

新山

東鳥海馬蹄形
カルデラ

鳥海湖

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画

平成27年3月

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画の記載内容

～基本事項編～

1. 鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画の基本理念

1.1. 計画の目的

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防は、『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)』に則り、いつどこで起こるか予測が難しい火山噴火に伴い発生する土砂災害に対して、ハード対策とソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減(減災)することにより、安心して安全な地域づくりに寄与するものである。

1.2. 計画の位置づけ

火山噴火時の防災対策は、関係省庁および地方公共団体により行われる総合的な対策であり、火山噴火緊急減災対策砂防は、火山活動の推移に対応して行われる各機関の防災対策と連携をとりつつ、適切な対策を行う。

2. 想定される影響範囲と被害

2.1 鳥海山の概要

- 噴火規模
 - ・水蒸気爆発 1974年噴火規模(程度)
 - ・マグマ噴火 1801年噴火規模程度
 - ・マグマ噴火 871年噴火規模程度
- 発生現象

噴石や火山灰の放出、およびこれに伴う火山泥流や土石流、溶岩流が流出する可能性

2.2 鳥海山で想定される噴火シナリオ

噴火シナリオは水蒸気爆発規模からマグマ噴火規模まで、7つのケースを想定し、各想定事項(要素)を組み合わせた噴火シナリオをイベントツリーの形で作成した。

2.3 想定される被害の把握

想定される各種現象の影響範囲を数値シミュレーション等により設定し、その前提条件と災害予想区域図を示した。

- 想定火口
 - 活動ステージⅢで実績のある新山～猿穴火口の範囲。
- 被害想定対象現象
 - 噴石・降灰・土石流・火山泥流・溶岩流・火砕流

～計画編～

3. 火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針

計画の内容

緊急減災対策砂防計画は、噴火シナリオに基づき、緊急対策について、平常時からの準備事項を含め定めた計画。

対策可能な現象

- ハード対策:
 - ・火山泥流
 - ・降灰後の土石流
- ソフト対策
 - ・噴火シナリオの全ての現象

対策の開始・休止のタイミング

気象庁が発表する噴火警報等をもとに、協議会等と連携しながら、総合的に判断。

対策可能期間

溪流内対策は非積雪期の最大7ヶ月程度。
前兆現象の検知からみた対策可能期間は対策タイムライン検討に際し2～3ヶ月間を確保できると想定。

緊急ハード対策の目標

- ・降灰後の2年超過確率規模の流出土砂を整備目標とする。
- ・火山泥流による被害の軽減を図る。

4. 緊急対策タイムライン

緊急ハード・ソフト対策について噴火シナリオを、時系列で整理

緊急ハード対策

想定した噴火シナリオおよび対策方針に基づいて、緊急時の対策を効果的に実施するための緊急ハード対策。

火山泥流

- ・仮設堤防(大型どのう)により家屋浸水被害を防止。
- ・二次災害の防止・軽減のため既設砂防堰堤の除石を実施

■火山泥流は火口を源頭に有する溪流で発生するため、火口位置が特定された後、仮設堤防を整備。

■二次災害を防止・軽減するため、上流部の既設砂防堰堤の除石を実施。砂防堰堤がない場合は、仮設の砂防堰堤を整備。

緊急ソフト対策

- 火山監視機器の緊急的な整備
 - ・山腹のアクセスしやすい場所に降灰量計、積雪計
 - ・工事箇所の上流に土砂移動検知センサーと監視カメラ。
- 情報通信網の整備
- 火山噴火時に緊急的に行う調査
 - ・ヘリ調査(降灰分布・被災状況等)
 - ・レーザープロファイラ
 - ・地上調査 等
- リアルタイムハザードマップの構築
- 避難対策支援のための情報提供

ハード対策

ソフト対策

5. 平常時からの準備事項

対策に必要な諸手続・土地利用

緊急対策の実施にあたって、平常時より調整しておくべき内容と調整先を整理

緊急ハード対策に必要な資機材の備蓄

緊急対策施工に必要な資機材を緊急時に調達できるよう、平常時から広域的な応援体制を構築

【 基 本 事 項 編 】

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画の目的

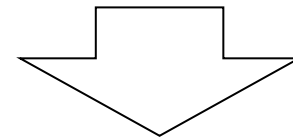
- ・火山噴火現象は多様で予測困難。また、噴火災害は、広域化・長期化により被害は甚大。
- ・火山噴火緊急減災対策砂防計画により、噴火に伴う土砂災害による被害をできる限り軽減(減災)。

火山噴火の特徴

火山噴火によって発生する現象は多様で例えば噴石、降灰、火砕流、溶岩流、土石流、岩屑なだれ等、かつそれらの規模が幅広く、いつどこで起きるか予測が難しい状況。

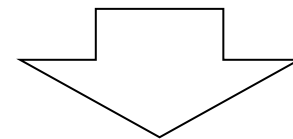
噴火災害の特徴

大規模な火山泥流や降灰を原因として発生する土石流等による災害は、広域化かつ長期化することが想定され、その被害・影響は甚大。



対応

このため、火山砂防基本計画に基づき計画的に整備を推進することが重要。
しかし、施設整備による対策完了までには、時間と費用が膨大。



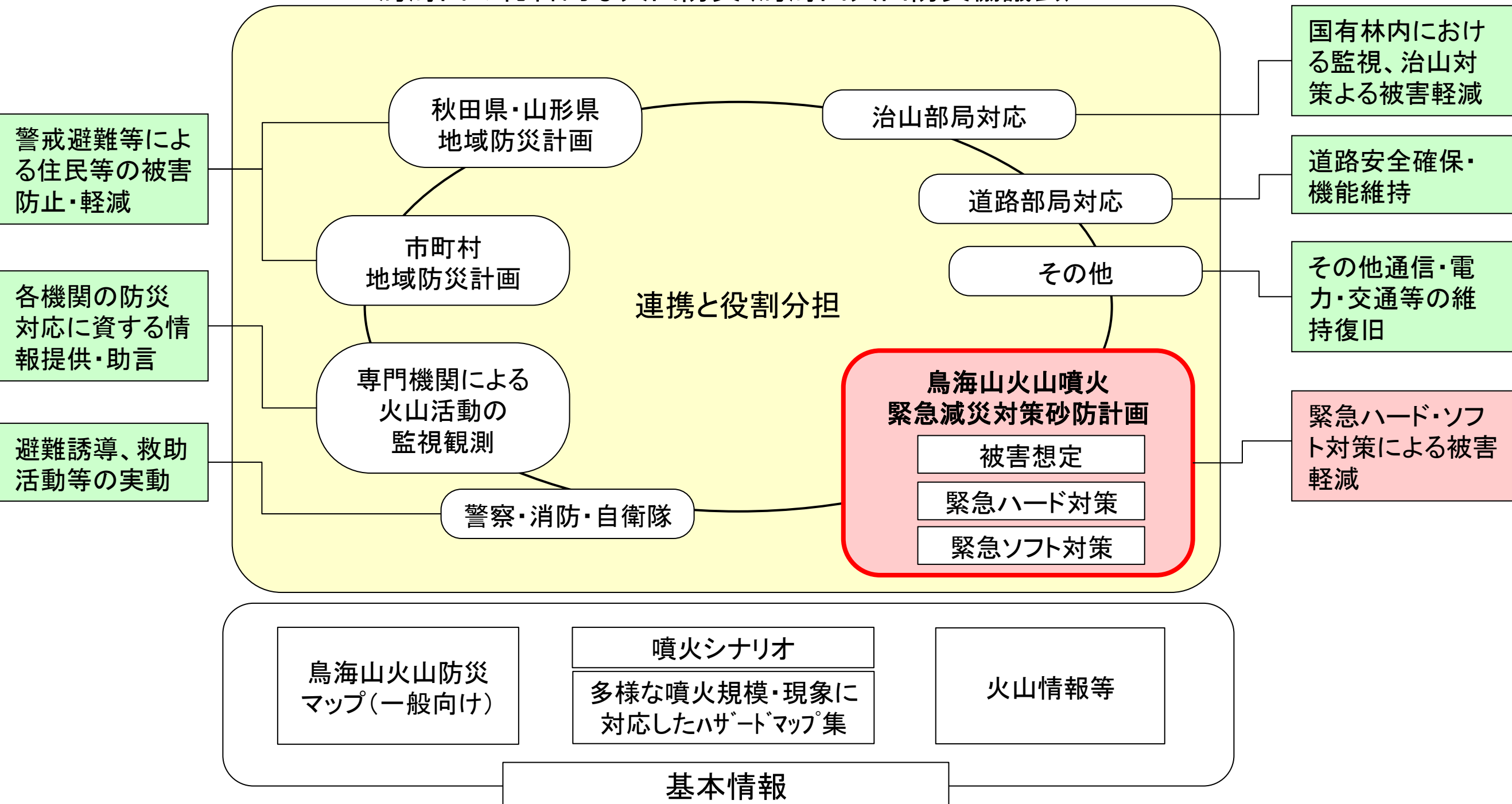
緊急減災対策砂防の目的

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防は、いつどこで起こるか予測が難しい**火山噴火**に伴い発生する**土砂災害**に対して、**ハード対策**と**ソフト対策**からなる**緊急対策**を迅速かつ効果的に実施し、**被害をできる限り軽減(減災)**することにより、安心で安全な地域づくりに寄与することが目的。

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画の位置づけ

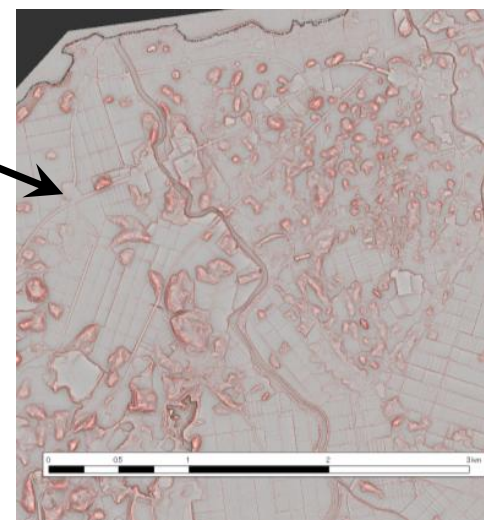
- ・火山噴火時の防災対策は、関係省庁及び、地方公共団体により総合的に実施。
- ・その中で、火山噴火緊急減災対策砂防計画は、火山活動の推移に応じて行われ、各機関の防災対策と連携を図りつつ、適切な対策を行う計画。

鳥海山の総合的な火山防災（鳥海山火山防災協議会）

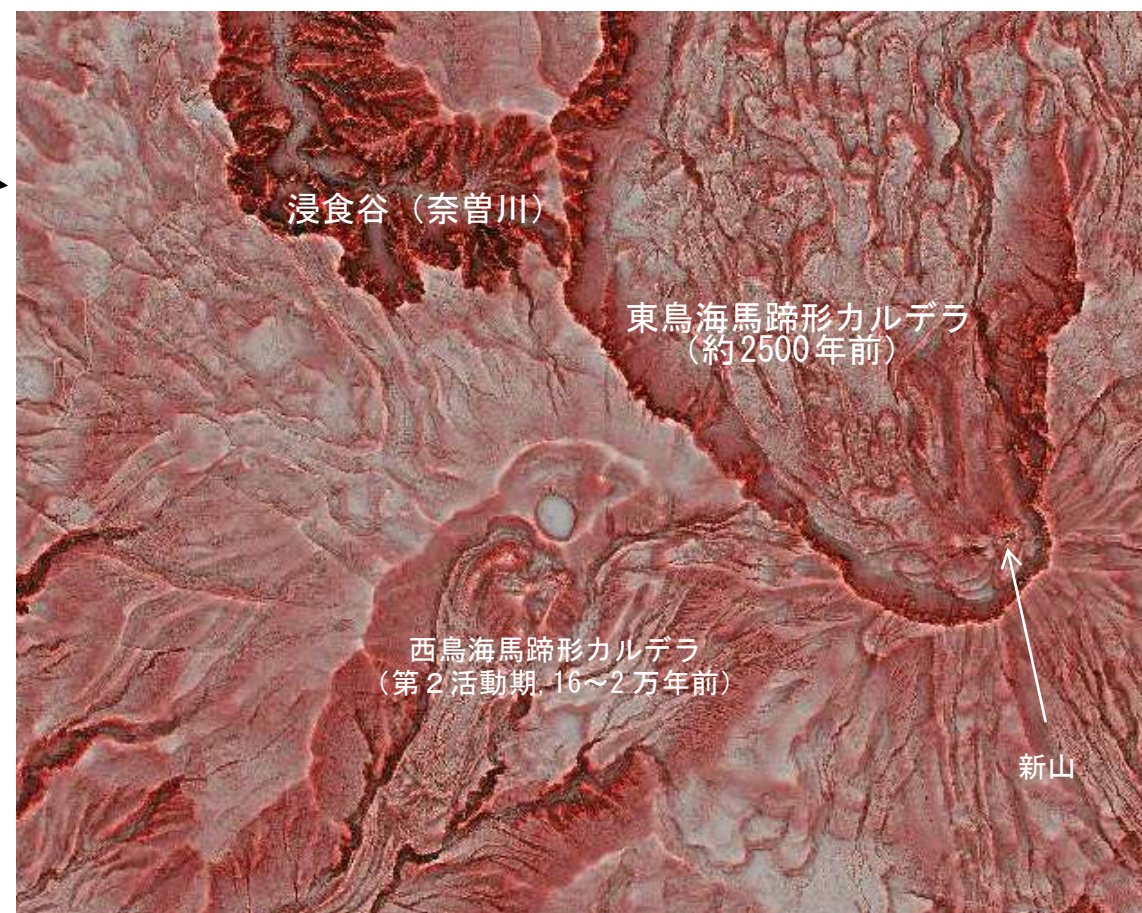


鳥海山の地形概要

- 鳥海山は、侵食が進んだ西鳥海山とやや急峻で新しい溶岩地形をもつ東鳥海山に二分され、それぞれの山頂部に山体崩壊によって生じた馬蹄形カルデラがある。
- 白雪川下流部に多数の流れ山がみられる。

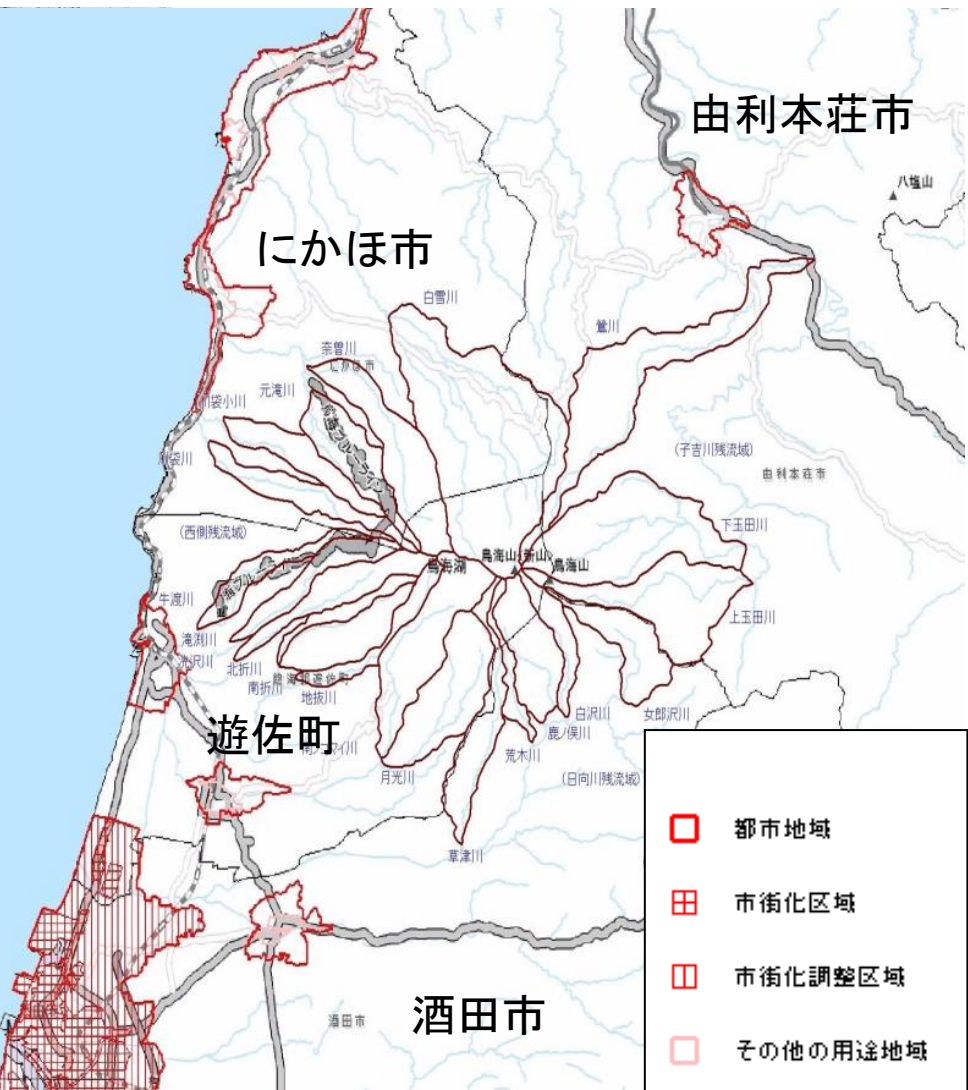
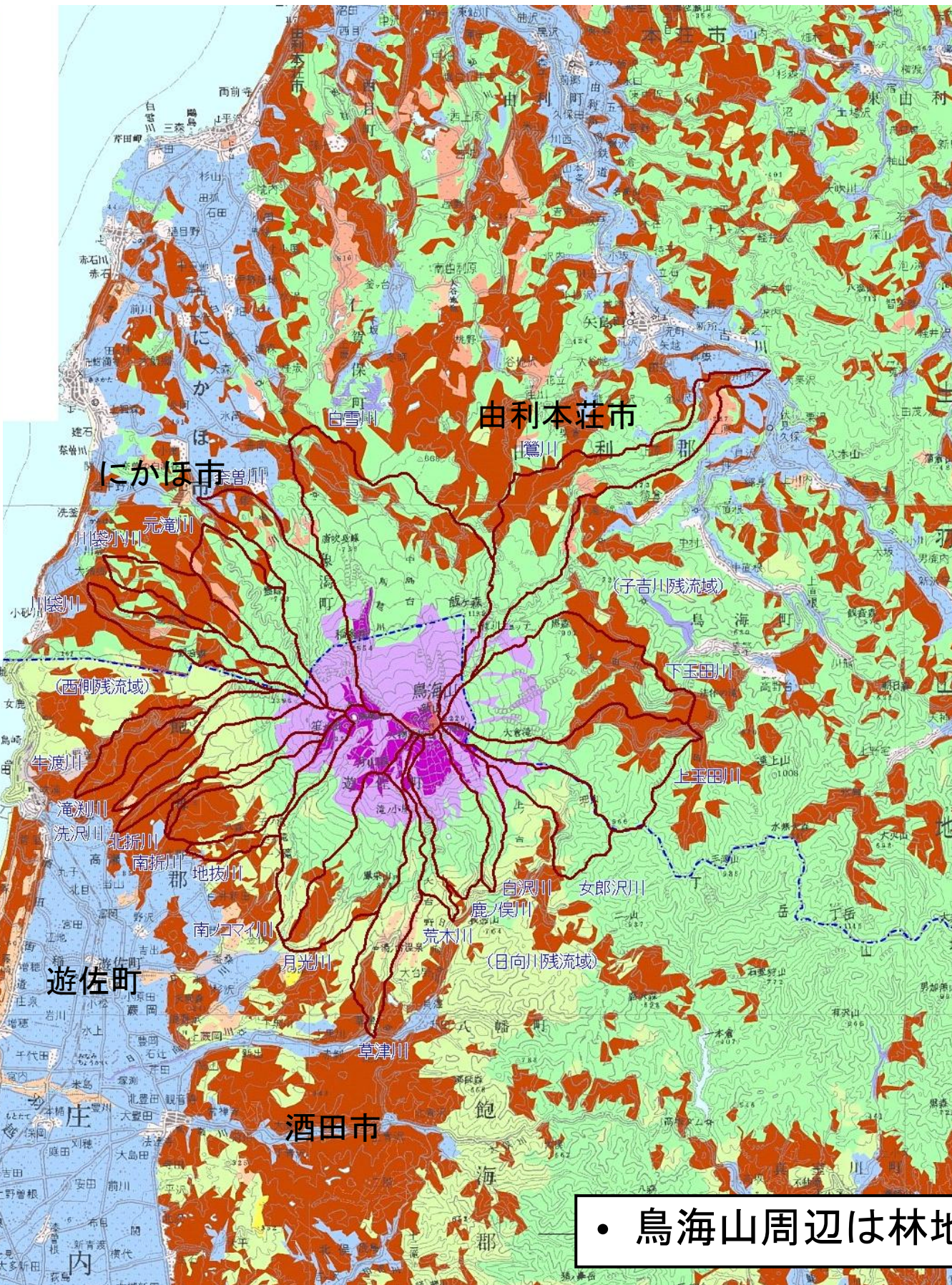


白雪川下流部の流山地形



鳥海山の土地利用状況

土地利用・植生現況図	
	高山帯自然植生域
	コケモトウヒクラス域自然植生
	コケモトウヒクラス域代償植生
	ブナクラス域自然植生
	ブナクラス域代償植生
	ヤブツバキクラス域自然植生
	ヤブツバキクラス域代償植生
	河辺、湿原、沼沢地植生
	砂丘植生
	火山地域植生
	その他の特殊地質植生
	植林地
	竹林
	草地帯植生
	裸地
	人工地植生
	水田
	堆
	宅地
	水面

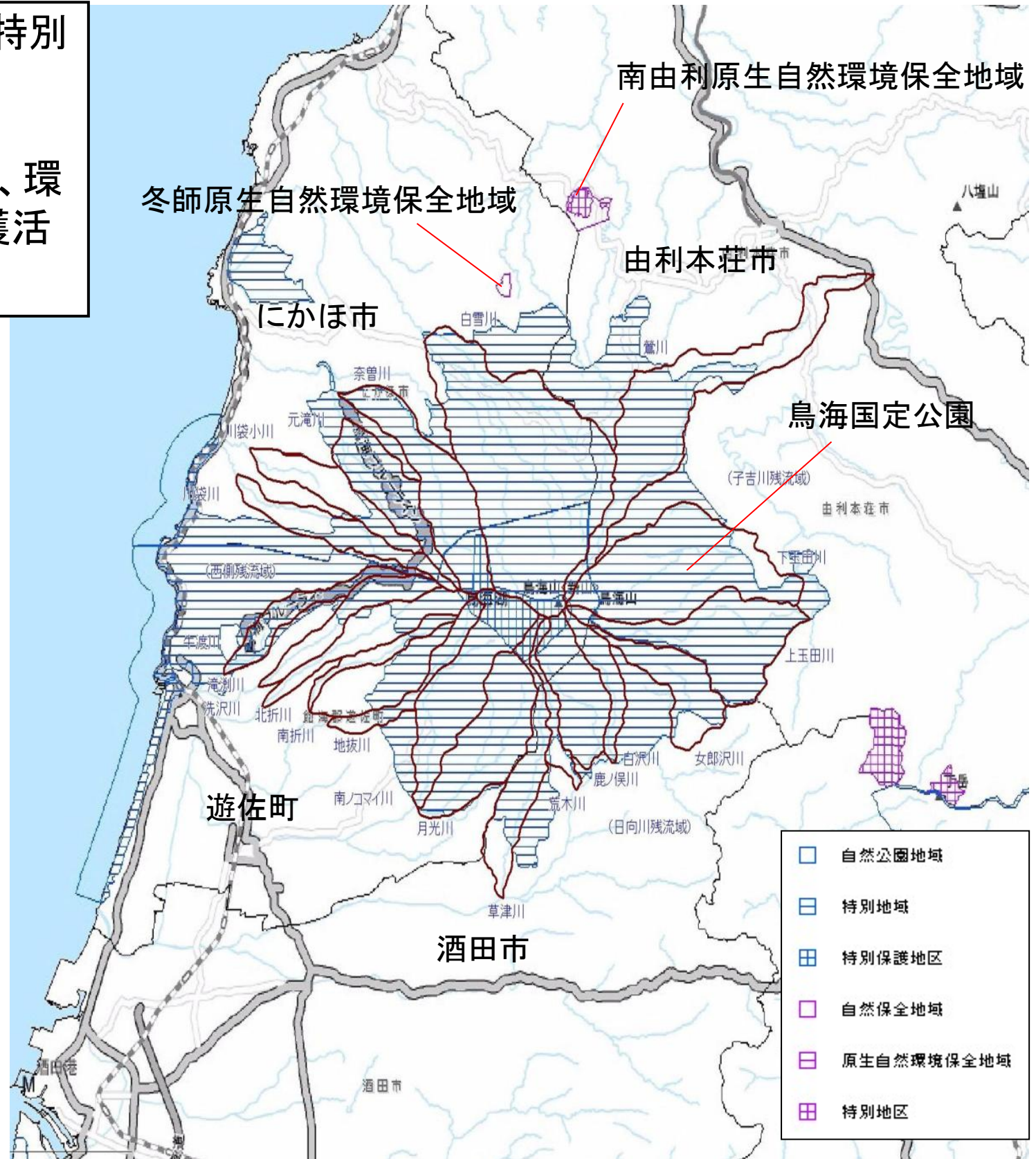
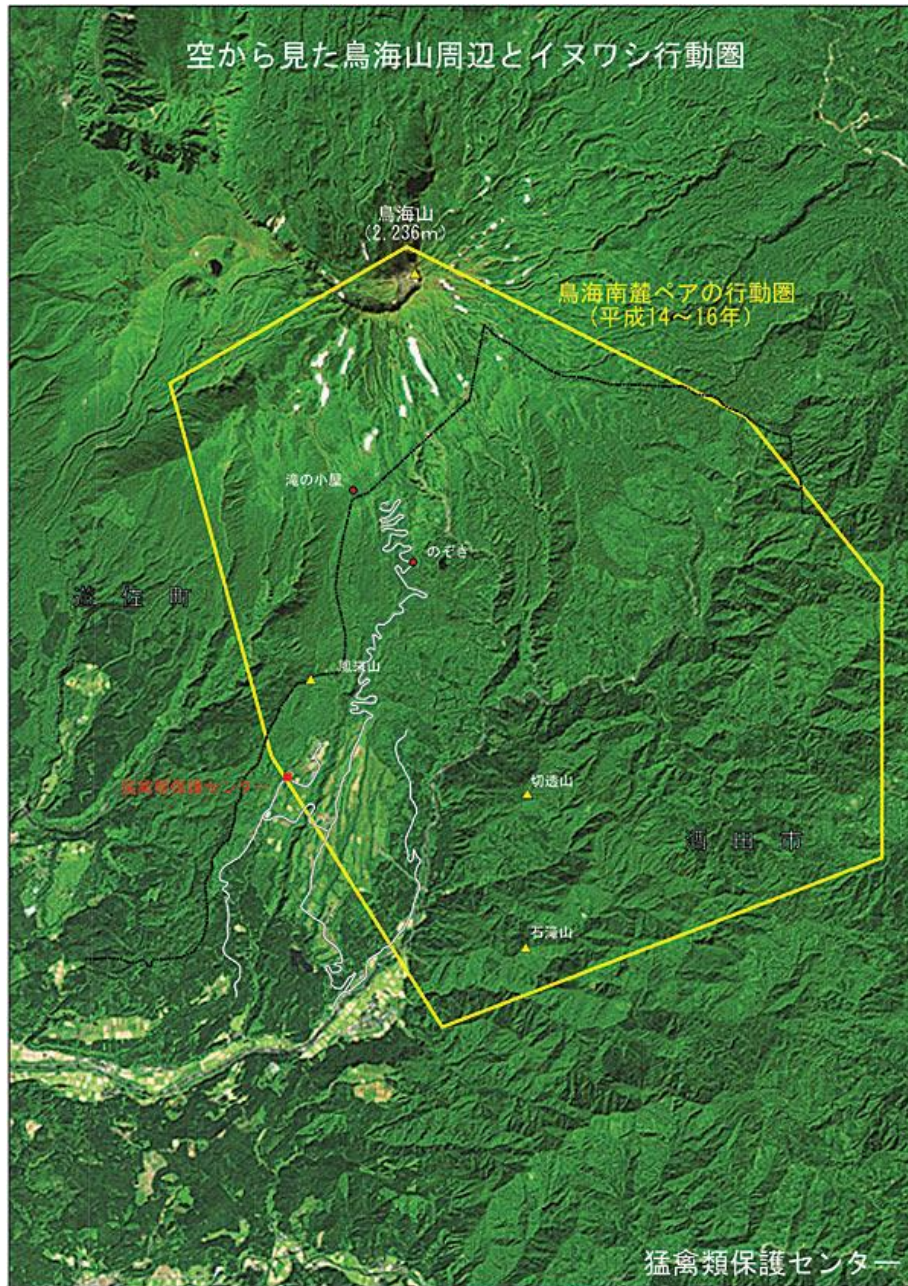


	都市地域
	市街化区域
	市街化調整区域
	その他の用途地域

• 鳥海山周辺は林地・農地の土地利用が多い。

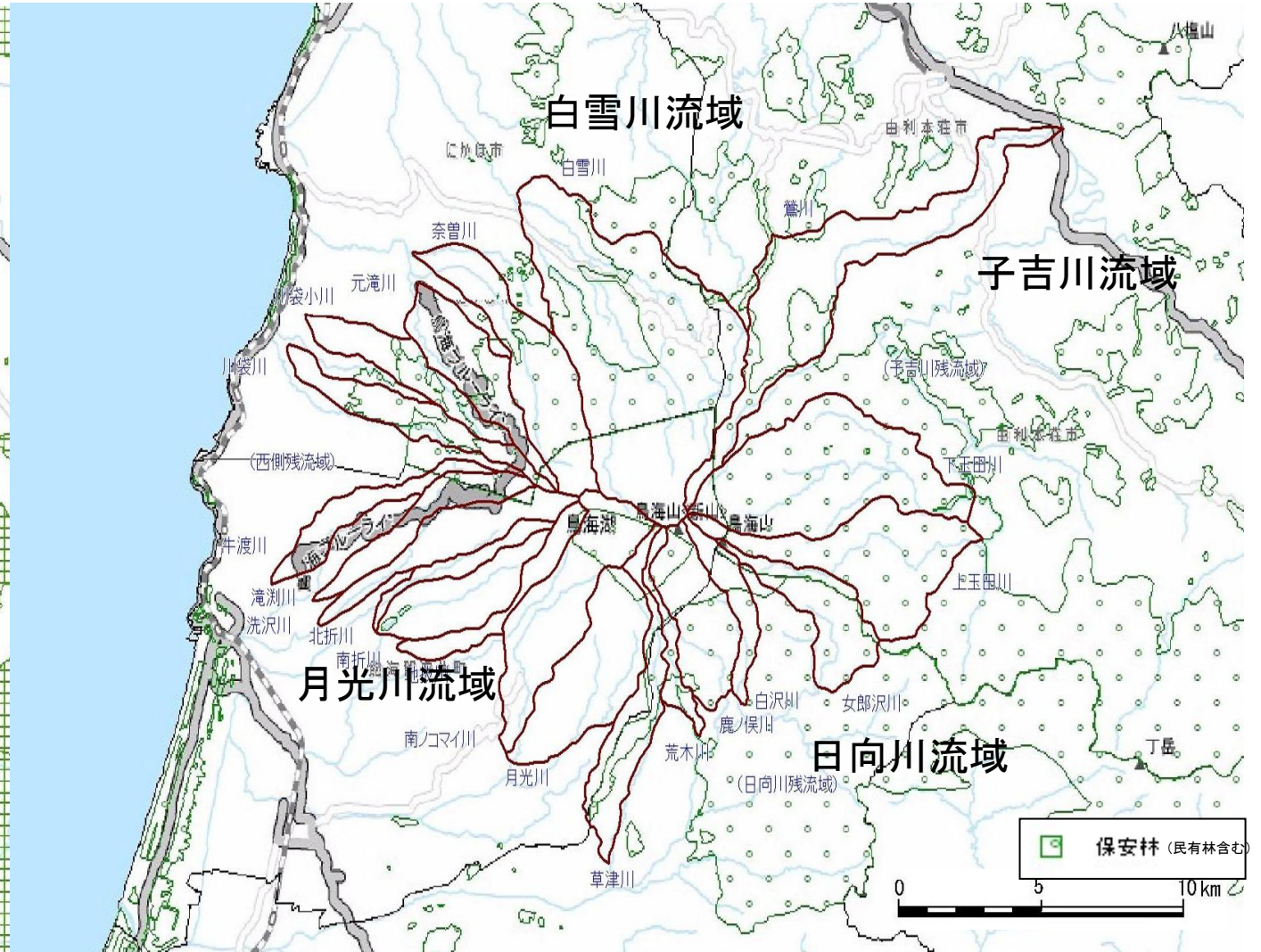
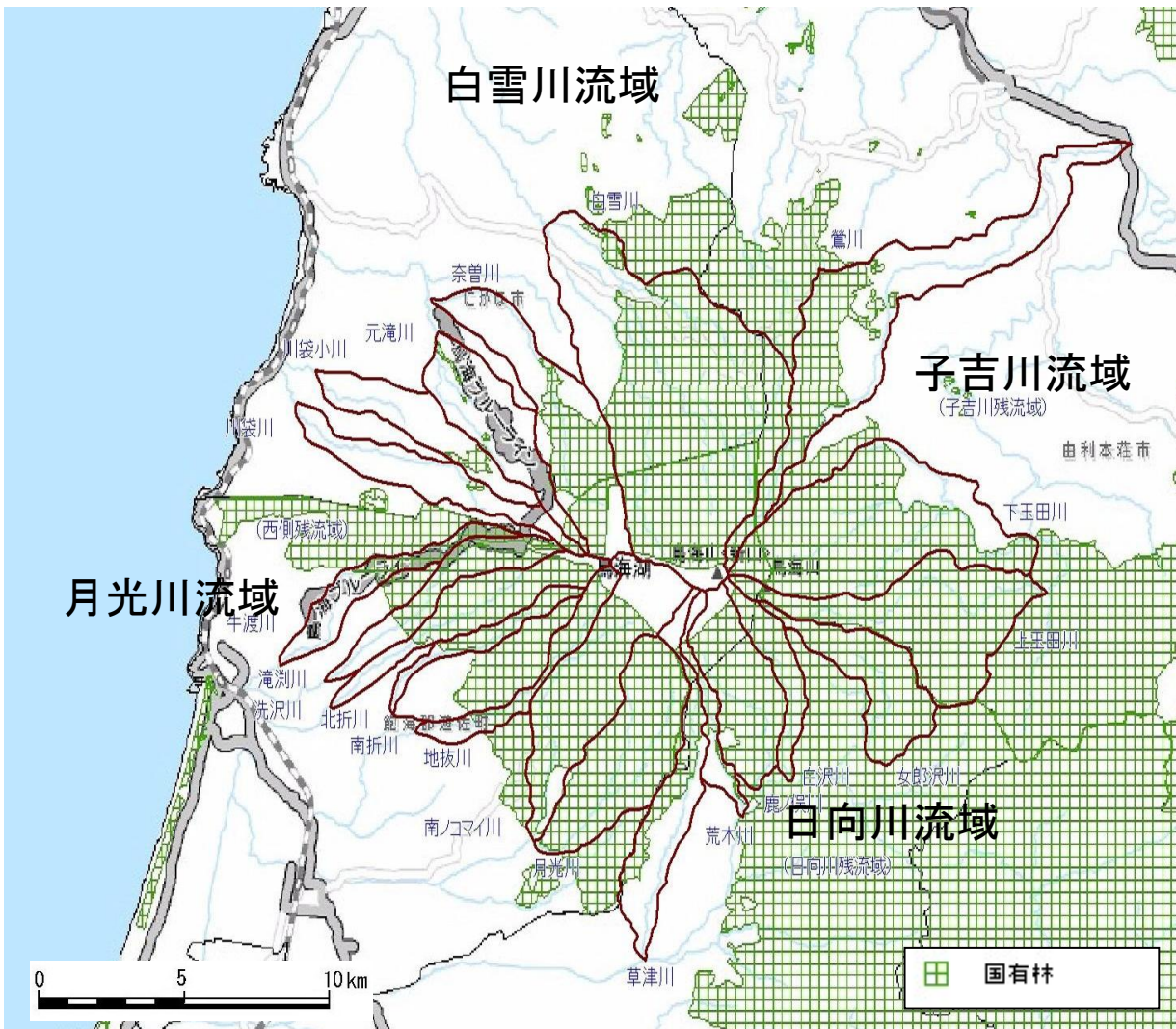
鳥海山の国定公園

- 鳥海山は「鳥海国定公園」に、山頂付近は特別保護地区に指定
(参考)
- 鳥海山南麓にはイヌワシが確認されており、環境省所管猛禽類保護センター等による保護活動が実施



鳥海山の国有林・保安林

- 各流域上流部及び日向川中流域に国有林・保安林が広く分布。



鳥海山周辺の観光地・インフラ分布状況

- 山頂近くまで観光客・登山者によりにぎわう

【観光道路の通行台数】

観光道路	H25
鳥海ブルーライン	約14万台



凡例

- 50万人～100万人
- 10万人～50万人
- 1万人～10万人

(H25観光客入込数)

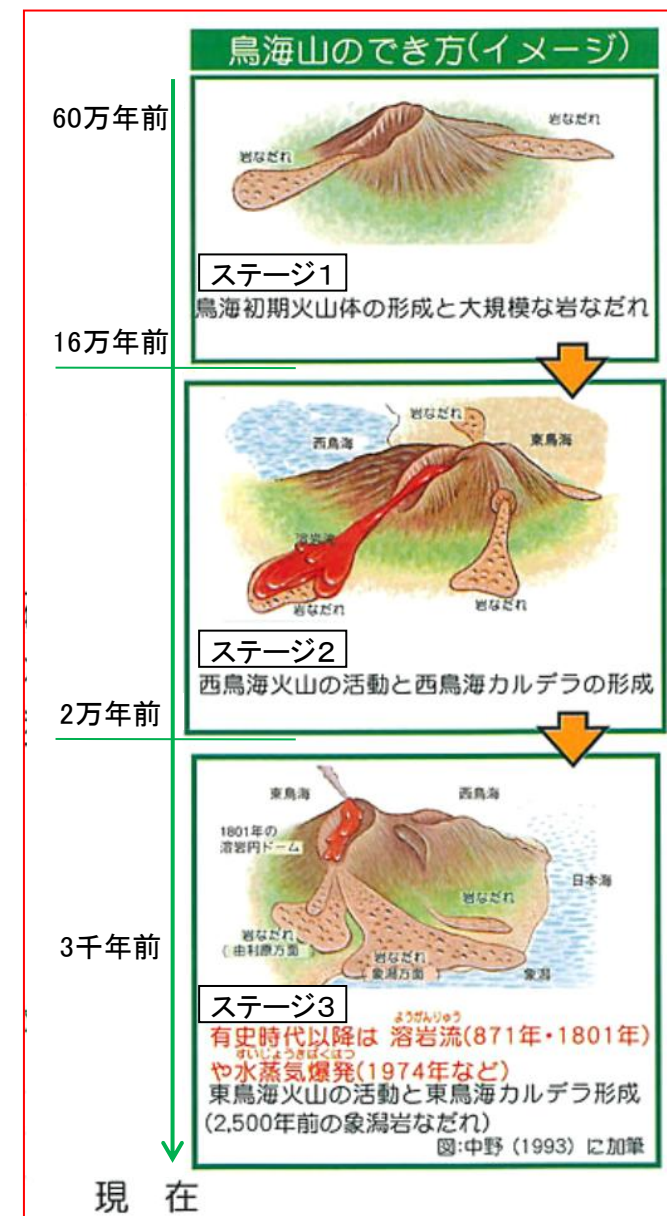
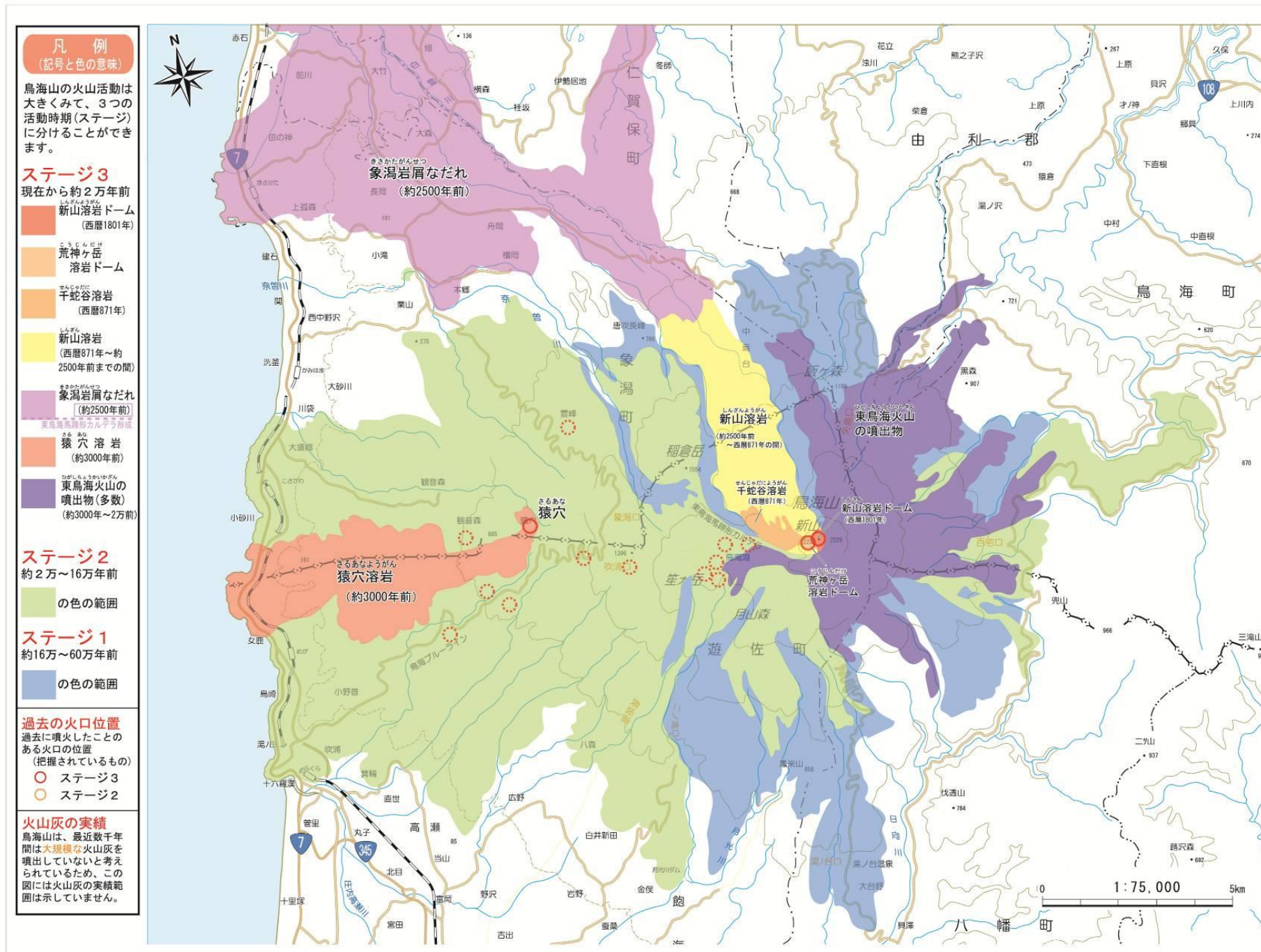
- (山形県側市町村)
- 遊佐町(人口約1.5万人)
 - 酒田市(人口約10.8万人)
- (秋田県側市町村)
- にかほ市(人口約2.6万人)
 - 由利本荘市(人口約8.3万人)
- ※人口は自治体HPによる

〔観光入込数の出典〕

- ・平成25年度山形県観光者数調査
- ・平成25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

鳥海山の火山活動の形成史

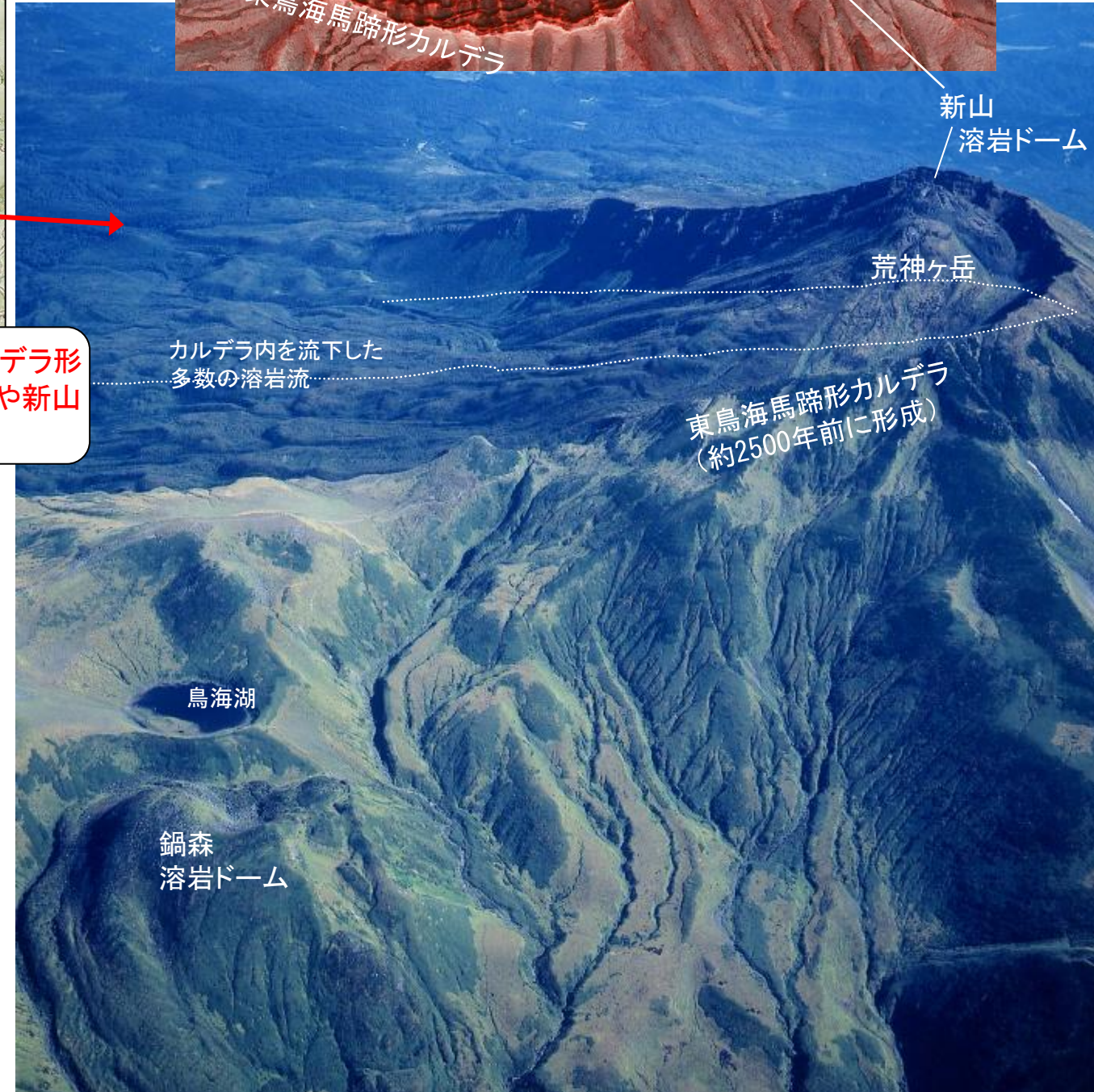
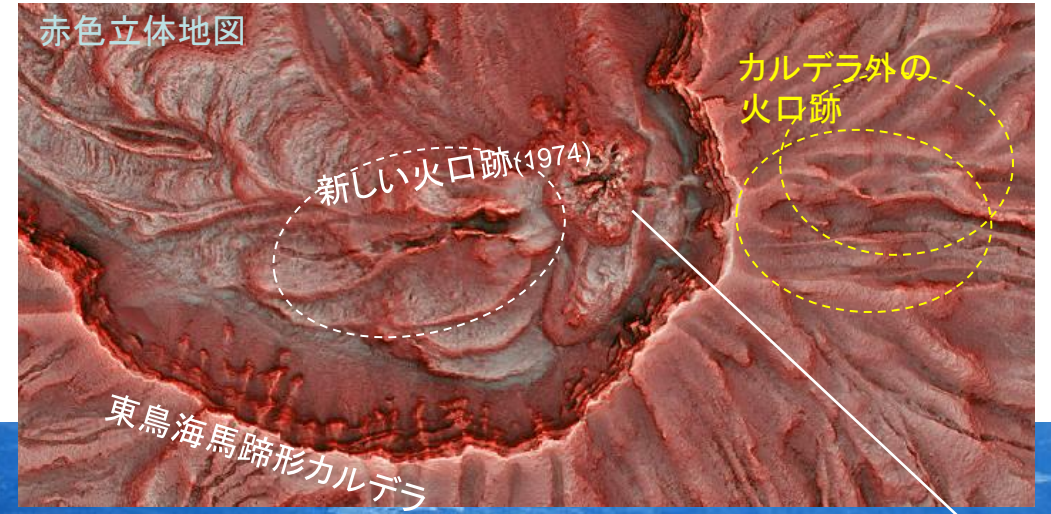
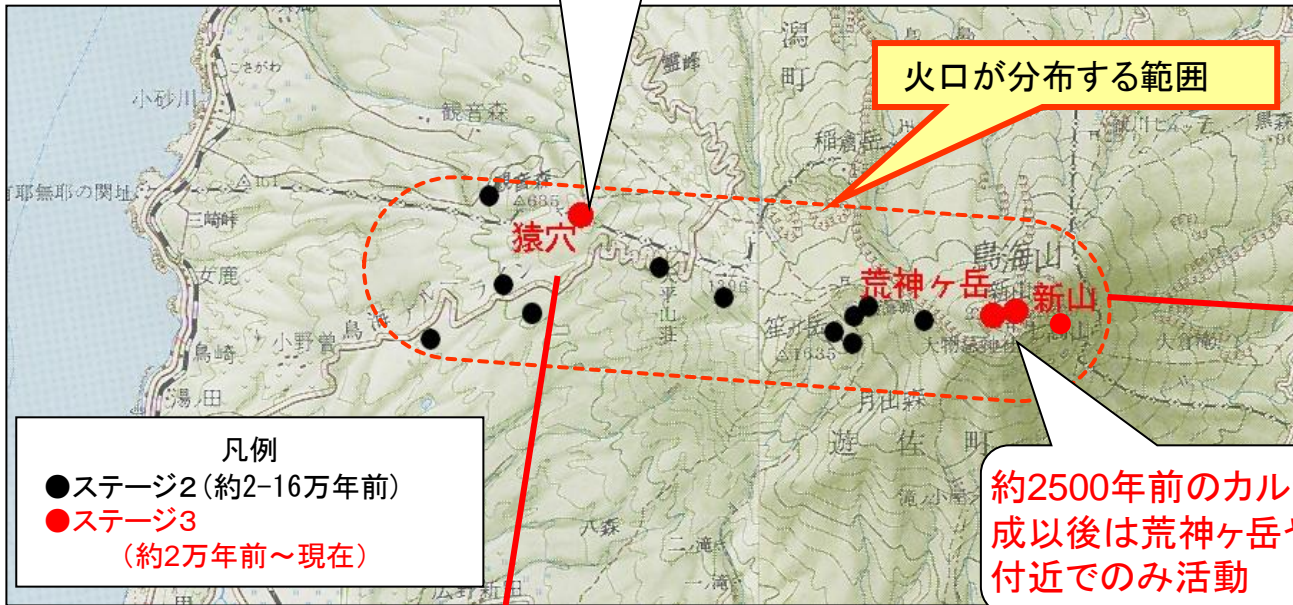
- 今から約60万年前に火山活動が開始
- ステージ1(～16万年前)は鳥海初期火山体の形成と大規模な山体崩壊(多数の溶岩流・火砕流)
- ステージ2(～2万年前)は西鳥海火山の活動と西鳥海カルデラの形成(多数の溶岩流・火砕流)
- ステージ3(～現在)は東鳥海火山の活動と東鳥海カルデラの形成



最近数千年間の主な噴火実績

- 火口位置は山頂近傍～観音森にかけて稜線沿いに東西方向に分布がみられる。
- カルデラのすぐ東側にも火口跡が分布する。

約3千年前(以前)



猿穴火口

有史以降の活動記録

有史以降の噴火史

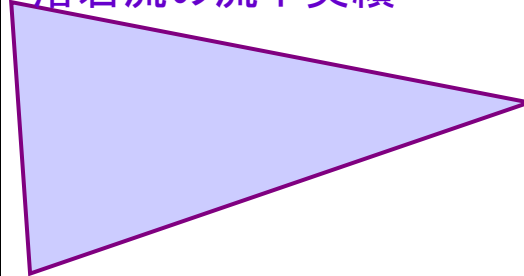
噴火した年代	元号	噴火活動の概略	原資料
810-823年	弘仁	噴火	三代実録、続日本後期実話
871年	貞観	噴火・溶岩流(10 ⁷ m ³) (荒神ヶ岳付近)	三代実録
1560年	文禄	噴煙活動	直根旧記
1659-1663年	万治	噴火	仁賀保旧記
1740-1741年	元文	噴火	出羽風土略記、小滝旧記 大泉叢誌ほか
1800-1804年 (1801年活発)	享和	噴火・新山形成・泥流発生 (10 ⁶ m ³) 死者8名	鳥海山炎灯、矢島旧記、小滝旧記 震災予防調査会報他多
1821年	文政	噴火	滝沢八郎兵衛日記、小滝旧記 矢島旧記ほか
1834年	天保	噴火?(川魚死ぬ)	天保四年大飢饉実録
1974年	昭和	噴火・小規模泥流(10 ⁵ m ³)	鳥海山1974年の火山活動ほか

溶岩流



鳥海山871年噴火による溶岩流跡

溶岩流の流下実績

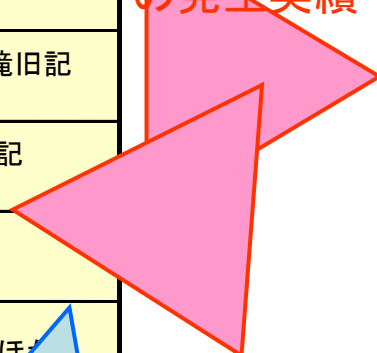


噴石



御嶽山の噴石被害(2014)

降灰・噴石
の発生実績



降灰



鳥海山の降灰(1974)

火砕流



雲仙岳で発生した火砕流

鳥海山では有史以降の実績は確認されていないが、溶岩ドームが形成されているため、雲仙岳と同様の火砕流が派生する可能性がある。

火山泥流の
発生実績

融雪型火山泥流・
火口噴出型火山泥流



鳥海山1974年噴火時に観察された小規模な融雪型火山泥流
(鳥海山1801年の噴火記録に泥水が流下し氾濫被害が発生した)

土石流

降雨時



土石流による家屋被害(雲仙)

噴火現象の特徴

鳥海山の噴火現象の特徴として、**溶岩流の流出**と**火山泥流の発生**が挙げられる。

◆871年に約2500万m³ ※¹ の千蛇谷溶岩を流出した。

◆1801年に約350万m³ ※¹ の新山溶岩を流出した。噴石や降灰、山頂域に溶岩ドーム形成。山麓域は泥流被害あり。

◆1974年3月に約10万m³ ※²の火山灰を噴出した。火山灰の噴出が主体。積雪時期であったため、微小規模の融雪型火山泥流が発生したが山麓域への影響はなし。

※¹林ら(2006)鳥海山の完新世噴火史と火山災害,月刊地球,vol28,No.5,P334-340

※²宇井・柴橋(1975)鳥海山1974年の火山活動,火山,2集第20巻,第2号P51-64

● 想定噴火規模

・大規模噴火(マグマ噴火)

871年噴火の規模程度

・中規模噴火(マグマ噴火)

1801年噴火の規模程度

・小規模噴火(水蒸気爆発)

1974年噴火の規模程度

● 想定発生現象

噴石や火山灰の放出、およびこれに伴う火山泥流や土石流、溶岩流が流出する可能性



871年噴火時の千蛇谷溶岩



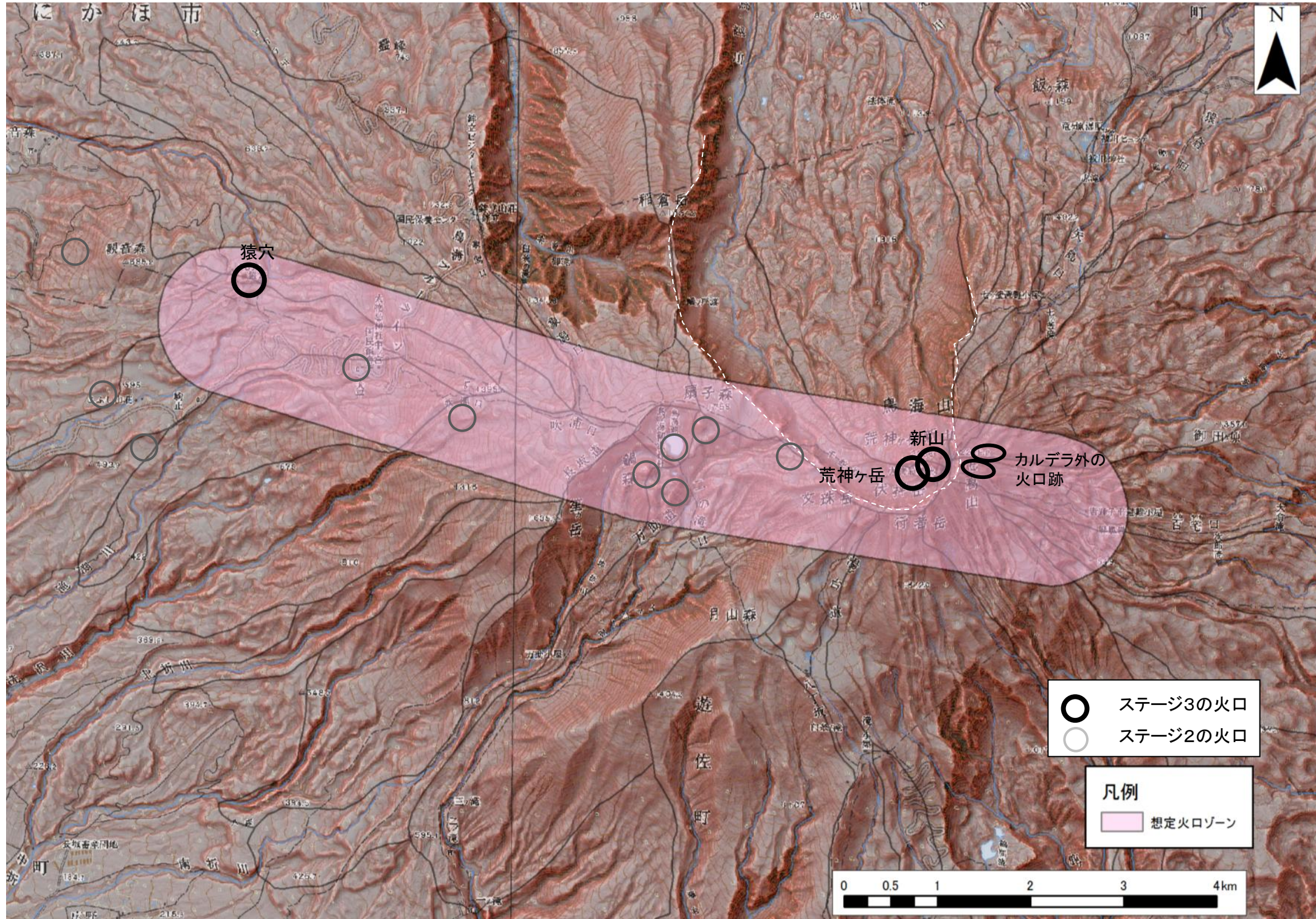
ちょうかいさんえんとう
“鳥海山炎燈“に記載されている
1801年噴火時の火山泥流被災状況

背景: googleearthより

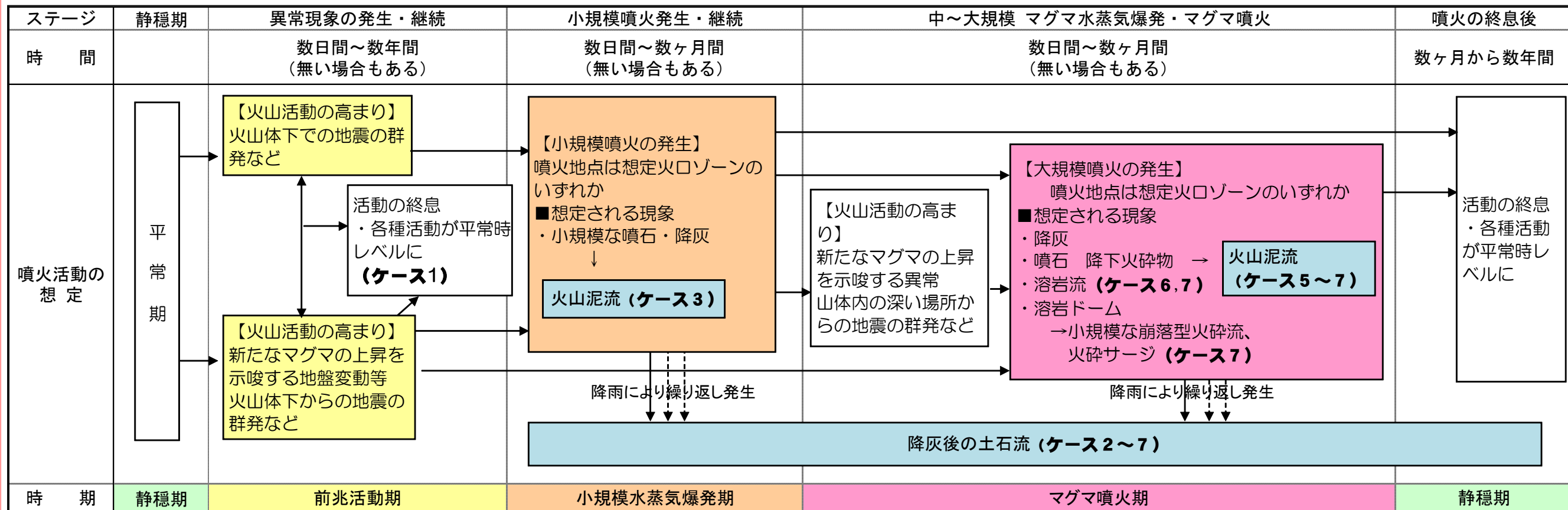
想定火口

- 有史以降は、新山周辺や、東鳥海馬蹄形カルデラ内での活動が主体である。
- 現在の活動ステージ3としては、山頂域西側の猿穴火口においても活動している。

以上より、東鳥海馬蹄形カルデラから猿穴火口を包含する範囲を想定火口ゾーンとした。



噴火シナリオと土砂移動現象

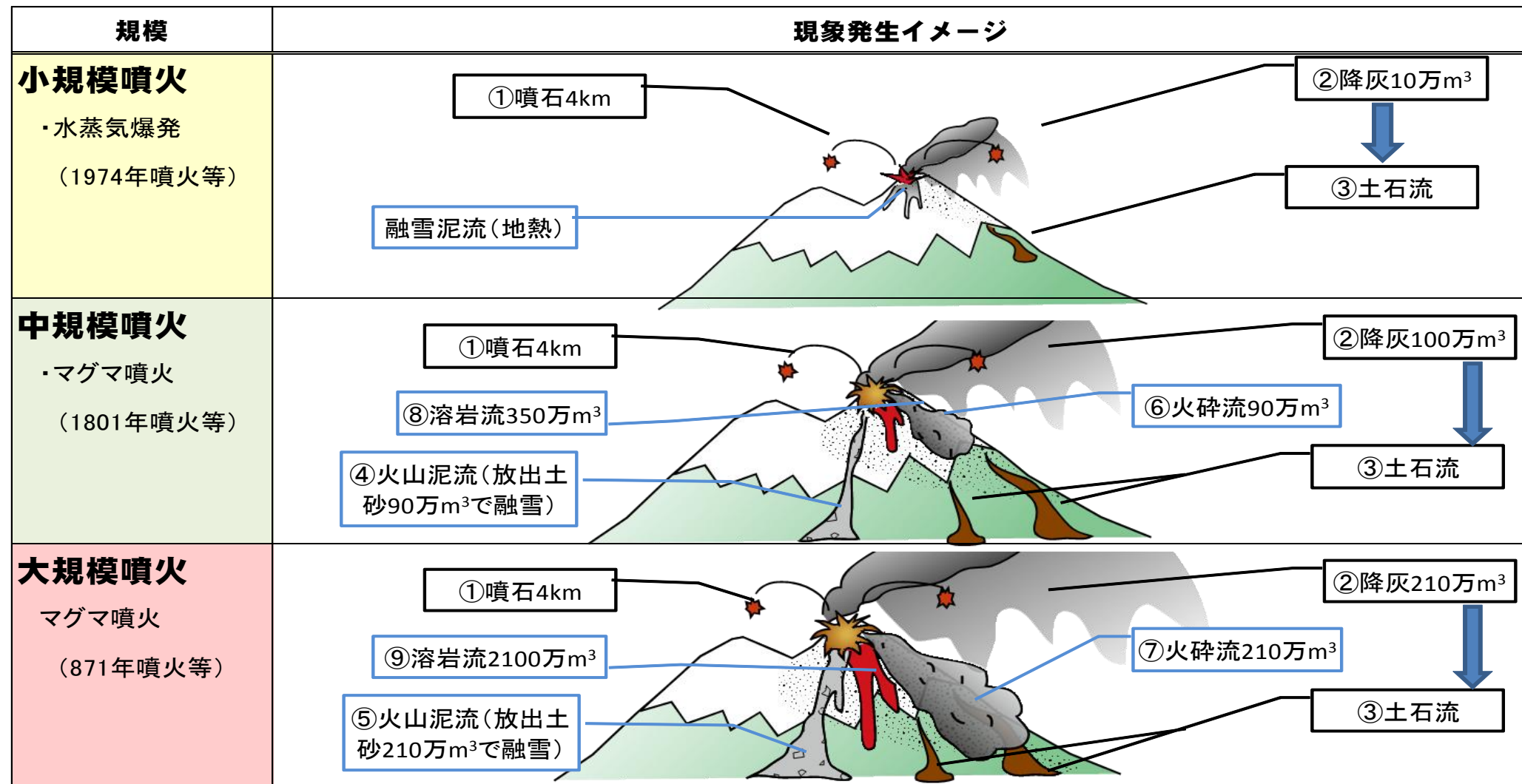


ケース名	想定規模	被害想定の対象現象					
		噴石	降灰	降灰後土石流	火山泥流	溶岩流	火砕流
ケース1	噴火なし	なし					
ケース2	小規模噴火 (1974年噴火程度)	○	○	○			
ケース3		○	○	○	○		
ケース4	中規模 (1801年噴火程度) 大規模 (871年噴火程度)	○	○	○			
ケース5		○	○	○	○		
ケース6		○	○	○	○	○	
ケース7		○	○	○	○	○	○

被害想定規模の整理

	基本的な考え方	噴火規模ごとの根拠		
		小	中	大
全体方針	ステージⅢの活動より、小、中、大規模の3段階で想定。	・数十年に一度 (例: 1974年噴火等)	・数百年に一度 (例: 享和噴火(1801年)等)	・数千年に一度 (例: 貞観噴火(871年)等)
噴石	鳥海山に実績データがないため、他火山の事例を参考に設定する。	【弾道計算及び他火山の事例から到達距離4kmと設定】		
降灰	実績値を基本とするが、中規模については既往検討で示されている実績値が小規模とほとんど変わらないため、防災対策検討上有意義な値に調整。	【10万m ³ 】 活火山総覧第3版の記載、宇井(1975)より	【100万m ³ 】 第1回鳥海山火山砂防計画検討委員会(H2.3)で12.5万m ³ という値が示されているが、小規模とほぼ同じのため、小と大の中間的値とした	【210万m ³ 】 大規模噴火時の想定溶岩流量の10%とした。
降灰後の土石流	降灰分布に対応した溪流で、溪流毎に降灰量を含む流出土砂量を設定。対象溪流は概ね10cm以上の降灰がある溪流であり、鳥海山山体に源を発する溪流が該当する。	【噴出量10万m ³ の降灰範囲の溪流毎に設定】 2年超過確率降雨による土石流量を想定	【噴出量100万m ³ の降灰範囲の溪流毎に設定】 2年超過確率降雨による土石流量を想定	【噴出量210万m ³ の降灰範囲の溪流毎に設定】 2年超過確率降雨による土石流量を想定
火山泥流	噴火に伴い発生する土砂や地熱による融雪に起因する泥流(融雪型)、もしくは熱せられた泥水が山体から直接噴出する泥流(火口噴出型)を想定する。具体的な規模としては、噴火に伴う放出土砂(≒火砕流量と想定)による融雪水がもたらす泥流量を設定する。	【－】 地熱による融雪泥流を想定するが、1974年の実績から、下流域に影響を及ぼすことはないと考え、具体的な被害想定は行わない。	【火砕物90万m ³ による融雪】 溪流毎に放出土砂による泥流量を設定。積雪量は2年確率年最大積雪深を想定。	【火砕物210万m ³ による融雪】 溪流毎に放出土砂による泥流量を設定。積雪量は2年確率年最大積雪深を想定。
溶岩流	中、大規模噴火時の溶岩流1フローの値を、実績を参考に設定する。	【－】 実績無し	【350万m ³ 】 林ら(2006)における新山溶岩の計測値を採用。	【2100万m ³ 】 林・宇井(1993)におけるステージⅢaの平均的な溶岩流体積2100万m ³ を基本とする。林ら(2006)における871年噴火時の千蛇谷溶岩体積が2500万m ³ とも概ね整合するので、2100万m ³ を採用する。
火砕流	中規模噴火時は実測値を、大規模噴火時は実績値が無いので、溶岩流体積の10%と仮定した。	【－】 実績無し	【90万m ³ 】 林ら(2006)における新山溶岩の計測値と林教授からの聞き取りから、溶岩ドーム部分のみの体積として、90万m ³ を採用。	【210万m ³ 】 溶岩流体積の10%と仮定。

被害想定

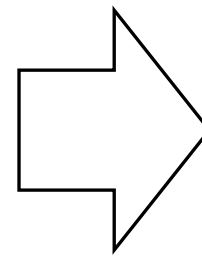


現象	設定方法
噴石	①弾道計算(噴出初速250m/s)・他火山事例より4km
降灰	②小・中・大規模噴火:降灰シミュレーション(10万m ³ 、100万m ³ 、210万m ³)
降灰後の土石流	③1/2降雨(小・中・大規模噴火):二次元氾濫シミュレーション
火山泥流 (融雪型・火口噴出型)	④中規模噴火(噴出土砂量90万m ³):二次元氾濫シミュレーション ⑤大規模噴火(噴出土砂量210万m ³):二次元氾濫シミュレーション
火砕流	⑥中規模噴火(噴出土砂量90万m ³):二次元氾濫シミュレーション ⑦大規模噴火(噴出土砂量210万m ³):二次元氾濫シミュレーション
溶岩流	⑧中規模噴火(噴出土砂量350万m ³):二次元氾濫シミュレーション ⑨大規模噴火(噴出土砂量2100万m ³):二次元氾濫シミュレーション

被害想定条件(噴石)

■噴石の想定到達範囲

鳥海山における明確な実績データが無い。
 →弾道計算および他火山の事例及び
 「火山防災マップ作成指針(H25.3)」に
 よる弾道計算を実施。



火口から4km

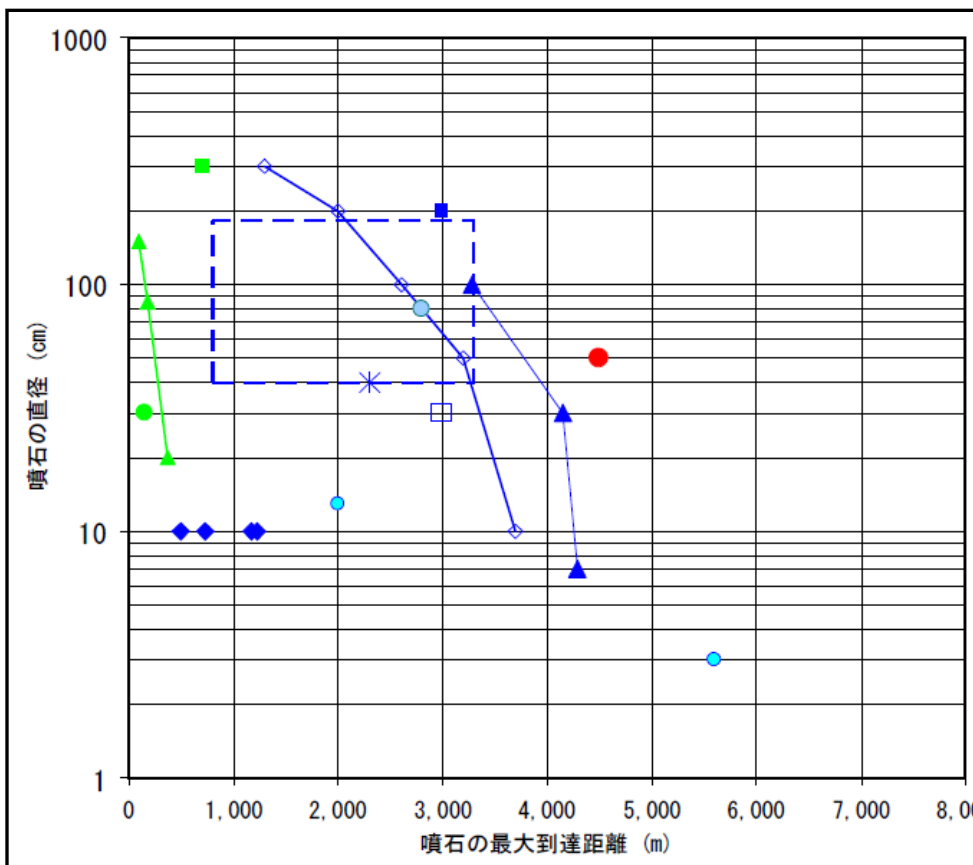
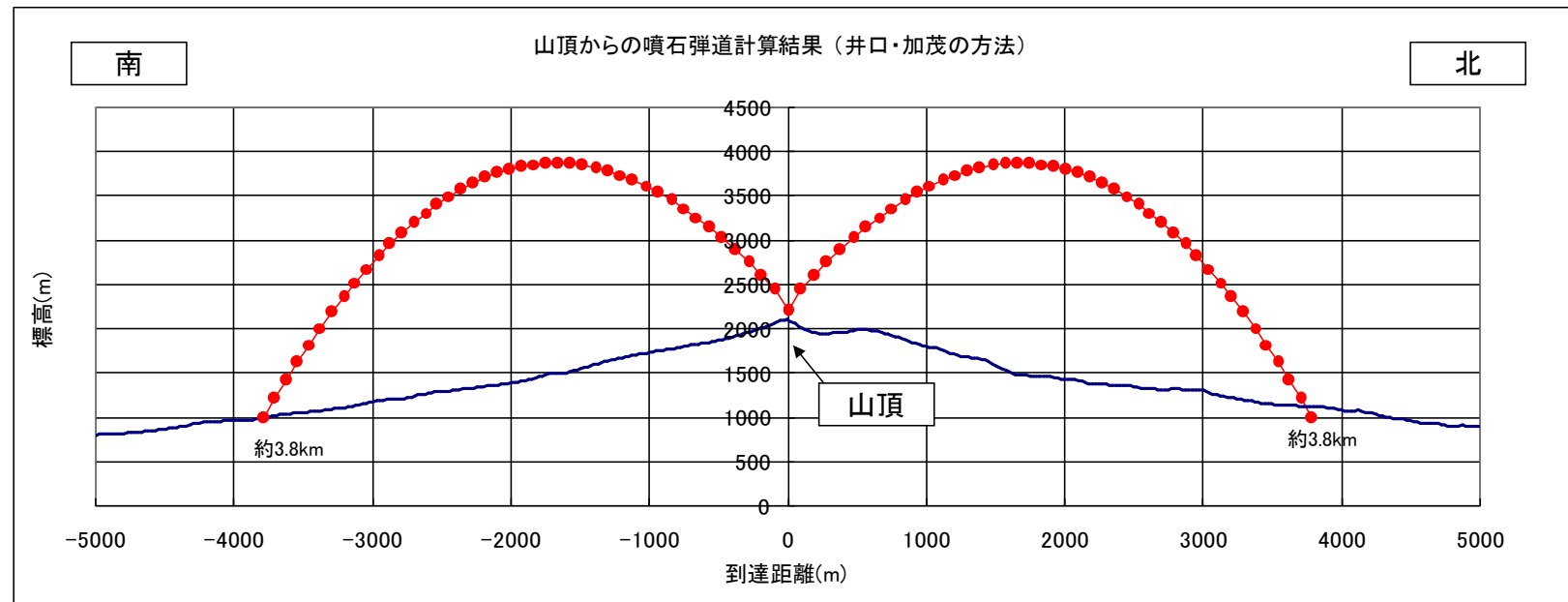


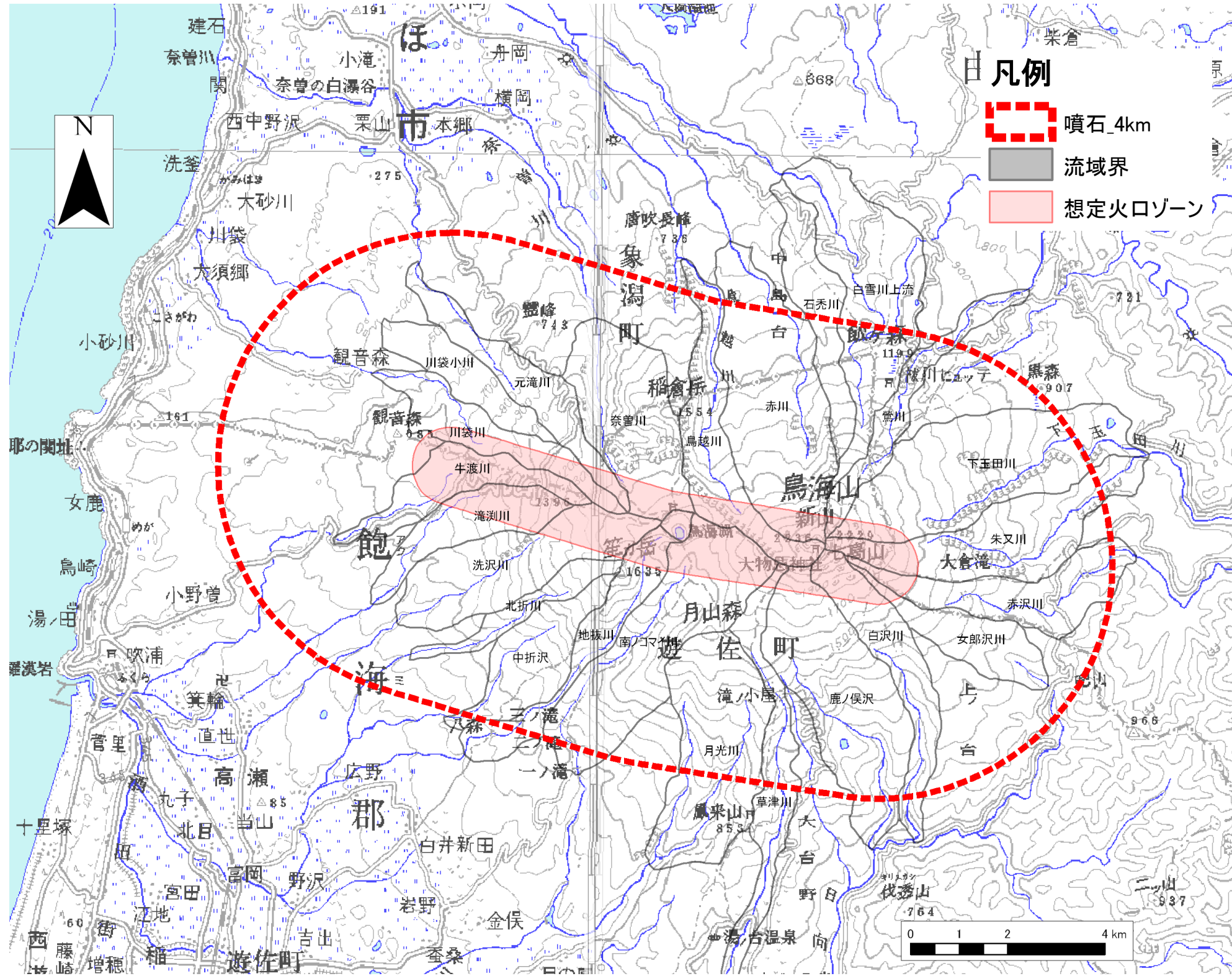
図- 噴石の大きさと到達距離の関係
 (富士山ハザードマップ検討委員会資料より)
 ■緑色: ストロンボリ式 ■青色: ブルカノ式
 ■赤色: プリニー式

噴石弾道計算



項目	記号	単位	値	備考
岩塊の最大径	d	m	1.50	指針による最大到達距離を与える値
岩塊の初速度	Vmax	m/s	250.0	指針による最大値
岩塊の射出角	θ	度	63.0	最大到達距離を与える角度
岩塊の密度	ρ_b	kgf/m ³	2400.0	安山岩の一般的な値
空気の密度	ρ_s	kgf/m ³	1.007	理科年表より(標高2000m付近の密度)

被害想定結果①(噴石)



・山麓居住域までは到達しない。

被害想定条件(降灰)

■降灰の想定到達範囲

①計算手法

- a. Hayakawa(1985)による簡便式を用いて降灰量から層厚毎の分布円半径を求める。

降灰堆積厚毎の分布円半径
 $V = 12.2TS$ Hayakawa(1985)
 ただし、堆積量V、層厚T、それが囲む面積S

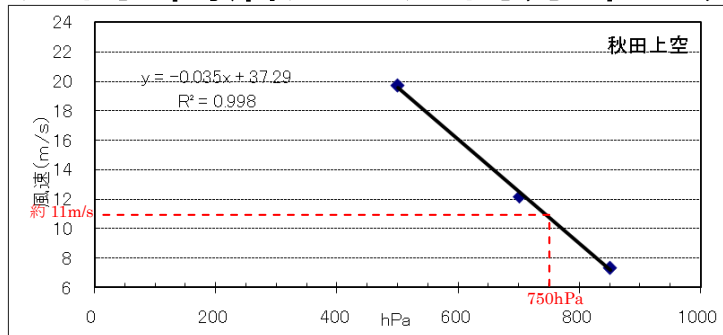
- b. これに鳥海山付近の上空の平均風向・平均風速を与え、降灰厚毎の到達距離をもとめる。
 c. 想定火口範囲の外縁部からの到達距離で降灰範囲を設定。

<対象規模>

- 10万m³ (1974年噴火相当)
- 100万m³ (1801年噴火相当)
- 210万m³ (871年噴火相当)

②風向・風速の設定

- ・風速: 秋田高層風(標高2,500m)の年平均より**11m/s**
- ・風向: 高層風の風向分布より**西風**



秋田高層風標高
2500m(750hPa)の風速を左図より設定した。

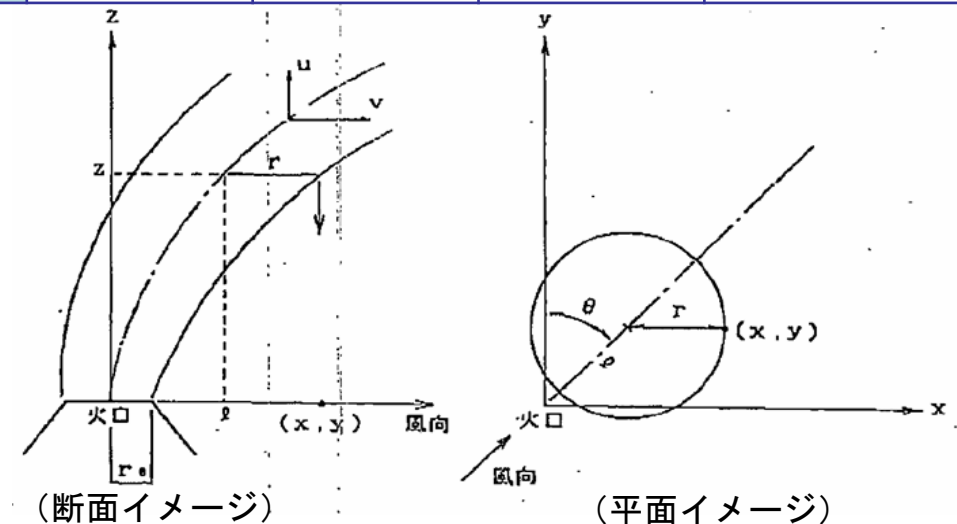
hPa	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
850	10.2	9.4	8.7	7.3	6.3	4.5	5.4	4.6	4.9	6.6	9.5	10.5	7.3
700	16.8	16.0	15.0	12.1	10.1	6.8	7.6	7.2	9.0	11.7	16.1	17.6	12.2
500	27.4	26.0	25.1	19.3	15.3	11.1	10.7	10.5	16.5	20.7	25.6	28.1	19.7

データは1981-2010年の30年間分

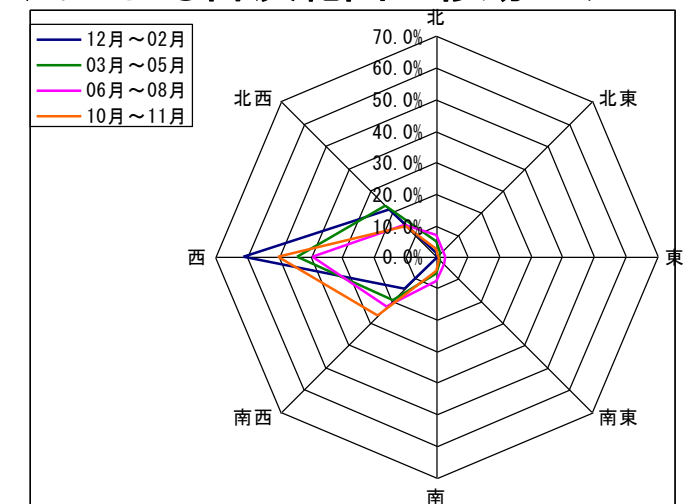
理科年表2015年版より引用

降灰シミュレーションの計算条件

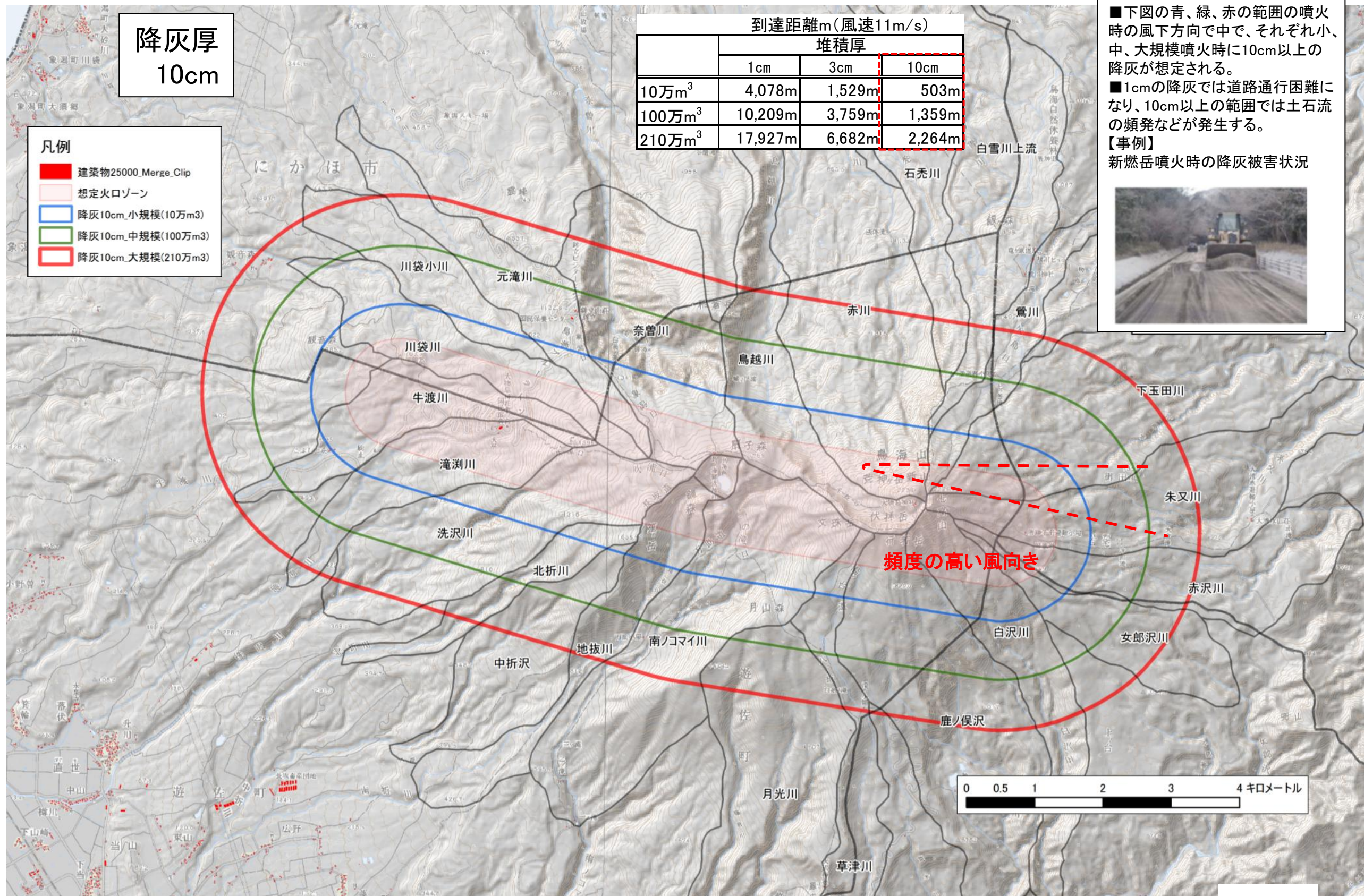
項目	小規模	中規模	大規模	備考
想定降灰量	10万m ³	100万m ³	210万m ³	噴火シナリオより
火口半径	25m	30m	30m	小規模は1974火口(宇井・柴橋1975)、中,大規模は猿穴火口より
噴煙初速	40m/s	140m/s	170m/s	Hayakawa(1985)による分布円半径より逆算
風速	11m/s	11m/s	11m/s	高層風の年平均値



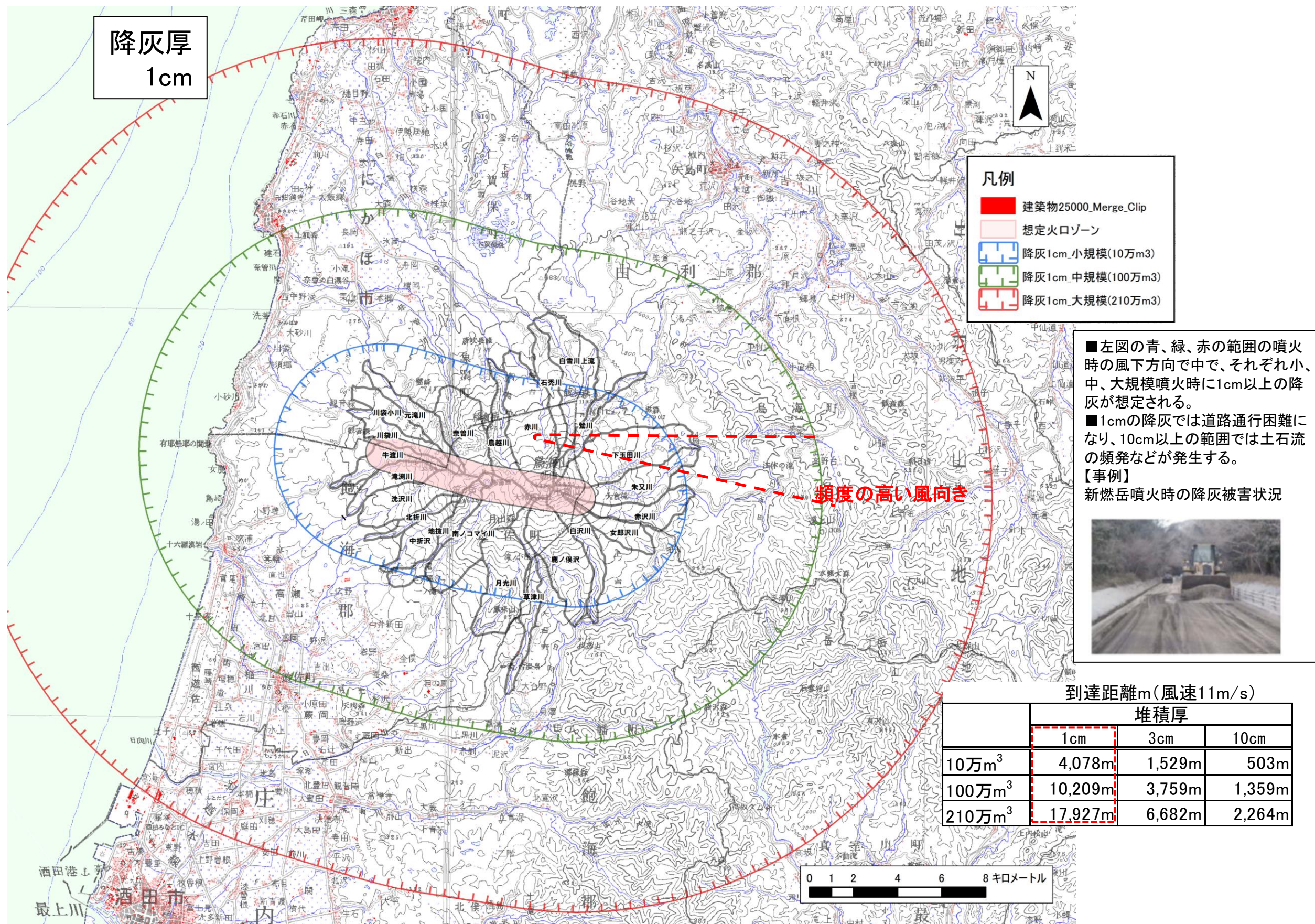
風による降灰範囲の移動モデル



被害想定結果②(降灰10cm:小規模~大規模)



被害想定結果②(降灰1cm:小規模～大規模)



■左図の青、緑、赤の範囲の噴火時の風下方向で中で、それぞれ小、中、大規模噴火時に1cm以上の降灰が想定される。

■1cmの降灰では道路通行困難になり、10cm以上の範囲では土石流の頻発などが発生する。

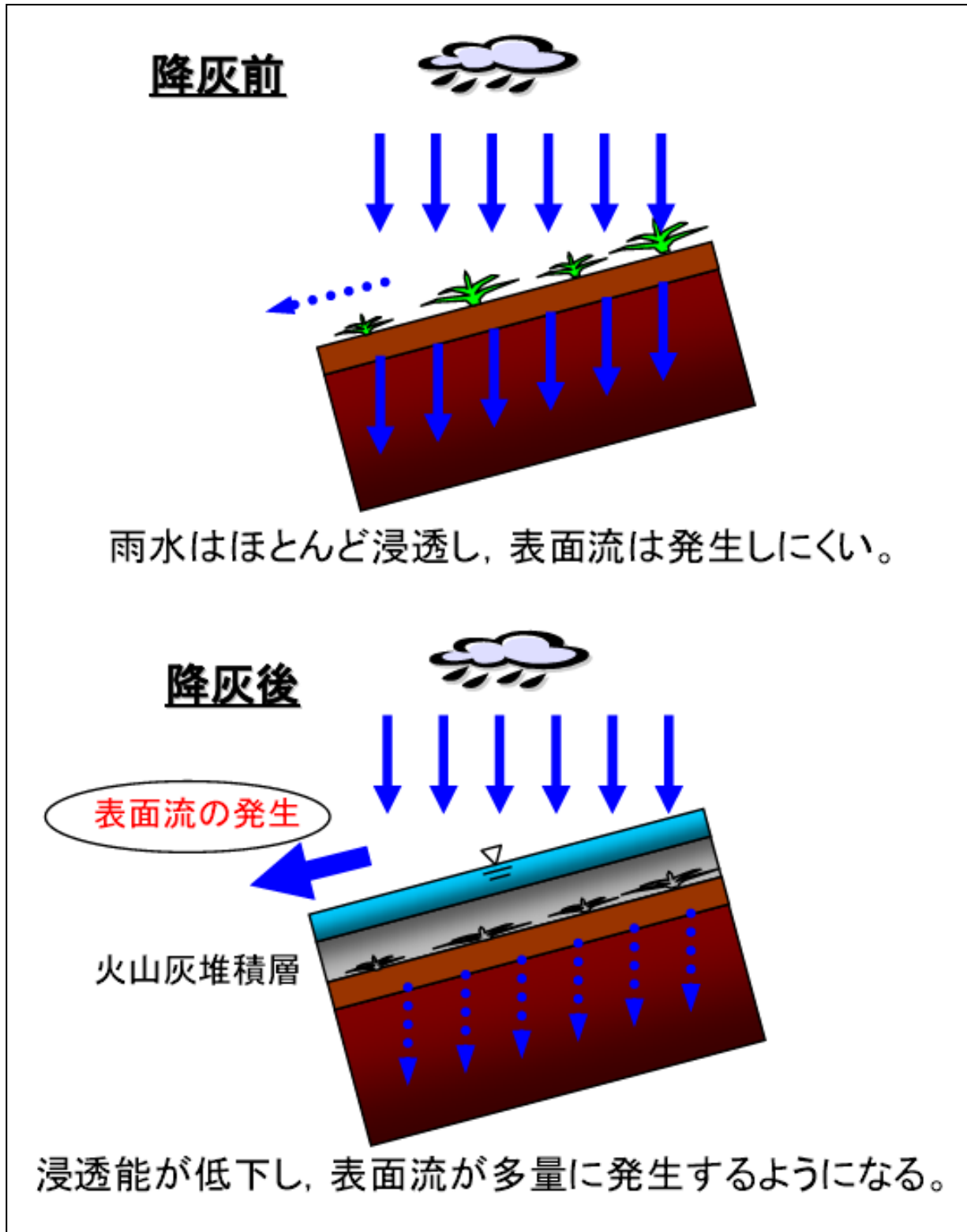
【事例】
新燃岳噴火時の降灰被害状況



被害想定条件(降灰後の土石流)

■降灰後の土石流の想定到達範囲

(1) 降灰後の土石流のメカニズム



※(独)土木研究所 HPより引用



溪流の降灰状況
溪流斜面および溪流を一様に火山灰が覆っている



火山灰による皮膜の状況
降灰深は小さいが、表面の火山灰が固結し皮膜を形成

被害想定条件(降灰後の土石流)

(2) 対象溪流

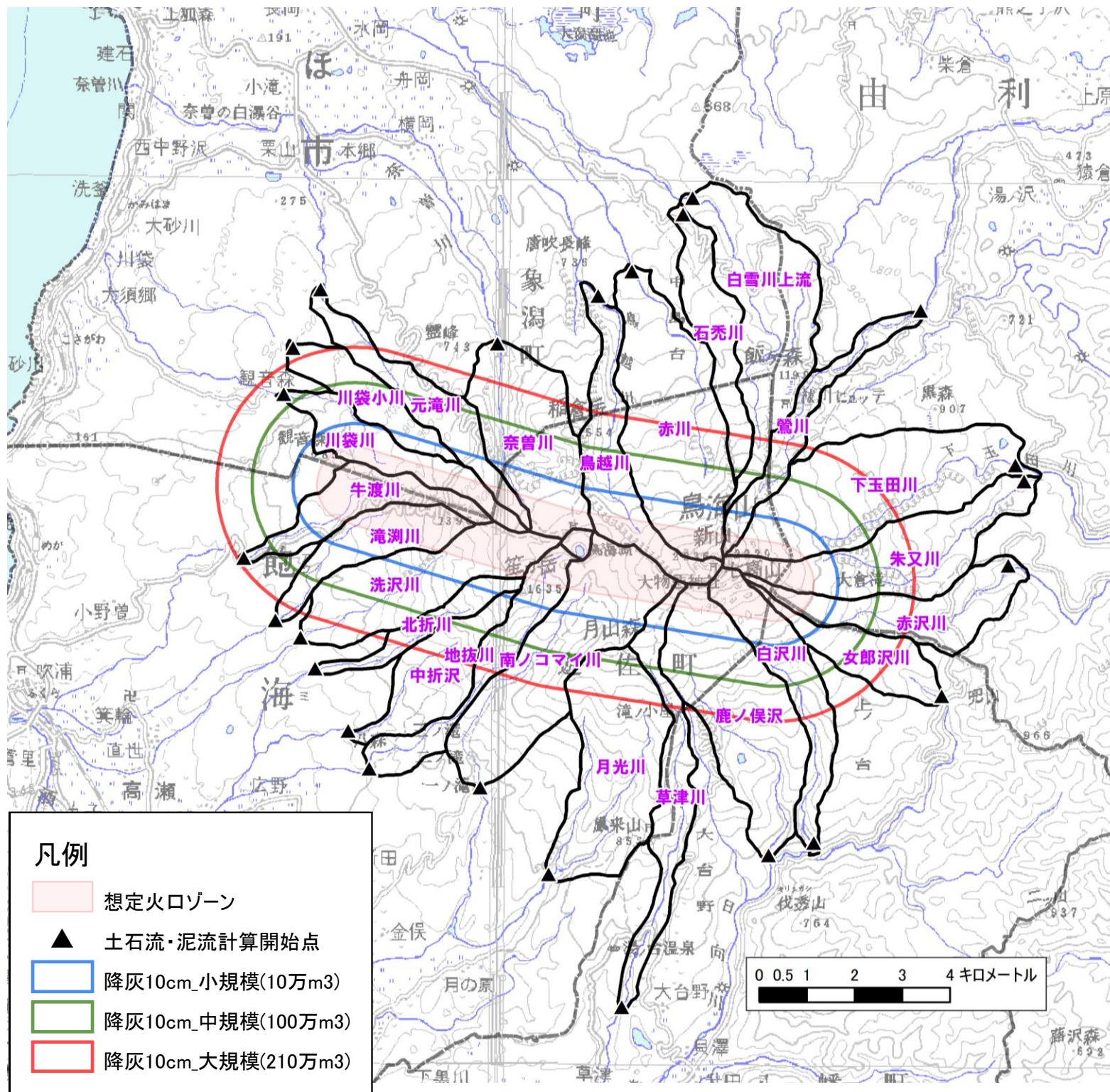
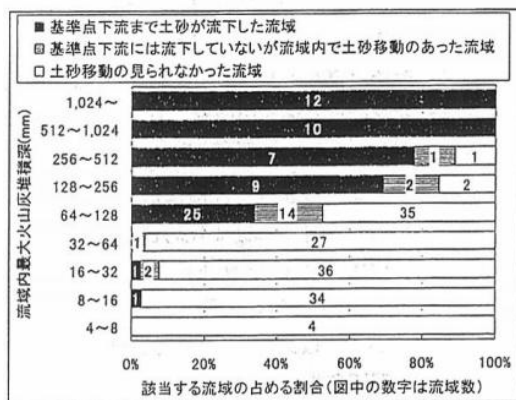
既往ハザードマップに準拠し、降灰厚10cm以上のみられる溪流を対象とする。
(鳥海山山腹部に源を発する溪流)

小規模噴火時 : 21溪流
中、大規模噴火時 : 24溪流

流域名	流域面積 (km2)	流域名	流域面積 (km2)	
				川袋川
川袋小川	2.8	滝淵川	3.4	
元滝川	3.7	洗沢川	6.5	
奈曾川	6.7	北折川	1.7	
白雪川水系	鳥越川	5.0	中折川	4.0
	赤川	10.1	地抜川	3.7
	石秃川	3.6	南ノマイ川	9.1
	白雪川上流	8.4	月光川	8.4
子吉川水系	鶯川	2.8	草津川	4.4
	下玉田川	10.1	鹿ノ俣沢	9.0
	朱又川	6.6	白沢川	4.4
	赤沢川	4.7	女郎沢川	3.0

黒字: 小規模噴火時の発生溪流
黒字、橙字: 中、大規模噴火時の発生溪流

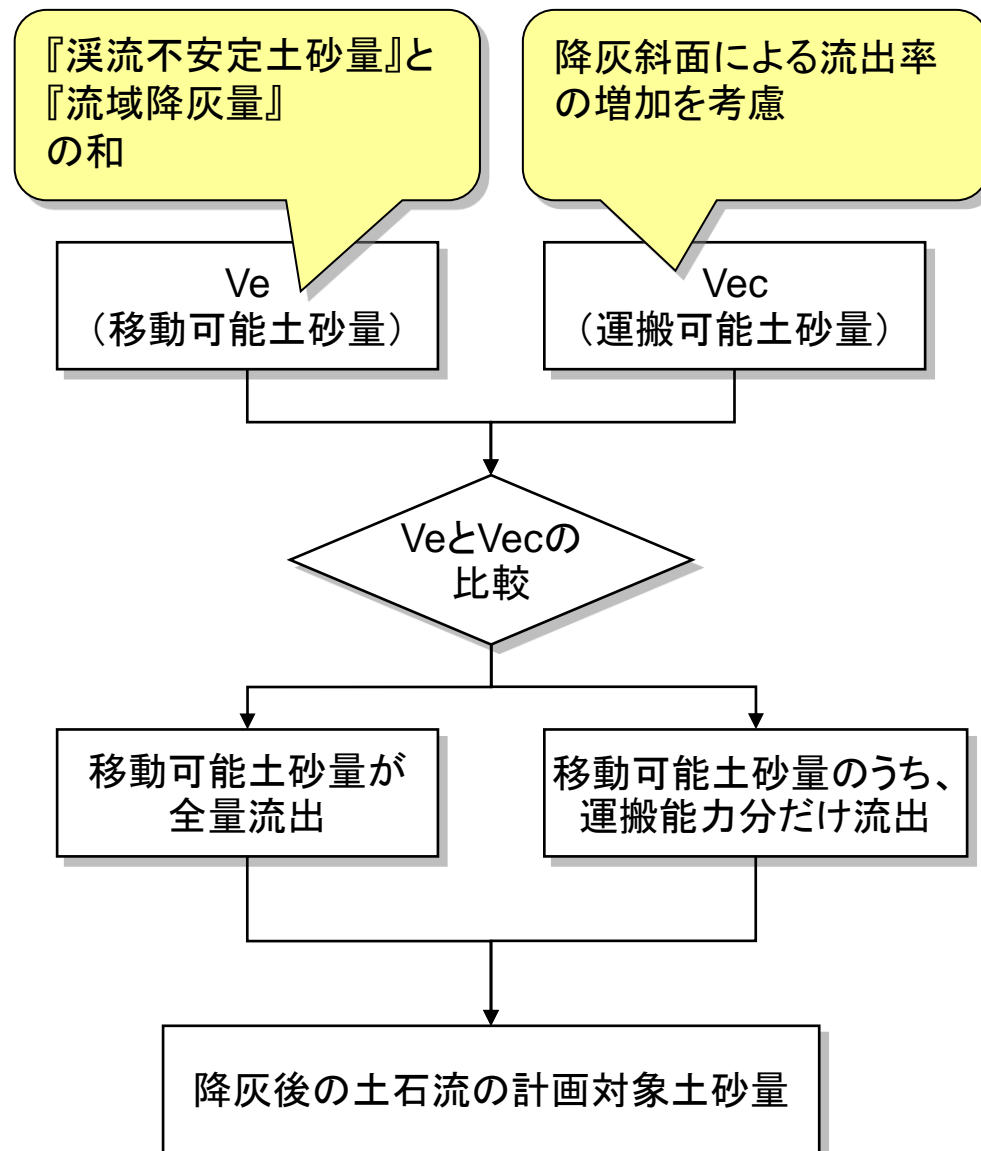
【参考】三宅島での降灰後土石流事例
2000年噴火以降に観測された土砂流出と流域内の最大降灰深の関係から、土砂移動が起こりやすくなる限界値は6.4~12.8cmの間にあることが示唆される。



被害想定条件(降灰後の土石流)

(3) 計画対象土砂量設定の流れ

- ・移動可能土砂量(溪流の不安定土砂量と降灰量)と運搬可能土砂量を比較し、小さい方を計画対象土砂量とする。



(4) 降灰の影響の考え方

- ①移動可能土砂量に流域の降灰量を加える。
- ②運搬可能土砂量に**補正係数(1.43)**を乗じ、火山灰の堆積により流出しやすくなる状態を考慮する。

降灰後の運搬可能土砂量補正係数の考え方

- ①降灰等の噴火の影響がある場合には、通常の降雨による表流水の流出率 ($f=0.8$ 程度) より増大し、 $f=1.0$ 程度になるものとし、補正率 $f_w=1.25$ 倍 ($=1.0/0.8$) とする。
- ②降灰等の噴火の影響がある場合には、流水中に斜面侵食により生産される細粒分がとりこまれ、見かけ上の流水量を増大させるものと考え、流量の補正を行う。

ここで、細粒土砂を含む泥水の流量(間隙流体)の補正率 fd は

$$fd = \frac{(\sigma - 1.0)}{(\sigma - \rho_m)} = (2.6 - 1.0) / (2.6 - 1.2) = 1.14 \quad \text{となる。}$$

σ : 礫の密度 ρ_m : 泥水の密度

- ③流出補正率に①と②の結果 ($\alpha=1.25 \times 1.14=1.43$ 倍) を乗じて補正する

被害想定条件(降灰後の土石流)

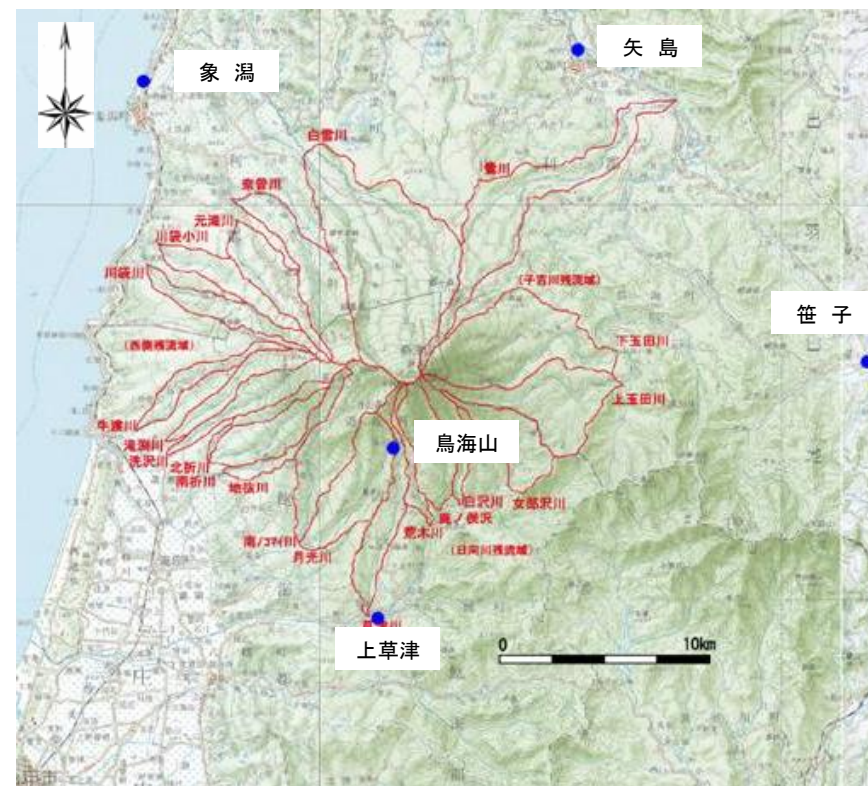
(5) 土石流の外力

■計算条件

- a. 平年降雨(2年超過確率)規模とする。
- b. 2年超過確率日雨量は**166.6mm**を採用する。
(気象庁:鳥海山1975~2008)

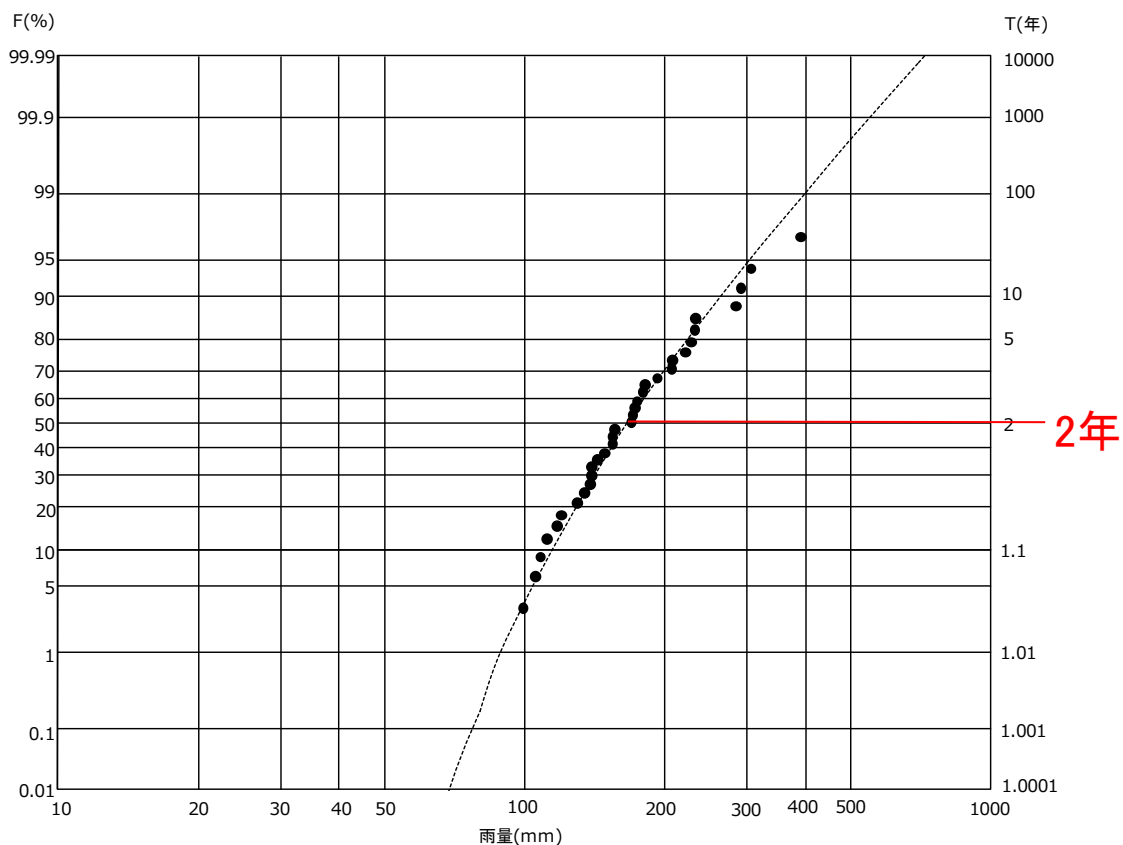


外力設定	降雨量	備考
2年超過確率日雨量	166.6mm	鳥海山(1975~2008)による確率計算



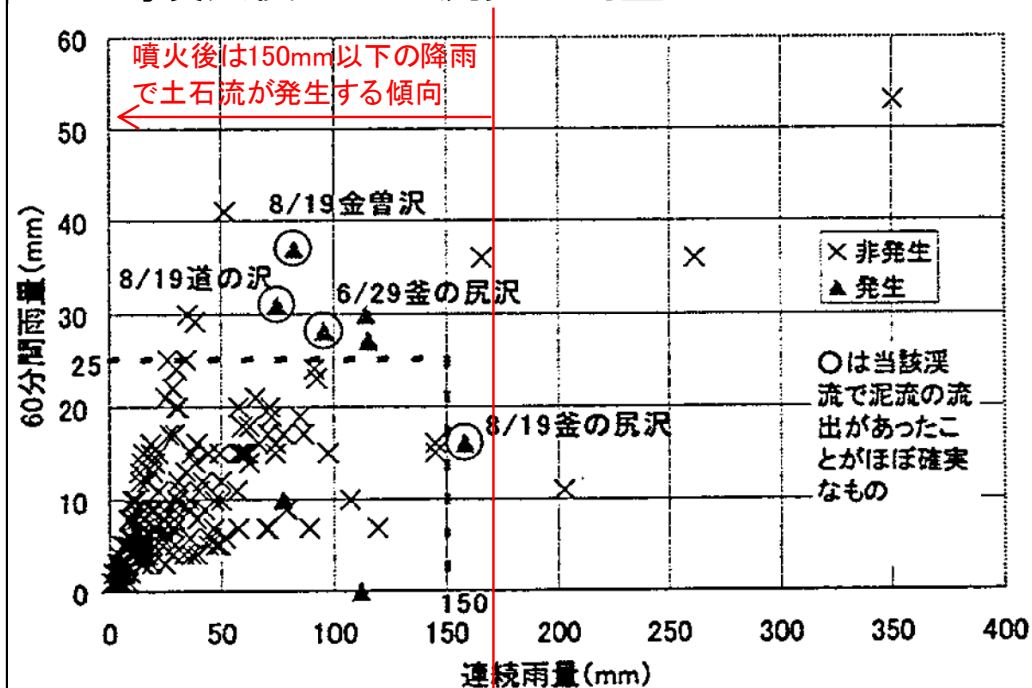
雨量計分布図(アメダス)

※鳥海山観測所は高標高部(1199m)に位置し、33年のデータ蓄積があるために採用[2008年に観測終了]



確率計算結果(岩井法)

三宅島噴火後の土石流発生雨量



2002年の三宅島における土石流発生降雨

峰岸ほか(2003):2002年における三宅島の泥流発生状況と発生雨量について、平成15年度砂防学会研究発表会概要集

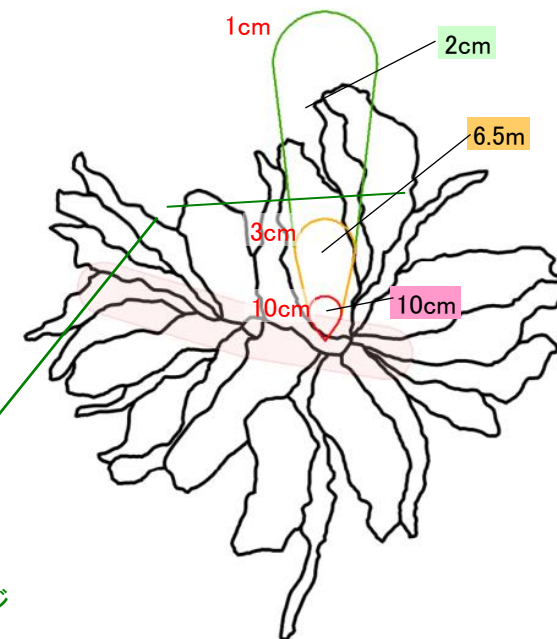
被害想定条件(降灰後の土石流)

(6) 降灰後の土石流の計画対象土砂量

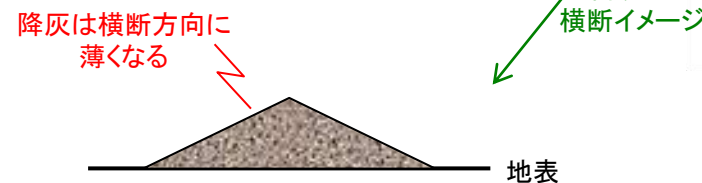
対象流域		①土石流の移動可能土砂量			②2年確率 運搬可能 土砂量 ※1回分	計画対象 土砂量 (①,②の小さい方)
河川名	溪流名	渓床不安 定土砂量	降灰堆 積量	(10 ³ m ³)	(10 ³ m ³)	(10 ³ m ³)
		(10 ³ m ³)	(10 ³ m ³)			
川袋川	川袋川	1,012.0	82.9	1,203.6	93.7	93.7
	川袋小川	420.0	66.1	487.0	79.4	79.4
	元滝川	972.0	69.2	1,059.8	96.6	96.6
	奈曽川	924.0	88.0	1,122.0	134.7	134.7
白雪川	烏越川	776.0	73.8	922.2	113.5	113.5
	赤川	1,236.0	88.0	1,426.0	168.9	168.9
	石禿川	168.0	30.3	229.1	94.8	94.8
	白雪川上流	260.0	49.8	402.3	149.6	149.6
	本川	2,440.0	-	2,979.6	526.8	526.8
子吉川	鶯川	580.0	64.0	632.1	80.5	80.5
	下玉田川	736.0	88.0	1,099.9	167.8	167.8
	朱又川	680.0	88.0	869.1	133.3	133.3
	赤沢川	280.0	82.6	405.1	111.6	111.6
	本川	1,696.0	-	2,374.1	412.7	412.7
月光川	牛渡川	776.0	68.2	864.9	91.7	91.7
	滝淵川	392.0	70.1	611.2	89.8	89.8
	洗沢川	940.0	88.0	1,150.7	130.5	130.5
	北折川	380.0	58.2	442.0	60.0	60.0
	中折沢	308.0	71.7	341.9	98.7	98.7
	地抜川	428.0	70.2	532.4	97.4	97.4
	南ノコマイ	1,048.0	88.0	1,400.9	163.0	163.0
	月光川	1,048.0	60.5	1,079.6	149.9	149.9
日向川	草津川	480.0	44.0	542.3	103.5	103.5
	鹿ノ俣沢	888.0	88.0	1,037.8	160.7	160.7
	白沢川	1,048.0	81.0	1,178.4	105.2	105.2
	女郎沢川	220.0	71.7	275.0	86.0	86.0

【流域降灰量】

- 各流域に最も多くの降灰がある風向を想定。
- 等降灰深線に囲まれる面積に降灰深の中央値を乗ずる。
- 一般的に降灰は、風向軸から側方に離れると急激に堆積深が減るため、上記で算出される量の1/2とする。

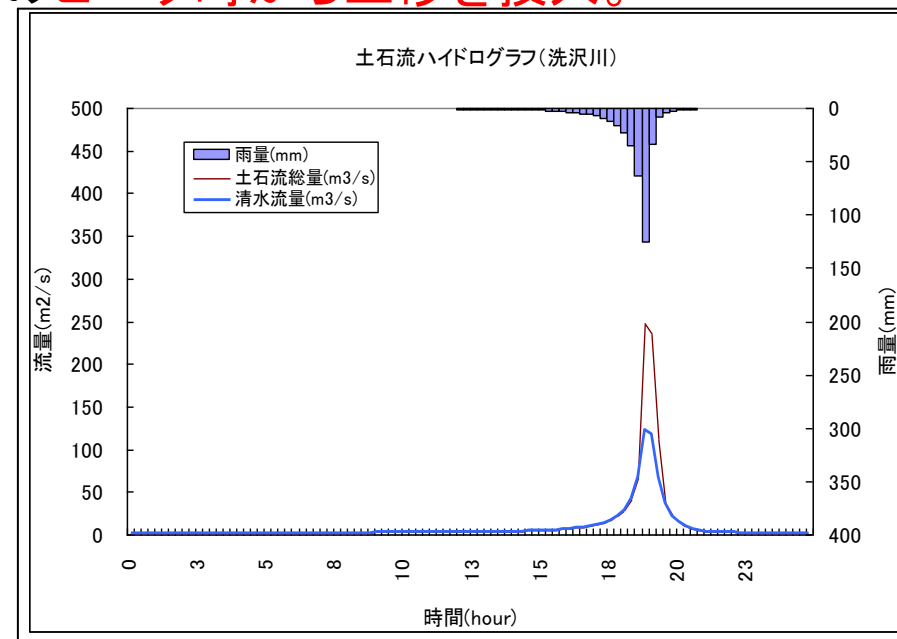


想定降灰量の算出図



【土石流ハイドログラフ】

- 対象降雨は2年超過確率規模。
- 降雨波形は、後方集中型とし、中安の単位図法により清水流量波形を作成。
- 流量のピーク時から土砂を投入。



土石流ハイドログラフの例(洗沢川)

※降灰量は小規模噴火時の値、中規模、大規模の場合も運搬可能土砂量が採用されるので計画対象土砂量は同じ

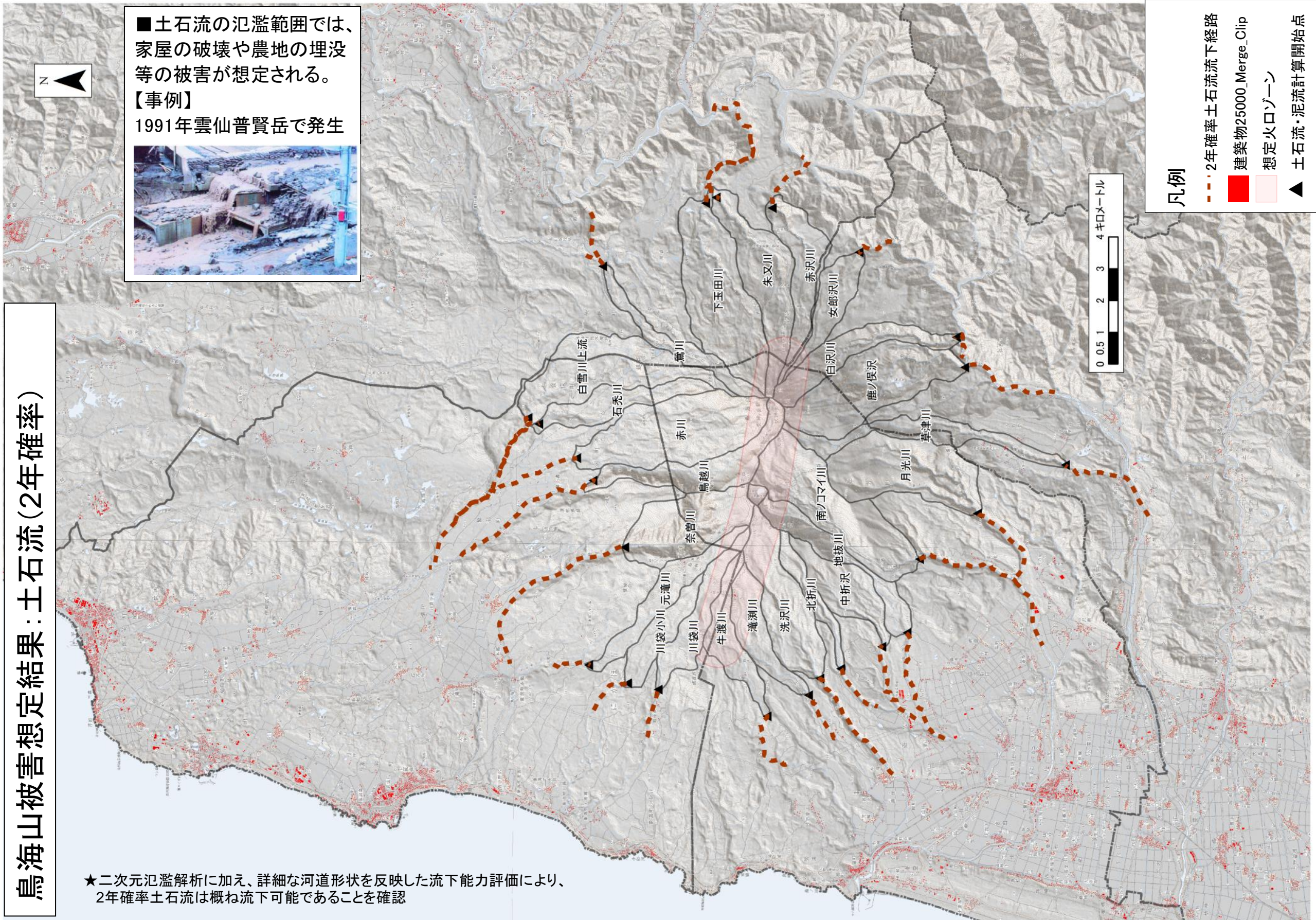
被害想定結果③(降灰後土石流: 2年確率降雨)

鳥海山被害想定結果: 土石流(2年確率)

■ 土石流の氾濫範囲では、家屋の破壊や農地の埋没等の被害が想定される。

【事例】

1991年雲仙普賢岳で発生



凡例

- 2年確率土石流流下経路
- 建築物25000_Merge_Clip
- 想定火口ゾーン
- ▲ 土石流・泥流計算開始点

★ 二次元氾濫解析に加え、詳細な河道形状を反映した流下能力評価により、2年確率土石流は概ね流下可能であることを確認

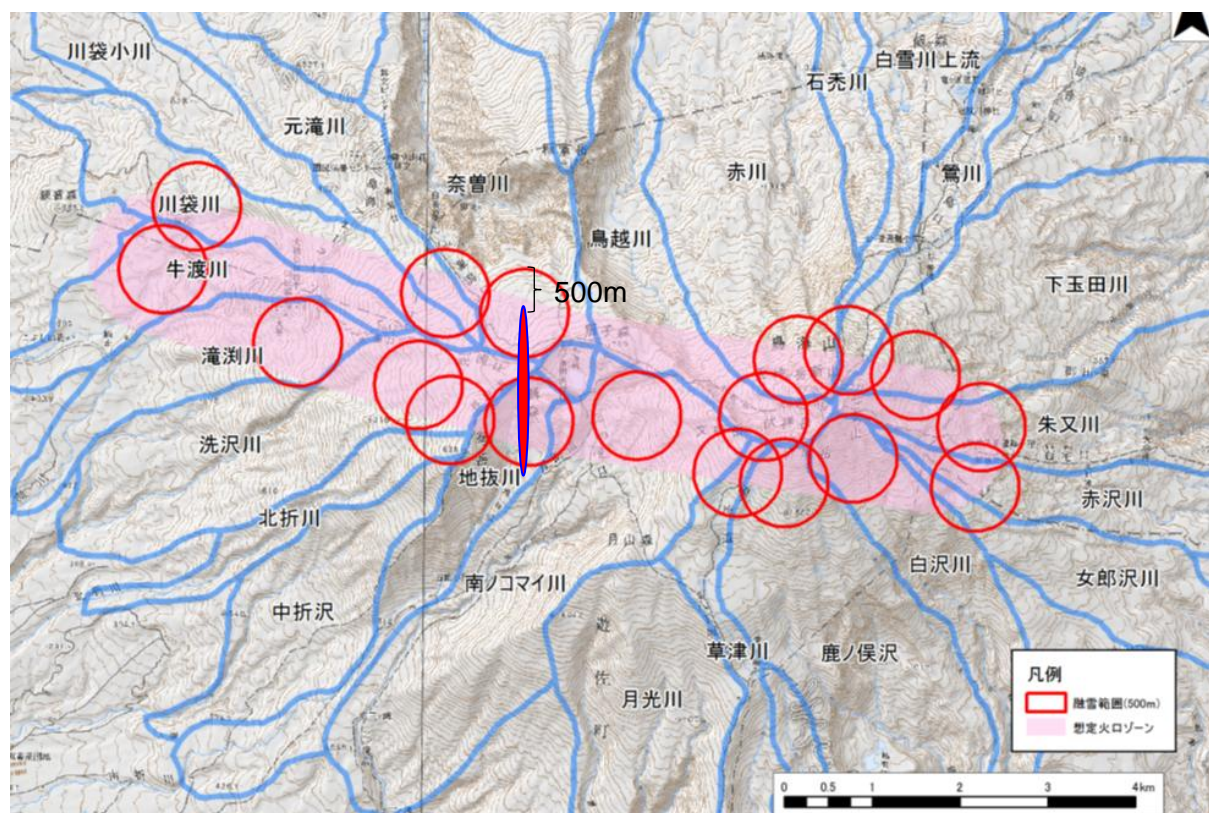
被害想定条件(火山泥流)

■火山泥流の想定到達範囲

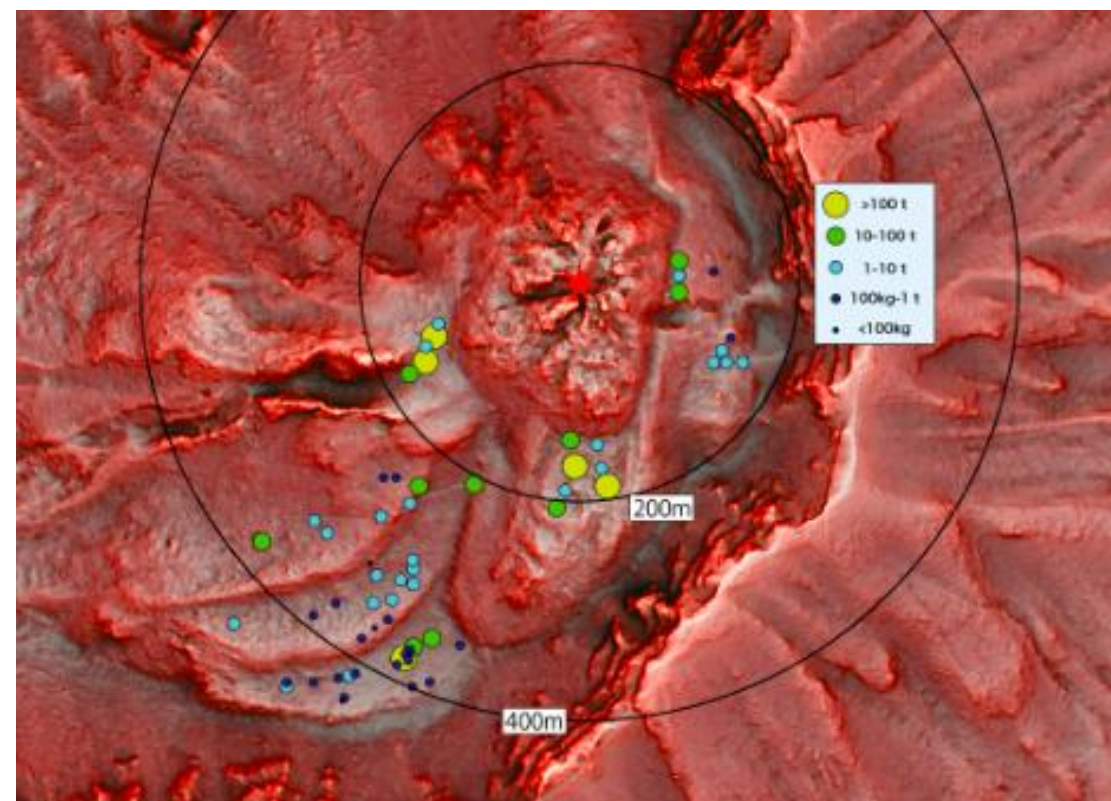
鳥海山では、融雪型火山泥流と火口噴出型火山泥流が発生する可能性がある。被害想定は、融雪型火山泥流による想定を行った。

- a. 噴火により放出される土砂量は、既往の火山防災マップ作成時に設定している90万 m^3 (1801年噴火時の噴出土砂量)および210万 m^3 (871年噴火規模の溶岩流2100万 m^3 の10%)とし、計画上の最大安全側を見込み、噴出全量が融雪に寄与する場合を想定する。
- b. 既往火山防災マップの設定に準じ、噴火により火口から放出される土砂の温度は800度とする。
- c. 積雪量は平年的な積雪として2年確率の年最大積雪深とする。
- d. 降下火砕物による融雪範囲は、1801年噴火時の噴石の濃集部が約450mであることを参考に500mと設定した。
- e. 火山泥流のハイドログラフは、継続時間1時間、ピークを12分とした三角形のハイドログラフを採用する。

(1) 融雪範囲(泥流発生溪流)



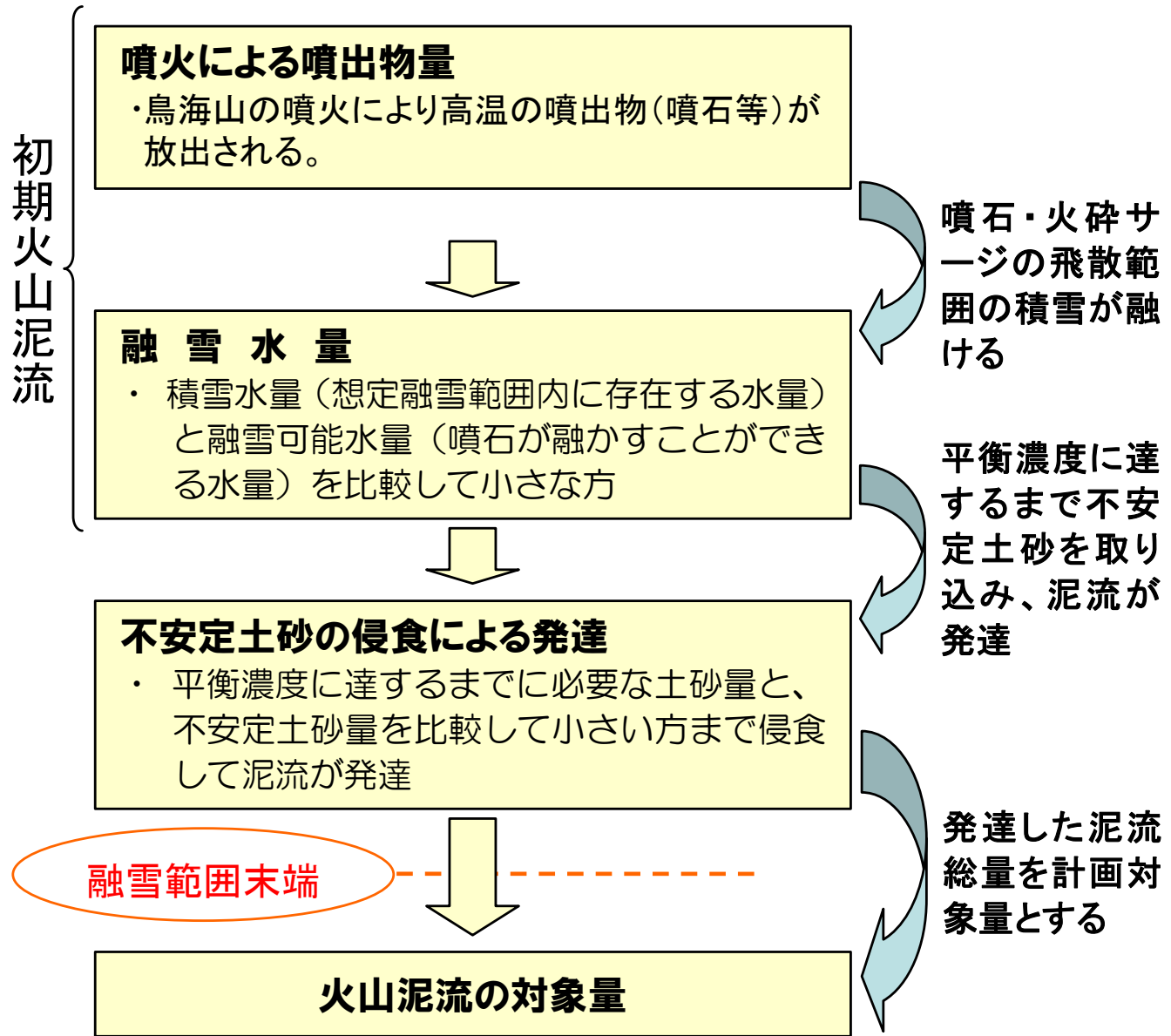
融雪範囲は、高温の土砂が火口周辺500mに放出することを想定して設定。



現在でも確認可能な1801年噴火時の噴石分布
出典：林 (2014) 歴史地震研究会資料

被害想定条件(火山泥流)

(2) 融雪型火山泥流量算定の流れ



(3) 融雪可能水量

融雪可能水量は、火砕物の温度・噴出量等により下式で求める。

$$W_0 = K \cdot \frac{(T_s - T_m) \cdot C_s \cdot \rho_s \cdot V_t}{(1 - C_m) q_m \rho_w}$$

- W_0 : 融雪可能水量(m³)
- V_t : 供給土砂量(噴石量のうち真の土砂量)(m³)
- T_s : 供給土砂の温度(°C)
- T_m : 融解水の温度(=0°Cとする)
- C_s : 土砂の比熱(=0.53cal/g·K)
- C_m : 積雪中の水の割合(含水率)(=0)
- q_m : 雪の融解熱(≒80cal/g)
- ρ_s : 火砕物密度(2.65g/cm³)
- ρ_w : 水密度(1.0g/cm³)
- K : 熱量の融雪寄与率を表す係数(=0.38)

火砕物の温度: 800°C

(根拠)
・火砕物の温度は安山岩質マグマの温度を参考に800°Cと想定した。

【参考: 他火山における噴出物の温度計測事例】

- 桜島1946年噴火による安山岩溶岩の温度
: 850~1000°C(下鶴、荒巻、井田: 火山の辞典、朝倉書店、1995)
- 十和田平安噴火(915年)の火砕流定置温度
: ~680°C(松浦他、: 十和田平安噴火で生じた火砕流の定置温度および冷却過程、地学雑誌、117、2008)

被害想定条件(火山泥流)

(4) 積雪水量の設定

《積雪深の設定》

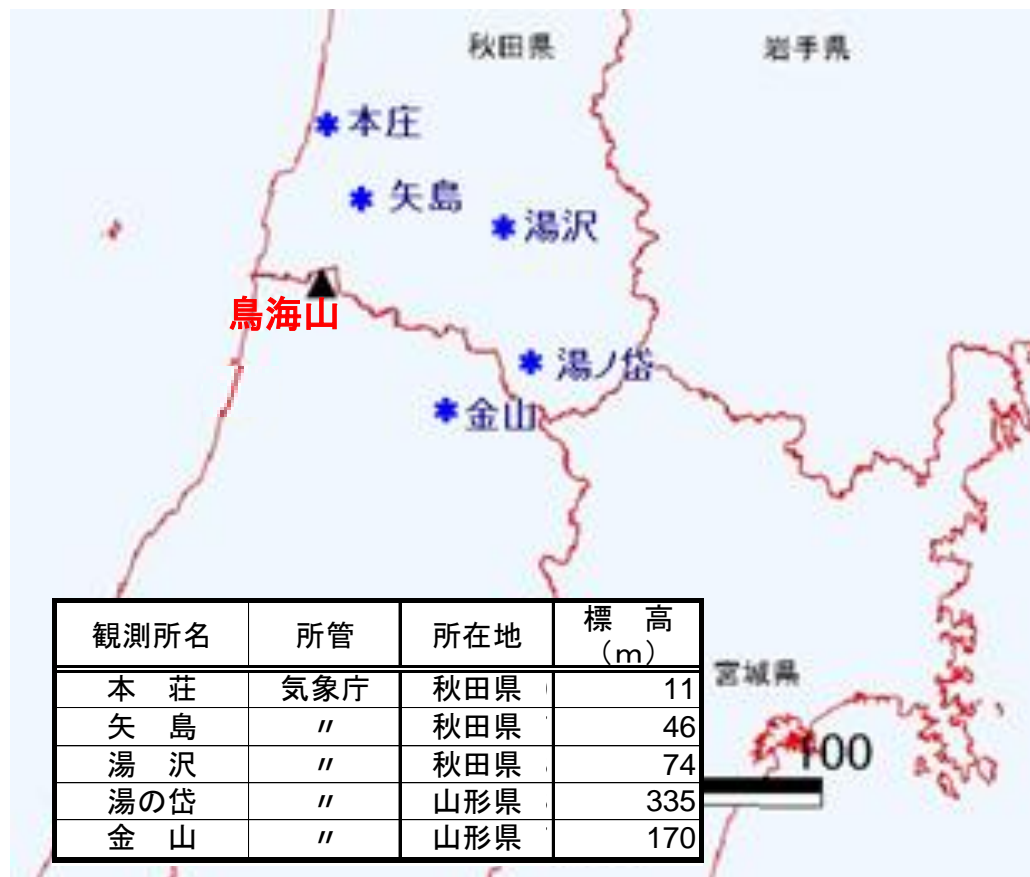
- 鳥海山山周辺観測所の年最深積雪深の標高分布から**標高別積雪深**を設定。

《積雪水量の設定》

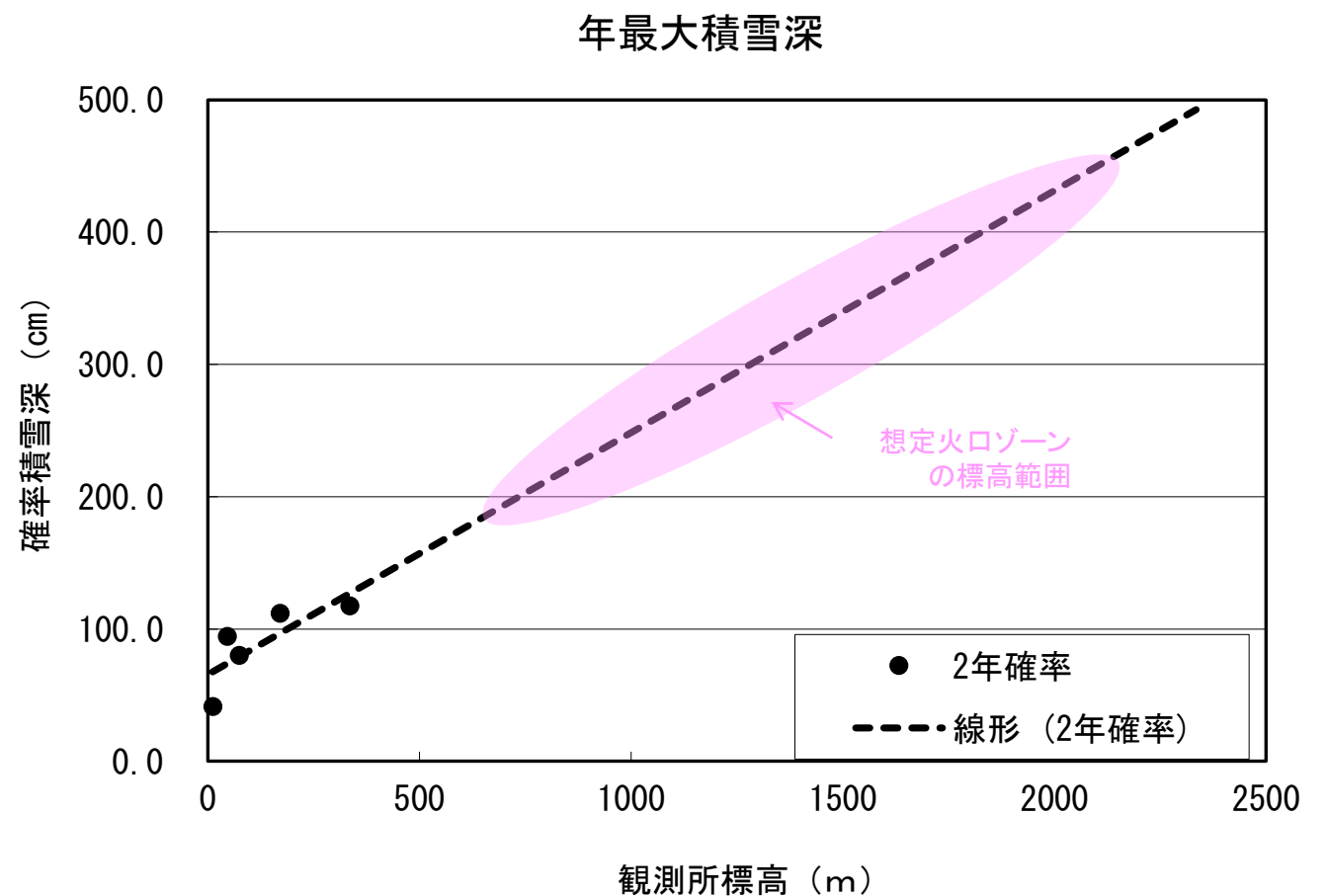
積雪水量は、**積雪密度 $0.35\text{g}/\text{cm}^3$** として算出。

鳥海山近傍における最深積雪深の平年値

区分	計算式			確率積雪深 (cm)		
	係数a	係数b	R2	標高1195m地点	最高標高地点	中間標高地点
11月	0.0363	2.3483	0.8851	46	84	65
12月	0.0600	29.3970	0.4775	101	164	132
1月	0.1450	53.1060	0.5939	226	377	302
2月	0.1853	60.4740	0.5973	282	475	378
3月	0.1942	41.2980	0.5771	273	476	374
4月	0.1335	-1.9844	0.9071	158	297	227
年最大	0.1828	65.639	0.6149	284	474	379
	標高区分	雪線標高	最高標高	中間標高		
	標高(m)	1,195	2,236	1,716		



鳥海山周辺の気象庁積雪観測所



鳥海山近傍における標高と年最深積雪深 (平年値) の関係

被害想定条件(火山泥流)

(5) 泥流量の算定

中規模噴火時の火山泥流の諸元

項目	単位	秋田県側									
		川袋川	川袋小川	元滝川	奈曾川	白雪川		子吉川			
						鳥越川	赤川	鶯川	下玉田川	朱ノ又川	赤沢川
融雪範囲 ①	(km ²)	0.35	0.00	0.32	0.79	0.46	0.79	0.32	0.62	0.63	0.44
流域内降下火砕物供給量 ②	(10 ³ m ³)	396	0	369	900	522	900	369	702	720	504
融雪可能水量 ③=②×5	(10 ³ m ³)	1,980	0	1,845	4,500	2,610	4,500	1,845	3,510	3,600	2,520
流域平均積雪深 ④	(m)	2.08	0.66	3.22	3.54	4.18	4.17	4.31	4.00	3.56	3.45
積雪水量 ⑤=①×④×0.35	(10 ³ m ³)	255	0	361	979	673	1,153	483	868	785	531
融雪水量 ⑥=③と⑤の小さい方	(10 ³ m ³)	255	0	361	979	673	1,153	483	868	785	531
初期泥流量 ⑦=②+⑥	(10 ³ m ³)	651	0	730	1,879	1,195	2,053	852	1,570	1,505	1,035
初期土砂濃度 ⑧=②×0.4/⑦		0.243		0.202	0.192	0.175	0.175	0.173	0.179	0.191	0.195
勾配	tanθ	0.143	0.000	0.100	0.120	0.120	0.120	0.107	0.088	0.088	0.120
平衡土砂濃度 ⑨	Cd	0.143	0.000	0.093	0.115	0.115	0.115	0.101	0.081	0.081	0.115
侵食可能土砂量 ⑩	(10 ³ m ³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
流出粗粒土砂量(真) ⑪=⑩×⑨	(10 ³ m ³)	93.1	0.0	67.9	216.1	137.4	236.1	86.1	127.2	121.9	119.0
流出粗粒土砂量(見掛け) ⑫=⑪/(1-0.6)	(10 ³ m ³)	155.2	0.0	113.2	360.1	229.0	393.5	143.4	212.0	203.2	198.4
流出細粒土砂量(真) ⑬=②×0.6+⑩×0.3	(10 ³ m ³)	237.6	0.0	221.4	540.0	313.2	540.0	221.4	421.2	432.0	302.4
全土砂量 ⑭=⑪+⑬	(10 ³ m ³)	330.7	0.0	289.3	756.1	450.6	776.1	307.5	548.4	553.9	421.4
泥流ピーク流量 ⑮=⑭÷3600×2	(m ³ /s)	362	0	406	1,044	664	1,141	473	872	836	575
泥流総量 ⑯=⑦+⑩	(10³m³)	651	0	730	1,879	1,195	2,053	852	1,570	1,505	1,035

項目	単位	山形県側									
		月光川						日向川			
		牛渡川	滝淵川	洗沢川	北折川	地抜川	南ノコマイ	草津川	鹿ノ俣川	白沢川	女郎沢川
融雪範囲 ①	(km ²)	0.79	0.79	0.79	0.16	0.79	0.79	0.24	0.67	0.69	0.22
流域内降下火砕物供給量 ②	(10 ³ m ³)	900	900	900	180	900	900	270	765	783	252
融雪可能水量 ③=②×5	(10 ³ m ³)	4,500	4,500	4,500	900	4,500	4,500	1,350	3,825	3,915	1,260
流域平均積雪深 ④	(m)	1.91	3.36	3.36	3.53	3.45	3.62	4.20	4.20	3.56	3.45
積雪水量 ⑤=①×④×0.35	(10 ³ m ³)	528	929	929	198	954	1,001	353	985	860	266
融雪水量 ⑥=③と⑤の小さい方	(10 ³ m ³)	528	929	929	198	954	1,001	353	985	860	266
初期泥流量 ⑦=②+⑥	(10 ³ m ³)	1,428	1,829	1,829	378	1,854	1,901	623	1,750	1,643	518
初期土砂濃度 ⑧=②×0.4/⑦		0.252	0.197	0.197	0.190	0.194	0.189	0.173	0.175	0.191	0.195
勾配	tanθ	0.100	0.100	0.088	0.110	0.120	0.125	0.088	0.100	0.100	0.111
平衡土砂濃度 ⑨	Cd	0.093	0.093	0.081	0.104	0.115	0.121	0.080	0.093	0.093	0.105
侵食可能土砂量 ⑩	(10 ³ m ³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
流出粗粒土砂量(真) ⑪=⑩×⑨	(10 ³ m ³)	132.8	170.1	148.1	39.3	213.2	230.0	49.8	162.8	152.8	54.4
流出粗粒土砂量(見掛け) ⑫=⑪/(1-0.6)	(10 ³ m ³)	221.3	283.5	246.9	65.5	355.4	383.4	83.1	271.3	254.7	90.7
流出細粒土砂量(真) ⑬=②×0.6+⑩×0.3	(10 ³ m ³)	540.0	540.0	540.0	108.0	540.0	540.0	162.0	459.0	469.8	151.2
全土砂量 ⑭=⑪+⑬	(10 ³ m ³)	672.8	710.1	688.1	147.3	753.2	770.0	211.8	621.8	622.6	205.6
泥流ピーク流量 ⑮=⑭÷3600×2	(m ³ /s)	793	1,016	1,016	210	1,030	1,056	346	972	913	288
泥流総量 ⑯=⑦+⑩	(10³m³)	1,428	1,829	1,829	378	1,854	1,901	623	1,750	1,643	518

被害想定条件(火山泥流)

(5) 泥流量の算定

大規模噴火時の火山泥流の諸元

項目	単位	秋田県側									
		川袋川	川袋小川	元滝川	奈曾川	白雪川		子吉川			
						鳥越川	赤川	鶯川	下玉田川	朱ノ又川	赤沢川
融雪範囲 ①	(km ²)	2.05	0.39	0.39	2.07	1.43	3.09	1.32	1.84	1.70	0.70
流域内降下火砕物供給量 ②	(10 ³ m ³)	264	47	861	2,100	383	830	353	1,638	1,680	1,176
融雪可能水量 ③=②×5	(10 ³ m ³)	1,320	236	4,305	10,500	1,914	4,150	1,763	8,190	8,400	5,880
流域平均積雪深 ④	(m)	1.84	1.72	3.15	3.00	3.80	3.80	3.79	3.65	3.16	3.29
積雪水量 ⑤=①×④×0.35	(10 ³ m ³)	1,320	235	430	2,174	1,902	4,110	1,751	2,351	1,880	806
融雪水量 ⑥=③と⑤の小さい方	(10 ³ m ³)	1,320	235	430	2,174	1,902	4,110	1,751	2,351	1,880	806
初期泥流量 ⑦=②+⑥	(10 ³ m ³)	1,584	282	1,291	4,274	2,285	4,940	2,104	3,989	3,560	1,982
初期土砂濃度 ⑧=②×0.4/⑦		0.067	0.067	0.267	0.197	0.067	0.067	0.067	0.164	0.189	0.237
勾配	tanθ	0.143	0.125	0.100	0.120	0.120	0.120	0.107	0.088	0.088	0.120
平衡土砂濃度 ⑨	Cd	0.143	0.121	0.093	0.115	0.115	0.115	0.101	0.081	0.081	0.115
侵食可能土砂量 ⑩	(10 ³ m ³)	2,121	193	0	0	1,290	2,778	721	0	0	0
流出粗粒土砂量(真) ⑪=⑩×⑨	(10 ³ m ³)	529.9	57.5	120.1	491.5	411.1	887.5	285.3	323.1	288.4	227.9
流出粗粒土砂量(見掛け) ⑫=⑪/(1-0.6)	(10 ³ m ³)	883.1	95.9	200.1	819.2	685.1	1,479.2	475.6	538.5	480.6	379.9
流出細粒土砂量(真) ⑬=②×0.6+⑩×0.3	(10 ³ m ³)	794.8	28.3	516.6	1,260.0	229.7	498.0	211.6	982.8	1,008.0	705.6
全土砂量 ⑭=⑪+⑬	(10 ³ m ³)	1,324.7	85.8	636.7	1,751.5	640.8	1,385.5	496.9	1,305.9	1,296.4	933.5
泥流ピーク流量 ⑮=⑭÷3600×2	(m ³ /s)	2,058	264	717	2,374	1,986	4,288	1,569	2,216	1,978	1,101
泥流総量 ⑯=⑦+⑩	(10³m³)	3,705	475	1,291	4,274	3,575	7,718	2,825	3,989	3,560	1,982

項目	単位	山形県側									
		月光川						日向川			
		牛渡川	滝淵川	洗沢川	北折川	地抜川	南ノコマイ	草津川	鹿ノ俣川	白沢川	女郎沢川
融雪範囲 ①	(km ²)	1.94	2.82	1.41	0.84	1.05	2.62	0.65	2.22	2.62	0.55
流域内降下火砕物供給量 ②	(10 ³ m ³)	2,100	2,100	2,100	172	2,100	600	630	1,785	1,827	588
融雪可能水量 ③=②×5	(10 ³ m ³)	10,500	10,500	10,500	860	10,500	3,000	3,150	8,925	9,135	2,940
流域平均積雪深 ④	(m)	1.77	2.70	2.70	2.92	3.26	3.27	3.71	3.71	3.43	3.23
積雪水量 ⑤=①×④×0.35	(10 ³ m ³)	1,202	2,665	1,332	858	1,198	2,999	844	2,883	3,145	622
融雪水量 ⑥=③と⑤の小さい方	(10 ³ m ³)	1,202	2,665	1,332	858	1,198	2,999	844	2,883	3,145	622
初期泥流量 ⑦=②+⑥	(10 ³ m ³)	3,302	4,765	3,432	1,030	3,298	3,599	1,474	4,668	4,972	1,210
初期土砂濃度 ⑧=②×0.4/⑦		0.254	0.176	0.245	0.067	0.255	0.067	0.171	0.153	0.147	0.194
勾配	tanθ	0.100	0.100	0.088	0.110	0.120	0.125	0.088	0.100	0.100	0.111
平衡土砂濃度 ⑨	Cd	0.093	0.093	0.081	0.104	0.115	0.121	0.080	0.093	0.093	0.105
侵食可能土砂量 ⑩	(10 ³ m ³)	0	0	0	399	0	2,474	0	0	0	0
流出粗粒土砂量(真) ⑪=⑩×⑨	(10 ³ m ³)	307.1	443.1	278.0	148.6	379.3	734.9	117.9	434.1	462.4	127.1
流出粗粒土砂量(見掛け) ⑫=⑪/(1-0.6)	(10 ³ m ³)	511.8	738.6	463.3	247.7	632.1	1,224.8	196.5	723.5	770.7	211.8
流出細粒土砂量(真) ⑬=②×0.6+⑩×0.3	(10 ³ m ³)	1,260.0	1,260.0	1,260.0	103.2	1,260.0	360.0	378.0	1,071.0	1,096.2	352.8
全土砂量 ⑭=⑪+⑬	(10 ³ m ³)	1,567.1	1,703.1	1,538.0	251.8	1,639.3	1,094.9	495.9	1,505.1	1,558.6	479.9
泥流ピーク流量 ⑮=⑭÷3600×2	(m ³ /s)	1,834	2,647	1,907	794	1,832	3,374	819	2,593	2,762	672
泥流総量 ⑯=⑦+⑩	(10³m³)	3,302	4,765	3,432	1,429	3,298	6,073	1,474	4,668	4,972	1,210

被害想定条件(火山泥流)

(6) 数値シミュレーションの実施

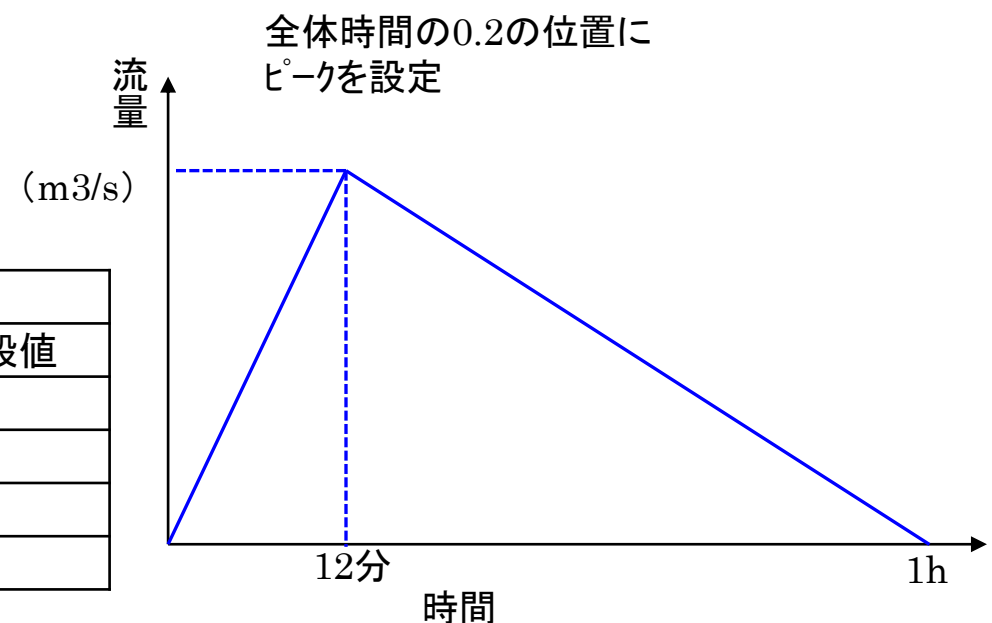
【計画ハイドログラフ】

- ・融雪型火山泥流のハイドログラフは、実績を元に推定された他火山での設定条件から三角形ハイドログラフを設定。
- ・具体には、大正15(1924)年に、北海道十勝岳で発生した融雪型火山泥流の検討で用いられたハイドログラフを参考とし、**継続時間60分、泥流発生から12分後にピークを持つ三角形**とした※。

※十勝岳で発生した融雪型火山泥流の総量は1,330万 m^3 と推定されており、そのハイドログラフはネバド・デル・ルイス火山におけるハイドログラフの推定を参考に泥流の継続時間60分、ピーク位置を12分としている。

【計算パラメータ】

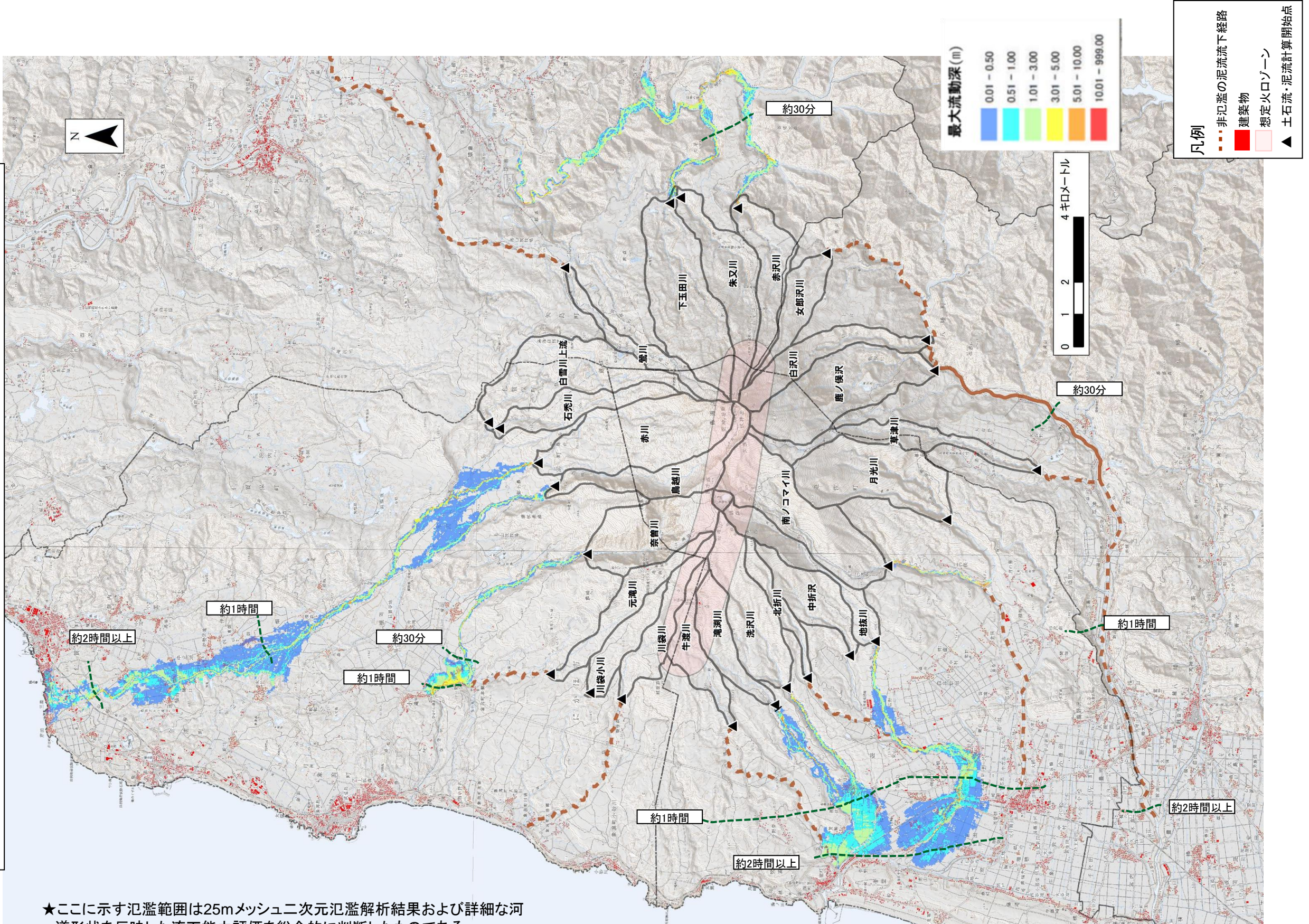
項目	記号	単位	数値	備考
泥水密度	ρ	g/cm^3	1.2	既往検討準拠。一般値
砂礫密度	σ	g/cm^3	2.65	同上
代表粒径	d_m	cm	1.0	同上
堆積層の砂礫容積密度	C^*	-	0.6	同上
計算用地形データ	-	m	25	同上



火山泥流ハイドログラフ
(三角形ハイドログラフ)

被害想定結果④(火山泥流:中規模噴火)

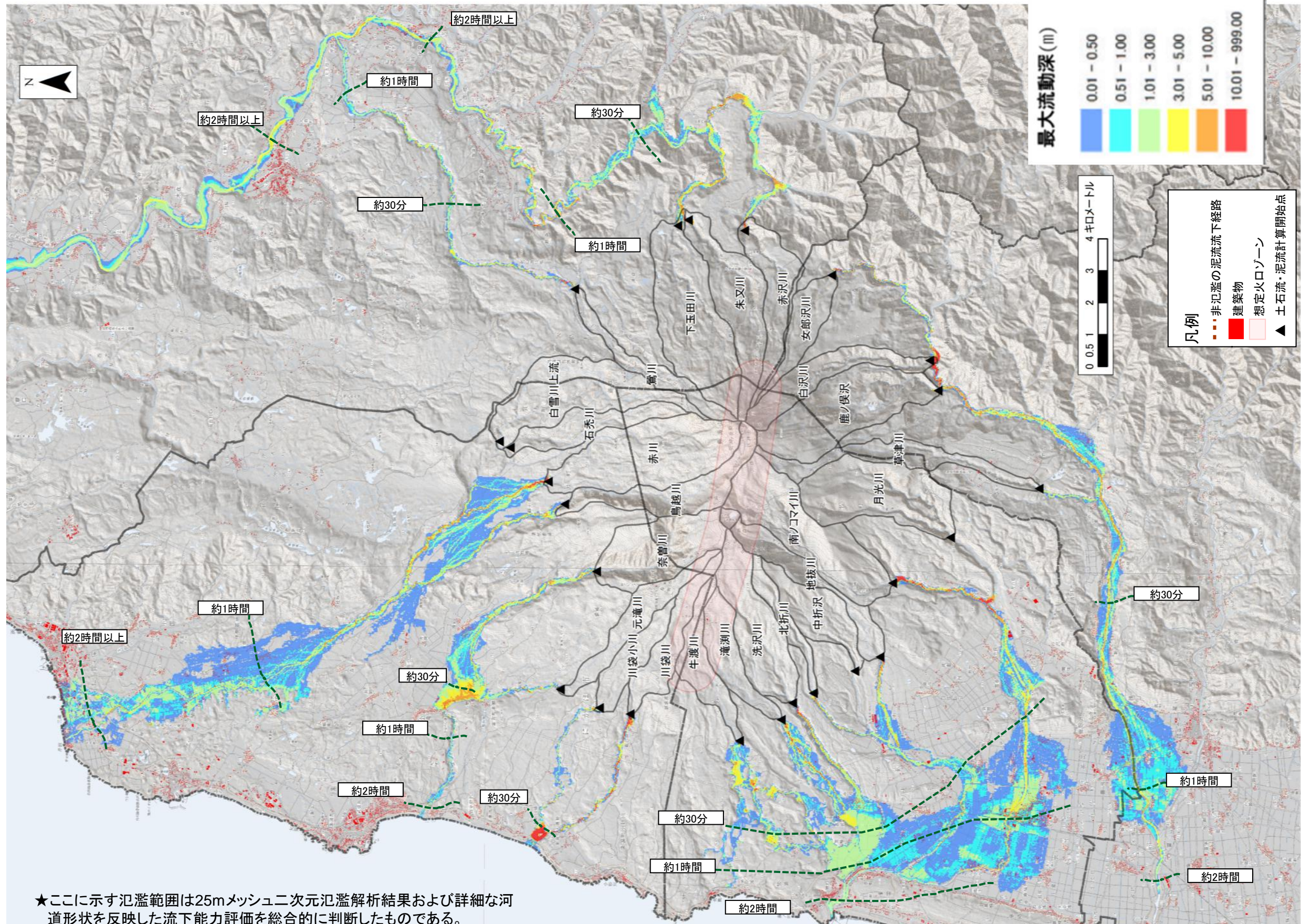
鳥海山被害想定結果:火山泥流(中規模)



★ここに示す氾濫範囲は25mメッシュ二次元氾濫解析結果および詳細な河道形状を反映した流下能力評価を総合的に判断したものである。

被害想定結果⑤(火山泥流:大規模噴火)

鳥海山被害想定結果:火山泥流(大規模)



★ここに示す氾濫範囲は25mメッシュ二次元氾濫解析結果および詳細な河道形状を反映した流下能力評価を総合的に判断したものである。

被害想定条件(火砕流)

火砕流量

【中規模90万m³、大規模210万m³】

■計算条件

- 雲仙岳の実績を参考に継続時間5分として矩形ハイドログラフを作成した。
- その他定数については、雲仙・普賢岳における再現計算結果を参考に設定した。
- 火砕サージの到達範囲は、雲仙岳の実績をもとに1kmと設定した。

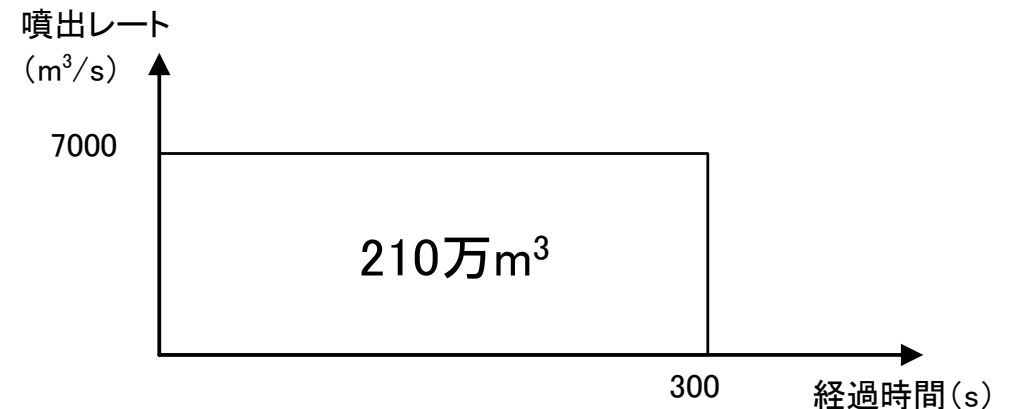


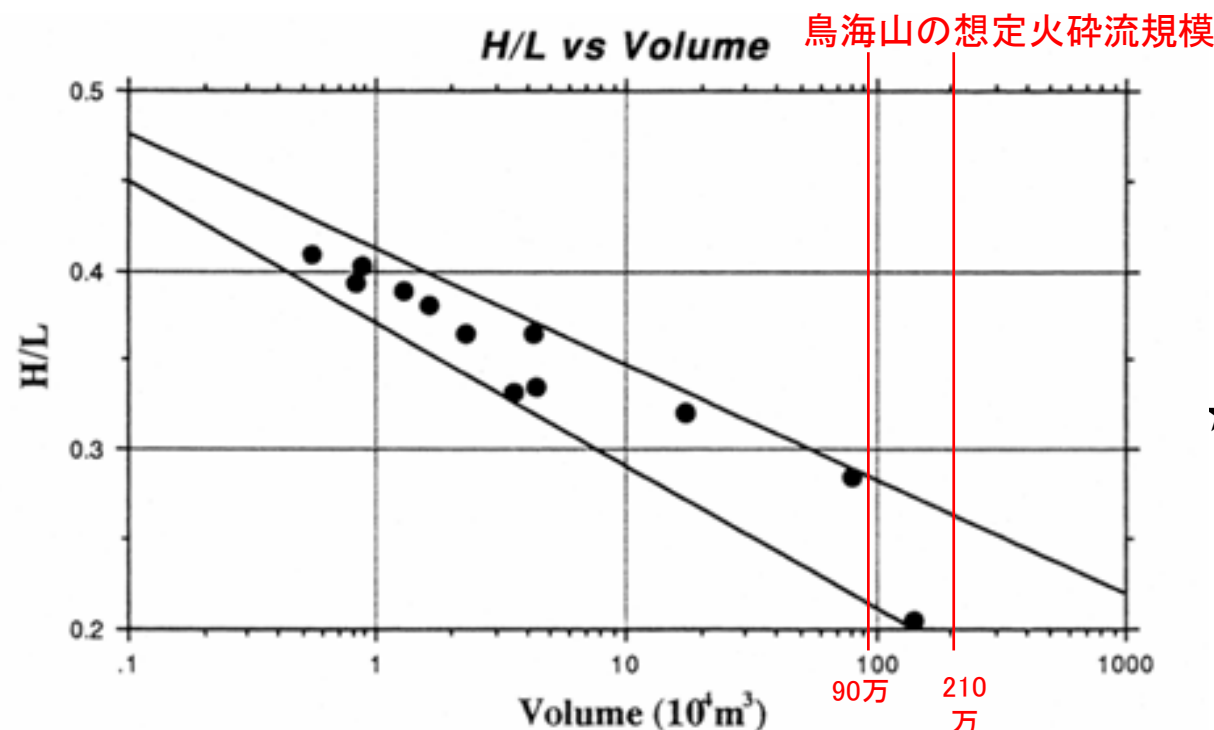
表 想定火砕流ハイドログラフ

Case	噴出物量 (万 m ³)	噴出レート (m ³ /s)	継続時間 (秒)
1	210	7000	300
2	90	3000	300

表 計算パラメータ

項目	記号	単位	数値	備考
火砕物の密度	σ	g/cm ³	2.5	再現
火砕物の代表粒径	d_a	cm	30.0	※1
粒子間摩擦係数	μ		0.2~0.3	※1
堆積層砂礫の容積土砂濃度	C_*		0.6	一般値
地形データ		m	50m	

※1:雲仙・普賢岳における平成3年6月3日, 8日, 9月15日の火砕流 とその再現計算:山下ら1992



火砕流の体積とH/L比の関係

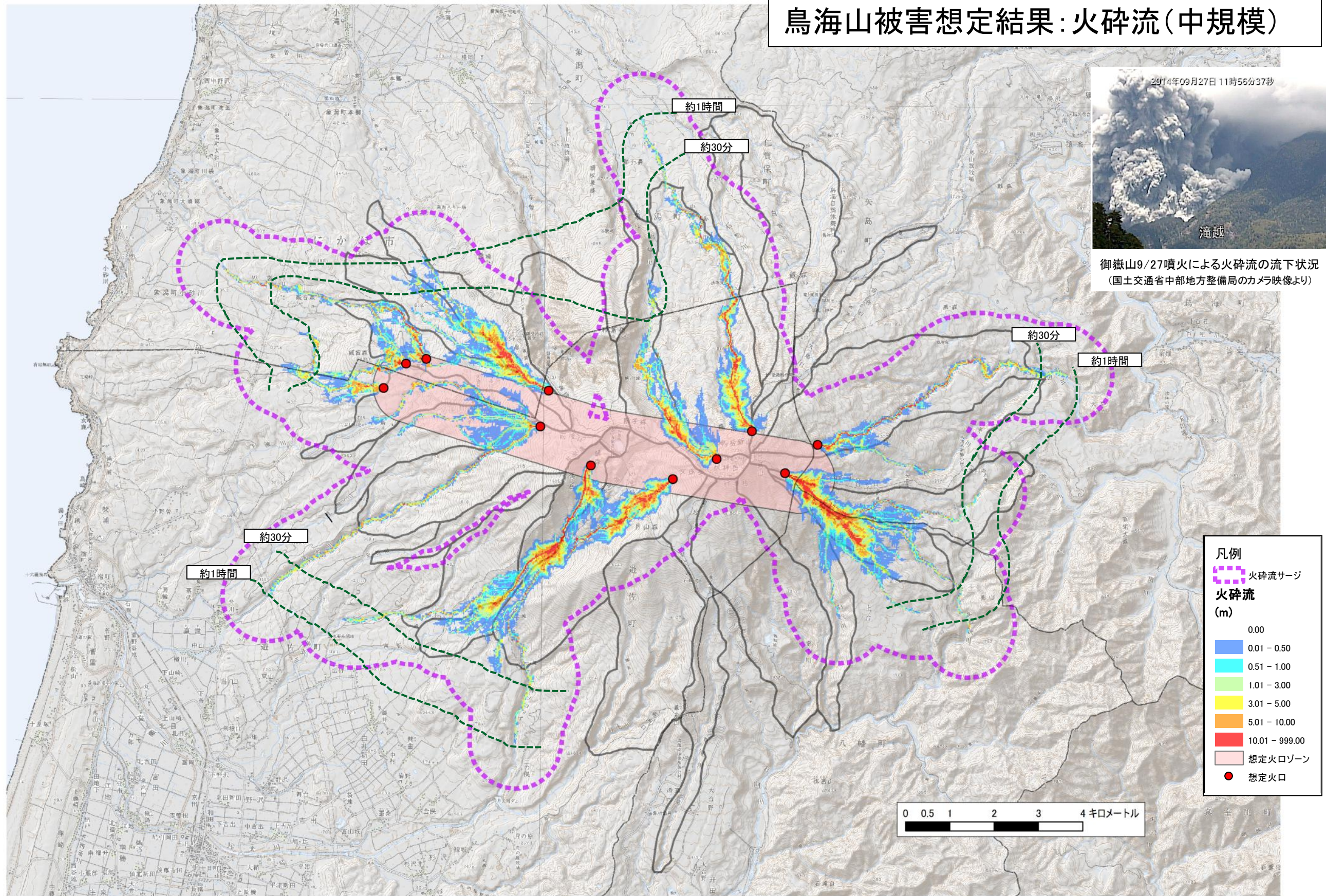
※産業技術総合研究所資料より
http://docs.geogrid.org/Applications/EnergyConeModel_ja

★粒子間摩擦係数: 値が小さいほど流れやすい

既往の火砕流堆積物の流送距離(L)と比高(H)の関係H/L比と見なすことができ、想定されている規模の火砕流は、0.2~0.3の値をとると考えられる。なお、鳥海山では粒子間摩擦係数0.2以下となる火砕流は過去に10万年に1回程度の頻度でしか発生が確認されていない。

被害想定結果⑥(火砕流:中規模)

鳥海山被害想定結果:火砕流(中規模)



御嶽山9/27噴火による火砕流の流下状況
(国土交通省中部地方整備局のカメラ映像より)

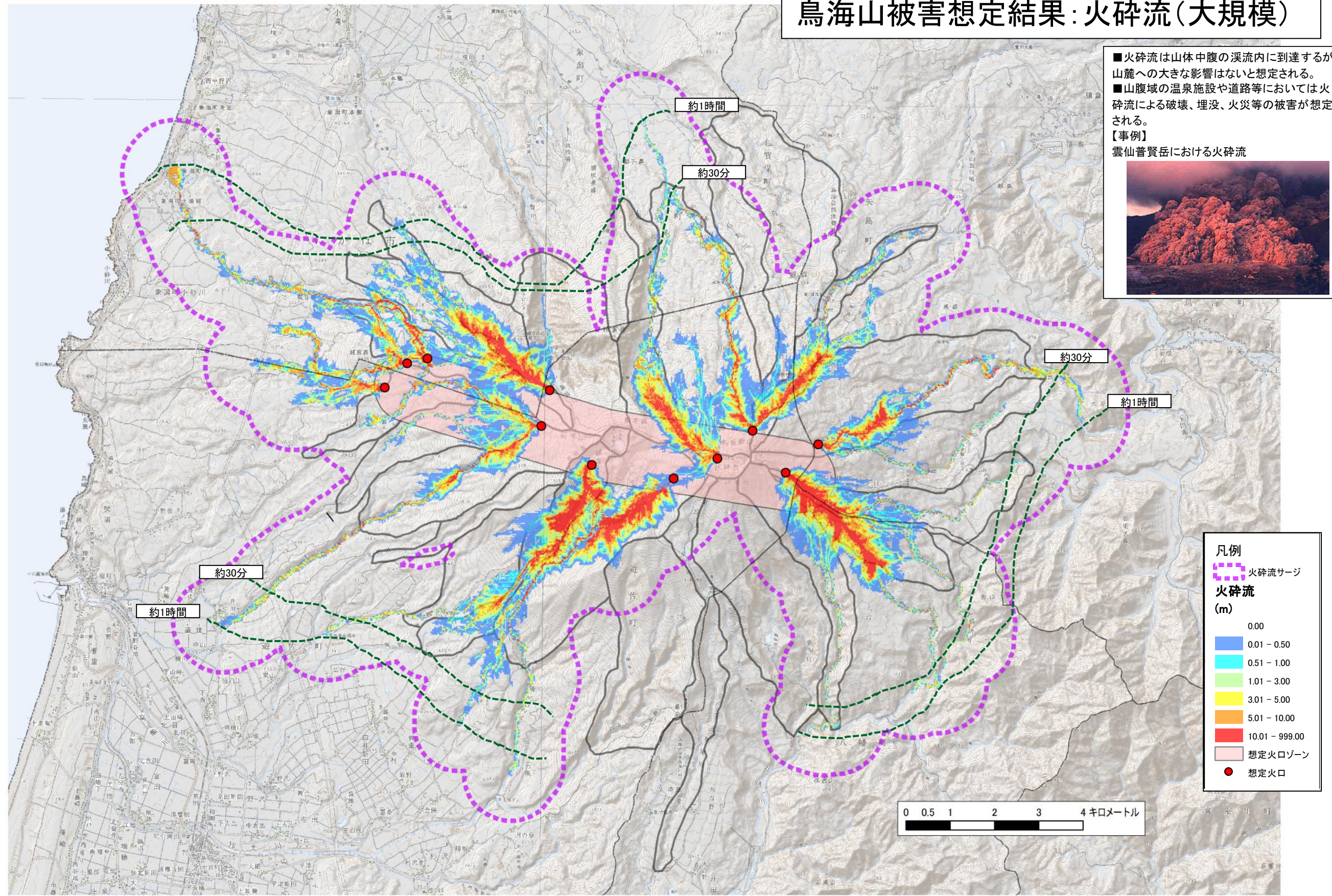
- 凡例
- 火砕流サージ
 - 火砕流 (m)**
 - 0.01 - 0.50
 - 0.51 - 1.00
 - 1.01 - 3.00
 - 3.01 - 5.00
 - 5.01 - 10.00
 - 10.01 - 999.00
 - 想定火口ゾーン
 - 想定火口

0 0.5 1 2 3 4 キロメートル

被害想定結果⑦(火砕流:大規模)

鳥海山被害想定結果:火砕流(大規模)

■火砕流は山体中腹の渓流内に到達するが、山麓への大きな影響はないと想定される。
 ■山腹域の温泉施設や道路等においては火砕流による破壊、埋没、火災等の被害が想定される。
 【事例】
 雲仙普賢岳における火砕流



凡例

- 火砕流サージ
- 火砕流 (m)
- 0.00
- 0.01 - 0.50
- 0.51 - 1.00
- 1.01 - 3.00
- 3.01 - 5.00
- 5.01 - 10.00
- 10.01 - 999.00
- 想定火口ゾーン
- 想定火口

被害想定条件(溶岩流)

溶岩流

【中規模350万 m^3 、大規模2100万 m^3 】

■計算条件(現行マップ作成時を踏襲)

既往検討における検証計算に基づき設定した既存ハザードマップにおける計算パラメータと同様のものを採用する。

	噴石	降灰	土石流	融雪泥流	溶岩流	火砕流
小規模噴火 ・水蒸気爆発 (1974年噴火等)		噴出量: 10万 m^3	10万 m^3 降灰範囲 の溪流	地熱による 融雪泥流		
中規模噴火 ・マグマ水蒸気爆 (1801年噴火等)	火口から 4.0kmの範 囲	噴出量: 100万 m^3	100万 m^3 降灰範囲 の溪流	放出土砂量 90万 m^3 の 融雪泥流	350万 m^3	90万 m^3 (溶岩ド ーム崩落)
大規模噴火 ・マグマ噴火 (871年噴火等)		噴出量: 210万 m^3	210万 m^3 降灰範囲 の溪流	放出土砂量 210万 m^3 の 融雪泥流	2100万 m^3	210万 m^3 (溶岩ド ーム崩落)

■溶岩流ハイドログラフ(現行マップ作成時を踏襲)

溶岩流ハイドログラフは既応の検証計算(871年噴火のうち、噴出火口近傍に明瞭な形状を有する部分(1300万 m^3/s)が対象)により設定されている、**噴出時間10時間の矩形形状を採用した。**

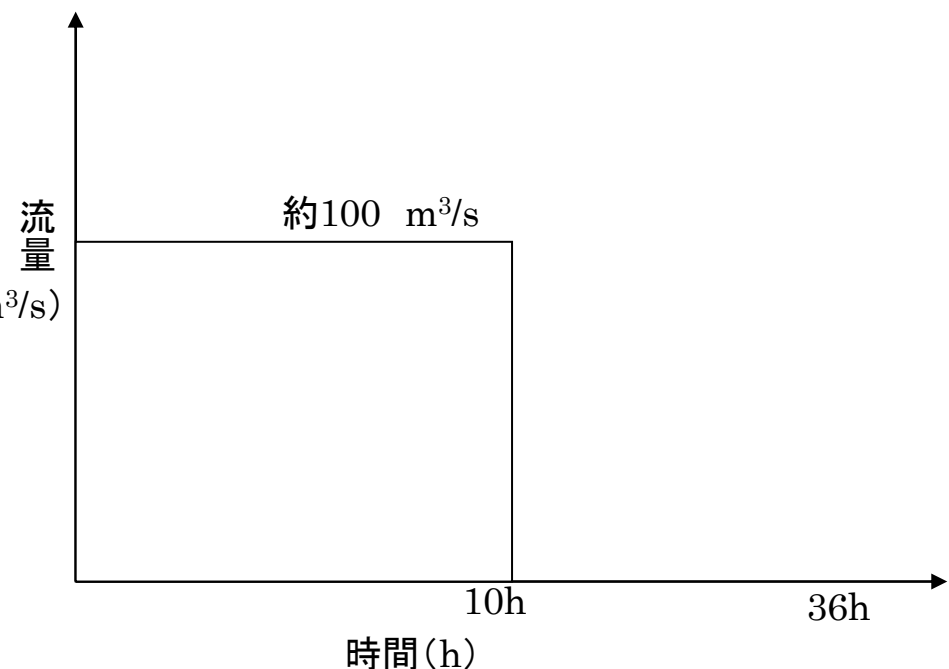
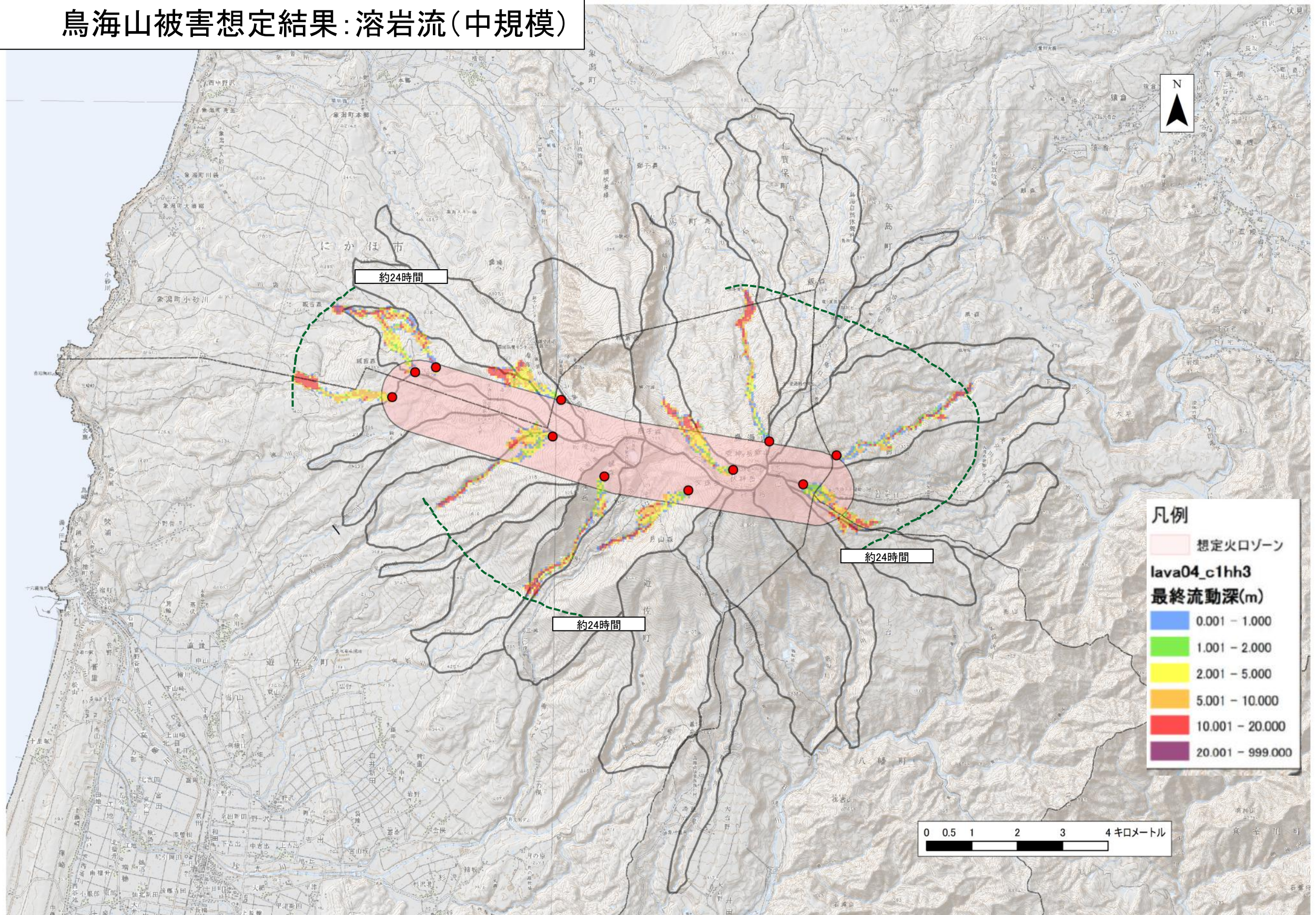


図-溶岩流ハイドログラフ(350万 m^3)

被害想定結果⑧(溶岩流:中規模)

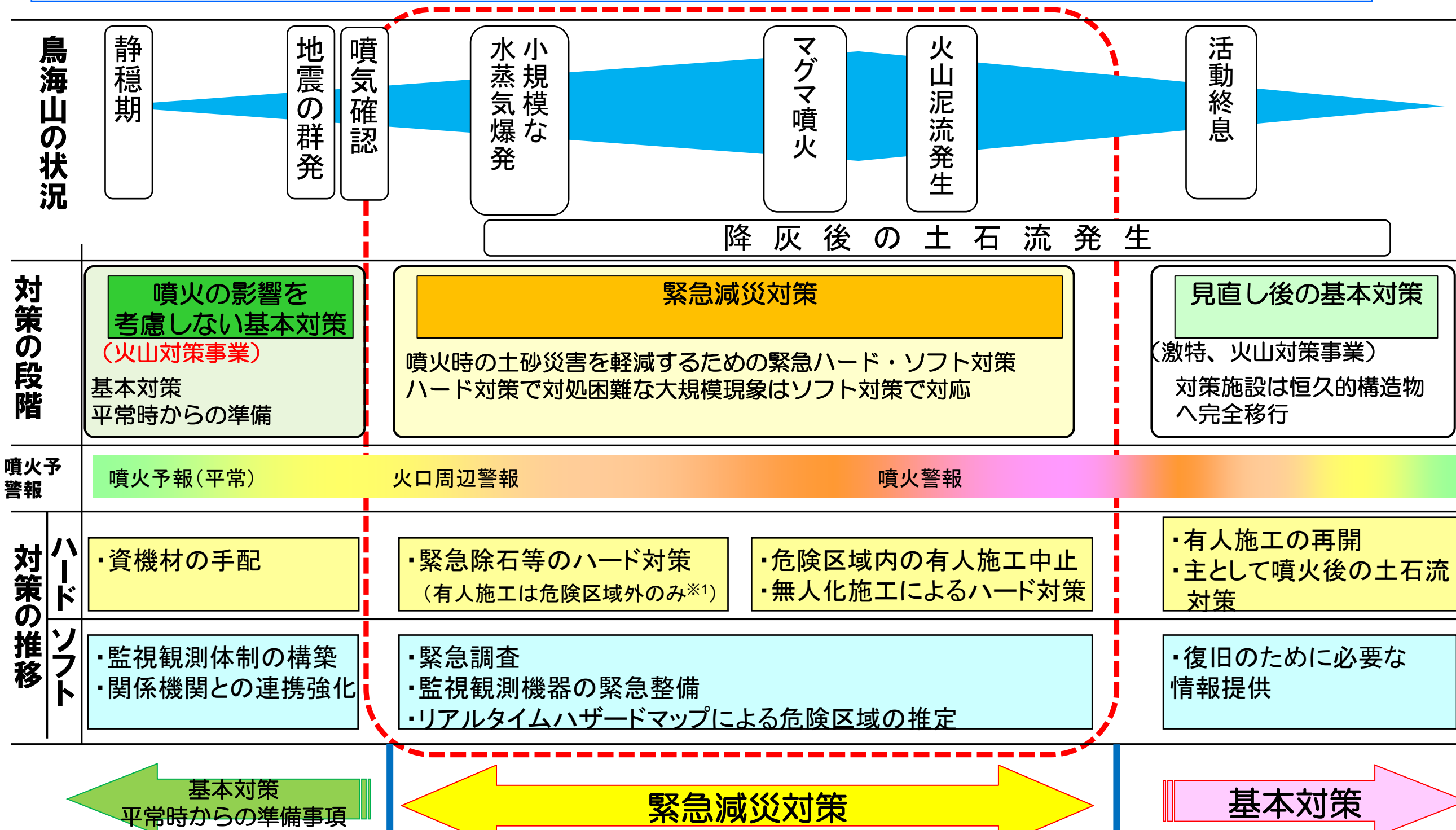
鳥海山被害想定結果:溶岩流(中規模)



【計 画 編】

火山噴火緊急減災対策砂防計画の内容

鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、鳥海山の想定噴火シナリオに基づき、**火山噴火時に必要な緊急ハード対策、緊急ソフト対策、火山噴火時の緊急調査について、平常時からの準備事項を含めて定めた計画。**



鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画の概念図

※1危険区域：噴石到達範囲、泥流発生が想定される溪流の谷筋及び規制区域

対策可能な噴火現象

鳥海山火山噴火緊急減災対策では、噴火に伴い発生する火山泥流と降灰後の土石流を対象に緊急ハード対策を計画します。
緊急ソフト対策は、噴火シナリオに示される全ての現象を対象とします。

現象	想定規模	対策方針		理由
		ハード対策	ソフト対策	
噴石	小規模・中規模・大規模共通			・砂防ハード対策による対応はできないため。
降灰	小規模・中規模・大規模			・砂防ハード対策による対応はできないため。
火山泥流	小規模噴火 (地熱)	1974年噴火時に発生した泥流		・既往実績(1974年噴火時)で山麓域まで到達していないため。
	中規模噴火 (放出土砂 90万m ³)	半径500mで融雪(平年年最大積雪深)	○ 緊急減災 対象現象	・緊急導流堤や堤防嵩上げにより減災効果が得られる可能性があるため
	大規模噴火 (放出土砂 210万m ³)	半径500mで融雪(平年年最大積雪深)		○ 緊急減災 対象現象 ・はん濫規模が大きくハード対策による対処が困難であるため。
降灰後の土石流	小～大規模噴火時に伴い発生(平年降雨(2年確率))	○ 緊急減災 対象現象		・現況整備で単独の土石流による顕著な被害の可能性は低い、二次災害の防止・軽減のため。
火砕流 火砕サージ	中規模、大規模噴火時に伴い発生(90万m ³ 、210万m ³)を想定			・物理的にハードによる対応が困難 ・最近2500年間発生事例が無く、発生頻度が低い。
溶岩流	中規模、大規模噴火時に伴い発生(350万m ³ 、2100万m ³)を想定			・土砂量は膨大であるため、砂防施設で効果を確保するのが困難。

対策の開始・休止のタイミングと対策可能期間

対策開始のタイミング

気象庁の発表する噴火警報等を参考に、今後設置が予定されている(仮称)火山防災協議会・連絡会議と連携しながら、総合的に判断する。

※噴火警戒レベルの導入後は、レベルに応じた対応を図る

対策休止のタイミング

気象庁から発表される噴火警報等を参考に、今後設置が予定されている(仮称)火山防災協議会・連絡会議と連携しながら、休止を判断する。

また、降雨に対しては、作業中止の基準雨量(降灰後)を設定し、降雨状況により判断する。

※噴火警戒レベルの導入後は、レベルに応じた対応を図る

対策可能期間

対策が可能な期間は、対策開始時の火山活動状況等に応じて適宜設定する。

- ▶ 溪流内の対策は非積雪期間の最大7ヶ月程度となる。
- ▶ 前兆現象の検知からみた対策可能期間は、既往噴火実績から2~3ヶ月間を想定。

鳥海山の噴火警報等の発表基準

(気象庁HPより:噴火警戒レベルが未導入の火山の噴火警報・予報)

種別	名称	対象範囲	警戒事項等 (キーワード)	火山活動の状況
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	居住地域及び それより火口側の範囲に における嚴重な警戒 居住地域嚴重警戒	居住地域に重大な被害を及ぼす 噴火が発生、あるいは発生する と予想される。
警報	噴火警報 (火口周辺) 又は 火口周辺警報	火口から 居住地域近くまでの 広い範囲の火口周辺	火口から 居住地域近くまでの 広い範囲の火口周辺 における警戒 入山危険	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 少し離れた所までの 火口周辺	火口から 少し離れた所までの火口周辺 における警戒 火口周辺危険	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。
予報	噴火予報	火口内等	平常	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)。

緊急ハード対策の目標と対策の基本的な考え方

■緊急ハード対策の目標

火山泥流発生時における土砂災害から人命、財産を保全することを最優先とし、避難誘導を含め二次災害の防止・軽減に努める必要がある。

■対策の内容

氾濫内の集落を囲む仮設堤防(大型土のう)を設置



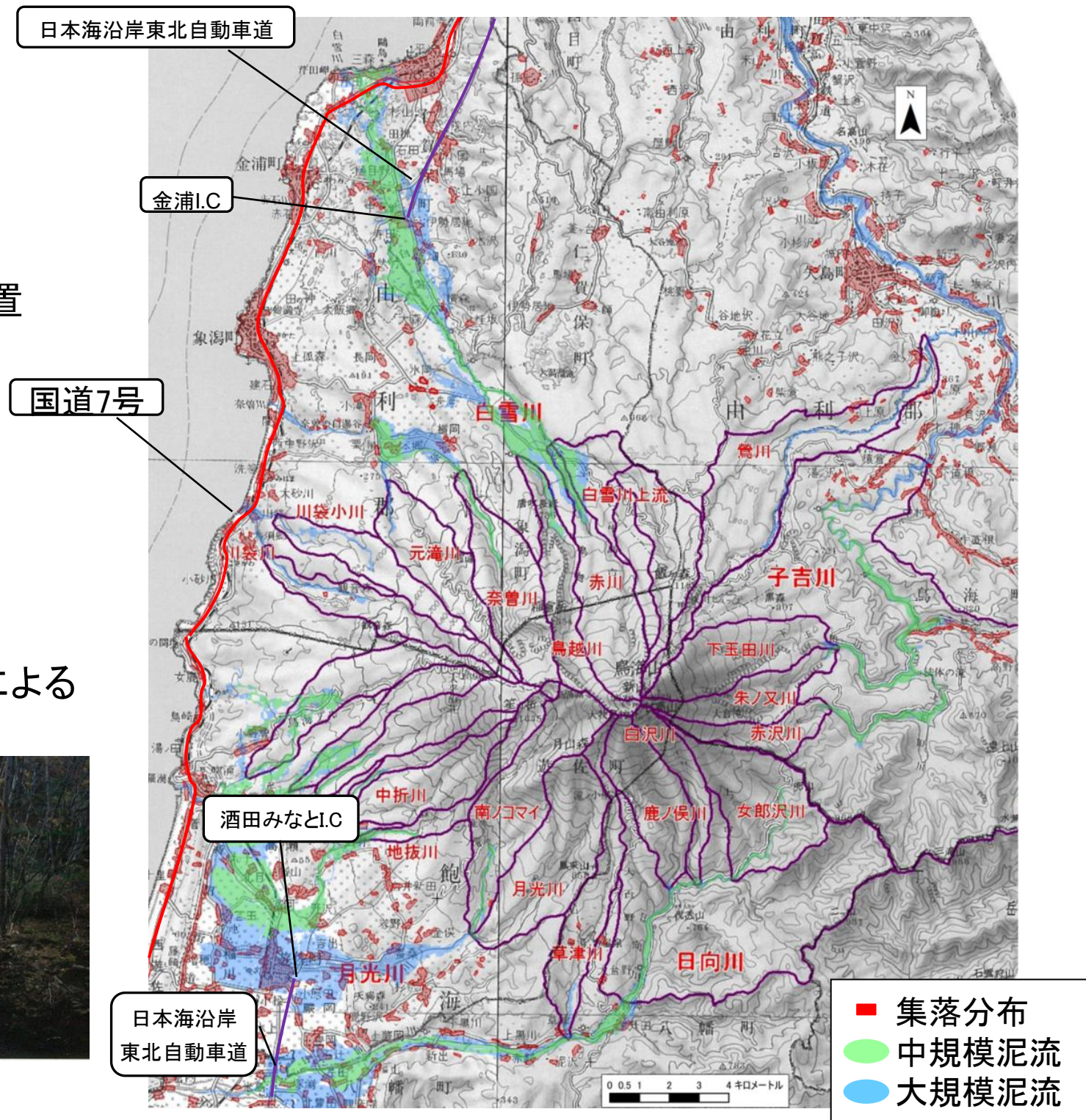
既設砂防堰堤の除石



コンクリートブロックによる
仮設砂防堰堤



■保全対象分布

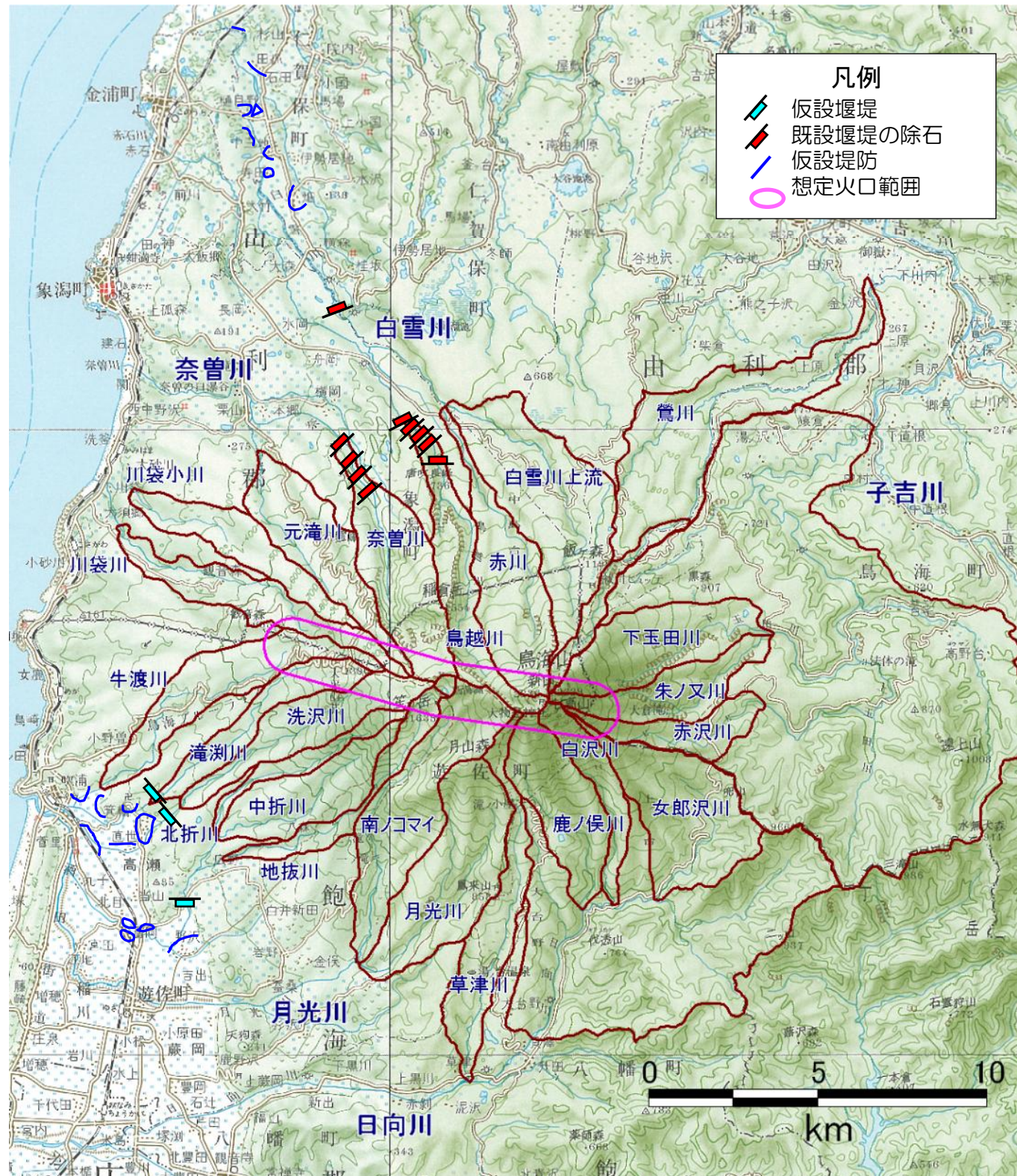


集落分布と重要インフラ

緊急ハード対策施設配置計画(火山泥流)

緊急ハード対策全体計画(案)

		除石	仮設堰堤	仮設堤防	
秋田県	川袋川				
	川袋小川				
	元滝川				
	奈曾川	4			
	白雪川	鳥越川	5		
		赤川			
		白雪川本川	1		8
	子吉川	鶯川			
		下玉田川			
		朱又川			
赤沢川					
子吉川本川 (鶯川起源)					
子吉川本川 (鶯川合流上流)					
計	10	0	8		
山形県	月光川	牛渡川			
		滝沢川		1	6
		洗沢川		1	6
		北折川			1
		地抜川	1		4
		南ノコマイ			
	日向川	月光川本川			
		草津川			
		本川(草津川起源)			
		本川(鹿俣沢川起源)			
		本川(白沢川起源)			
	本川(女郎沢川起源)				
	計	0	3	17	
合計	10	3	25		

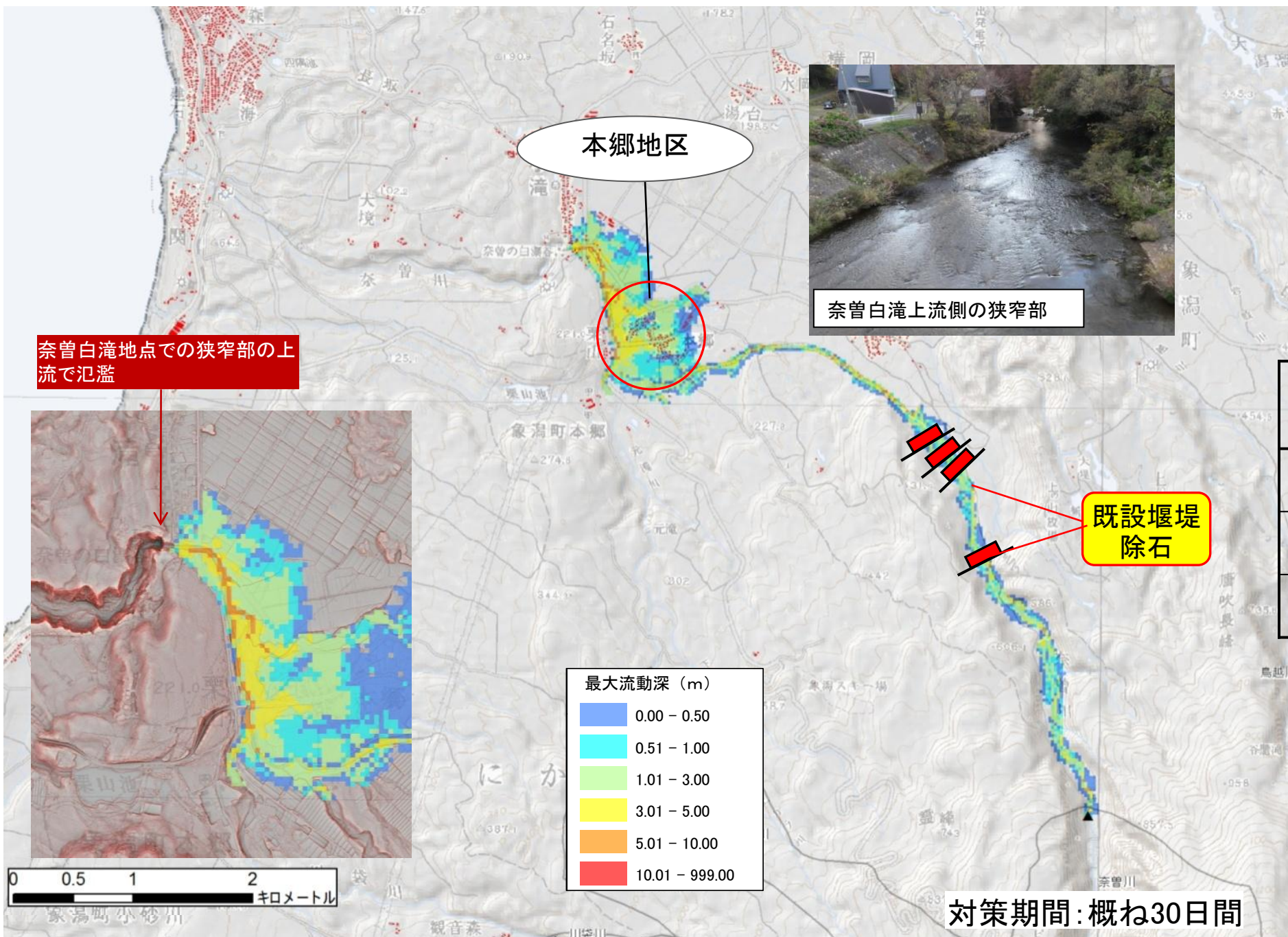


火山泥流に対する緊急対策案(秋田県側)

● 奈曾川の緊急対策案

融雪型火山泥流により奈曾白滝狭窄部により堰き上げ現象が生じ、本郷地区において家屋・道路等の浸水被害が想定される。氾濫区域の水深は3mを超過するため仮設堤防(大型土のう)による家屋の保全は困難であるため、適切な避難誘導が必要となる。

なお、既設砂防堰堤の除石は、二次災害の防止のため実施する必要がある。

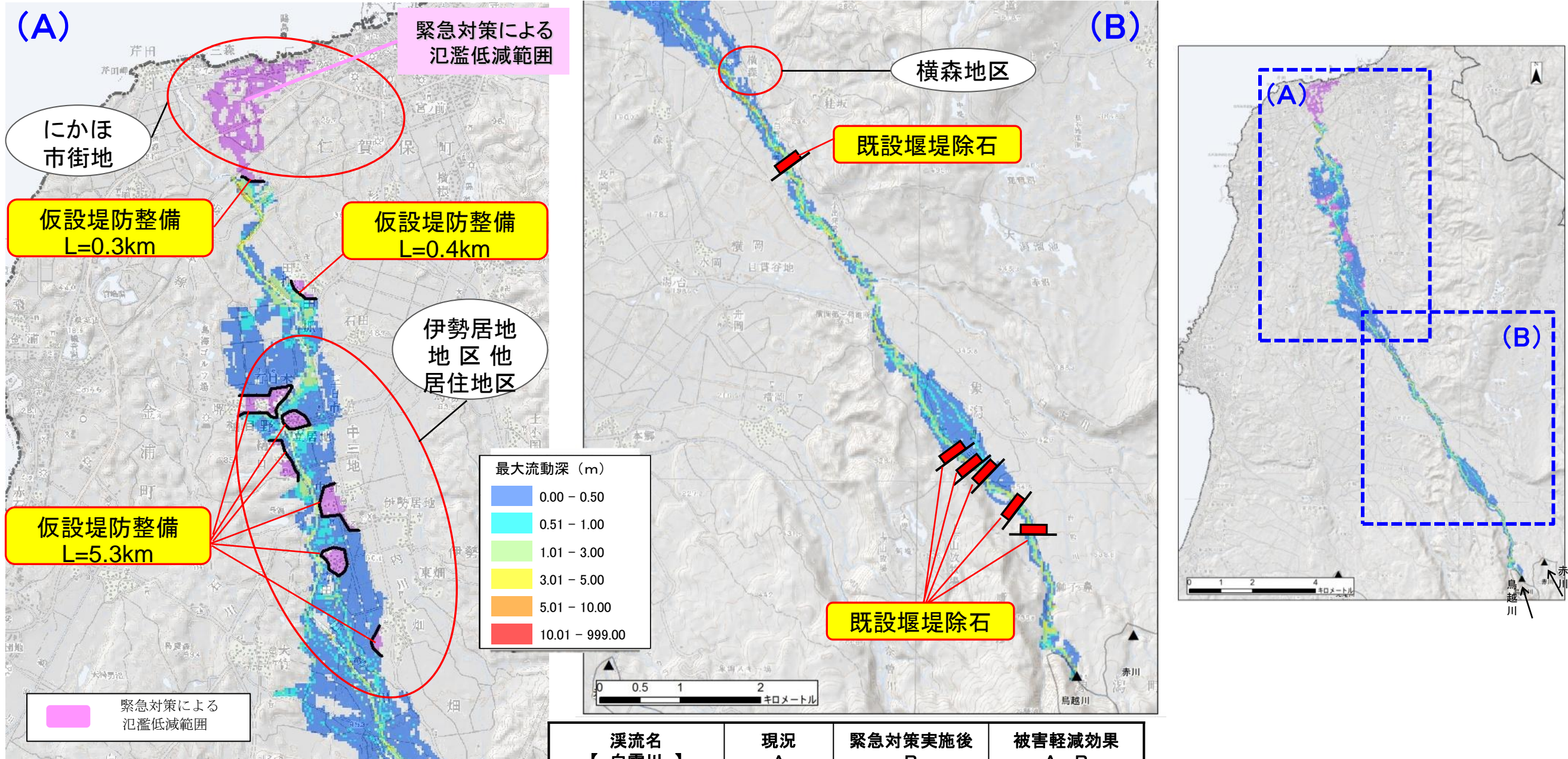


溪流名 【 奈曾川 】	現況 A	緊急対策実 施後 B	被害軽減効 果 A-B
氾濫面積 (km ²)	2.8	2.8	0
氾濫範囲世帯 数	181	181	0
床上浸水世帯 数	111	111	0

火山泥流に対する緊急対策案(秋田県側)

●白雪川(鳥越川)の緊急対策案

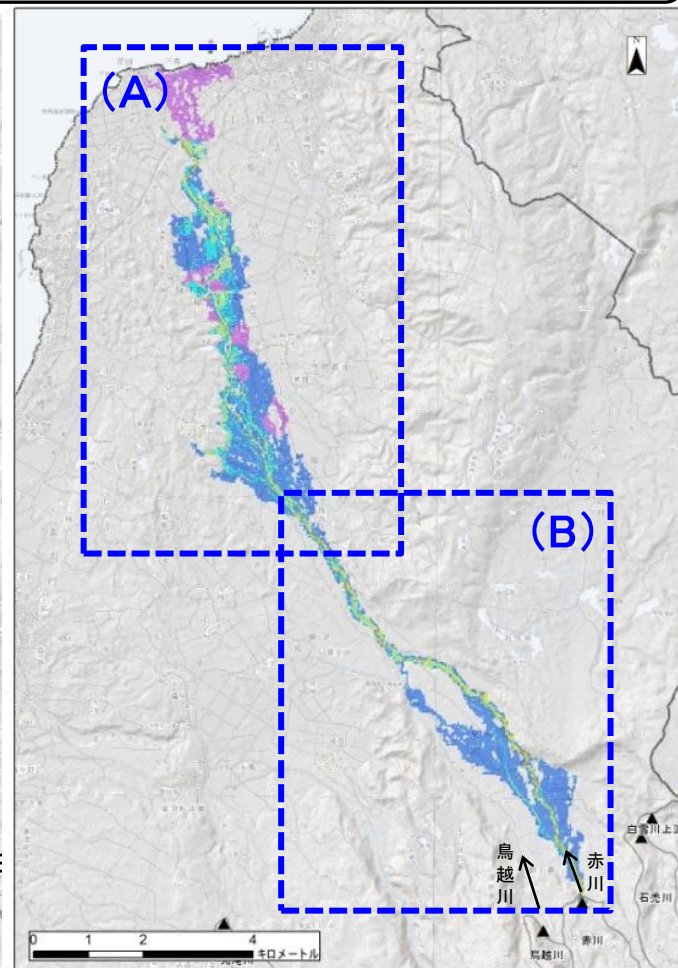
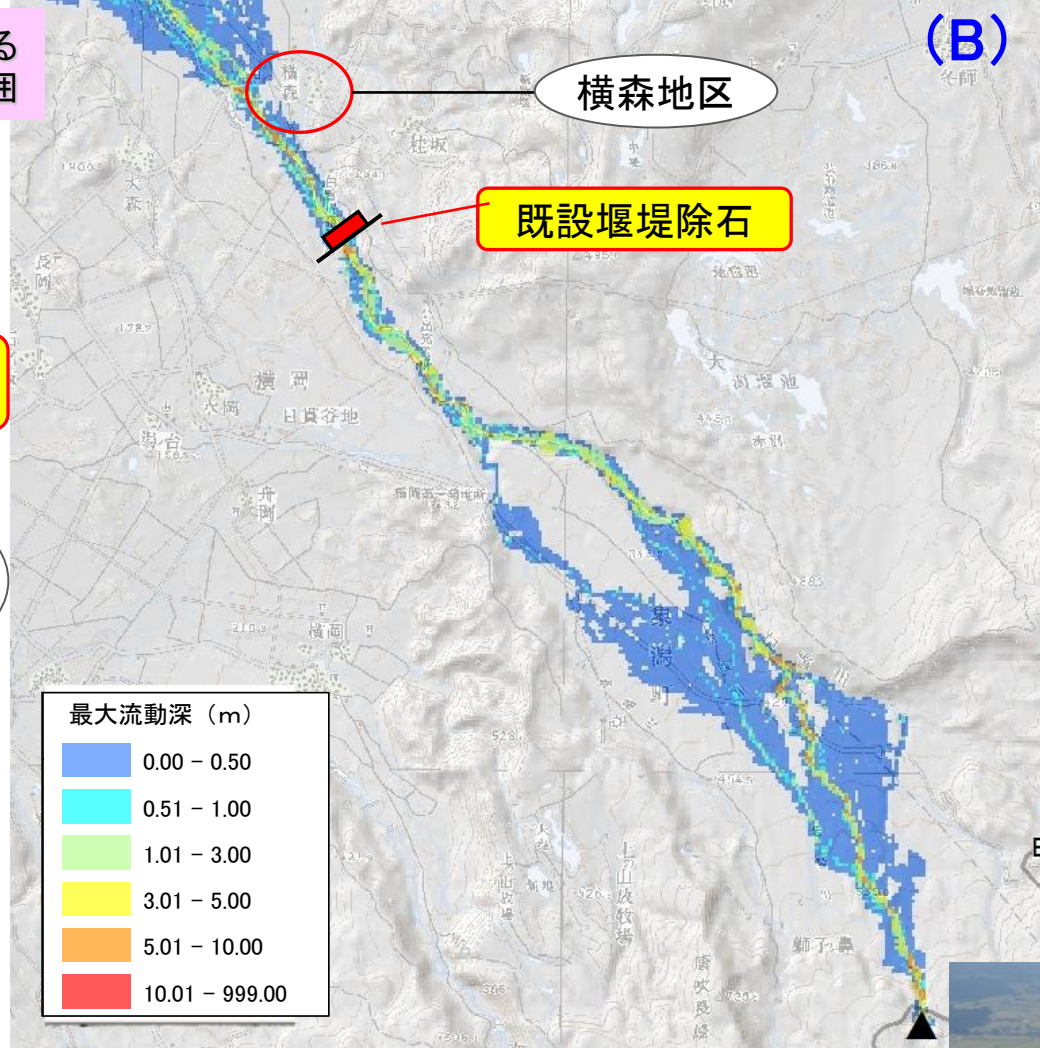
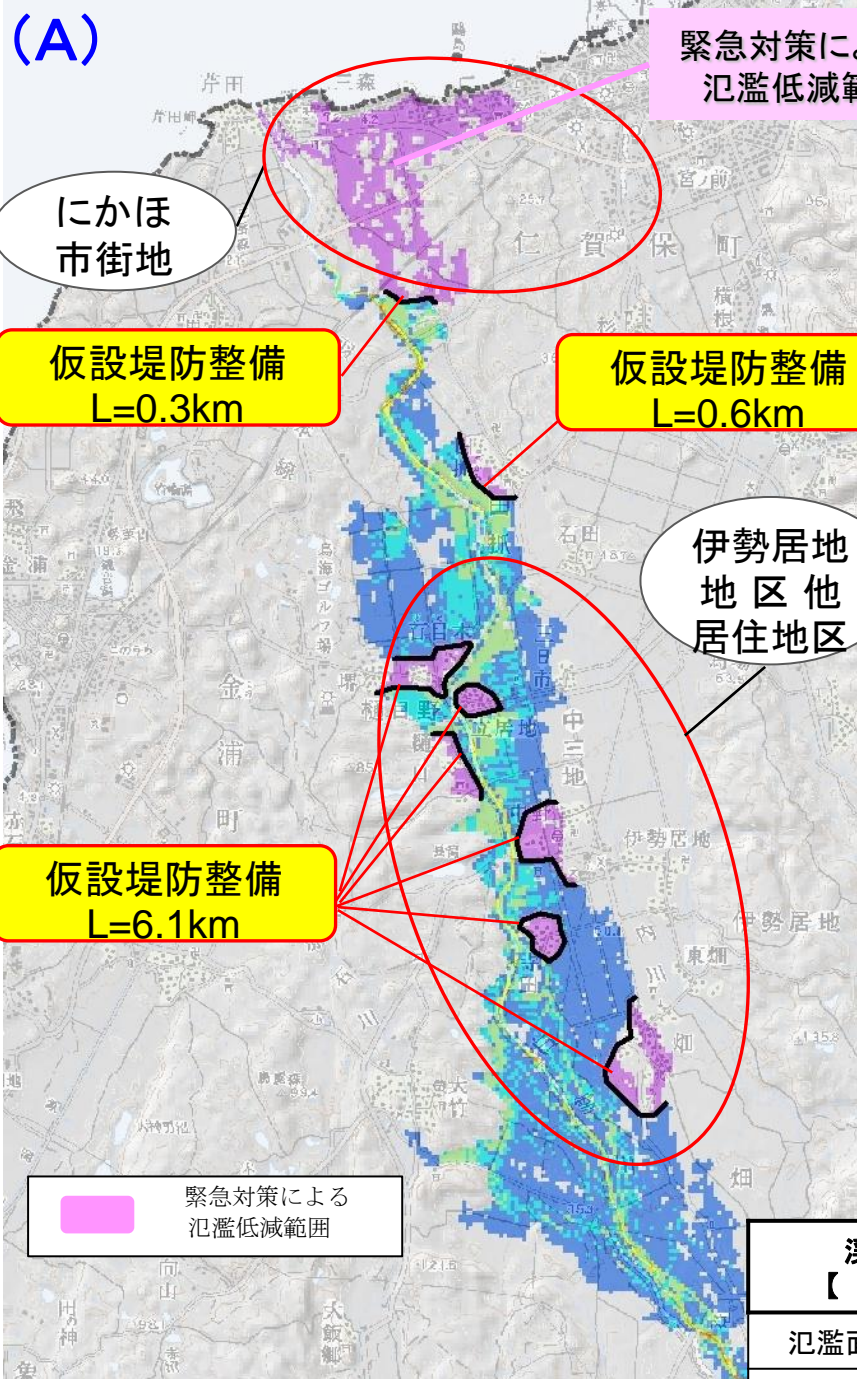
融雪型火山泥流の発生に伴いにかほ市街地を含め広い範囲で家屋・道路等の浸水被害が想定される。氾濫区域の水深は概ね1~2m程度であるため、集落を取り囲む仮設堤防(大型土のう)を整備するとともに、二次災害の防止・軽減のため、上流側の既設砂防堰堤の除石を実施する必要がある。下流部に位置するにかほ市街地の保全のため、中流部の農地について氾濫を許容する。



火山泥流に対する緊急対策案(秋田県側)

●白雪川(赤川)の緊急対策案

融雪型火山泥流の発生に伴いにかほ市街地を含め広い範囲で家屋・道路等の浸水被害が想定される。氾濫区域の水深は概ね1~2m程度であるため、集落を取り囲む仮設堤防(大型土のう)を整備するとともに、二次災害の防止・軽減のため、上流側の既設砂防堰堤の除石を実施する必要がある。下流部に位置するにかほ市街地の保全のため、中流部の農地について氾濫を許容する。



対策期間: 概ね30日間

溪流名 【赤川】	現況 A	緊急対策実施後 B	被害軽減効果 A-B
氾濫面積(km ²)	9.7	8.4※	1.3
氾濫範囲世帯数	509	0	509
床上浸水世帯数	159	0	159

※農耕地

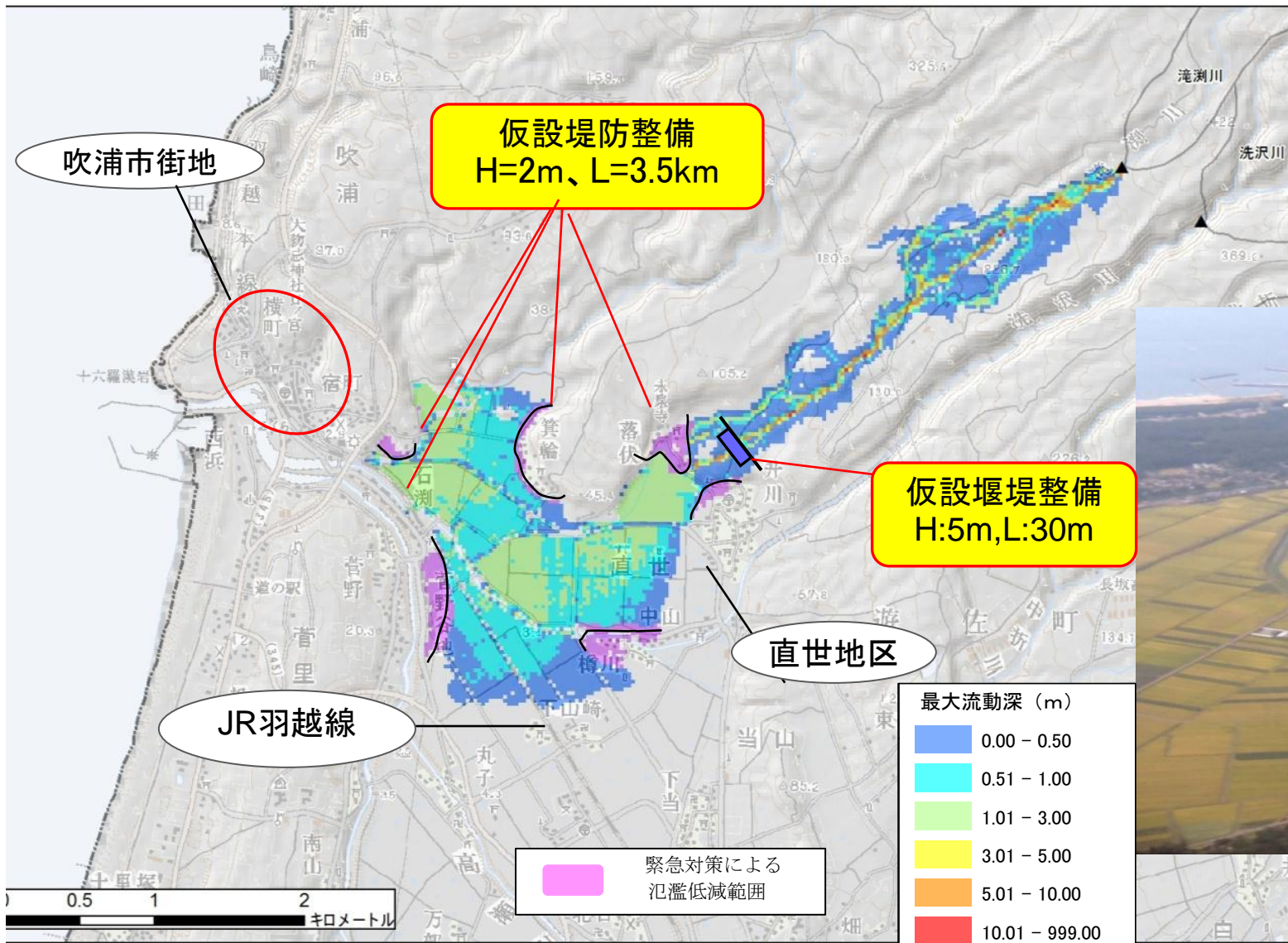


白雪川河口付近の保全対象分布と地形状況

火山泥流に対する緊急対策案(山形県側)

● 滝沢川の緊急対策案

融雪型火山泥流の発生に伴い直世地区などを含め広い範囲で家屋、道路、JR羽越線等の浸水被害が想定される。氾濫区域の水深は概ね1~2m程度であるため、集落を取り囲む仮設堤防(大型土のう)を整備するとともに、二次災害の防止・軽減のため、上流側に仮設砂防堰堤を整備する必要がある。下流部に位置する吹浦市街地の保全のため、中流部の農地について氾濫を許容する。



溪流名 滝沢川	現況 A	緊急対策実施 後 B	被害軽減効果 A-B
氾濫面積(km ²)	3.8	3.5※	0.3
氾濫範囲世帯数	58	0	58
床上浸水世帯数	29	0	29

※農耕地

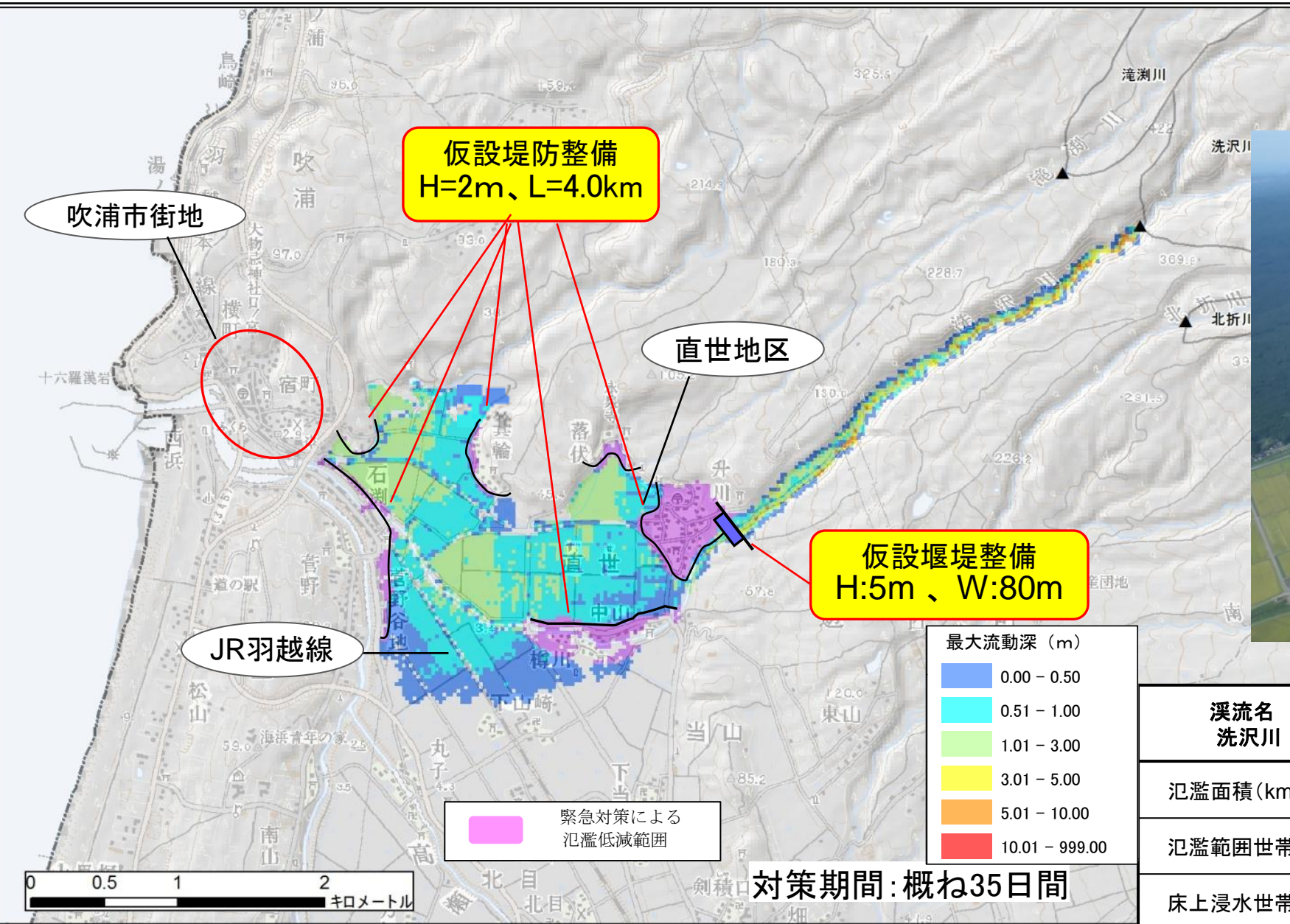


対策期間: 概ね40日間

火山泥流に対する緊急対策案(山形県側)

● 洗沢川の緊急対策案

融雪型火山泥流の発生に伴い吹浦・直世地区市街を含めた広い範囲で家屋浸水などの被害が想定される。このため、集落を取り囲む仮設堤防（大型土のう）を整備するとともに、仮設堰堤を整備する必要がある。



洗沢川の扇状地

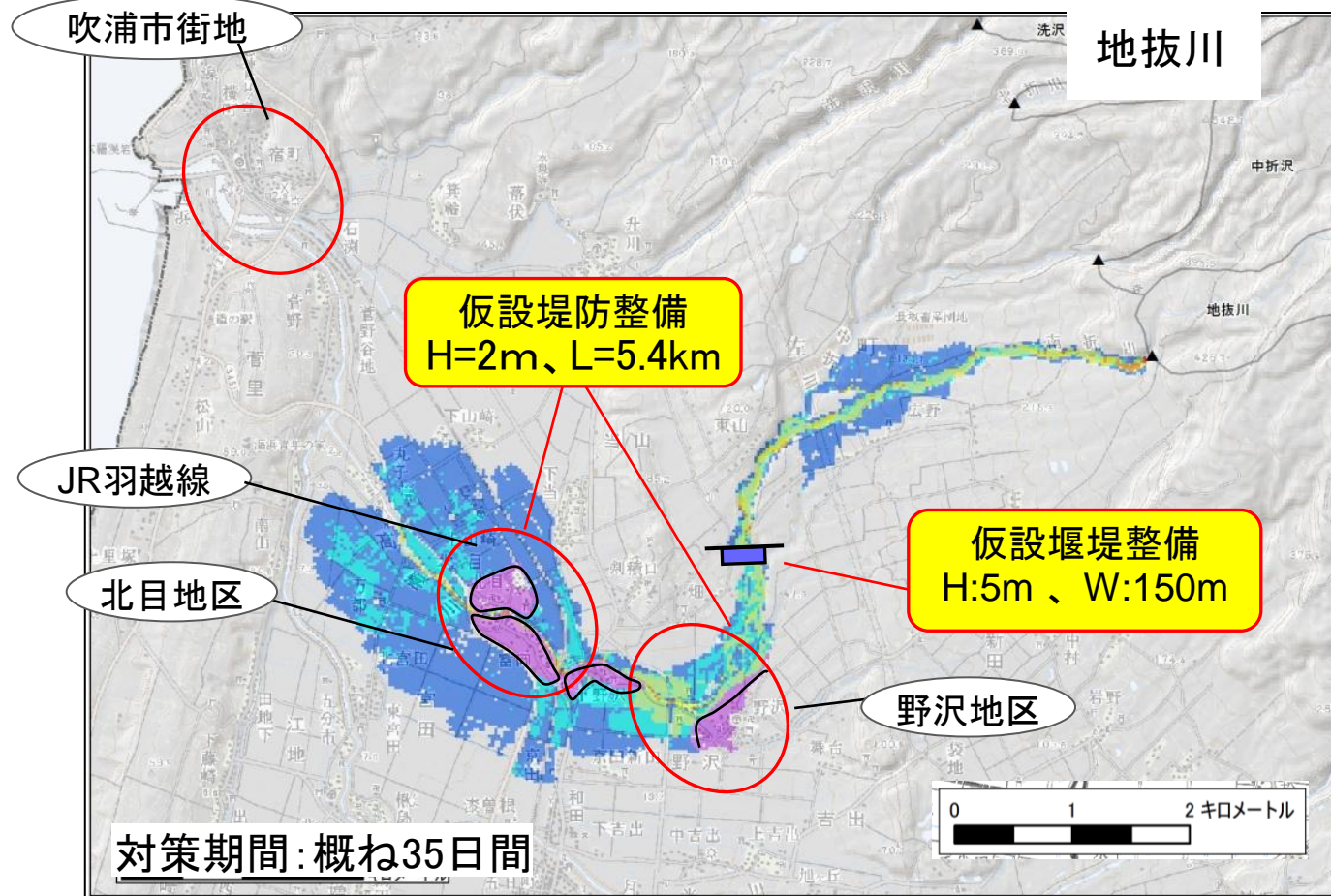
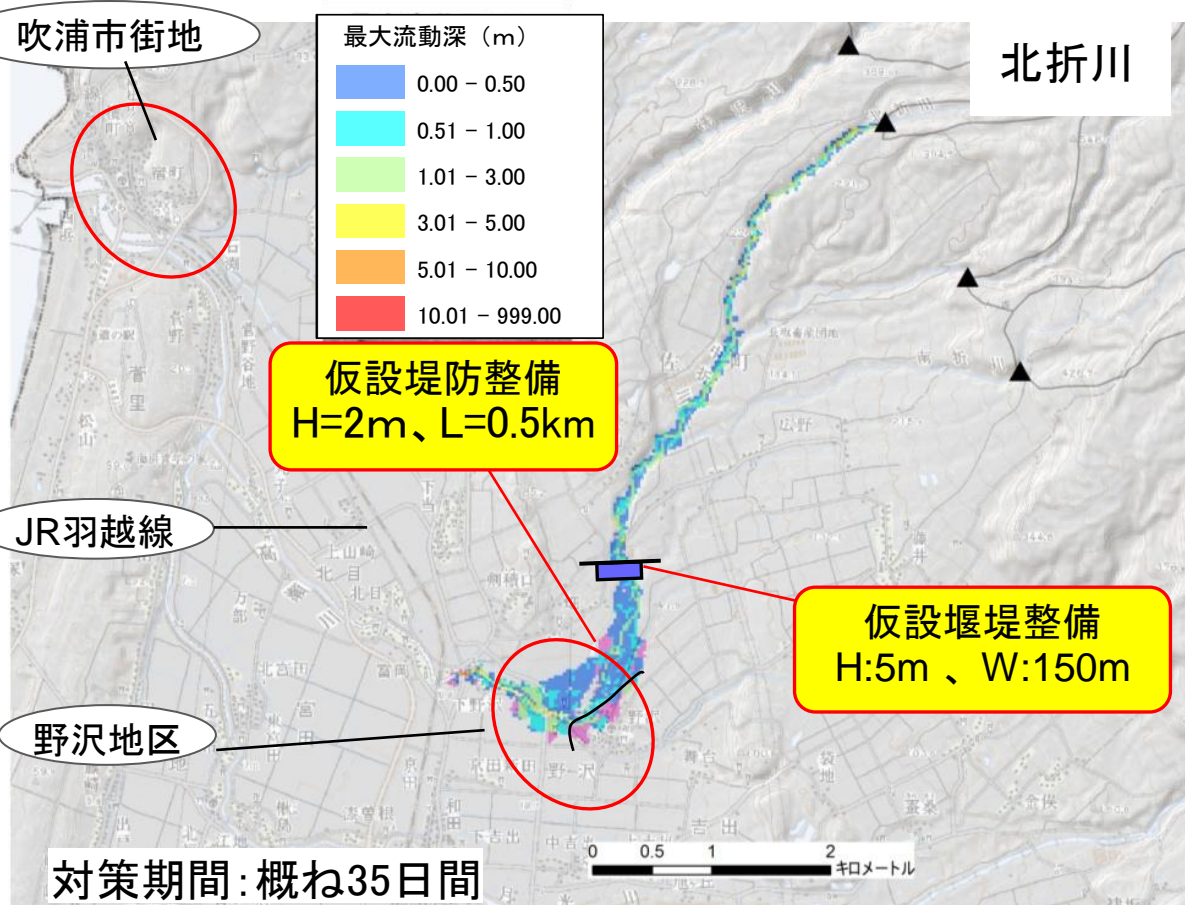
溪流名 洗沢川	現況 A	緊急対策実施後 B	被害軽減効果 A-B
氾濫面積(km ²)	3.6	3.1※	0.5
氾濫範囲世帯数	173	0	173
床上浸水世帯数	109	0	109

※農耕地

火山泥流に対する緊急対策案(山形県側)

●北折川・地抜川の緊急対策案

融雪型火山泥流の発生に伴い野沢地区、北目地区などを含め広い範囲で家屋、道路、JR羽越線等の浸水被害が想定される。氾濫区域の水深は概ね1~2m程度であるため、集落を取り囲む仮設堤防(大型土のう)を整備するとともに、二次災害の防止・軽減のため、上流側に仮設砂防堰堤を整備する必要がある。下流部に位置する吹浦市街地の保全のため、中流部の農地について氾濫を許容する。



溪流名 北折川	現況 A	緊急対策後 B	被害軽減効果 A-B
氾濫面積(km2)	1.1	1.0※	0.1
氾濫範囲世帯数	47	0	47
床上浸水世帯数	16	0	16

緊急対策による
氾濫低減範囲

※農耕地

溪流名 地抜川	現況 A	緊急対策後 B	被害軽減効果 A-B
氾濫面積(km2)	6.1	5.4※	0.7
氾濫範囲世帯数	244	0	244
床上浸水世帯数	140	0	140

※農耕地

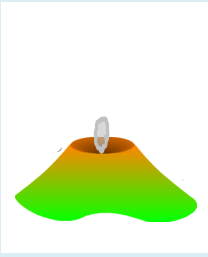
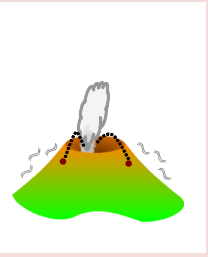
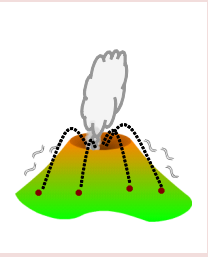
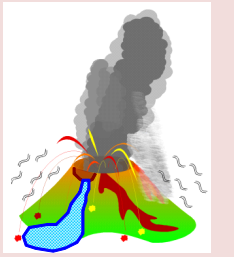
対策実施体制

緊急時に実施するハード・ソフト対策及び、平常時の準備は対策箇所を管轄する関係機関が連携をとりながら実施する必要がある。

関係機関の役割分担

担当機関	概要
大学等研究機関	：火山活動情報の調査、観測、研究 ：専門的見地からの助言
仙台管区气象台火山監視・情報センター 秋田地方气象台 山形地方气象台	：火山・気象に関する調査、観測 ：総合的な活動診断結果に基づく火山活動状況のわかりやすい解説 ：専門的見地からの助言
林野庁東北森林管理局 由利森林管理署 庄内森林管理署	：治山施設の整備 ：国有林における土砂移動現象の監視観測と情報提供
自衛隊・警察・消防	：緊急時の救助、避難誘導、その他
秋田県・山形県 防災部局	：情報集約、連絡体制の整備 ：関係機関への助言 ：防災会議協議会（火山災害対策協議会鳥海山専門部会）等の運営 ：関係機関との総合調整
秋田県由利本荘市・にかほ市 山形県酒田市・遊佐町	：避難勧告・指示(判断) ：登山道規制 ：観光客・住民への情報提供（広報） ：避難所等の設営・運営
秋田県・山形県 砂防部局	：砂防設備の整備（平常時・緊急時） ：土砂移動、火山活動の監視観測と情報提供
国土交通省東北地方整備局 新庄河川事務所	：土砂移動、火山活動の監視観測、緊急調査と情報提供 ：専門的見地からの助言
その他（マスコミ・東北電力等）	：ライフラインの管理 ：各機関の所掌業務の実施

緊急ソフト対策の内容

火山活動		静穏期	前兆活動期～ 小規模水蒸気爆発期	小規模水蒸気爆発期	マグマ噴火期～ 火山泥流等発生期		
							
噴火警報・噴火予報		噴火予報 (平常)	警報 火口周辺警報(火口周辺危険)	警報 火口周辺警報(入山危険)	特別警報 噴火警報(居住地域嚴重警戒)		
緊急ソフト対策	計画上必要な火山活動状況の把握・危険区域の想定・情報伝送等	①火山監視機器の緊急的な整備	・火口監視カメラ、高標高域の積雪深計等を整備 ・整備に係わる関係機関調整	・山体南北の遠望監視カメラ、降灰量計、土石流検知センサー、ガス濃度計等を整備		・新たな機器設置は不可能	
		②情報通信網の整備	・山体周辺の情報通信網を整備	・監視機器緊急整備と合わせて通信手段を確保 ・バックアップ回線の準備	・断線箇所等の早期復旧(バックアップ回線の運用)		
		③火山噴火時の緊急調査	・噴火前地形データの取得 ・技術開発	・積雪状況、噴石・降灰分布、火山活動状況、地形変化、被害状況の調査		・溶岩流等の噴出物分布	
		④リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定	・プレアナリシス型リアルタイムハザードマップの整備 ・リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップシステムの構築	・取得情報に応じた火山泥流、降灰後土石流のリアルタイムシミュレーション ・場合によっては溶岩流、火砕流も実施			
	工事従事者の安全確保	①火山監視機器の緊急的な整備	・早期立入規制箇所での事前整備 ・整備に係わる関係機関調整	・緊急ハード施工箇所に対応した監視機器整備			
		②情報通信網の整備		・監視機器緊急整備と合わせて通信手段を確保			
		④リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定		・取得情報に応じた火山泥流、降灰後土石流のリアルタイムシミュレーション ・場合によっては溶岩流、火砕流も実施 → 緊急ハード整備計画の見直し			
⑤避難対策支援のための情報提供		・火口監視カメラや山頂の積雪情報を市町村を通じて住民、観光客、登山客に対して提供	・緊急調査の結果、リアルタイムハザードマップ等の結果を市町村等を通じて住民、観光客、登山客へ提供				

①火山監視機器の緊急整備

目的

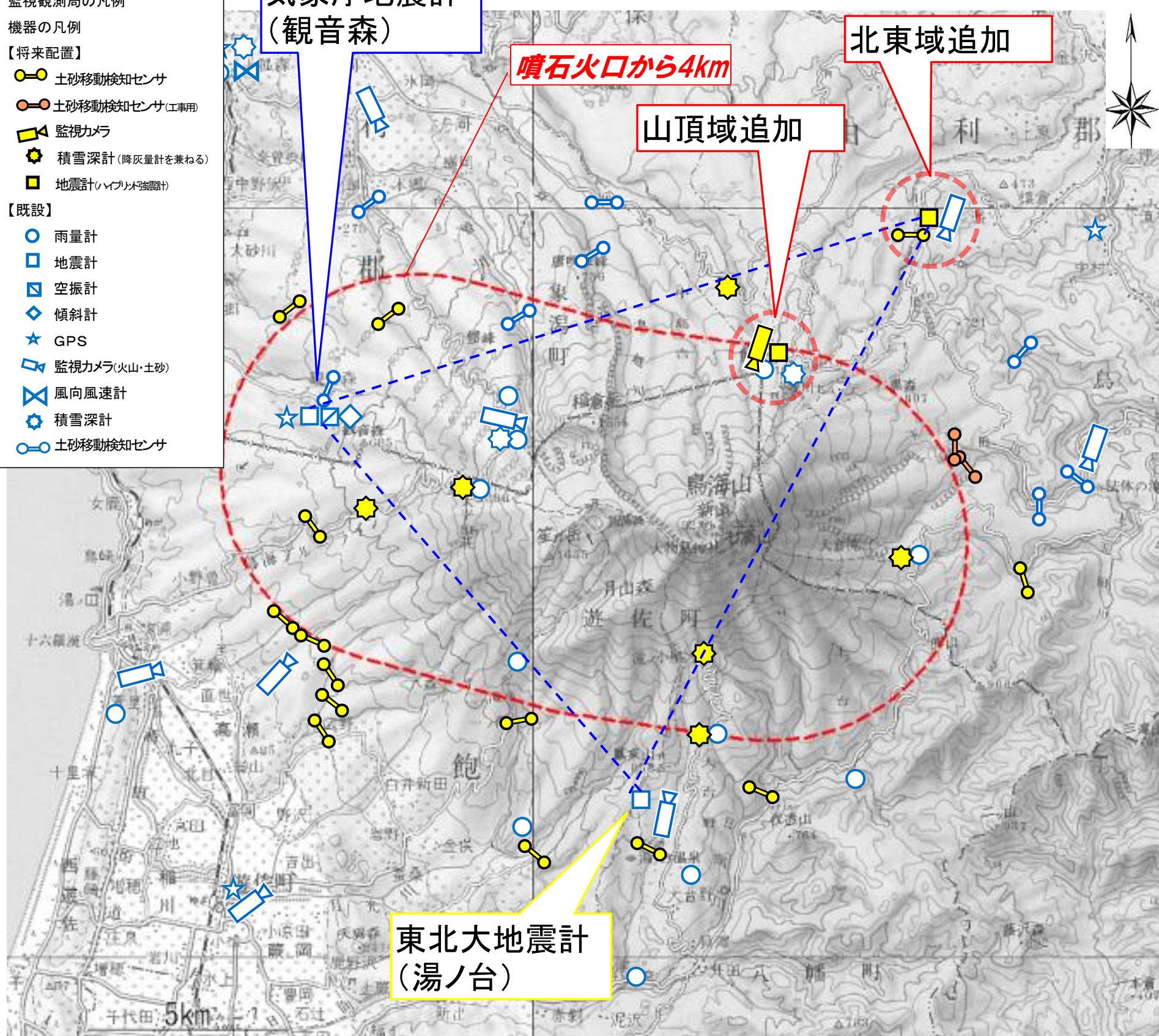
- ・緊急ハード対策作業従事者の安全確保
- ・住民の警戒避難支援

監視が必要な項目と緊急整備が必要な機器

対象現象	目的	機器	現状の設置状況	将来的に整備が必要となる機器
全般	活動監視	監視カメラ	8基	●東鳥海馬蹄形カルデラ(新山周辺)を対象とした遠望監視カメラ
		地震計	2基	●山体周辺北東側および山頂付近の地震観測(ハイブリッド強震計)が必要
		GPS・傾斜計	5基	—
降灰	降灰予測	風向・風速計(高層風) ※気象庁酒田観測所の ウインドプロファイラ	1基	—
土石流	土石流の発生検知	土砂移動検知センサー	8基	●土石流等発生渓流において設置が必要
	降灰量の把握	降灰量計	なし	●積雪計(光電式)を降灰量計として兼ねる(範囲はヘリ調査により把握)
	降雨状況の詳細把握	地上雨量計	13基	(現状で十分な機器配置がなされている)
		XRAIN (XバンドMPLレーダ雨量計)	なし	(緊急時に可搬式のXバンドMPLレーダを移設)
火山ガス	ガス濃度の監視	ガス濃度計	なし	●緊急ハード対策従事者の安全確保のため工事現場毎に設置
融雪型火山泥流	泥流の発生規模の予測	積雪計	3基	●融雪型火山泥流の発生源となる高標高域の積雪観測が必要

①監視機器の将来配置計画(案)

- 監視観測局の凡例
機器の凡例
- 【将来配置】
- 土砂移動検知センサ
 - 土砂移動検知センサ(工事用)
 - 📷 監視カメラ
 - ☀️ 積雪深計(降灰量計を兼ねる)
 - 地震計(ハイブリッド強震計)
- 【既設】
- 雨量計
 - 地震計
 - ▣ 空振計
 - ◇ 傾斜計
 - ★ GPS
 - 📷 監視カメラ(火山・土砂)
 - ✂️ 風向風速計
 - ☀️ 積雪深計
 - 📍 土砂移動検知センサ



■火山観測兼用の土砂移動検知機器の整備として、山頂域、北東域にハイブリッド強震計を各1基整備。



<参考>
従来の高感度地震計: 400~800万円
ハイブリッド強震計: 500~600万円
※センサー周りのみ

微小地震の速度(2レンジ)と同時に強い揺れの加速度を出力
(短周期速度・強震加速度が同時に得られる)

■全体監視機器配置のうち、現況未整備箇所については、火山活動状況に応じて

- 整備を進める
- 土砂移動検知センサ
→緊急ハード実施箇所上流
 - 降灰量計
→なし(ヘリ調査等による)
 - 火山監視カメラ
→北側山腹(祓川)の道路沿いに設置
 - 積雪深計
→山腹の既往道路沿いに設置

①火山監視機器の整備

①土砂移動検知センサー

整備するセンサー

- ・検知の確実性
 - ・豊富な実績
 - ・繰り返し検知
- 振動検知式センサー
 - 監視カメラ(可搬型)
 - ワイヤーセンサー

センサー配置の考え方

- ・緊急ハード対策の工事現場に警報を発令してから作業員が退避できる時間を確保できる箇所にセンサーを配置する。



無線運用型振動検知式土石流センサー
(土木研究所らで開発)



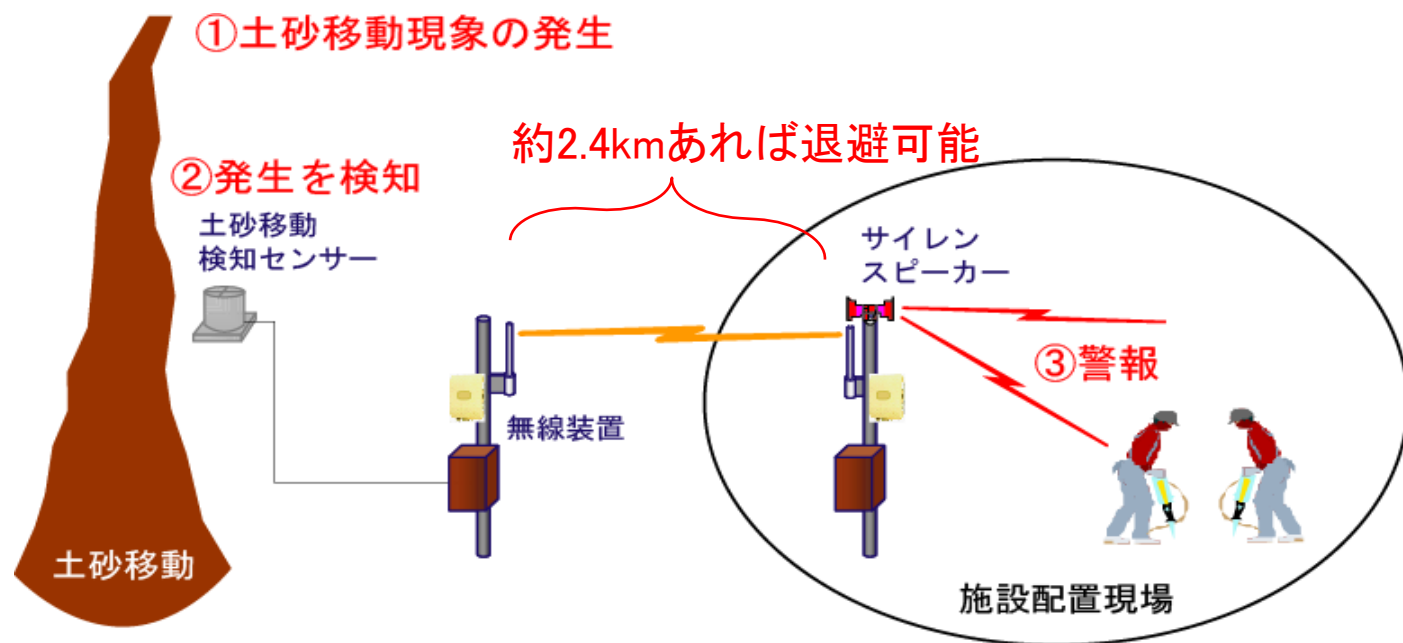
霧島山の緊急対応で設置された可搬型監視カメラ

現場における避難速度と避難距離(目安)

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)

※豊沢康男,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を参考に作成

- ◇緊急時避難場所を現場から100m程度の箇所に確保
- ◇退避距離は250m程度なので、2分間程度確保できれば退避可能(斜面10°の登りとして)
- ◇泥流の流下速度を20m/sとすると、工事現場の約2.4km上流に設置すれば退避可能となる。



①火山監視機器の整備

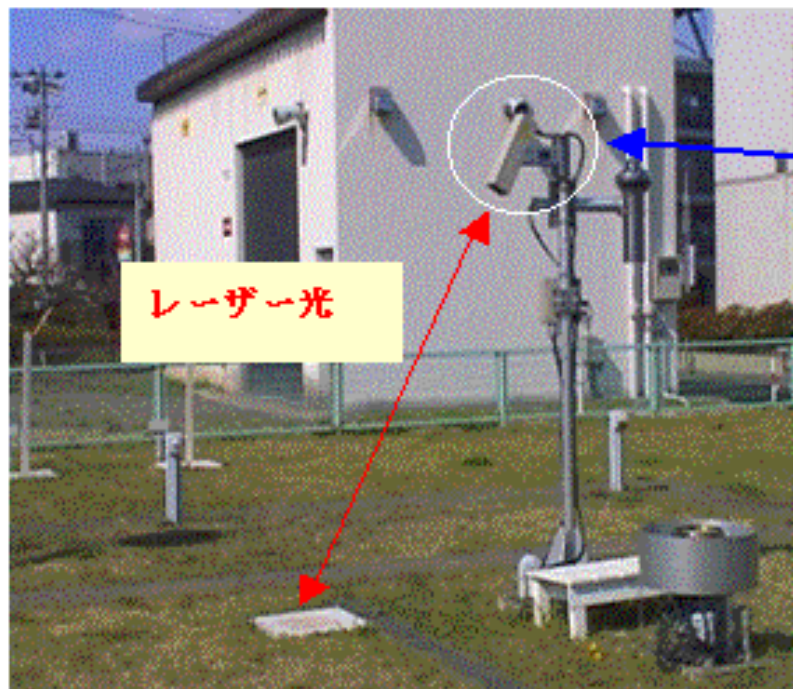
②降灰量計

整備するセンサー

- ・レーザ式積雪計を兼用する。

センサー配置の考え方

- ・卓越風の風上側と風下側のデータを取得するため、山体の**東西の代表地点**に設置する。
- ・アクセスが容易で、**適当な平場が確保**できる箇所を選定する。



積雪計を用いた降灰量の把握については、北海道開発局内の鹿部町において積雪計と同原理の機器(赤外線レーザ方式センサ)を用いて計測している事例(駒ヶ岳山麓の無人降灰観測システム)がある。これは、噴火によって積もった火山灰の厚さをレーザ光を用いて測定するものである。

出典:北海道大学大学院理学院 自然史科学専攻岩石学・火山学研究グループ
ウェブサイト平成17年度北海道火山勉強会 in 北海道駒ヶ岳

③ガス濃度計

整備するセンサー

- ・ H_2S 、 SO_2 等の濃度センサー

センサー配置の考え方

- ・各**工事現場**にセンサーと警報装置を設置する。



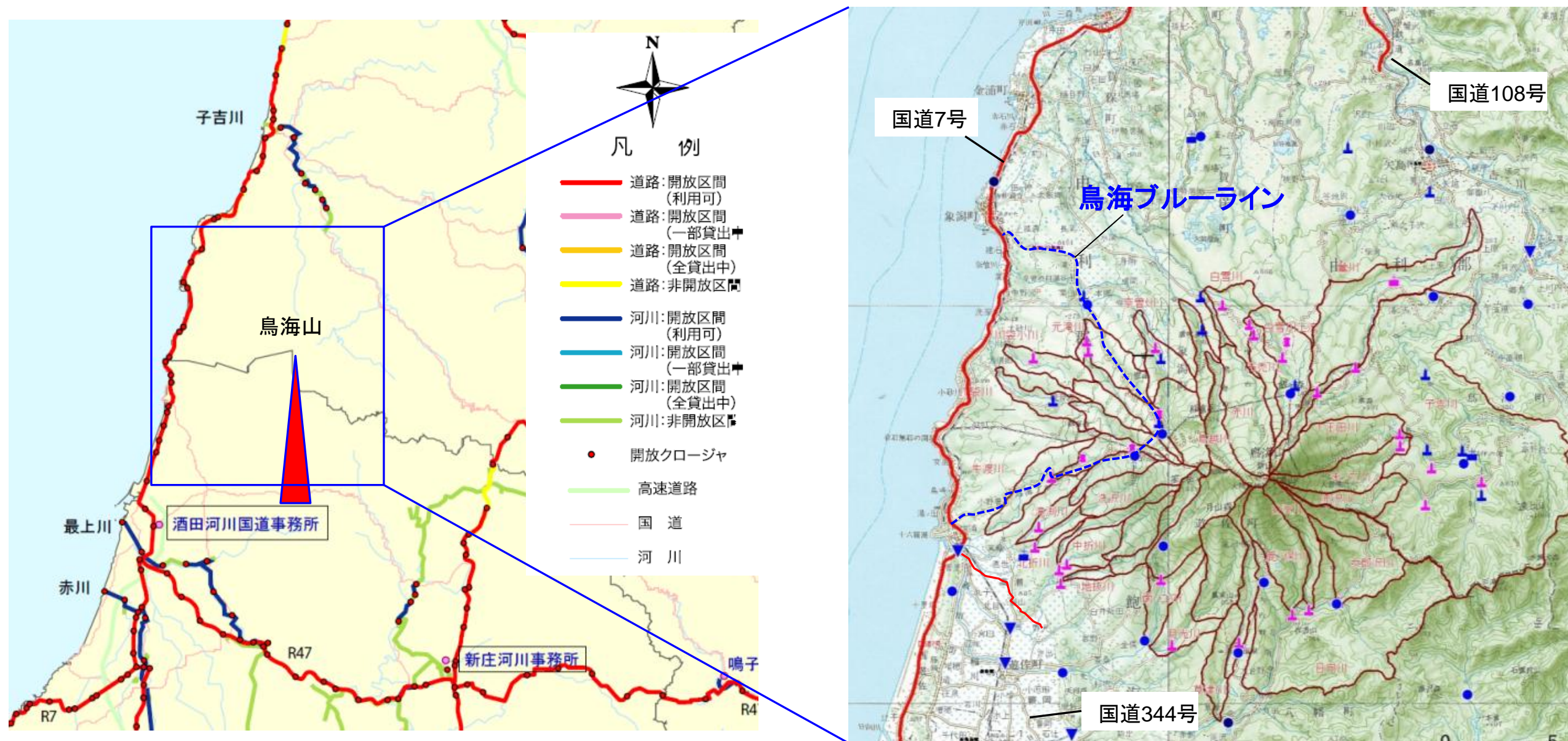
三宅島におけるガス濃度の表示版
60



霧島山(新燃岳)噴火時に現場代理人が携帯したガス検知器

②情報通信網の整備

山頂部の監視・観測情報の把握のため、現地条件を勘案し衛星回線の活用などにより、通信環境を整備する必要がある。



・広帯域通信網は、鳥海山周辺では国道7号の全区間と国道108号、344号の一部に敷設されているのみである。動画の送信を行う場合には、新たに敷設するか、衛星回線などを用いる必要がある。

③火山噴火時に緊急的に行う調査

火山活動が活発化した場合における緊急的な調査は、各機関が連携して実施。

緊急調査項目	把握する事項	調査結果の活用方針
ヘリ調査 (UAVの活用等も含む)	●降灰分布	<ul style="list-style-type: none"> 降灰後土石流の発生可能性が高まっている溪流の抽出 緊急ハード対策の優先度決定 リアルタイムハザードマップ作成の入力条件
	●火口周辺状況	<ul style="list-style-type: none"> 火山専門家に提供、今後の活動予測のアドバイスを得る
	●被災状況	<ul style="list-style-type: none"> 立入禁止区域内の保全対象の被災状況を確認 →関係機関へ情報提供
	●砂防施設状況	<ul style="list-style-type: none"> 堆砂状況から緊急ハード対策のメニューを検討する
レーザープロファイラ	●噴火後地形データ	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイムハザードマップ(リアルタイム・アナリシス型)への入力条件 噴火前地形との差分解析による降灰分布および積雪分布把握
地上調査	●降灰深	<ul style="list-style-type: none"> 流域降灰量の推定 土石流発生の可能性が高まっている溪流の抽出
	●噴出物調査	<ul style="list-style-type: none"> 水蒸気爆発かマグマ噴火かの判断 今後の噴火シナリオ予測
	●積雪密度	<ul style="list-style-type: none"> 融雪水量の算定 融雪型火山泥流の発生規模予測
	●砂防施設点検	<ul style="list-style-type: none"> 緊急除石が必要な施設の抽出
水質調査	●pH、濁度、巡視 等	<ul style="list-style-type: none"> 利水への影響を予測→関係機関へ提供

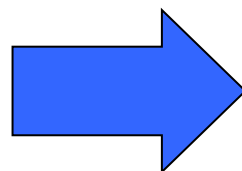
④リアルタイムハザードマップシステムの構築

リアルタイムハザードマップシステム

プレ・アナリシス型(マップ格納型)

事前に様々な噴火シナリオ(噴火規模や噴火位置)に対応した予想範囲を計算し、これをデータベース化して、その時の条件に最も近いデータを抽出する。

想定外の現象が発生した場合

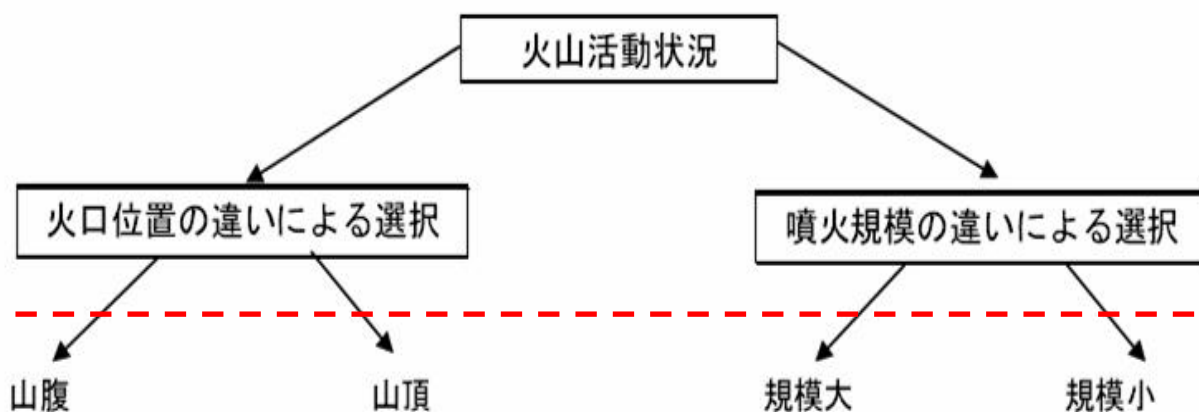


リアルタイム・アナリシス型(逐次計算型)

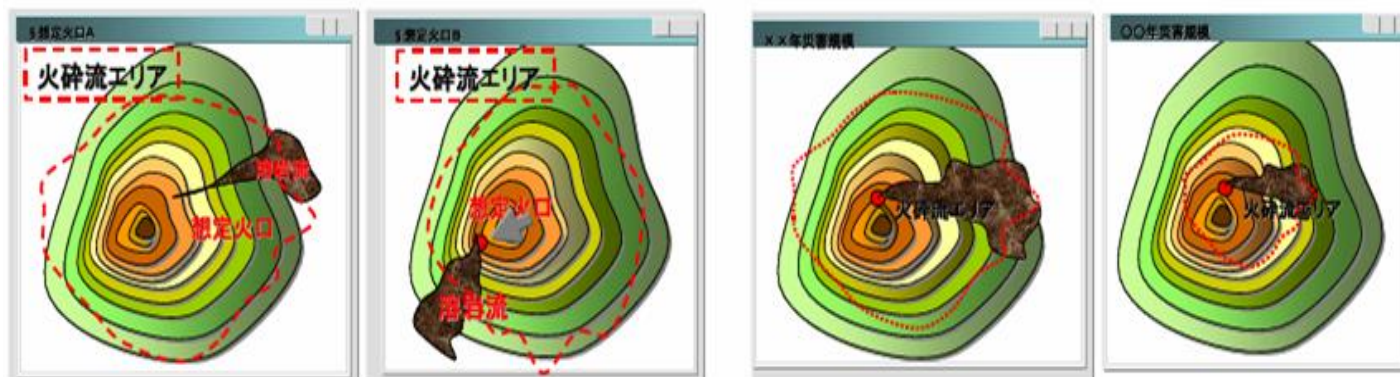
噴火時の最新地形(噴火後に地形が変化)や積雪量などの条件を入力して、その条件に適合した予想範囲を計算する。

プログラムは国総研開発

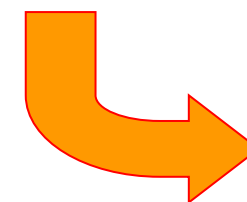
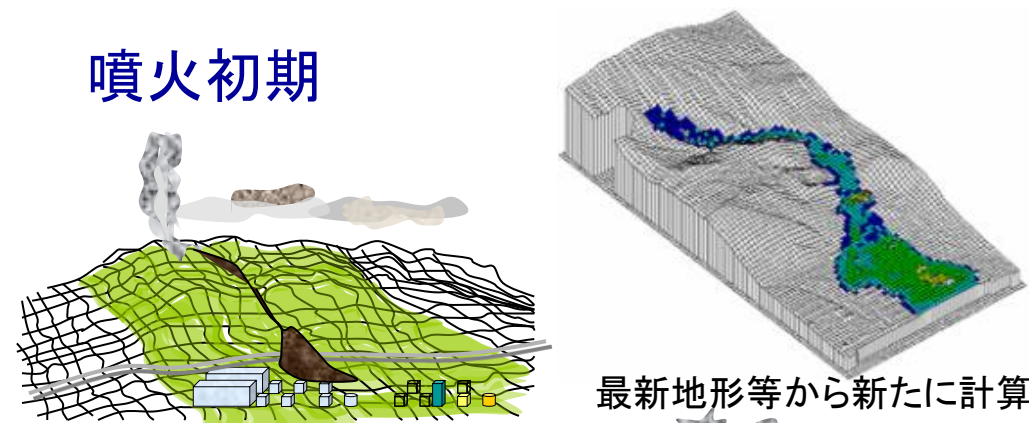
★想定外の現象等に対しては、リアルタイム・アナリシス型でカバー



事前に準備



噴火初期



噴火後地形が変化



⑤避難対策支援のための情報提供

鳥海山の火山活動が活発化した場合、火山活動並びに土砂移動の監視情報を収集し、被害想定区域など避難に関する情報を市町村に提供し、避難対策を支援。

平常時(噴火予報)

情報提供の主な目的	提供情報	手段・手法
火山防災のための事前情報		
住民・観光客・登山者へ防災のための情報提供	鳥海山の現況	監視カメラ(ライブカメラ)
	降雨状況	雨量情報(XRAIN:移動型)
	噴火時の危険区域	火山防災マップ等
	火山や火山防災の基礎知識	教材作成、出前授業、講演会、シンポジウム、防災訓練など



「鳥海山火山防災マップ(教材)」山形県

活動活発期～小規模水蒸気爆発期～マグマ噴火期(警報～特別警報)

※平成26年12月現在、国土交通省固定型XバンドMP雨量レーダ観測は鳥海山周辺をカバーしていないため、観測は移動型レーダによることになる。

情報提供の主な目的	提供情報	手段・手法
噴石・降灰・火山ガスへの対応		
・立入規制、避難誘導の判断材料	火山ガスの状況・流下方向 噴石の飛散範囲、降灰分布	監視カメラ、ガス濃度計
		ヘリ・UAV等による写真・動画撮影
危険区域内の被災状況		
・復旧計画の策定	施設、道路等の被災状況	ヘリ・UAV等による写真・動画撮影
融雪型火山泥流への対応		
・泥流に対する事前準備	融雪型火山泥流の被害想定	リアルタイムハザードマップ
降灰後の土石流に対する対応		
・土石流の危険が増した溪流の認識 ・土砂災害警戒情報の作成	降灰状況	空中写真、レーザープロファイラ 降灰量計
	降雨状況	雨量情報(XRAIN:移動型)
	土石流による被害想定	リアルタイムハザードマップ
	土石流発生情報	土石流検知センサー



小学校での出前講座 秋田県
※ココア泥流実験



UAVによる写真・動画撮影

緊急対策タイムラインのまとめ

鳥海山の緊急減災対策タイムライン(案)

気象庁	時間	緊急減災対策			市町村
		ハード対策	ソフト対策	緊急調査	
平常時		<ul style="list-style-type: none"> ○火山砂防事業 ○資機材の調達体制確認 ○無人化施工の訓練 ○土地の調整 	<ul style="list-style-type: none"> ○光ケーブル等の整備 ○火山防災協議会 ○火山防災情報の周知啓発 		<ul style="list-style-type: none"> ○地域防災計画(火山編)による避難計画の策定
火山性地震群発	火口周辺警報	<ul style="list-style-type: none"> ○既設堰堤の緊急点検 ○建設機材の調達準備 ○資材の調達準備 ○既設堰堤の緊急除石開始①(優先高い箇所) 	<ul style="list-style-type: none"> ○協議会コアグループ会議招集 ○監視観測機器調達準備開始 ○土砂移動検知センサ・降灰量計設置①(優先高い箇所) 	<ul style="list-style-type: none"> ○緊急調査準備 	<ul style="list-style-type: none"> ○広域避難の体制確認・調整 ○避難方針の発表 ○山頂周辺の立入規制(一次) ○災害対策本部設置
水蒸気爆発発生		<p>以降、有人施工は立ち入り可能範囲での対策</p> <p>【夏期】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○既設堰堤の緊急除石開始② <p>【冬期】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○積雪で施工できない場合は点検、準備まで 	<ul style="list-style-type: none"> ○土砂移動検知センサ設置② ○降灰量計設置 ○リアルタイムハザードマップ作成 ○関係機関への情報伝達 ○リエゾン・TEC-FORCE派遣 	<ul style="list-style-type: none"> ○ヘリ調査開始(降灰等) ○地上調査開始(降灰、積雪、浸透能等) ○土石流の恐れのある溪流抽出 ○降灰後土石流の警戒避難基準雨量設定 ○水質調査 	<ul style="list-style-type: none"> ○避難所の開設 ○山頂周辺の立入規制(二次)、避難勧告、指示の発表 ○リエゾン・TEC-FORCE受入
マグマ噴火発生	噴火警報	<p>【夏期】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○仮設堰堤、導流堤等の施工開始 ○溶岩ドーム形成など状況に応じて無人化 <p>【冬期】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○仮設導流堤等の施工開始 ○状況に応じて無人化 	<ul style="list-style-type: none"> ○センサー設置作業中断 ○リアルタイムハザードマップ作成継続 	<ul style="list-style-type: none"> ○ヘリ調査継続 	<ul style="list-style-type: none"> ○広域避難開始 ○支援の要請 ○警戒区域の設定
噴火終息 土石流		<ul style="list-style-type: none"> ○泥流対策終了 ○土石流対策継続(除石、仮設堤) 	<ul style="list-style-type: none"> ○リエゾン・TEC-FORCE帰還 ○被災観測機器の復旧 	<ul style="list-style-type: none"> ○降灰後土石流の警戒避難基準雨量を順次引き上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ○避難勧告・指示の解除 ○警戒区域の解除

(前兆現象が検知され水蒸気爆発からマグマ噴火に順当に推移した場合の例)

平常時からの準備事項

5.1.対策に必要となる諸手続・土地利用

緊急対策の実施にあたって必要となる手続きについて関係機関がそれぞれ調整する。

項目	内容	調整機関
国有林内での対策に関する調整	○国有林内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
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	環境省
土地の調整	○緊急ハード対策計画箇所在地籍調査・用地の事前協議 ○対策計画箇所の私有地や、公有地に対して一時的な借地・補償・買収などの調整	市、町 地権者
砂防指定地の指定 (火山山麓緩衝帯の設定も含む)	○緊急ハード対策の計画箇所の砂防指定地指定 ○火山山麓緩衝帯の検討(保全対象の上流域を帯状に砂防指定地の指定や保安林指定)	地権者 森林管理署
土捨て場の確保	○緊急除石や掘削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、工所用道路の整備	地権者
無人化施工の準備	○5.8GHz など総務省から新たに割り当てられた周波数帯でのシステムの構築、 ○無人化施工のオペレーターの訓練	総務省、 施工業者
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
工所用道路の整備	○既設砂防えん堤の除石箇所では、えん堤サイトの林道から堆砂敷に降りるための工所用道路の整備	国道事務所
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	県警察本部、道路管理者
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	県の道路部局、 県警察本部

緊急ハード対策実施に際しての要調整事項

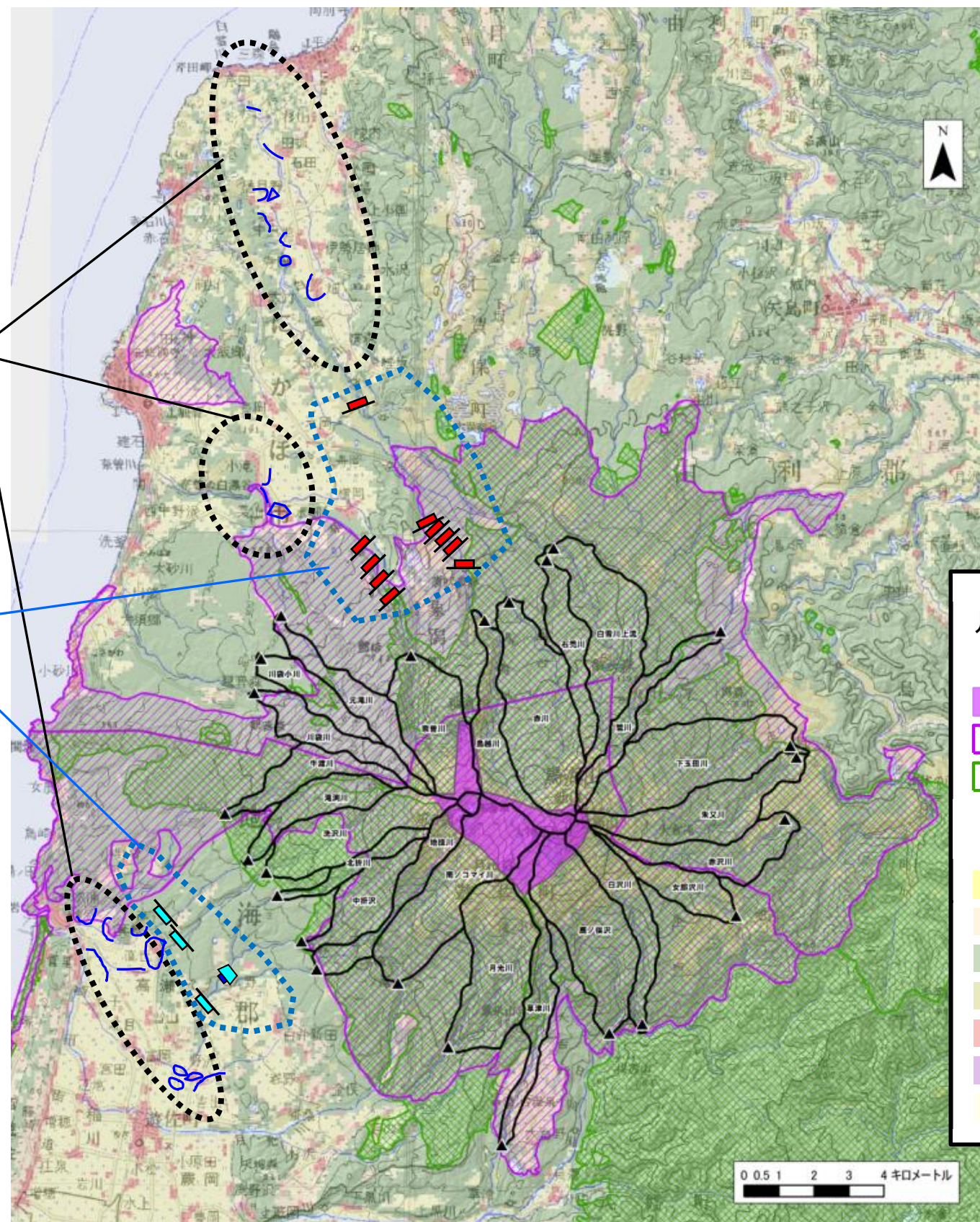
■ 緊急ハード対策実施箇所法規制、土地利用状況を踏まえて迅速な対応のため、関係機関と事前調整を行っておく必要がある。

【谷出口下流の緊急対策箇所】

- ・農地、集落近傍が対象となる
- ・迅速対応に事前調整が必要。

【溪流内の緊急対策箇所】

- ・主に砂防指定地もしくは河川管理区間が対象
- ・自然公園特別地域に含まれる上流域については、環境省等との事前協議が必要。



平常時からの準備事項

5.2 緊急減災ハード対策に必要な資機材の調達体制

(1) 資材(ブロック・大型土のう)の調達体制

- 緊急対策に必要なとなる資材数量に対して、施工期間中に確保できる数量は限られる。
- 必要な資材については、平常時より調達体制を検討しておくことが必要。

必要大型資材数

溪流名	計画施設数量		必要資材数	
	仮設堰堤	仮設堤防延長	ブロック	大型土のう
	(基)	(m)	(個)	(個)
白雪川	火山泥流		0	63,000
滝淵川	〃	1	1,100	17,500
洗沢川	〃	1	2,900	20,000
北折・地抜川	〃	1	5,400	27,000

(2) 機材の調達体制

- 緊急対策の実施に際して、現状の保有機材では不足する。
- 県外も含め、広域的な応援体制を構築しておくことが望ましい。

(参考) 東北地方整備局管内

直轄河川事務所備蓄資材(2014年時点)

東北管内	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	16,045個
	大型土のう袋	1t	3,924袋
	大型土のう	1t	267個
	袋詰玉石袋	2～3t	14,694袋
	袋詰玉石	2～3t	844個

青森県	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	509個
	大型土のう袋	1t	2,515袋
	大型土のう		0個
	袋詰玉石袋	2～3t	12,000袋
	袋詰玉石		0個

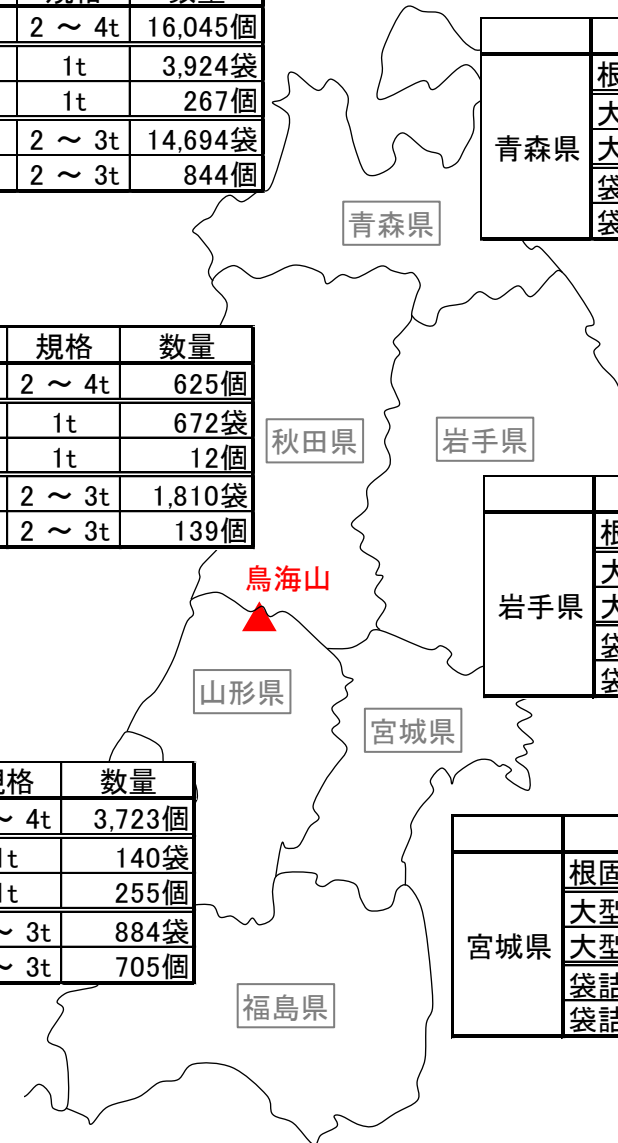
秋田県	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	625個
	大型土のう袋	1t	672袋
	大型土のう	1t	12個
	袋詰玉石袋	2～3t	1,810袋
	袋詰玉石	2～3t	139個

岩手県	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	5,948個
	大型土のう袋	1t	200袋
	大型土のう		0個
	袋詰玉石袋		0袋
	袋詰玉石		0個

山形県	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	3,723個
	大型土のう袋	1t	140袋
	大型土のう	1t	255個
	袋詰玉石袋	2～3t	884袋
	袋詰玉石	2～3t	705個

宮城県	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	4,450個
	大型土のう袋	1t	397袋
	大型土のう		0個
	袋詰玉石袋		0袋
	袋詰玉石		0個

福島県	資材名	規格	数量
	根固ブロック	2～4t	790個
	大型土のう袋		0袋
	大型土のう		0個
	袋詰玉石袋		0袋
	袋詰玉石		0個

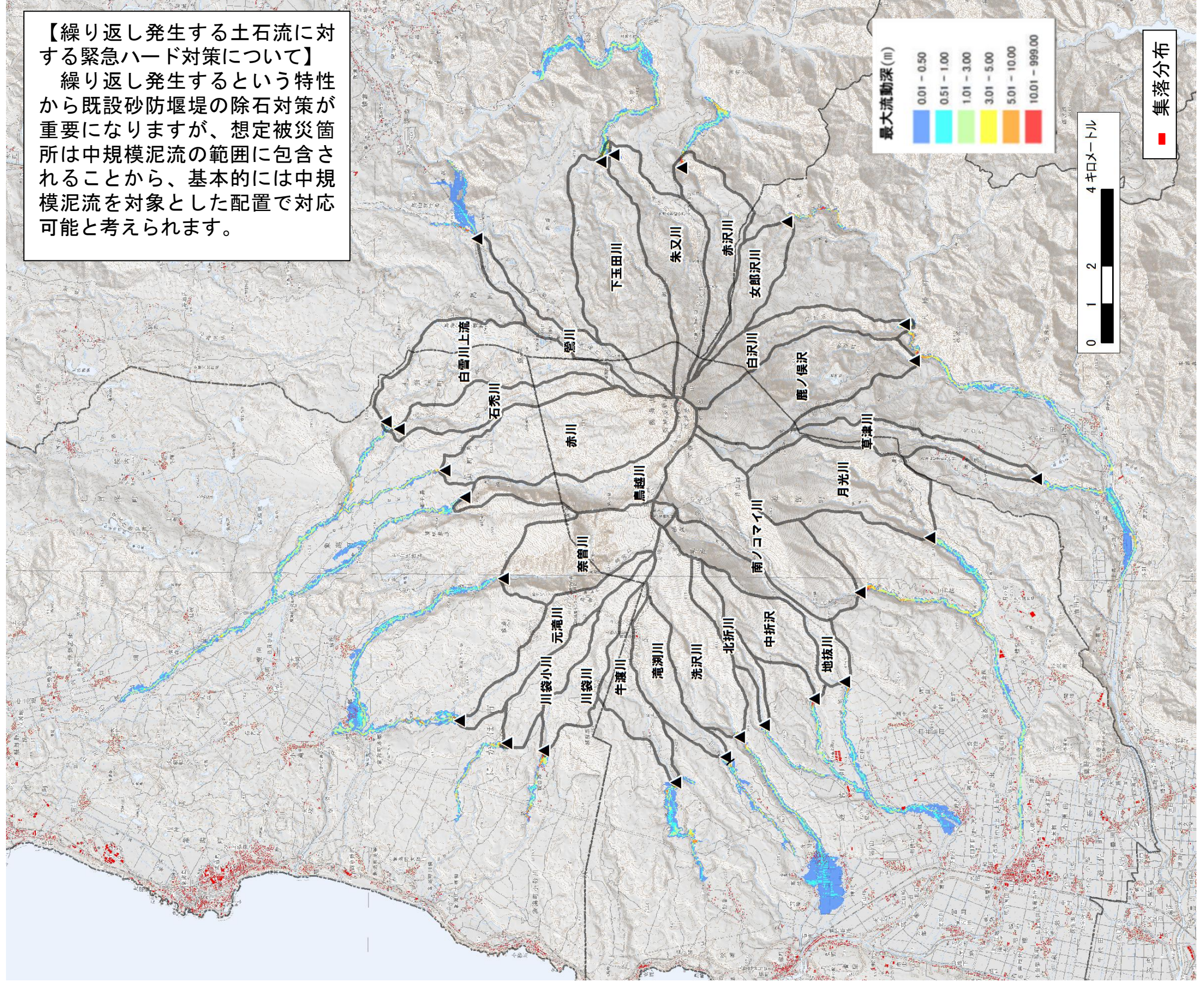


【参考資料】

参考資料：被害想定結果(降灰後土石流：2年確率繰り返し2回)

鳥海山被害想定結果：土石流(2年確率：繰り返し2回)

【繰り返し発生する土石流に対する緊急ハード対策について】
 繰り返し発生するという特性から既設砂防堰堤の除石対策が重要になりますが、想定被災箇所は中規模泥流の範囲に包含されることから、基本的には中規模泥流を対象とした配置で対応可能と考えられます。



参考資料: 緊急減災対策タイムラインのバリエーション

鳥海山の緊急減災対策タイムライン(案)【前兆が得られない場合】



参考資料: 緊急減災対策タイムラインのバリエーション

鳥海山の緊急減災対策タイムライン(案)【水蒸気爆発を経ずにマグマ噴火に至る場合】

