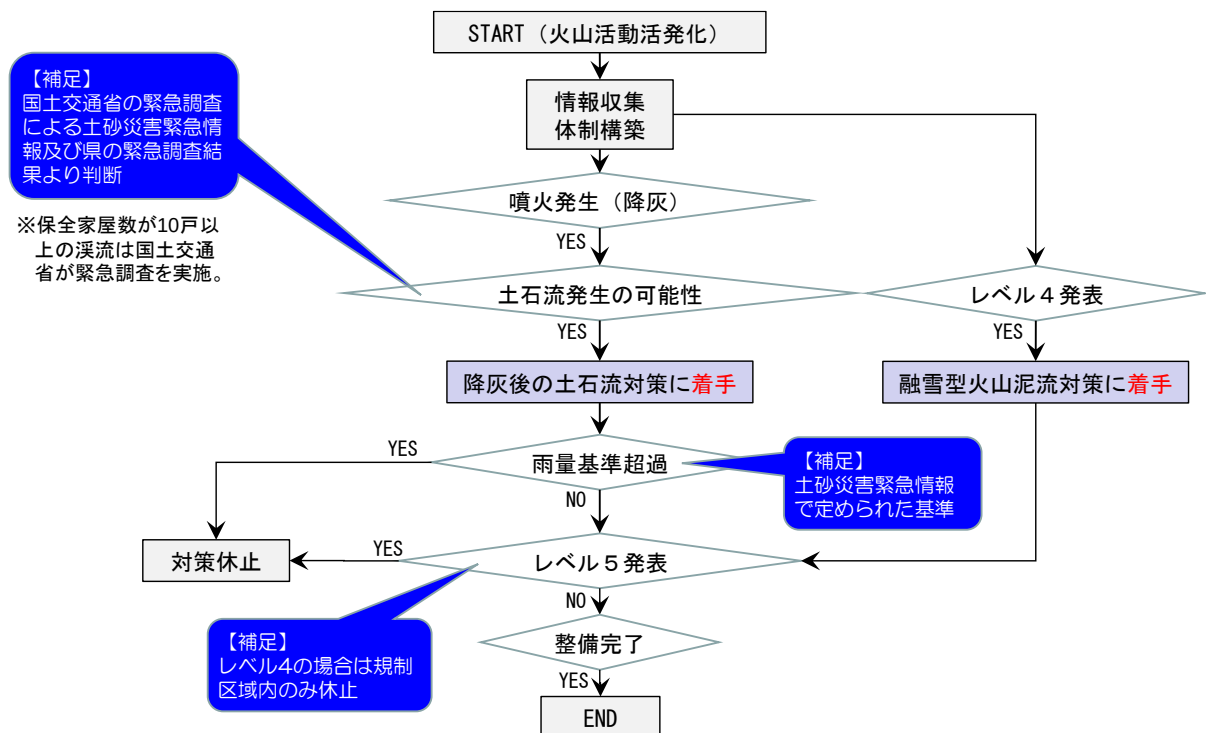


図 1-4 緊急減災対策の開始・休止判断フロー

1.2.4 緊急ハード対策撤去のタイミング

緊急減災対策は、緊急的な施設配置で流域の安全度を短期で向上させるものである。しかし、緊急的に整備したブロック堰堤等の撤去は、一時的に向上させた安全度を下げることになるため、理解を得ることは難しい。

撤去のタイミングとしては、噴火活動沈静化後（噴火警戒レベル 1）に恒久対策を実施し、緊急対策と同等以上の安全度が確保された段階が考えられる。

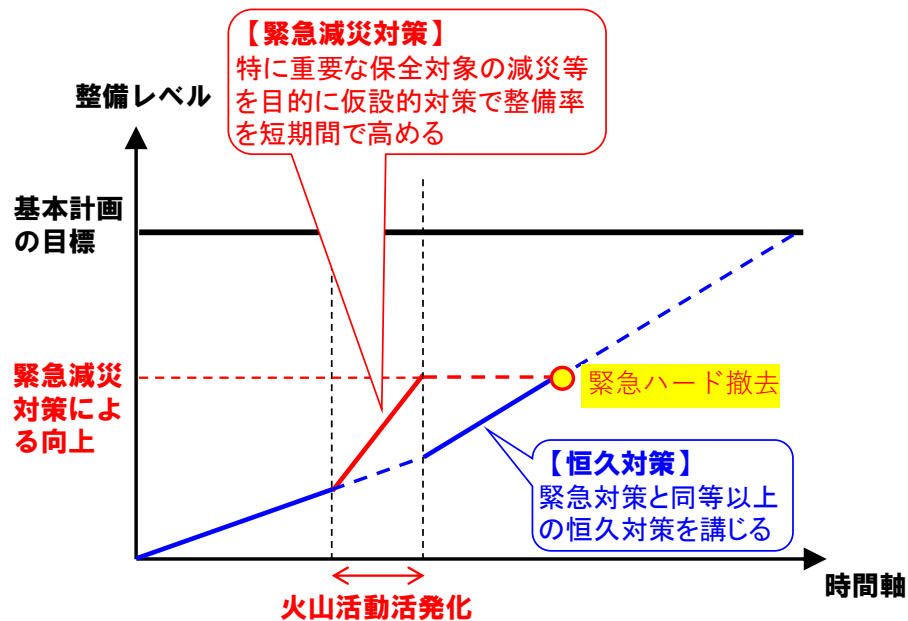


図 1-5 緊急減災対策による安全度向上のイメージ



出典）北海道開発局 厚真川水系直轄砂防事業

(<https://www.hkd.mlit.go.jp/mr/kouhou/c5b1ee000000f4qa-att/c5b1ee000000iynb.pdf>)

図 1-6 緊急対策後の恒久対策のイメージ

平成 30 年 9 月 6 日の北海道胆振東部地震により発生した大規模崩壊に対する緊急対策。ブロックによる仮設堰堤を配置した後に下流に基幹となる砂防堰堤を施工した。

1.3 対策を実施できる期間

- ・ 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画では、対策を実施できる期間として最大1ヶ月程度を想定する。
- ・ ただし、実際の噴火対応ではこの対策可能期間にとらわれることなく臨機応変な対応に努める。

対策を実施できる期間は、緊急減災対策計画を検討するための制約条件として、被害が発生し始めるまでの時間を便宜的に設定するものである。実際の噴火時の対応では、想定よりも短期間で対策完了が必要となる場合や、被害が発生した後も、被害の拡大を防ぐための対応を引き続き実施する場合などが予想されるため、計画上で設定する期間にとらわれることなく、臨機応変の対応に努める。

【目安①】噴火前リードタイムに関して

融雪型火山泥流は噴火前に対策を実施する必要がある。噴火シナリオによる噴火前の時間推移は数時間～数ヶ月程度としている。

後述する目安②も踏まえて、対策期間として1ヶ月程度を想定することとする。

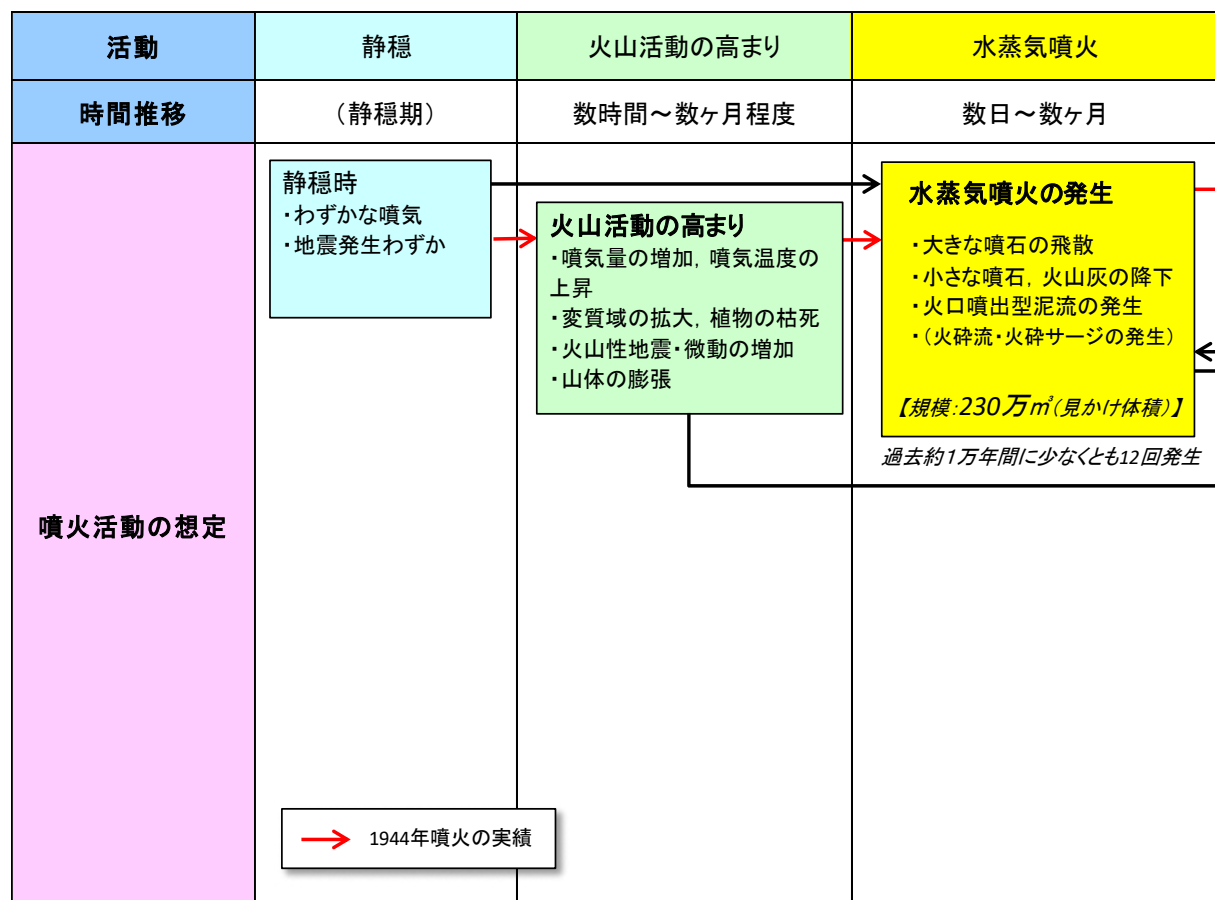


図 1-7 栗駒山の噴火シナリオ（抜粋）

【目安②】噴火後リードタイムに関して

他火山の事例では、噴火後初の土石流や熱泥流は主噴火の発生後 1 週間～3 ヶ月半の期間に発生している。

事例による平均が 38 日であることから、1 ヶ月程度を想定する。

表 1-3 他火山の噴火から土砂流出までの期間

火山	主噴火	噴火後初の土砂流出		噴火から土砂流出までの期間
		日付	現象	
十勝岳	1988年 12月16日	1988年 12月18日	融雪型 火山泥流	2日
雲仙 普賢岳	1991年 2月12日	1991年 5月15日	土石流	92日
有珠山	2000年 3月31日	2000年 4月7日	熱泥流	7日
三宅島	2000年 6月26日	2000年 7月8日	土石流	12日
桜島	2008年 2月3日	2008年 5月24日	土石流	111日
霧島 新燃岳	2011年 1月26日	2011年 3月3日 ※痕跡確認	—	36日
御嶽山	2014年 9月27日	2014年 10月5日	土石流	8日

平均 38 日

(厚井 他 (2011) を参考に御嶽山の実績を追加して作成)

1.4 対策実施範囲

1.4.1 降灰後の降雨による土石流の対策箇所

マグマ噴火による降灰 10cm 範囲内にある土石流危険渓流を緊急減災対策箇所とする。

火山ハザードマップでは、他火山の実績等を参考に降灰 10cm 以上の範囲にある渓流を土石流発生の可能性がある渓流としている。水蒸気噴火による降灰 10cm 範囲内の渓流は、人家等の直接的な影響はないので対策の必要性は低いがマグマ噴火時には居住地域の渓流が降灰 10cm の範囲に入ってくる。そこで、マグマ噴火による降灰 10cm 範囲内にある土石流危険渓流を緊急減災対策箇所とする。

なお、小安峡温泉は 10cm ラインの境界に位置しているので、隣接する渓流も対象に加えることとし、対象渓流は秋田県 8 渓流、宮城県 3 渓流の 11 渓流となる（表 1-4、図 1-8）。

表 1-4 緊急ハード対策（降灰後の土石流）対象渓流

県	渓流番号	渓流名	所在地	備考
秋田県	465-Ⅰ-001	女滝沢	湯沢市	10cm範囲内
	465-Ⅱ-001	清水沢	湯沢市	10cm範囲内
	465-Ⅱ-002	湯元2	湯沢市	10cm範囲内
	465-Ⅱ-003	滝向沢	湯沢市	10cm範囲内
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	湯沢市	10cm範囲境界
	465-Ⅰ-003	湯元1	湯沢市	10cm範囲境界
	465-Ⅱ-004	新処沢	湯沢市	10cm範囲境界
	465-Ⅱ-005	新処沢2	湯沢市	10cm範囲境界
宮城県	5-30-041	赤沢	栗原市	10cm範囲内
	5-30-042	温湯沢	栗原市	10cm範囲内
	5-23-049	秣森沢	栗原市	10cm範囲内

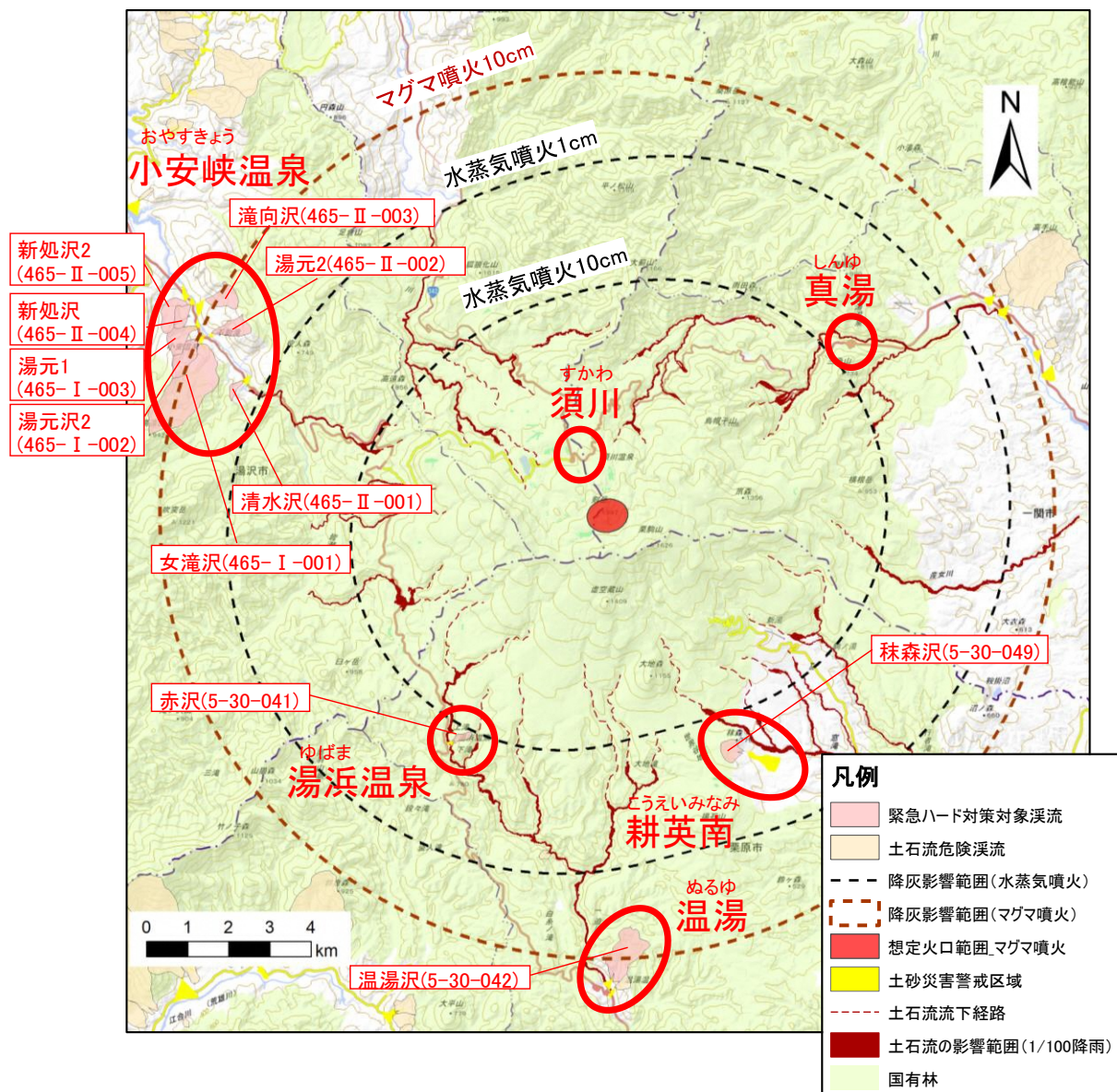


図 1-8 降灰後の土石流の対策箇所

1.4.2 融雪型火山泥流の対策箇所

磐井川を流下する融雪型火山泥流の氾濫が予想される箇所において緊急対策を実施する。

磐井川を流下する融雪型火山泥流について数値シミュレーションを実施した結果、2 箇所で氾濫が発生することが想定される（基本事項編 4.3 参照）。融雪型火山泥流の緊急対策はシミュレーションで想定される氾濫ポイント 2 箇所で実施する。

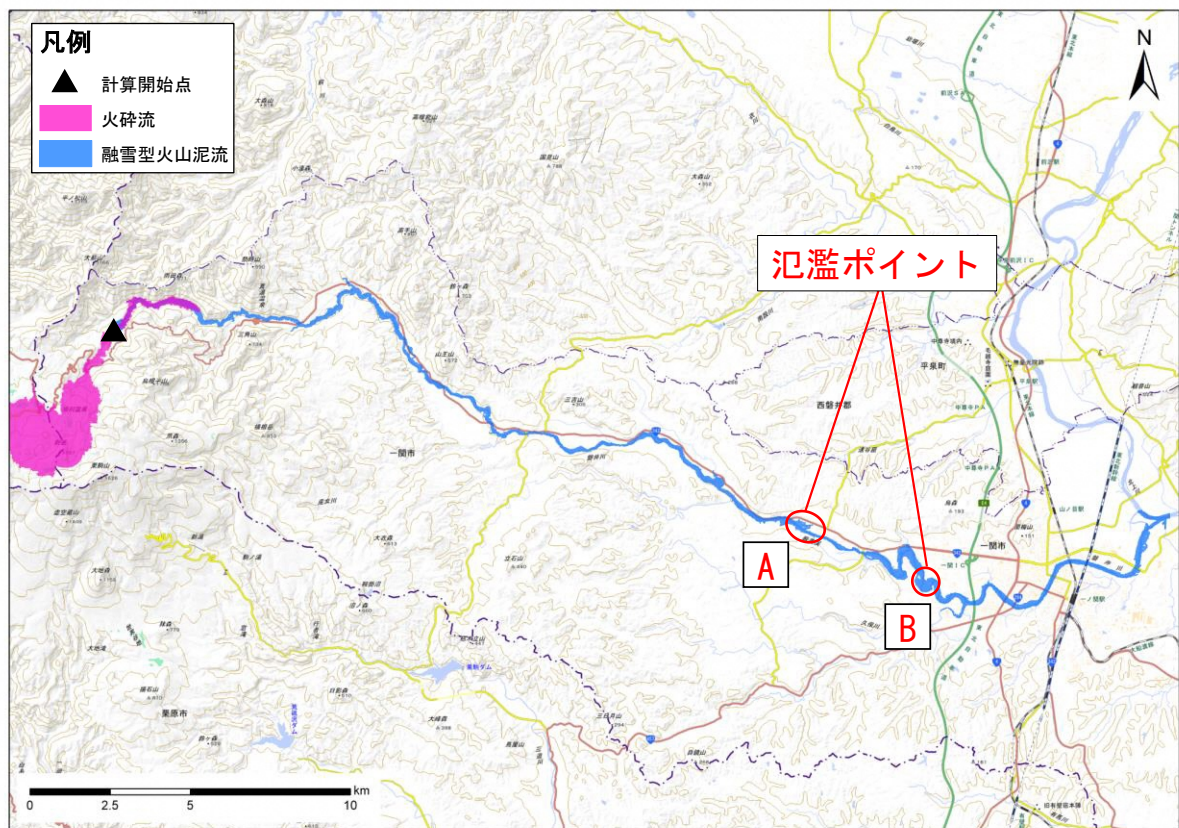


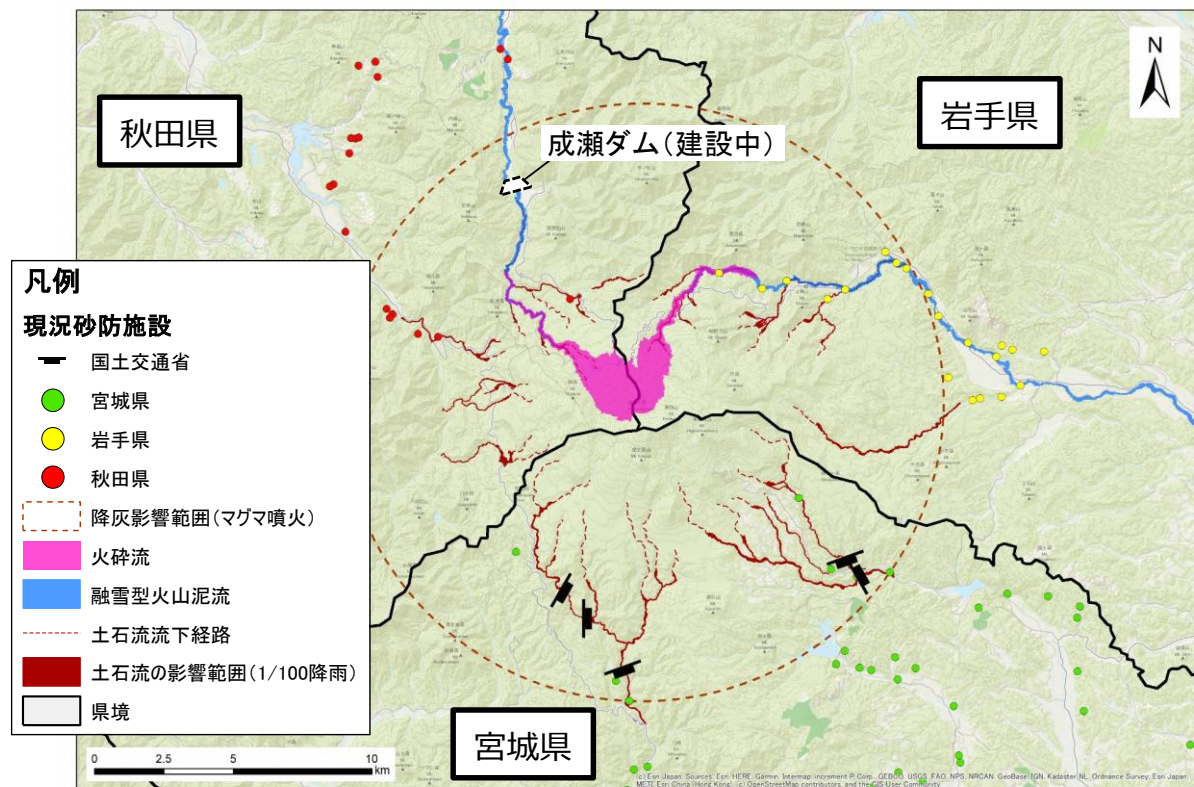
図 1-9 融雪型火山泥流の対策箇所（磐井川）

1.5 対策実施体制

岩手県、宮城県、秋田県の砂防部局が各管轄エリアにおいて対策を実施する。

栗駒山の火山現象に関係する以下の流域の現況砂防施設を図 1-10 に示す。栗駒山の緊急減災対策は、各県が管轄エリアの対策を担当することとする。

- ・宮城県…迫川、二迫川、三迫川流域
- ・岩手県…磐井川流域
- ・秋田県…成瀬川、皆瀬川（皆瀬ダム上流）



1.6 対策方針のまとめ

以上の検討結果をとりまとめ、栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の対策方針を以下の通りとした。

表 1-5 栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画の対策方針

項目	対策方針
計画で対象する土砂移動現象と規模	【ハード対策】 ・マグマ噴火規模の降灰後の降雨による土石流 ・マグマ噴火規模の融雪型火山泥流 【ソフト対策】 ・ハザードマップで想定される土砂移動現象
対策の実施タイミング	【対策開始のタイミング】 ・非積雪期は、土砂災害緊急情報が発表された溪流で対策を開始するが、現地の状況に応じ、あらかじめ対策を実施しておくなど可能な限り短期間で施工できるように配慮する。 ・積雪期は、規模の大きな噴火が切迫している情報が得られた時に火山の専門家等からなるコアグループ等により融雪型火山泥流対策の開始の判断を検討する。 【対策休止のタイミング】 ・噴火警戒レベル5に上昇した場合。 ・避難の参考となる雨量基準を超過した場合。
対策実施範囲	【降灰後の降雨による土石流】 ・降灰10cm以上の範囲に流域の大半が含まれる土石流危険溪流(11溪流) 【融雪型火山泥流】 ・磐井川の想定氾濫範囲(2箇所)
対策実施体制	・岩手県、宮城県、秋田県の砂防部局が各管轄エリアにおいて対策を実施。

2. 緊急減災対策実行計画

緊急減災対策実行計画は、対象とする土砂移動シナリオのケースごとに、対策方針に基づいて、緊急ハード対策及び緊急ソフト対策の具体的な実施内容について、時系列でとりまとめたものである。

2.1 緊急ハード対策

2.1.1 緊急ハード対策の基本方針

栗駒山噴火時に想定される、降灰後の土石流と融雪型火山泥流に対して、仮設堰堤の整備や既設堰堤の嵩上げによる流出土砂の捕捉、堤防の嵩上げによる氾濫の防止を図るハード対策を実施する。

計画編 1.1 より、栗駒山火山噴火緊急減災対策砂防計画では、噴火時に発生する土砂移動現象のうち、被害が想定されるマグマ噴火時の「融雪型火山泥流」と「降灰後の降雨による土石流」をハード対策の対象現象とする。

2.1.2 緊急ハード対策（降灰後の土石流）

（1）保全対象の整理

降灰後の土石流のハード対策対象溪流の保全対象を、秋田県、宮城県から基礎調査による土石流区域調書を収集して整理した。整理結果を表 2-1 に示す。



図 2-1 対象溪流と保全対象の例

表 2-1 ハード対策対象溪流の保全対象

県	溪流番号	溪流名	溪流諸元						警戒区域内の資産数量							
			流域 面積 (km ²)	流出 土砂量 無施設 (m ³)	施設 効果量 (m ³)	流出 土砂量 現況施設 (m ³)	土砂災害 警戒区域等		人家戸数		道路		橋梁 (基数)	公共的建物		
							イエロー 面積 (m ²)	レッド 面積 (m ²)	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	5,410	430	4,980	15,832	13,973	4	4	0	340	1			0
	465-Ⅱ-001	清水沢	0.08	190	2,530	0	6,071	622	2	0	160	330	1			0
	465-Ⅱ-002	湯元2	0.29	1,160	0	1,160	6,071	622	0	0	0	125	1			0
	465-Ⅱ-003	滝向沢	0.30	1,300	300	1,000	42,066	532	2	0	0	500	1			0
	465-Ⅰ-002	湯元沢2	0.37	1,000	90	910	13,711	938	4	0	30	225	2	3		3
	465-Ⅰ-003	湯元1	0.25	1,390	80	1,310	22,446	439	1	0	130	95	0	1		1
	465-Ⅱ-004	新処沢	0.10	1,900	190	1,710	15,487	5,453	2	1	120	0	0			0
	465-Ⅱ-005	新処沢2	0.29	2,900	220	2,680	32,991	8,069	3	0	190	215	0		1	1
宮城県	5-30-041	赤沢	0.07	1,360	0	1,360	6,041	285	0	0	0	110	0	1		1
	5-30-042	温湯沢	0.71	3,230	130	3,100	27,417	1,599	14	1	0	105	2	1		1
	5-23-049	秣森沢	0.33	4,490	0	4,490	172,092	16,539	3	1	0	1,160	0			0

出典) 基礎調査による土石流区域調書

(2) 緊急ハード対策の検討

- ・ 緊急ハード対策の目的は降灰後の降雨による土石流の流出土砂を可能な限り減ずることである。
- ・ 他地域における緊急対策の実績に基づき、迅速に施工可能な工種を採用する。

1) 実施する工種・工法の検討

降灰後の降雨による土石流に対して、緊急ハード対策対象溪流の状況に応じた緊急対策工法選定フロー（案）を図 2-2 に示す。

なお、本フローは一案であり、実際の工法選定にあたっては、関係機関との調整が必要であることに留意すること。

また、現在の想定では噴火警戒レベルによる規制範囲内での施工箇所はないが、想定と異なる現象が発生した場合等において規制範囲内での対策が必要であれば、無人化施工を実施することを検討する必要がある。

表 2-2 緊急ハード対策で実施する主な工法

工法	除石工	既設堰堤の嵩上げ	仮設砂防堰堤工
イメージ			
工法	堆積工	流路の嵩上げ	※各対策工法のイメージ写真は 国土交通省資料より
イメージ			

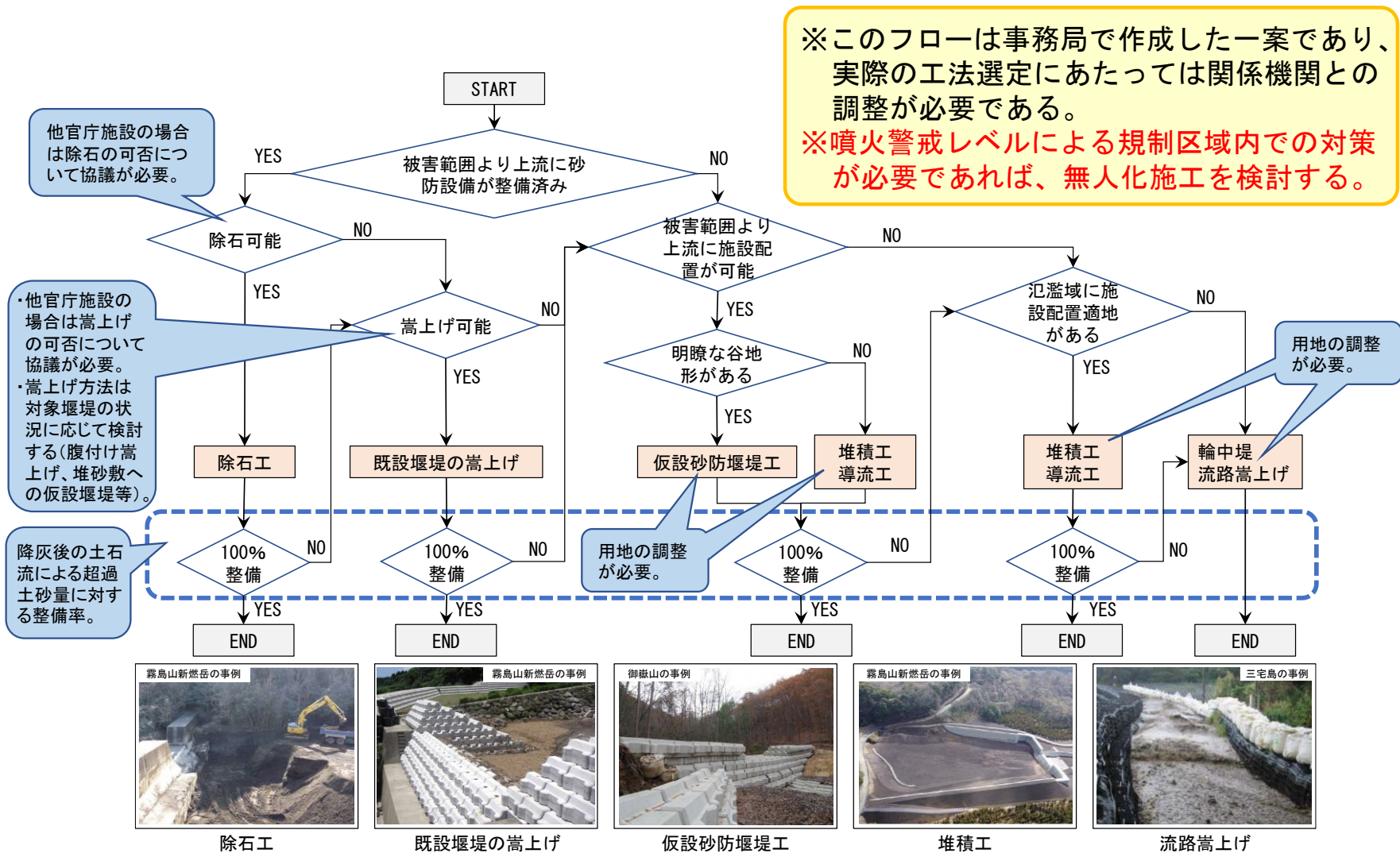


図 2-2 緊急ハード対策工法選定フロー (案)

2) 緊急対策による砂防設備の効果

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編：平成 28 年 4 月）に準拠して効果量を計上する。

仮設砂防堰堤工は、計画堆砂勾配（現河床の 2/3）までを効果量として見込み、以下に示す簡便式で算出した。

ここで示した算出方法は目安であり、地形測量の実施や採用ブロック選定、施工条件等により変化することに留意が必要である。

$$\text{効果量 } V = 3/4 \cdot n \cdot (B1+B2) \cdot H^2$$

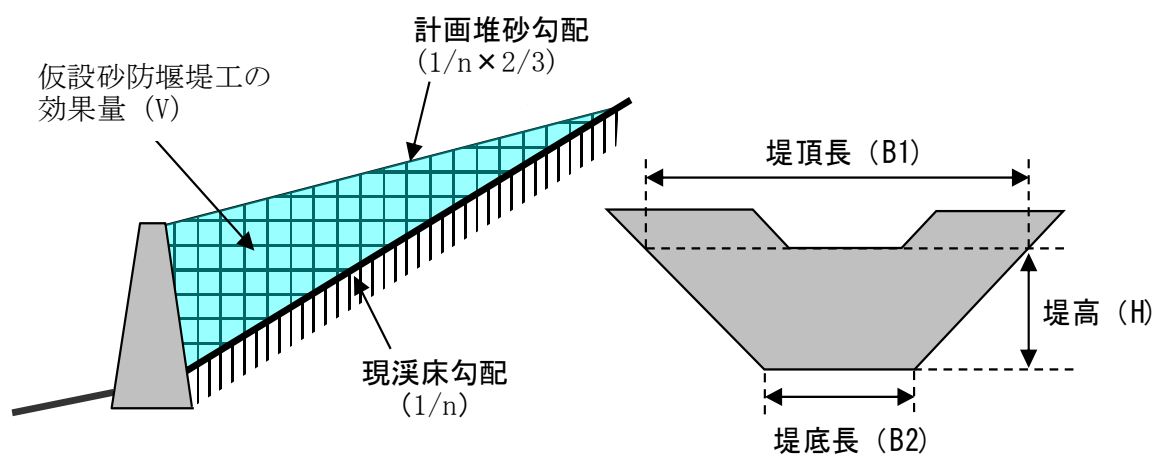
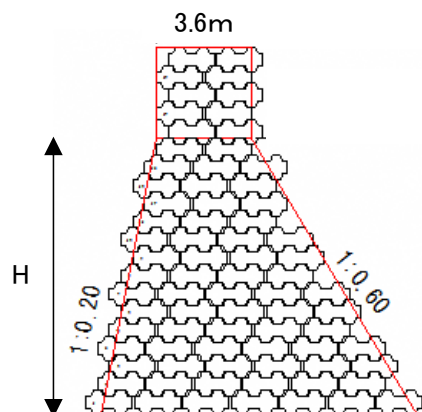


図 2-3 仮設砂防堰堤工の効果量算定方法

3) コンクリートブロック数量の算出

ブロック積砂防堰堤設備は、以下に示す標準的な構造を想定して、概算ブロック数量を算出した。



【本体部数量】

天端幅:3.6m 提高:Hm

平均堤長: $B12 = (B1+B2) \div 2$

堤体体積 $V = (7.2+0.8H) \times H \div 2 \times B12$

ブロック単体堆積=1.306 m³

ブロック数 = $V \div 1.306$

【袖部数量】

ブロック数=8個×(B1-B2)

図 2-4 仮設砂防堰堤工の概算ブロック数量の算出方法

4) 概略施工期間

土木工事標準積算基準書による主たる工種の日当たり作業量より、概略の施工期間を把握した。なお、施工期間は緊急対策であることを踏まえて、24時間を想定した。

【除石工】

・地山の掘削積込作業の日当たり施工量(24時間体制):

$$160(\text{m}^3/8\text{h}) \times 24(\text{h}/\text{日}) = 480\text{m}^3/\text{日}$$

(0.8m³級バックホウ)

【コンクリートブロック積】

・据付け(層積)作業の日当たり施工量(24時間体制):

$$43(\text{個}/8\text{h}) \times 24(\text{h}/\text{日}) = 129\text{個}/\text{日}$$

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 現況施設 (m ³)	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

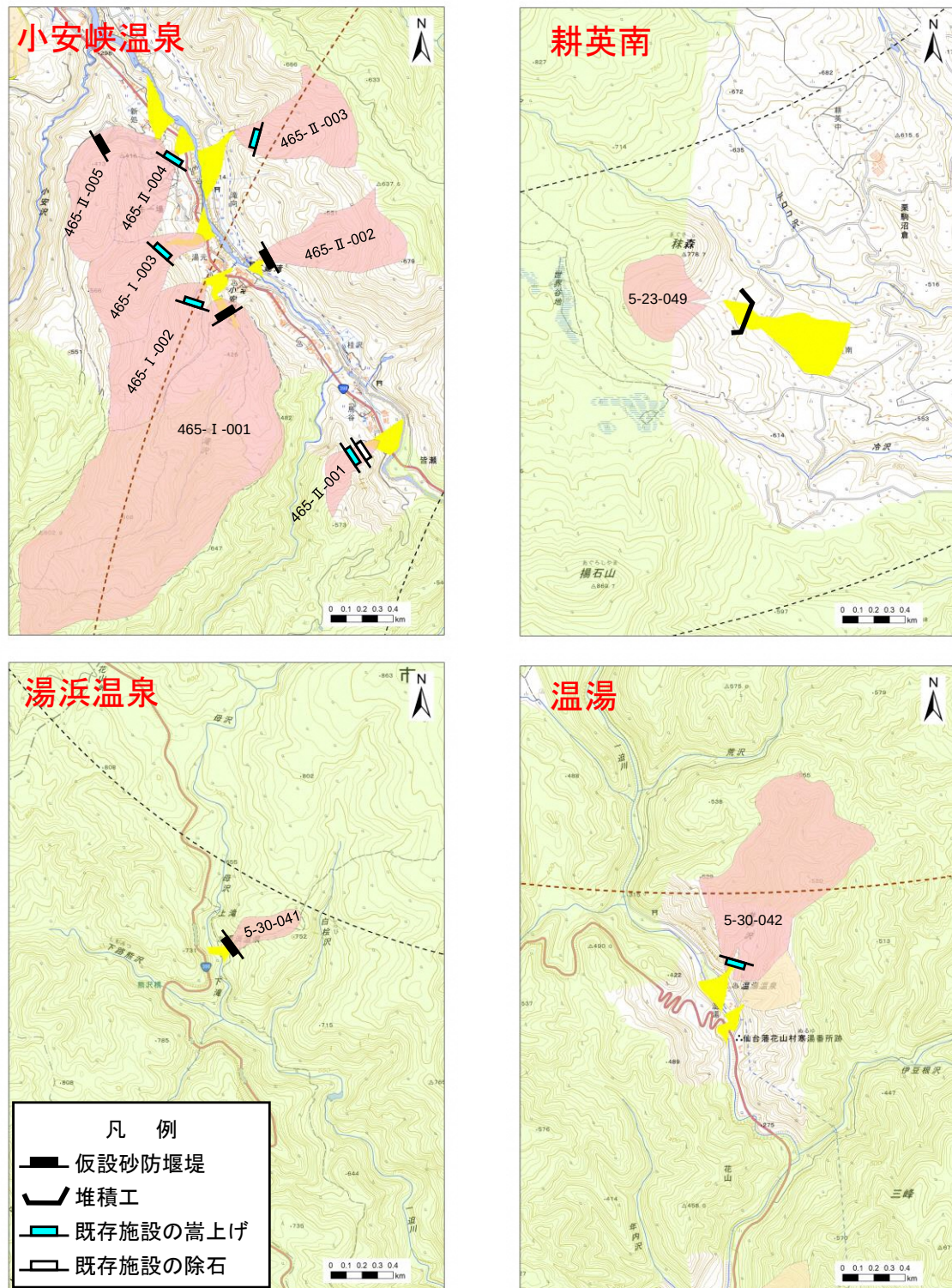


図 2-5 降灰後の土石流に対する緊急ハード対策案

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 先 〜) の度 大 度 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箇所で行う（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。

大型土のう積み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

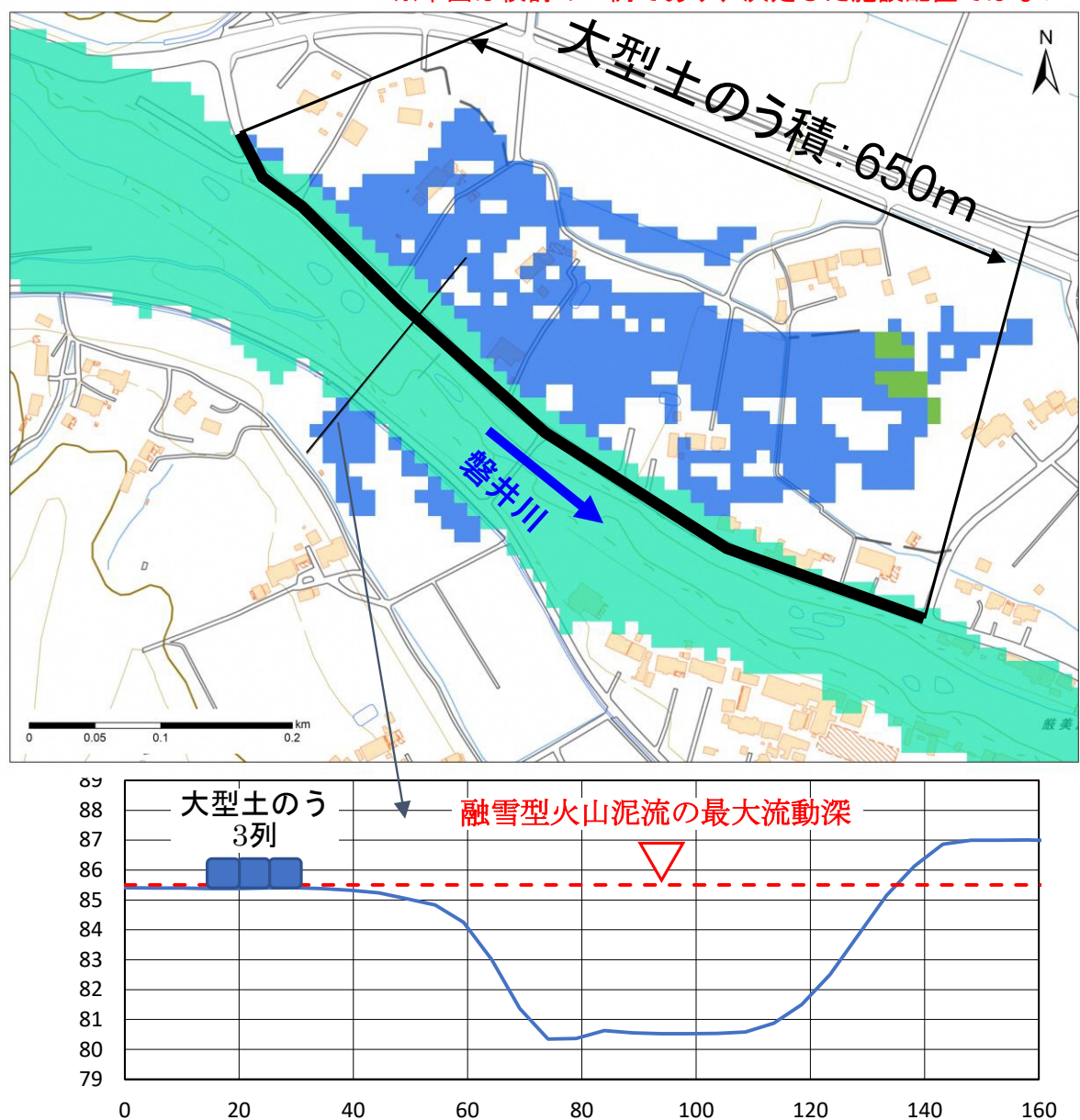


図 2-7 緊急ハード対策例 (氾濫ポイント A)

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

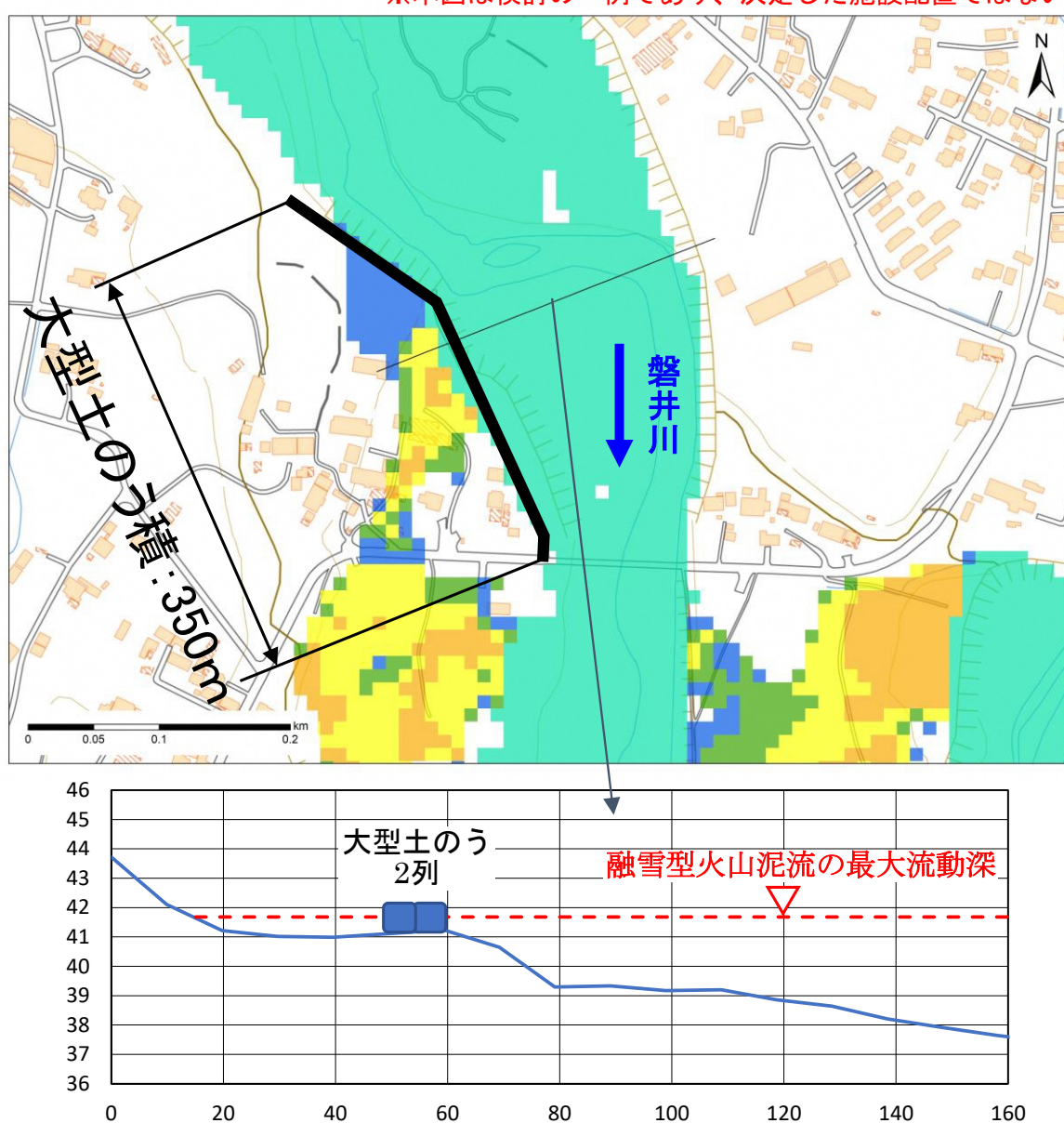


図 2-8 緊急ハード対策例 (氾濫ポイント B)

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	<u>ハザードマップ</u> に関する情報、 <u>土砂移動検知情報</u> 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 <u>土砂移動検知センサーを設置</u> 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	<u>携帯電話回線等</u> 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 <u>リアルタイム・アナリシス型</u> を整備、県は <u>プレ・アナリシス型</u> 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、 <u>火山防災協議会</u> 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 <u>土砂災害防止法に基づく緊急調査</u> 、県は <u>緊急減災対策のための調査</u> を実施する。

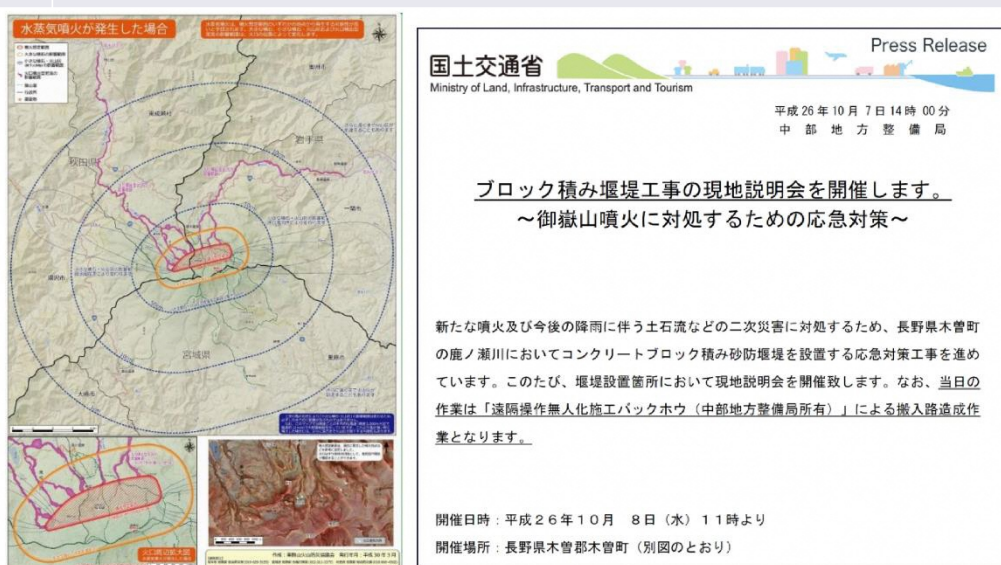
※火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン（平成 19 年 4 月）に基づき作成

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	・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。

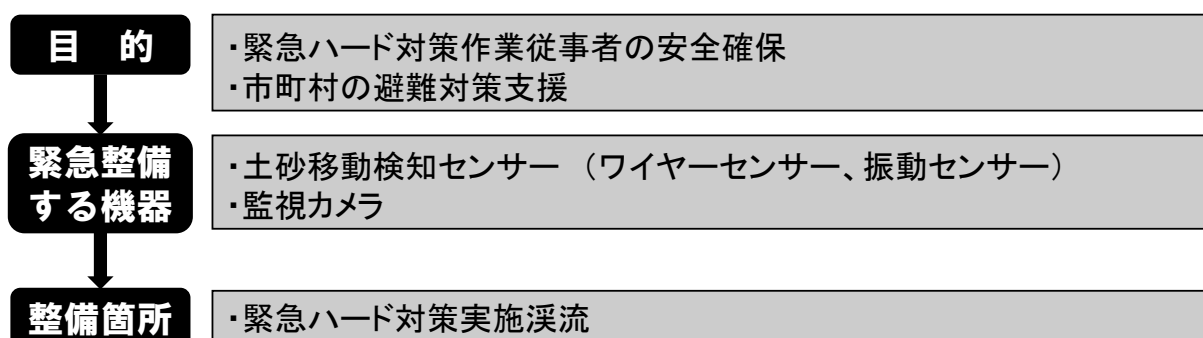


図 2-11 火山監視機器の緊急整備の目的



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。

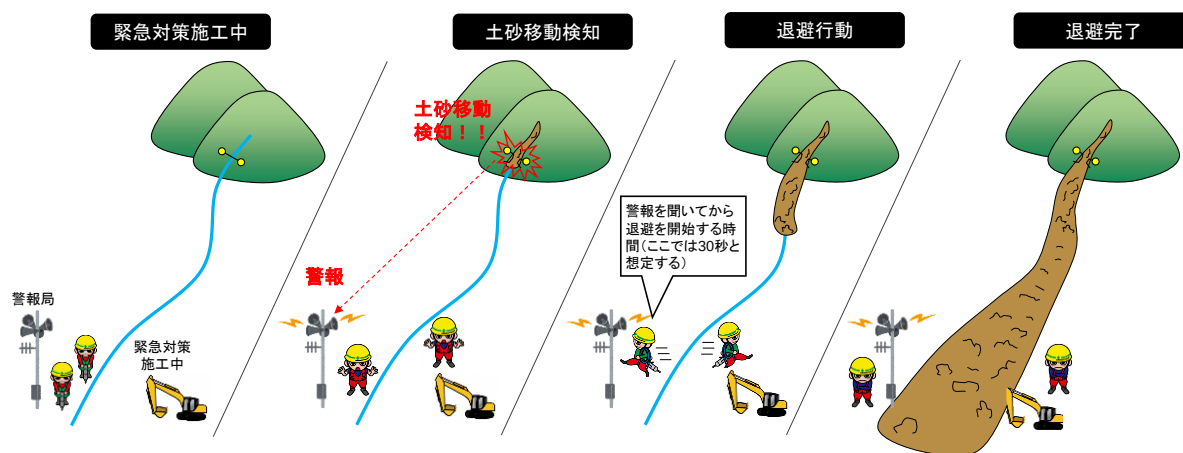


図 2-13 作業者退避のイメージ

(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秒以内に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。

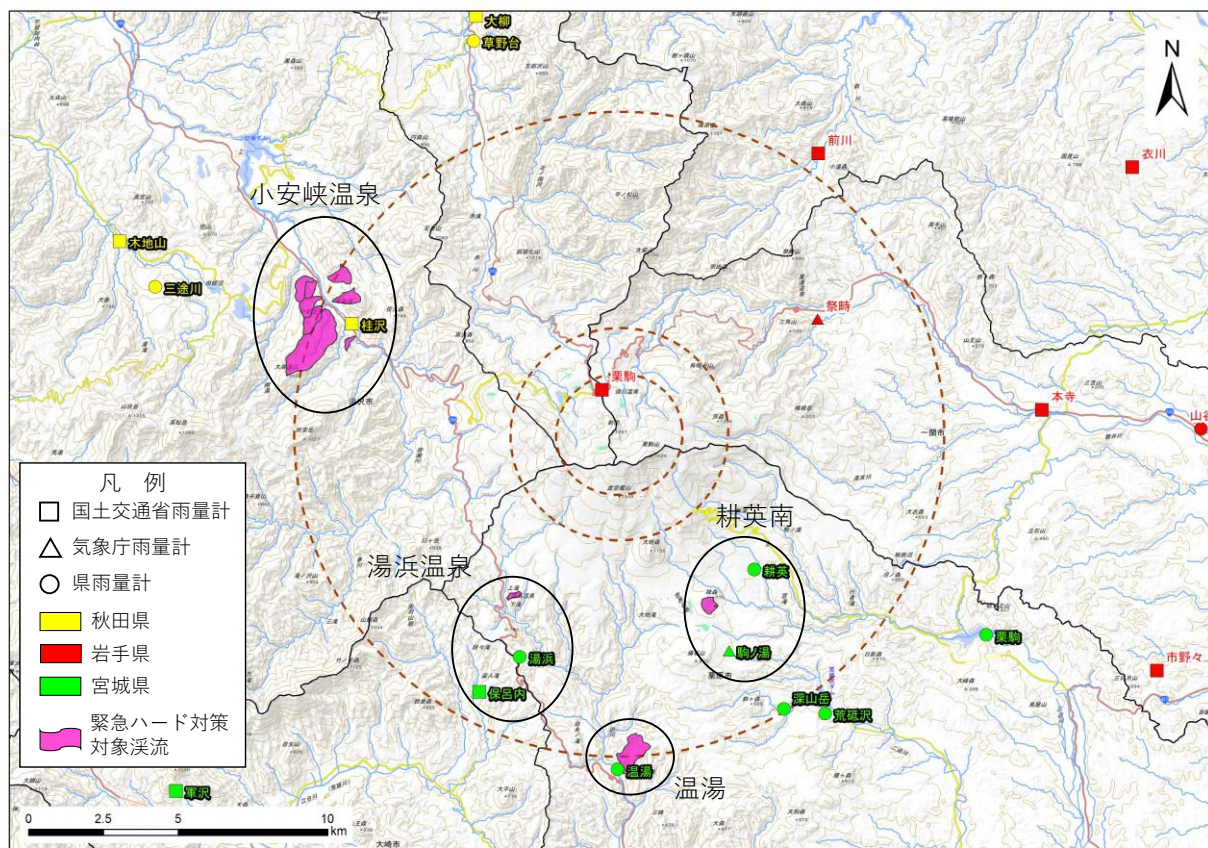
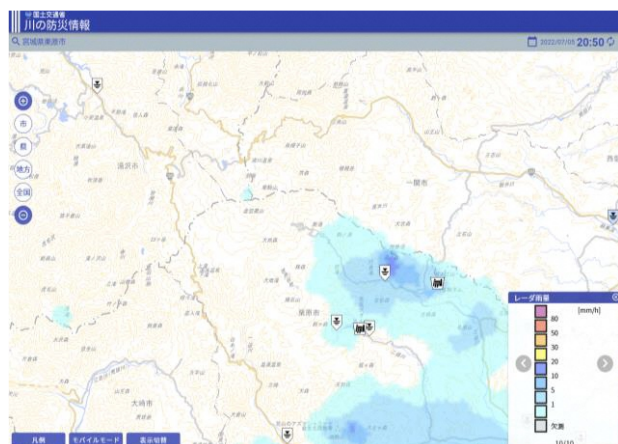
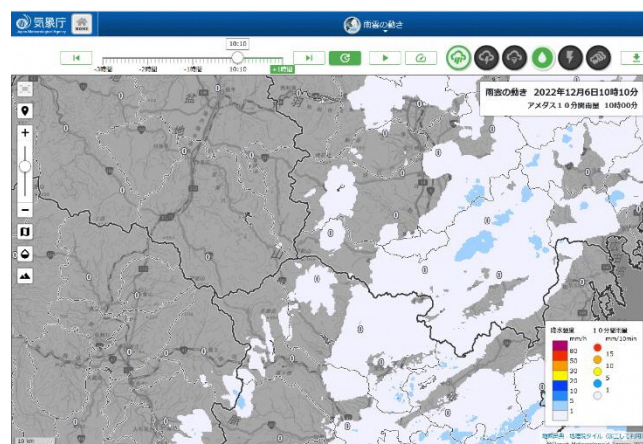


図 2-14 栗駒山周辺の雨量観測体制



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ー（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。

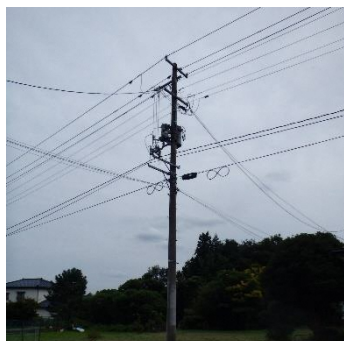
(1) 情報伝送手段

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。

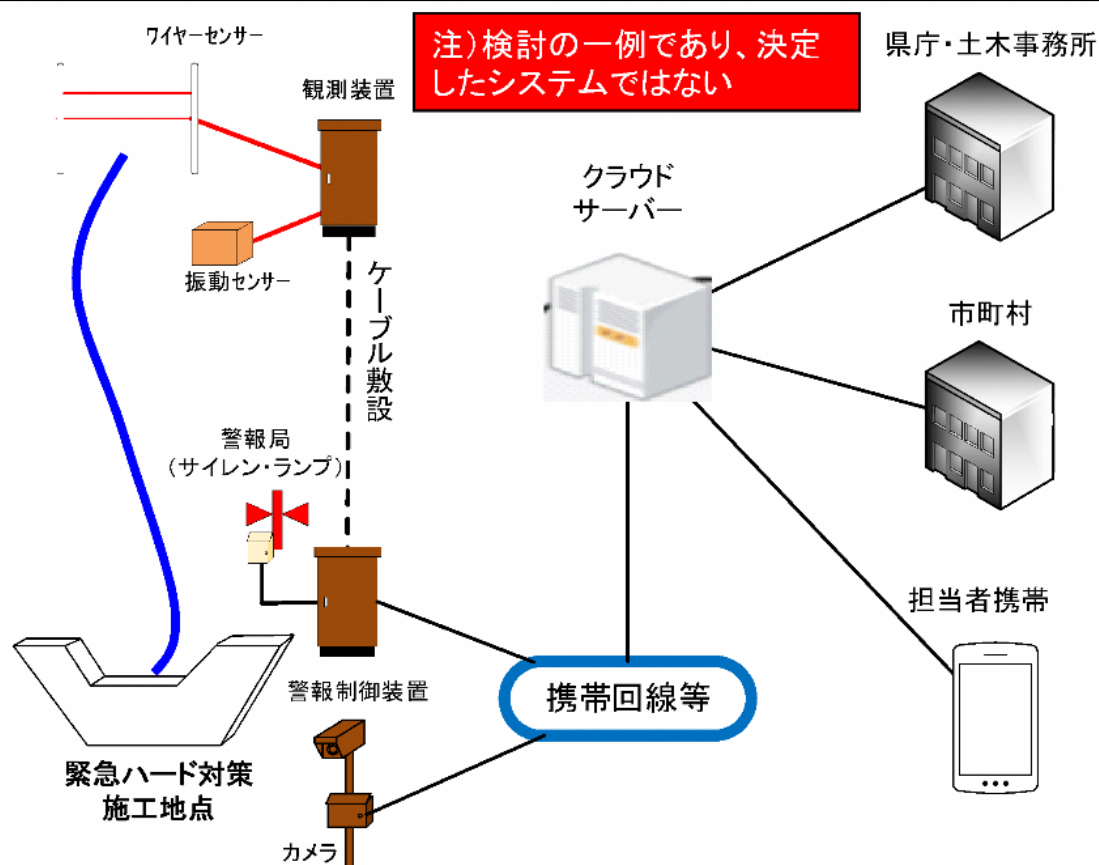


図 2-17 監視機器からの情報伝送イメージ



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。

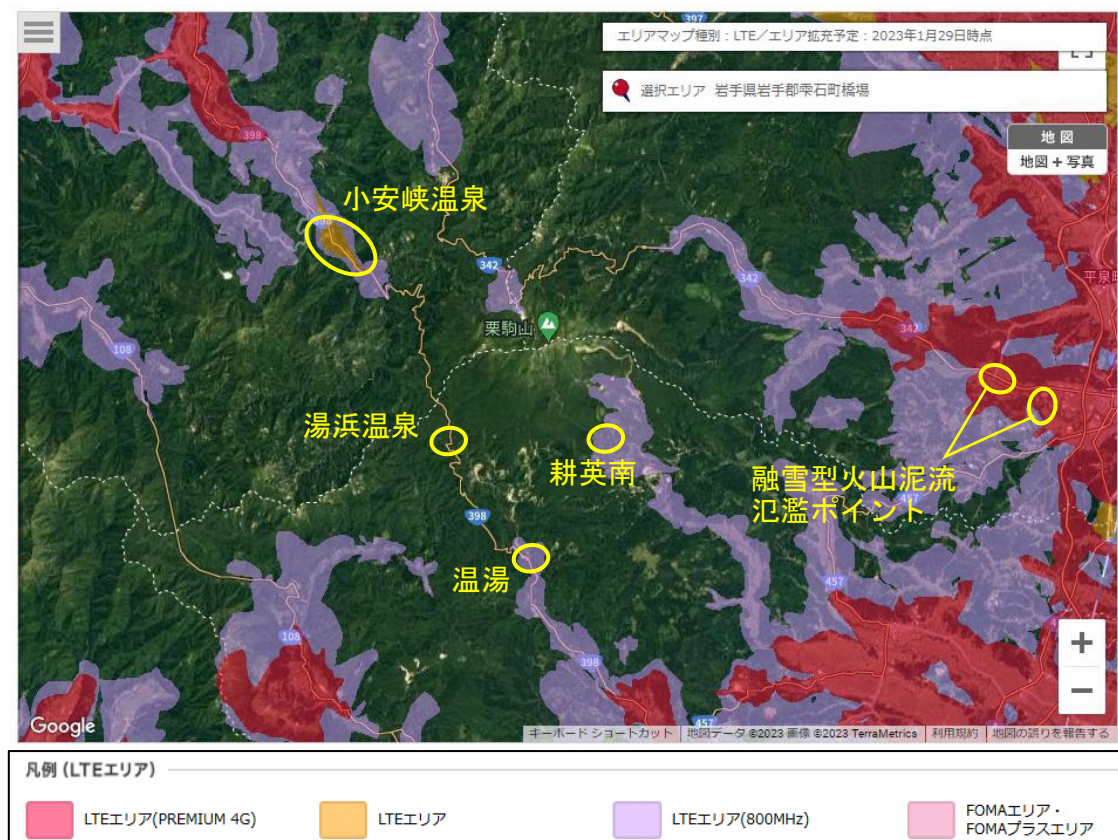


図 2-19 NTT docomo サービスエリア (<https://www.nttdocomo.co.jp/area/>)

【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	秣森沢	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/>)

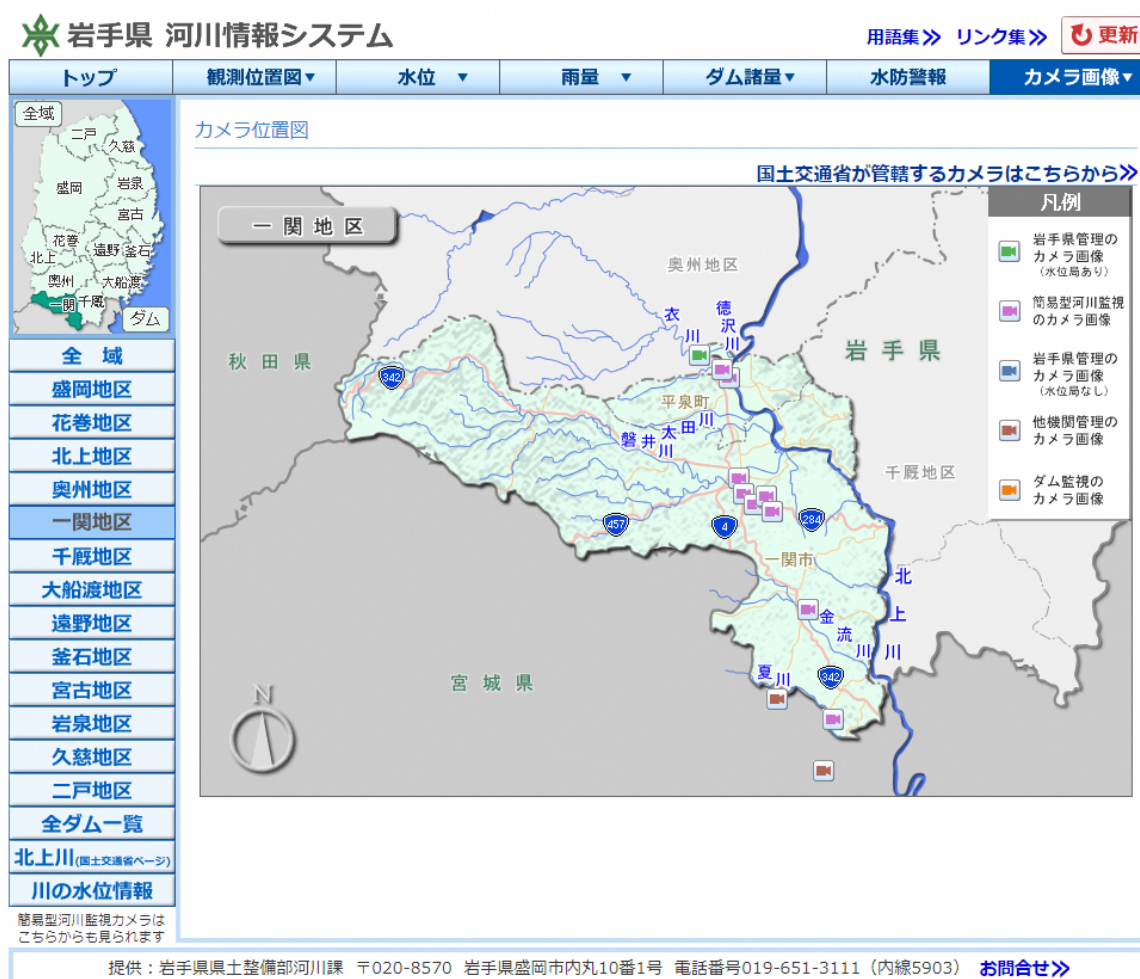


図 2-20 岩手県河川情報システム



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。

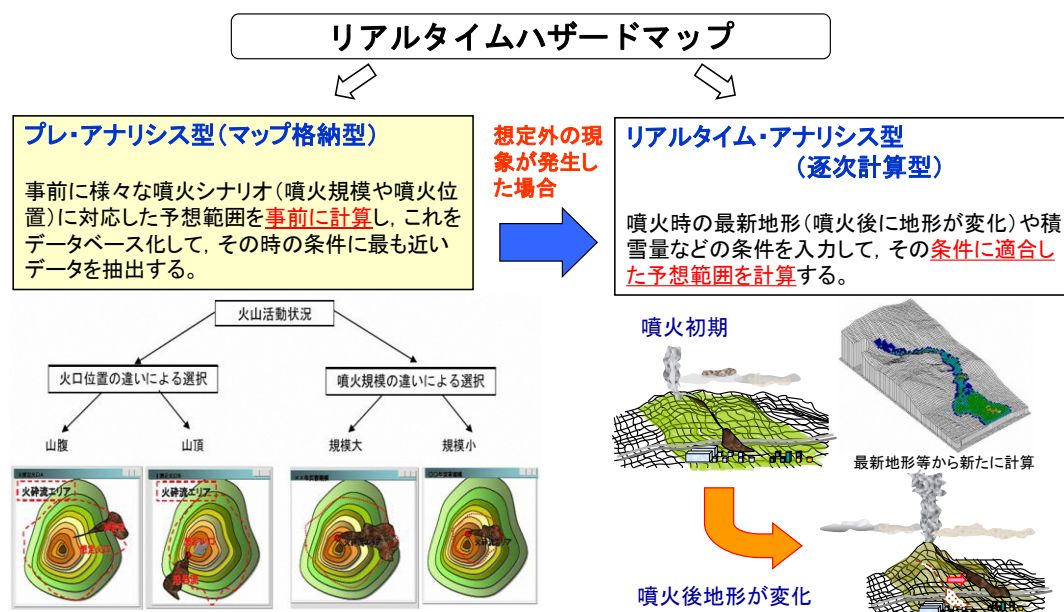


図 2-23 リアルタイムハザードマップの種類

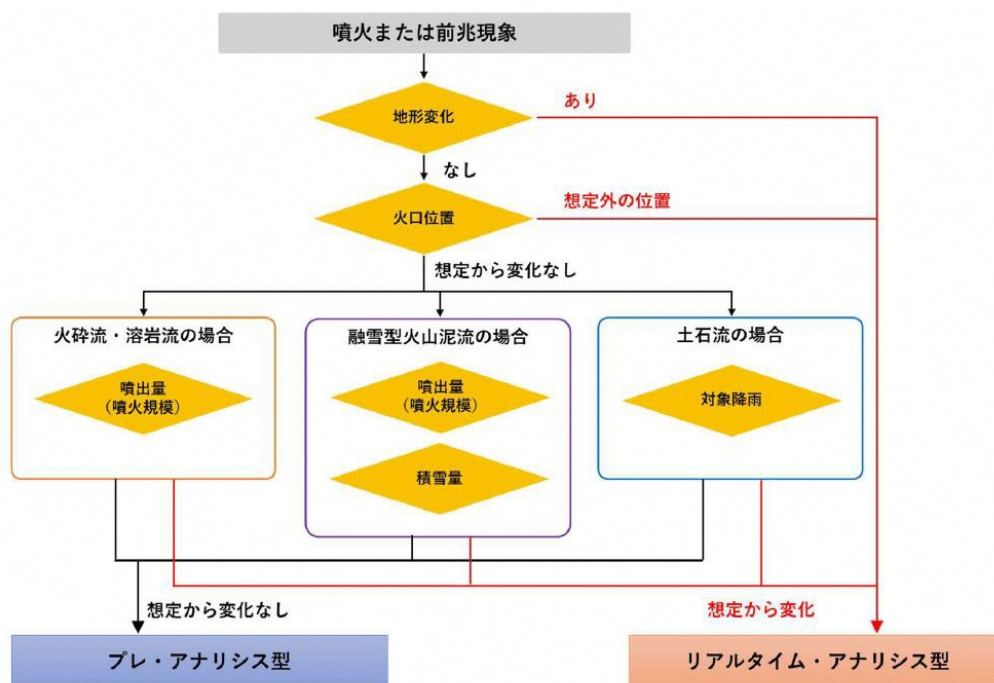


図 2-24 リアルタイムハザードマップの選定イメージ

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、UAV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

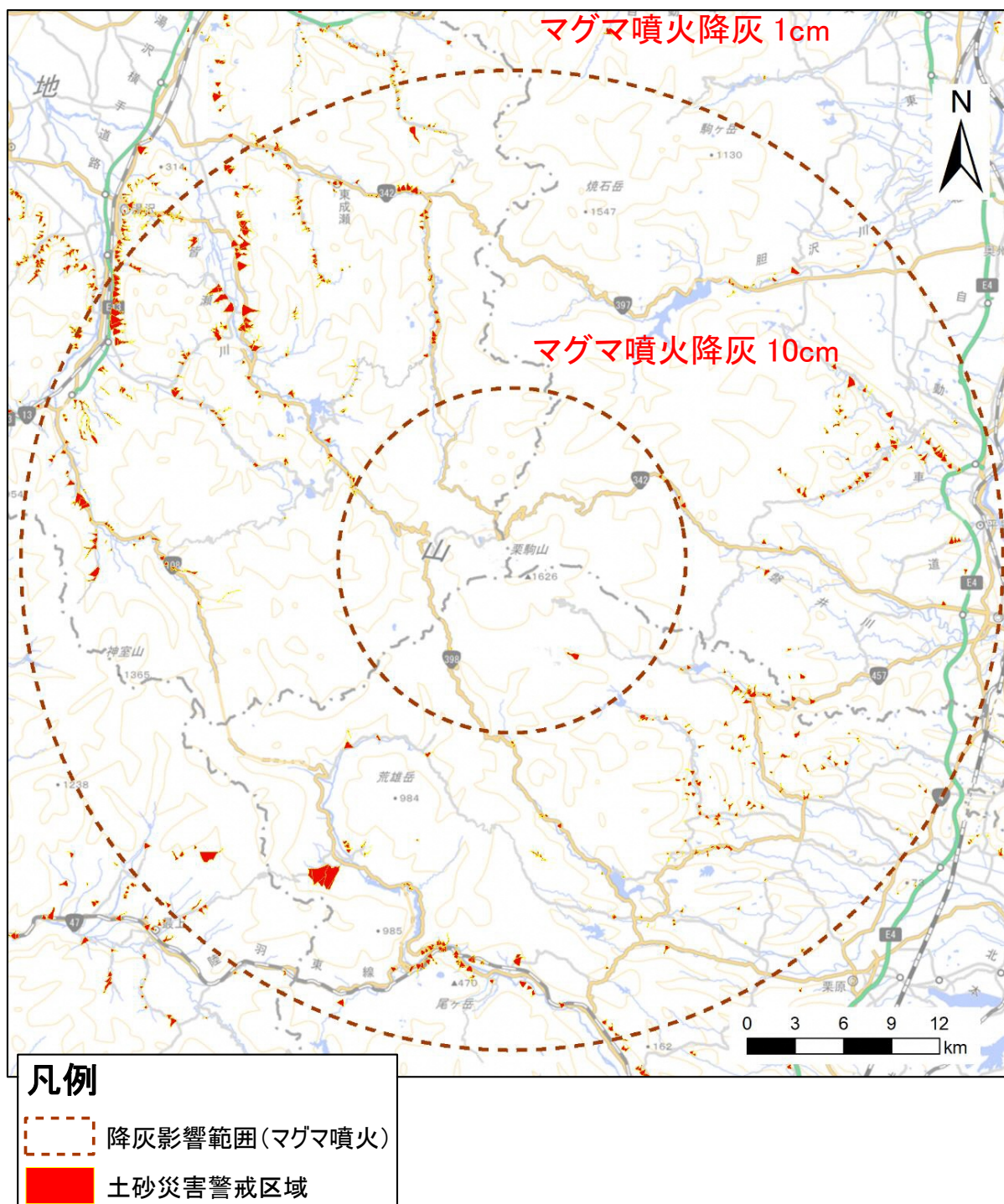


図 2-26 栗駒山周辺の土砂災害警戒区域の分布図

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	・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	・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-Vによる氾濫解析実施
火山噴火後の地形変化調査	・緊急調査実施の判断のための予備調査	・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	・土砂災害緊急情報発出のための調査	・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	・QUAD-Vの入力条件 ・浸透の回復状況の把握	・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	・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	・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	・緊急調査に従事する作業者の安全性確保	・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
・ 広域の調査 ・ 専門家の同乗調査 ・ 着陸しての直接調査	・ 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。

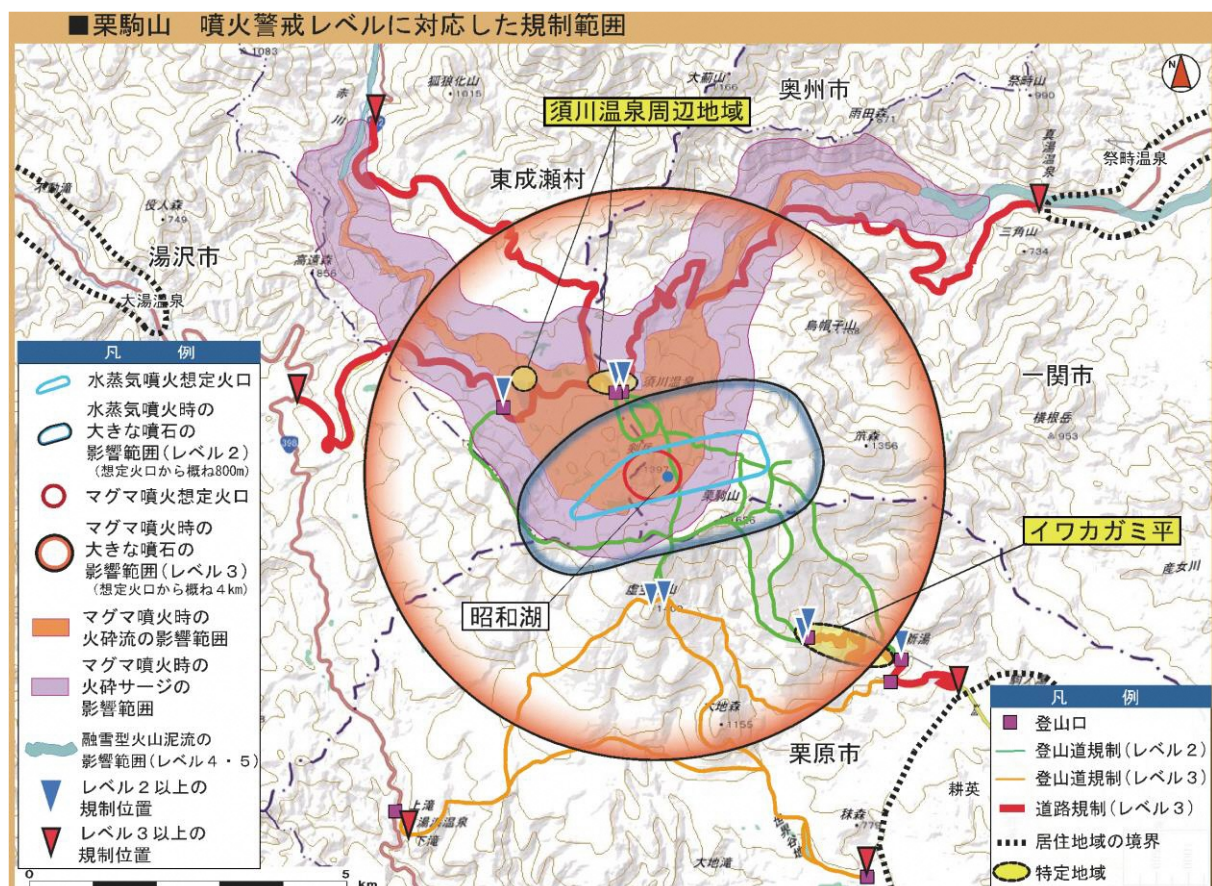


図 2-27 栗駒山の噴火警戒レベルに伴う規制範囲と規制位置

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



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）。

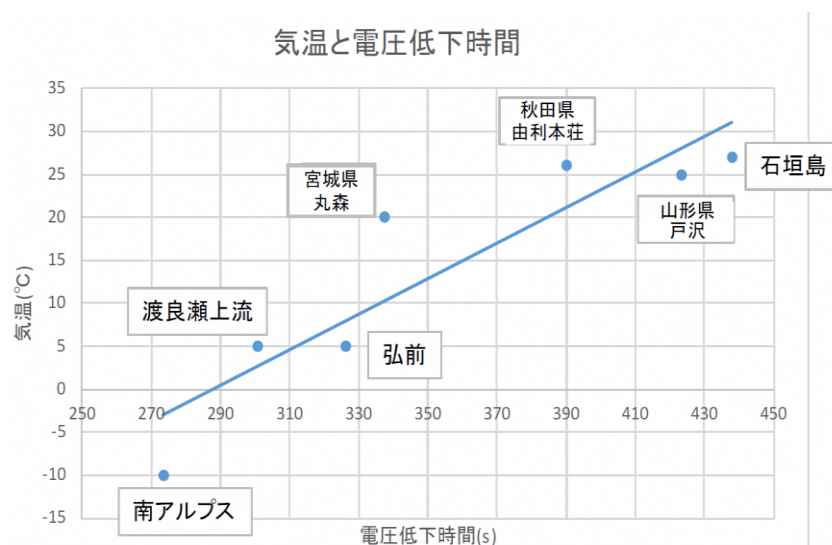


図 2-29 気温とバッテリーの電圧低下時間

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

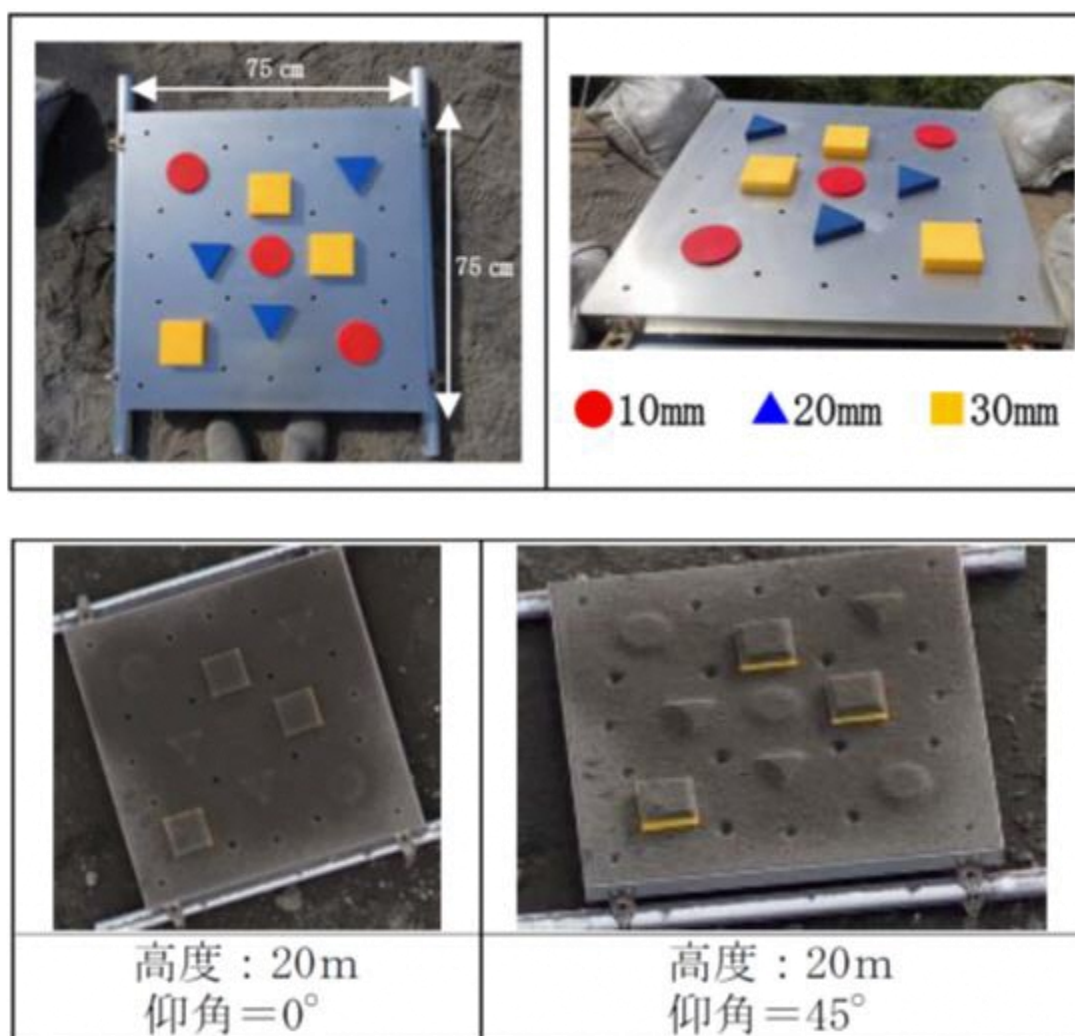
5) UAV を活用した調査

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

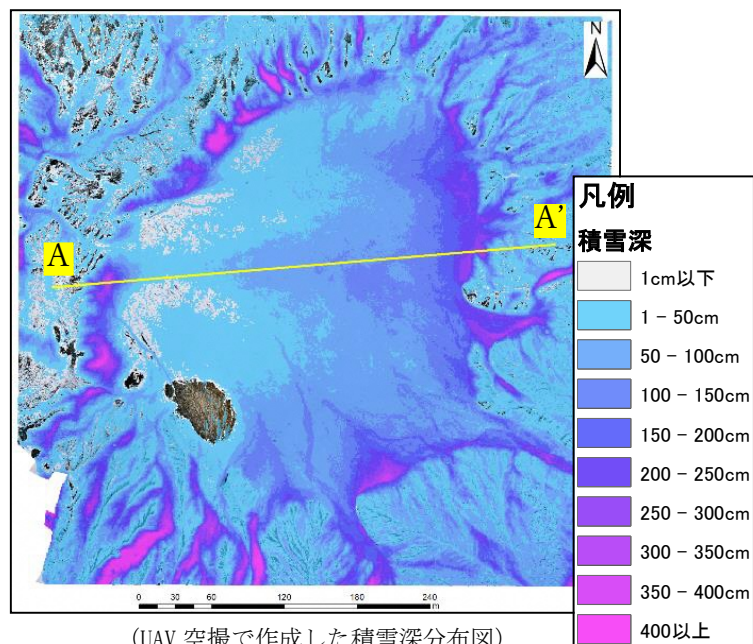
山頂積雪観測が実施されていない栗駒山では、UAV を使って積雪深を把握することが考えられる。UAV-SfM を使った積雪調査は以下の工夫をすることで精度良く把握できることが示されている（内柴ら, 2021）。

【UAV-SfM から積雪深を把握するための留意点】

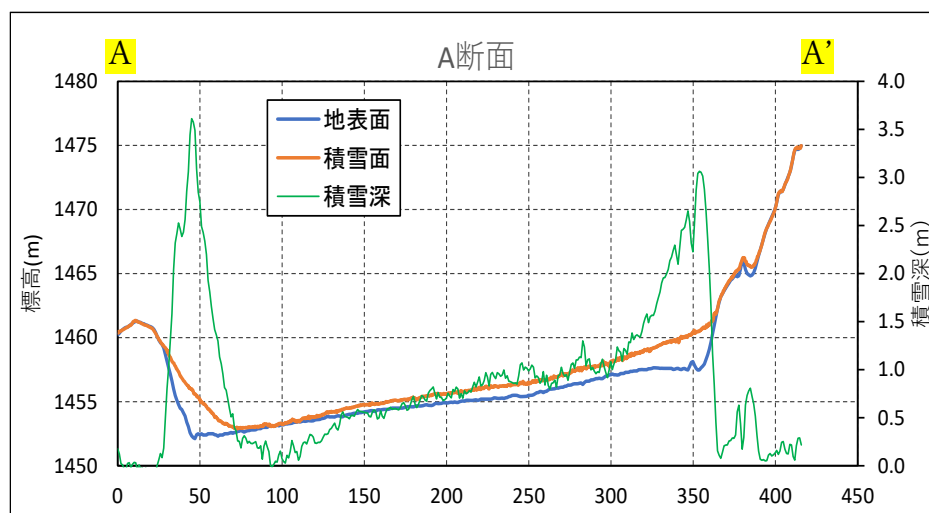
- ・ GCP（地上基準点）を設置できないため、PPK（Post Processing Kinematic：後処置キネマティック）方式により写真の位置精度を確保する。
- ・ 表面テクスチャーに乏しい積雪面は、写真間の特徴点が不足することがネックとなるが、RAW 画像を利用することで解決できる。
- ・ 冬期は山頂に近づけない場合が多いので、長距離飛行が可能な UAV を使用するのが良い。



（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）
- ・ハイレーザム栗駒駐車場（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

【ハイレーザム栗駒駐車場→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。

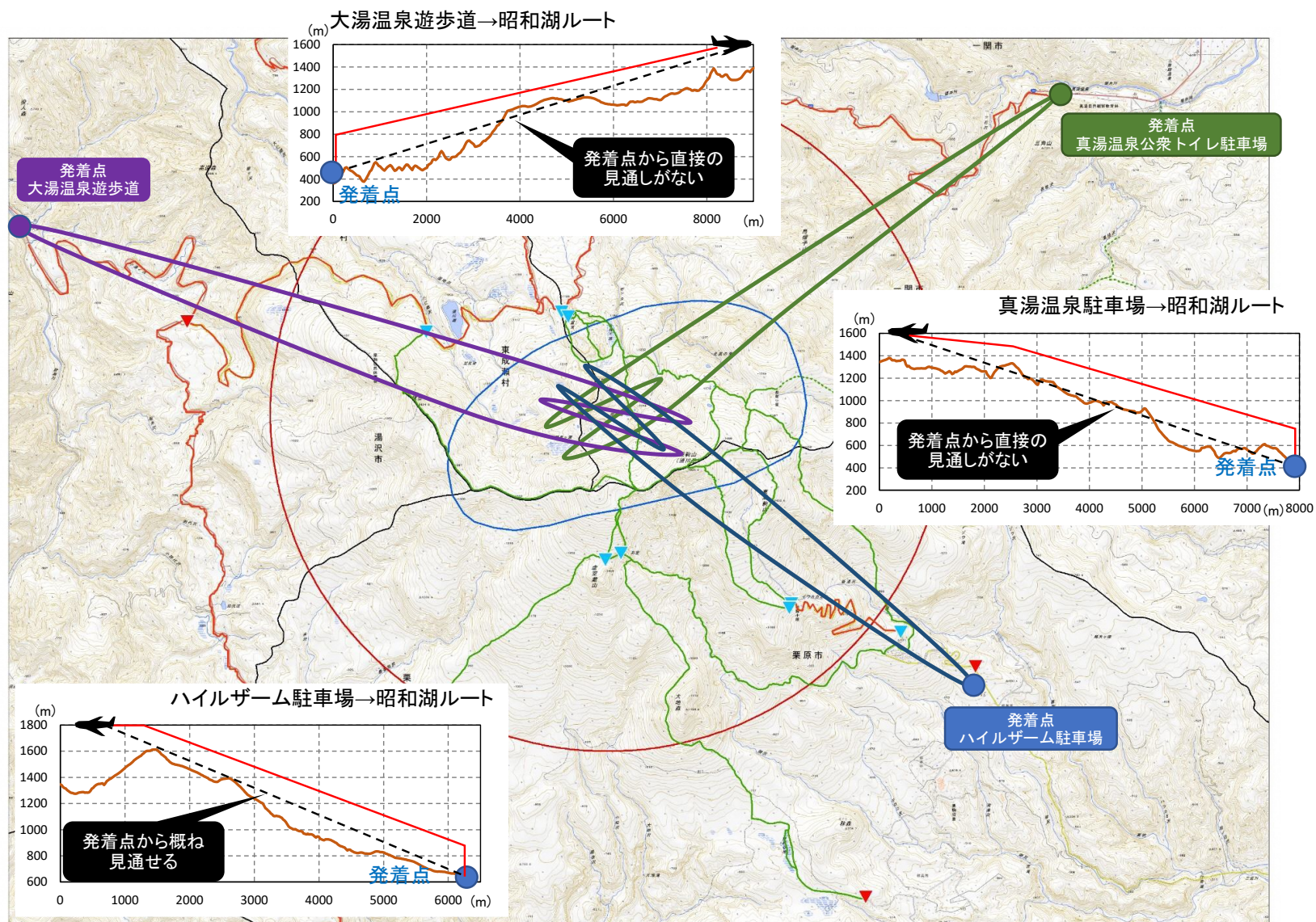


図 2-32 栗駒山の長距離飛行による火口調査ルート（案）

(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）

定時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）

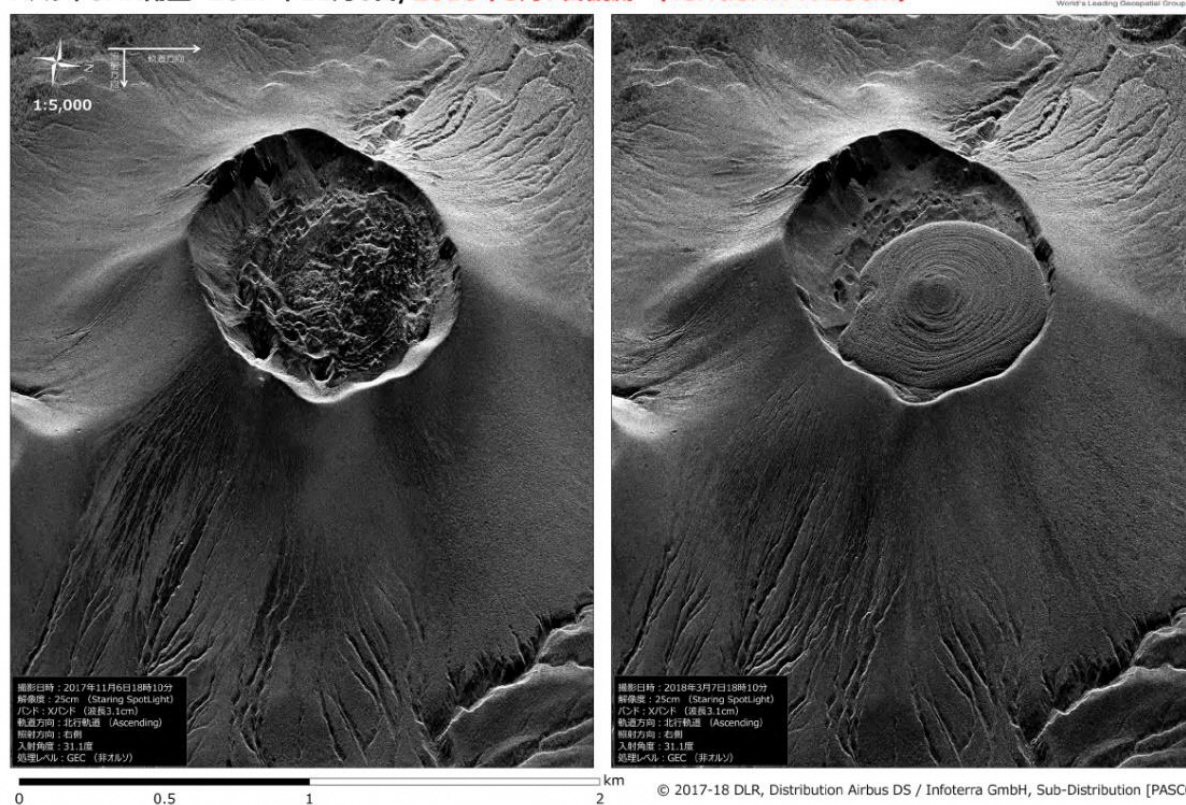
噴煙や雲を透過して地形情報を入手できる。

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）

PASCO
PASCO & Co. Ltd. (Japan) Co., Ltd.



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。

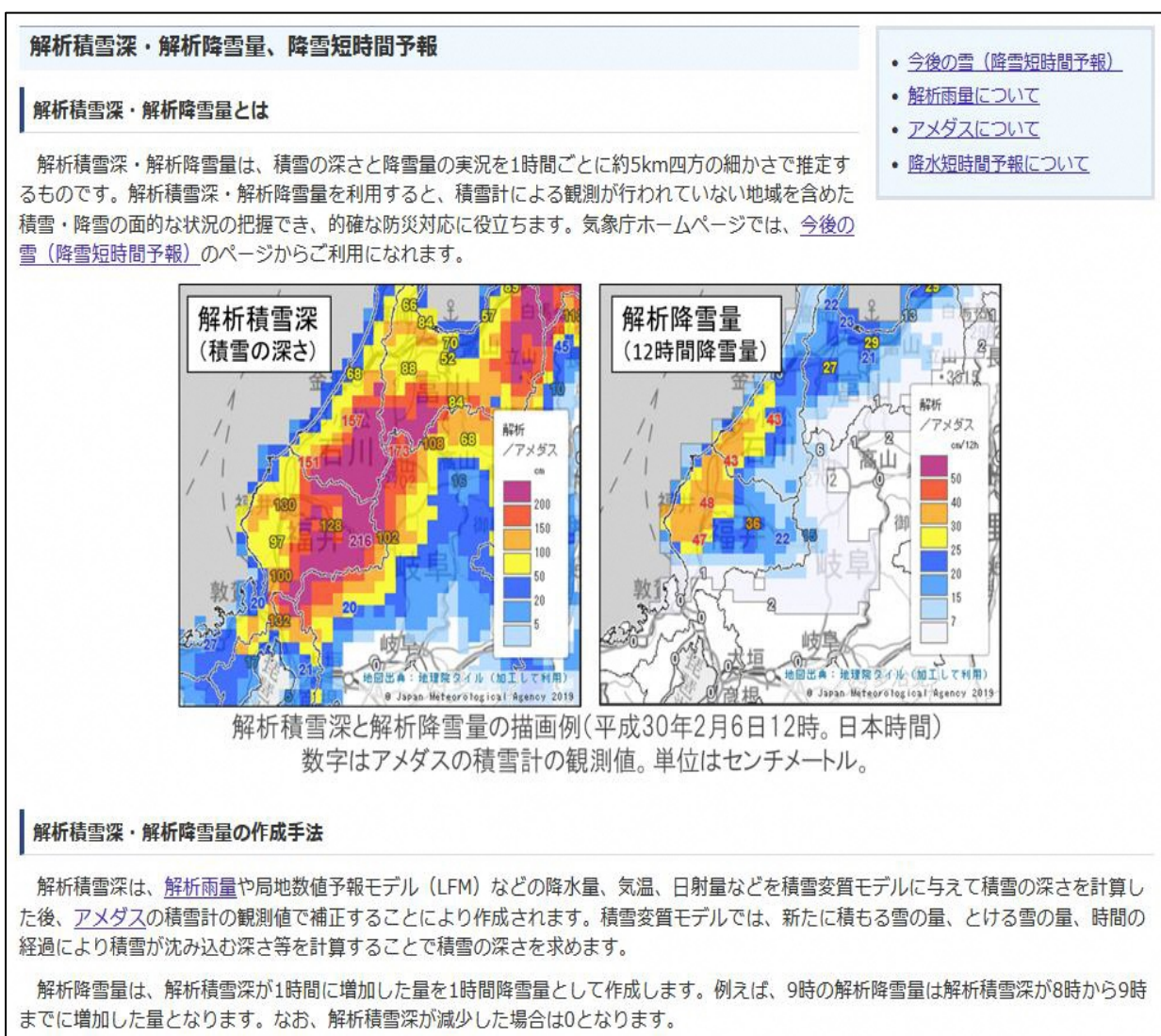


図 2-34 解析積雪深・解析降雪量の説明

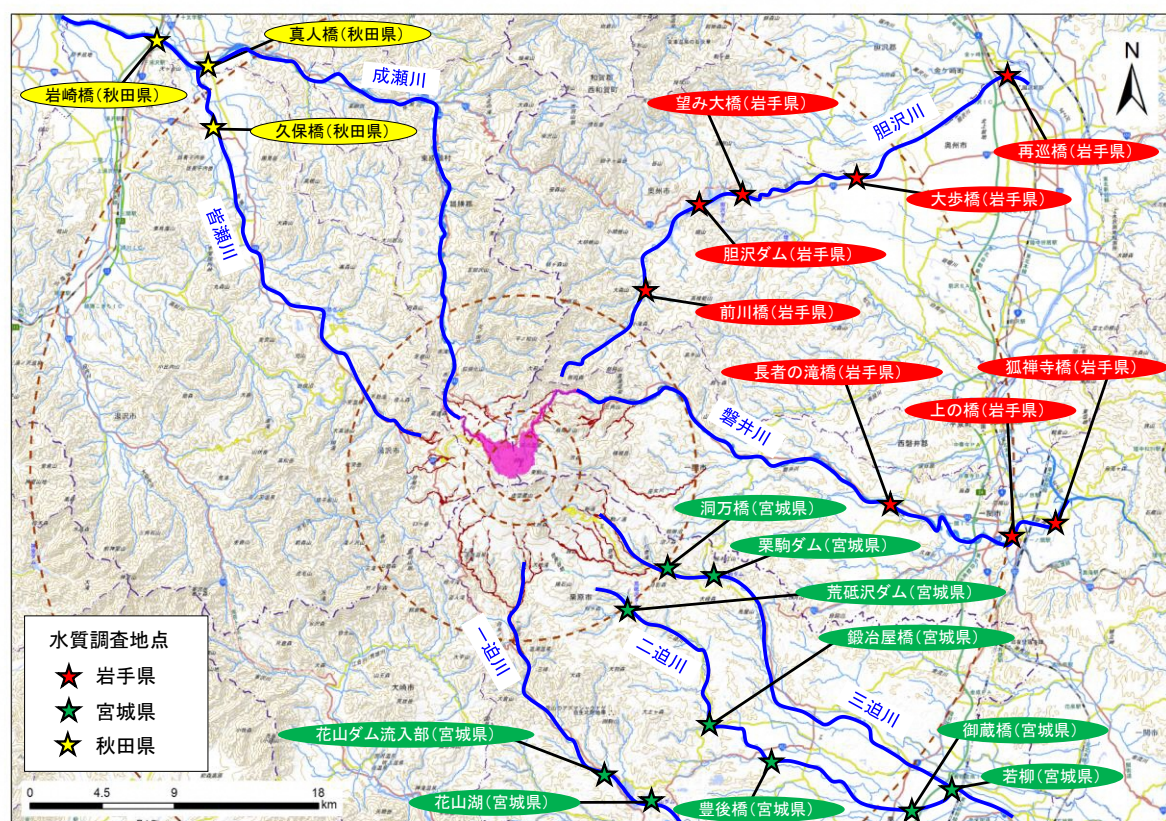
(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/kurashi/snow.html>)

(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之地籍調査 ○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 ○そのための土地使用の調整、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。
- ...

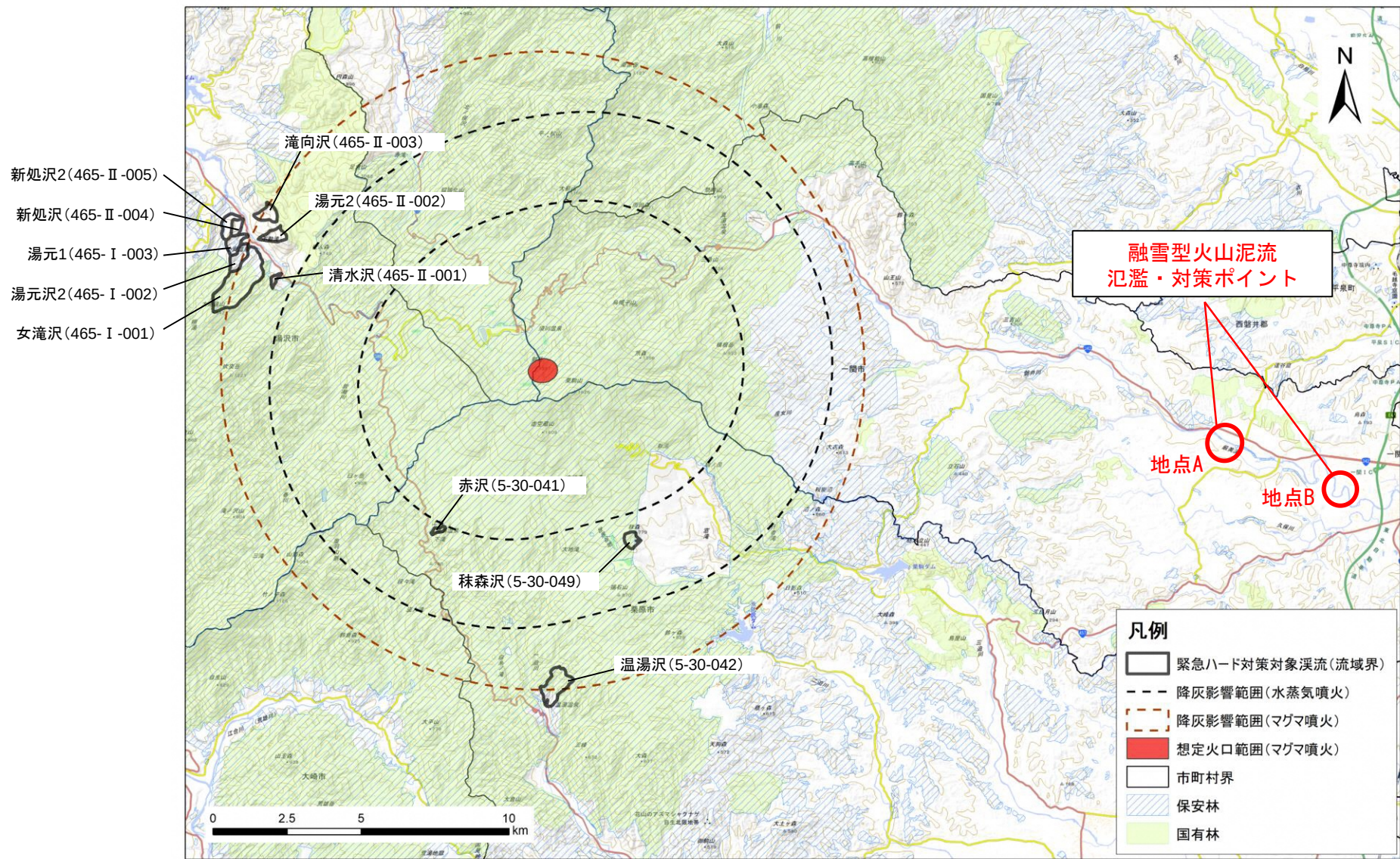


図 3-1 国有林・保安林範囲図

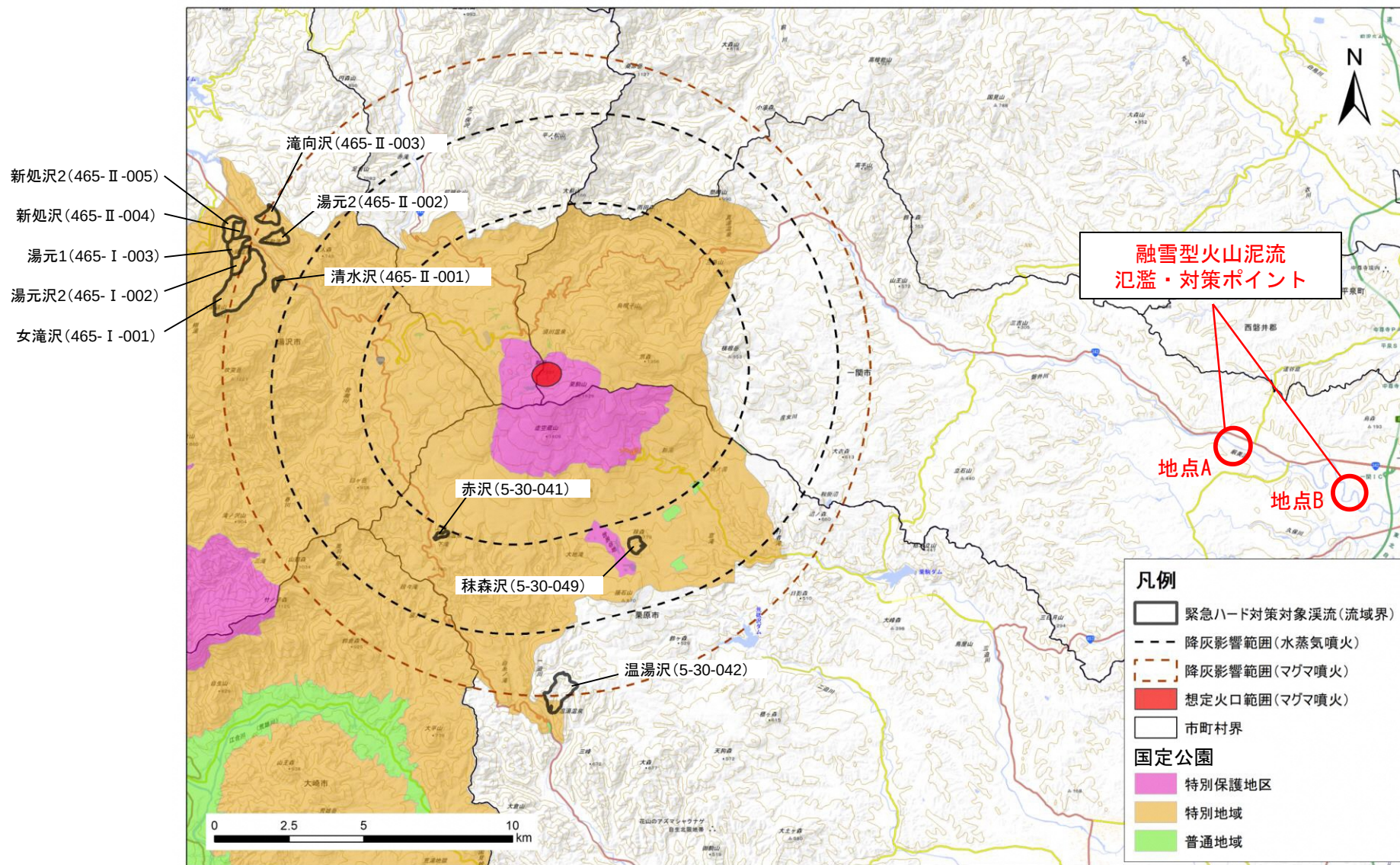


図 3-2 国定公園範囲図

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。

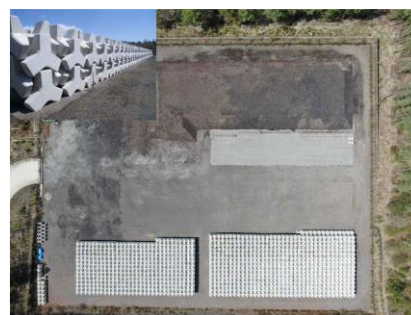
- ・ 今後確保できる備蓄ヤードに基づき備蓄計画を検討する。
- ・ 同時に、他機関が備蓄しているコンクリートブロックの借用も検討する。
- ・ 大型土のうは、製材を火山防災ステーション等に備蓄し必要時に制作する。

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段階積みとして、必要な面積を以下のように考える。

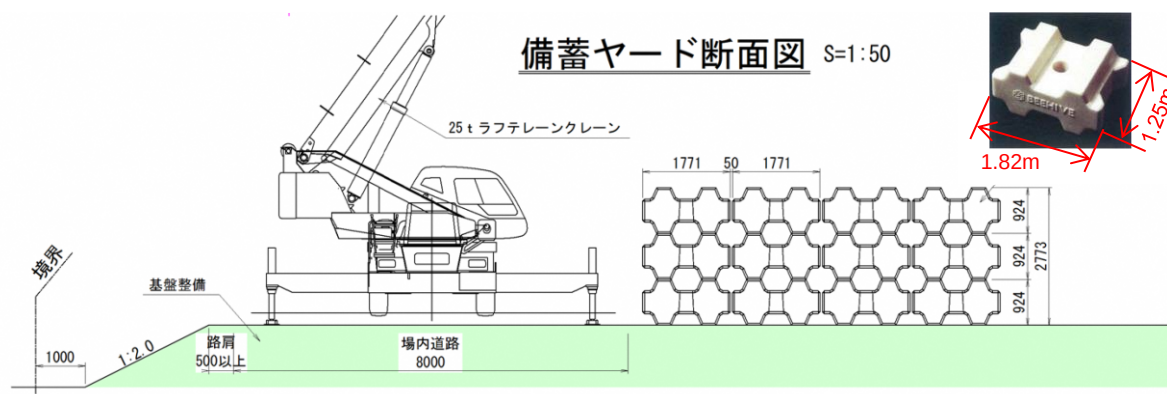


図 3-4 備蓄ヤード断面積

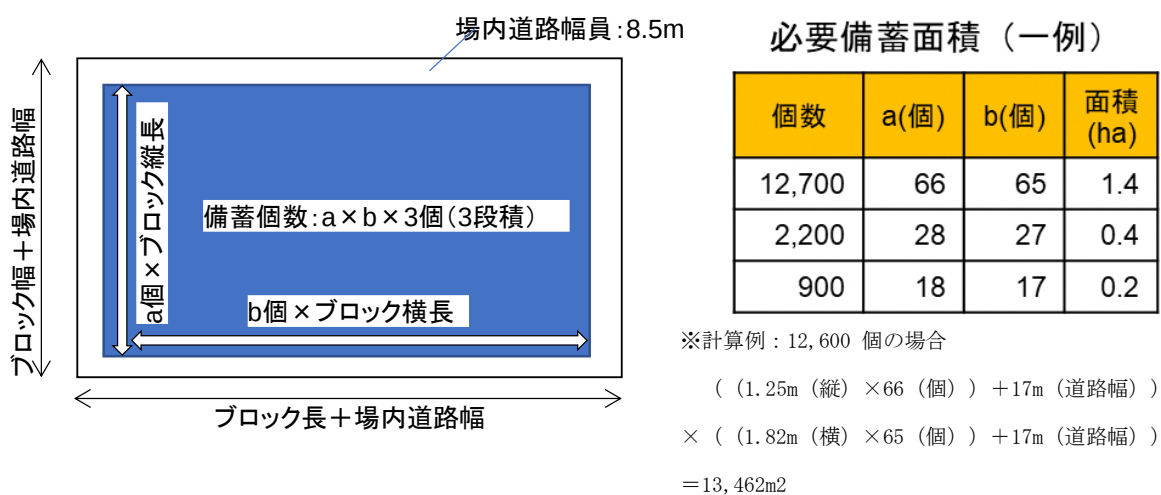


図 3-5 備蓄ヤード面積の例



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

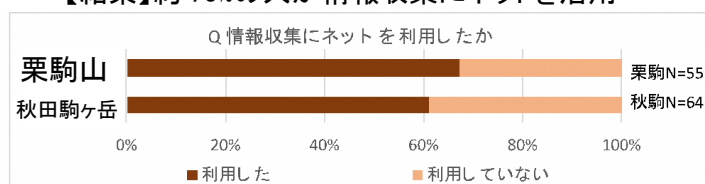


図 3-9 情報収集におけるネット利用者の割合
（伊藤ほか，2019）

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