

第2回

秋田焼山火山噴火

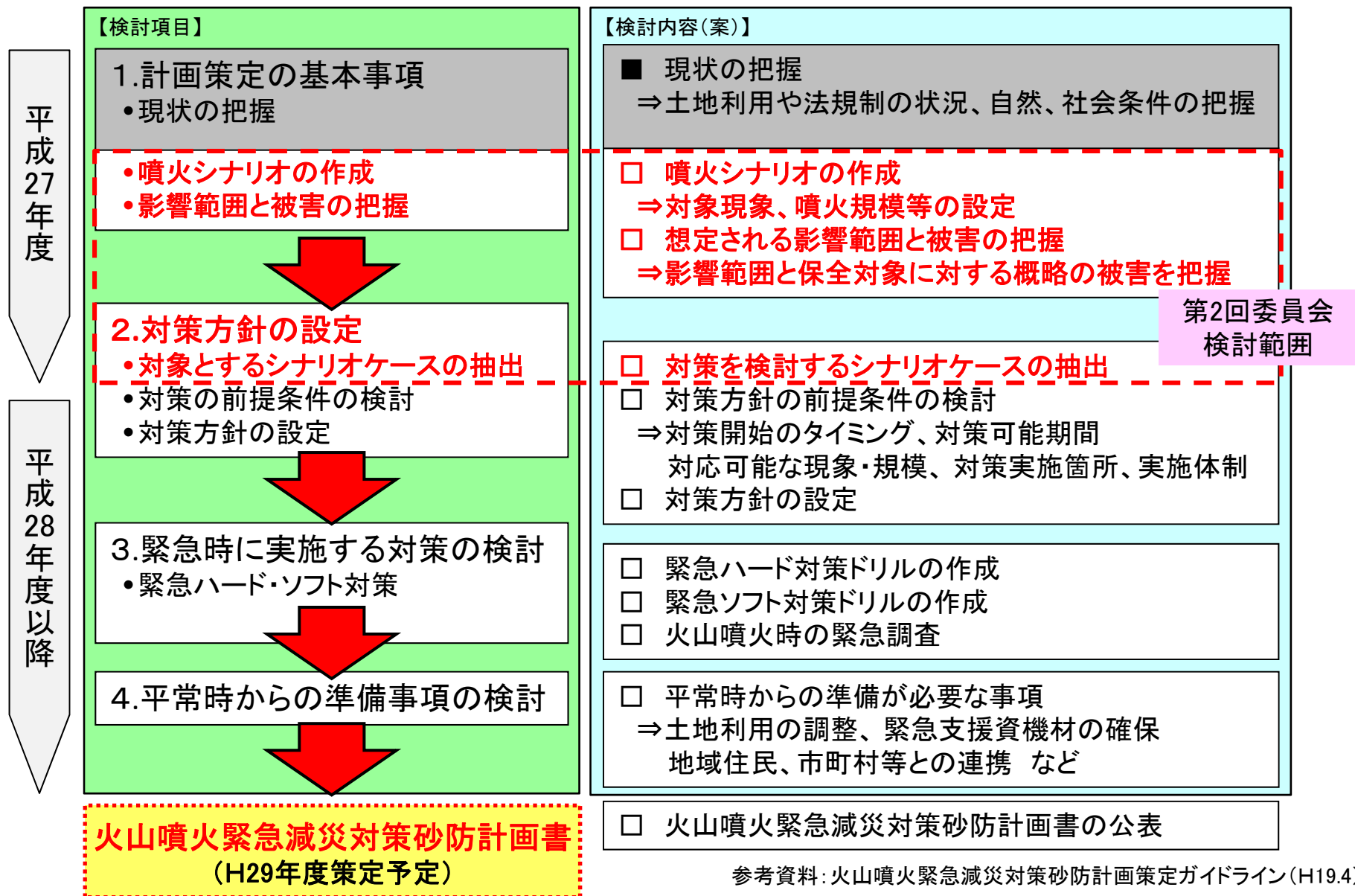
緊急減災対策砂防計画検討委員会



本日の討議事項

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応
2. 噴火シナリオの作成
3. 影響範囲と被害の把握
4. 対象とするシナリオケースの抽出
5. 今後のスケジュールについて
(次年度以降)

本日の検討範囲



1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

- (1) 第1回委員会の説明内容の概要
- (2) 第1回委員会の主な意見

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(1) 第1回委員会の説明内容の概要

主な説明内容

1) 火山防災に関わる
経緯について

- ①全国的な火山防災に関わる状況
- ②秋田焼山における火山防災の経緯

2) 秋田焼山現況の把握

- ①社会条件の整理(保全対象、観測など)
- ②自然条件の整理(積雪、噴火履歴など)

3) 噴火シナリオの作成に向けた
論点の整理

- ①想定火口の位置
- ②想定規模(噴火タイプ、噴出量)
- ③想定現象
- ④イベントツリー

前回は第1回委員会であったため、今後検討する基本的な事項を中心に議論を行った。主な意見は以下の通りである。

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

1) 火山防災に関わる経緯について

番号	コメント
1	特に意見無し
2	
3	
4	

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

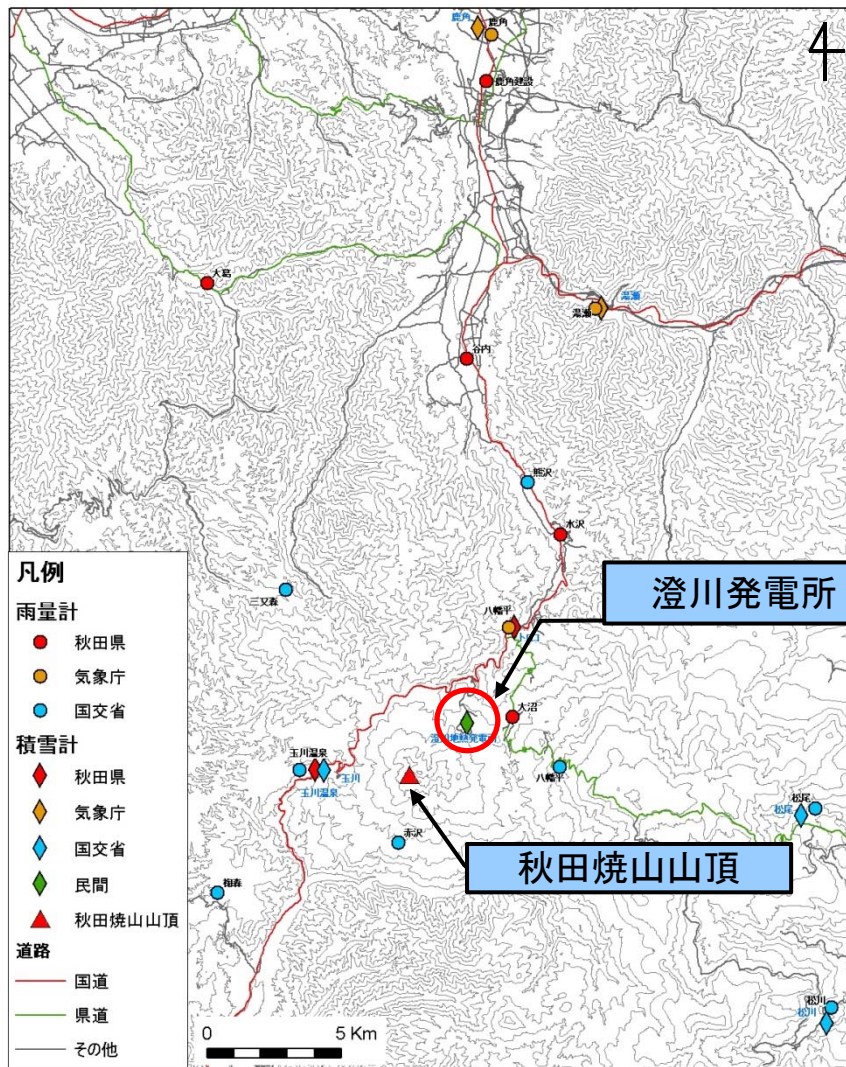
(2) 第1回委員会の主な意見

2) 秋田焼山現況の把握

番号	コメント
1	降灰後の土石流による影響を把握するにあたって、流域の雨量や積雪量の的確な把握が重要となることから、現在の観測所の配置図を明確にする必要がある。 2-①雨量計・積雪計の分布 P7
2	積雪深は標高と密接な関係があるため、標高から推測する手法も検討すること。また、可能なかぎり、隣接する観測所のデータを活用すること。 「3.影響範囲と被害の把握 (5)融雪型火山泥流」で本日説明 P43
3	玉川の河床変動の経緯に関連して、平成5年以降の大規模な出水を次回委員会までに整理をすること。また、下流の貯水池等の土砂堆積データがあれば、土砂の流出傾向の把握が可能になるので、検討してほしい。 2-②出水状況 P8~9
4	土砂災害防止の観点から、河川勾配10度以上の区域に1センチ以上の降灰があると危険な状態になるため、あらかじめ10度以上の区域の分布を把握する必要がある。 2-③秋田焼山周辺の傾斜角の分布 P10

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

2-①雨量計・積雪計の分布



- 秋田焼山周辺では雨量計、積雪計が複数設置されている。
- 主な管理機関は、秋田県、気象庁、国土交通省である。
- 積雪計に関しては、民間企業が澄川発電所において観測しており、火口の標高に最も近い。

⇒積雪深推定の根拠が明確になった。

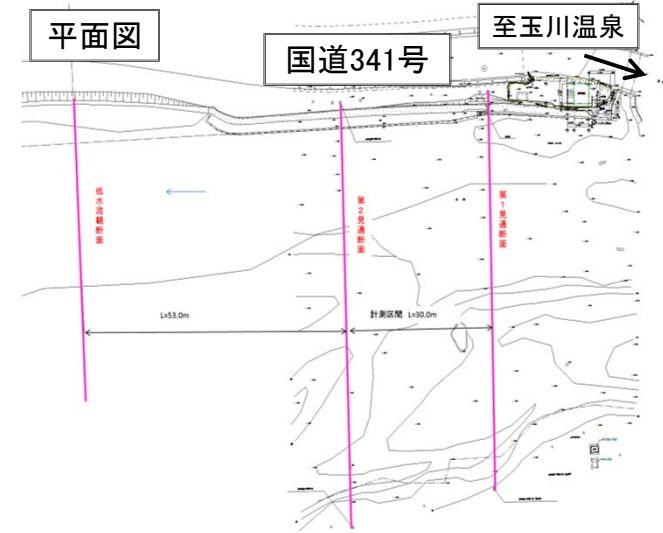
	雨量計	積雪計
秋田県	5箇所	2箇所
気象庁	3箇所	2箇所
民間企業	-	1箇所
国土交通省	8箇所	3箇所

※図中の範囲内
 ※民間企業以外の情報は、インターネット上で取得可能

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

2-② 出水状況

近隣雨量観測所の降雨を確認し、五十曲観測所における横断測量の変化があった期間の主な出水状況を把握した。



五十曲観測所においてH5とH11の間で河道断面が変化

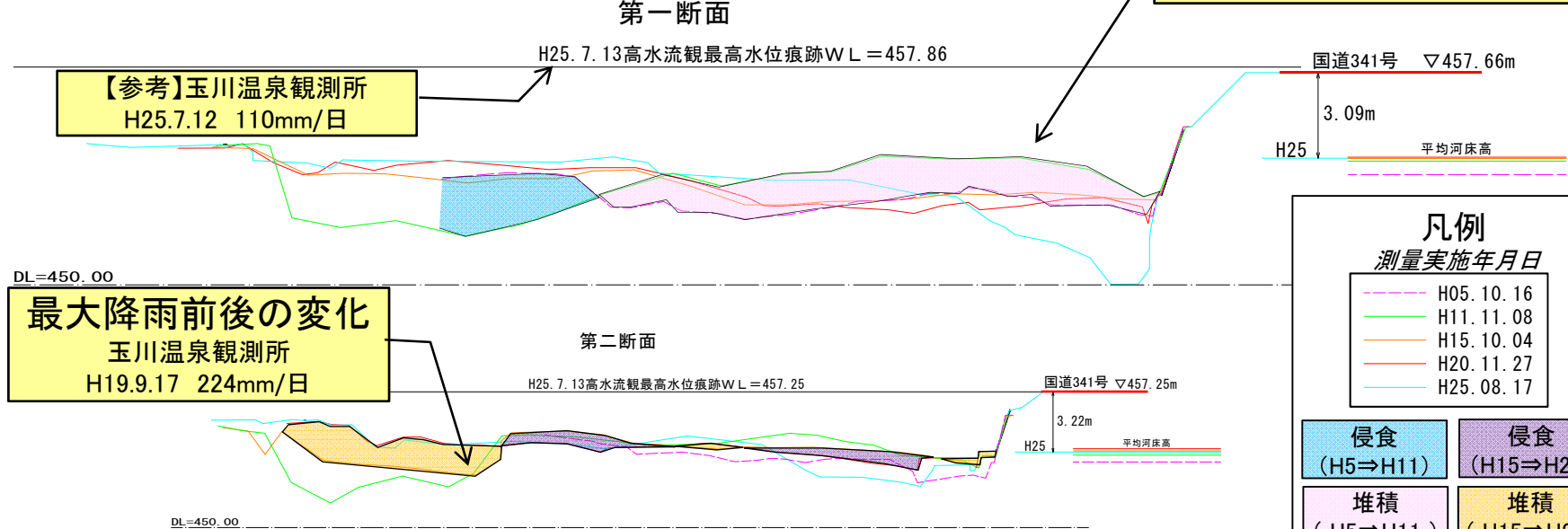
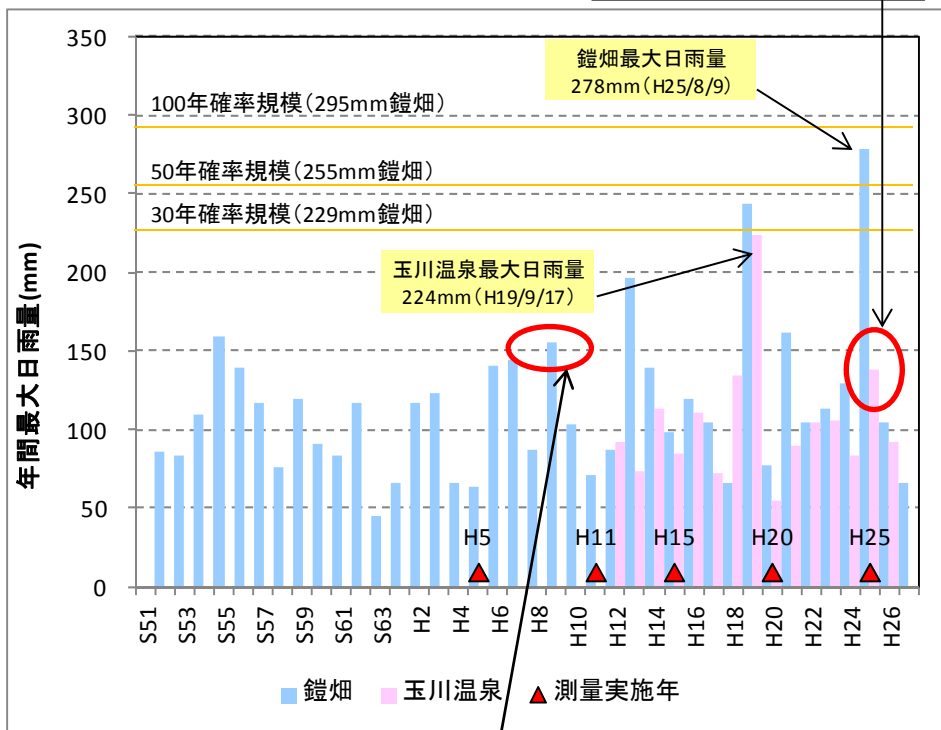


図 河床の経年変化(五十曲)

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

2-② 出水状況

※上流(玉川温泉)の降雨規模は小さい



観測以降比較的大規模な降雨

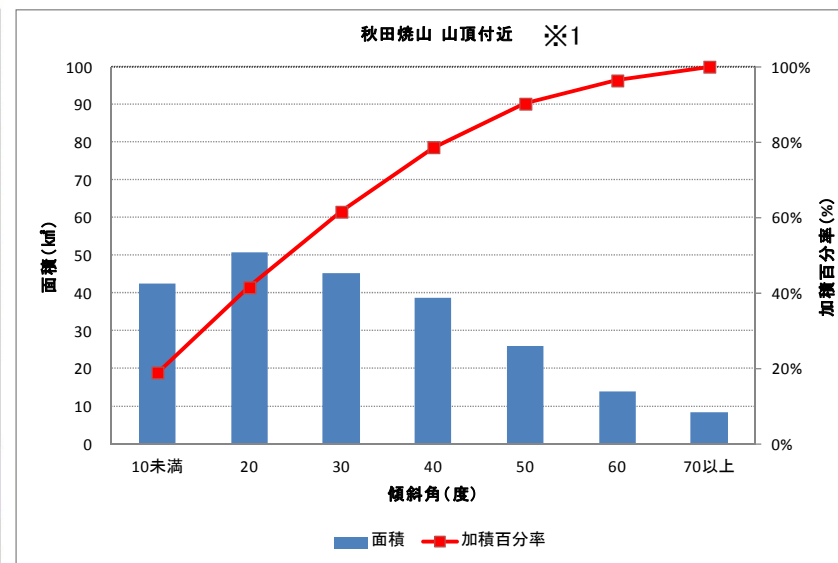
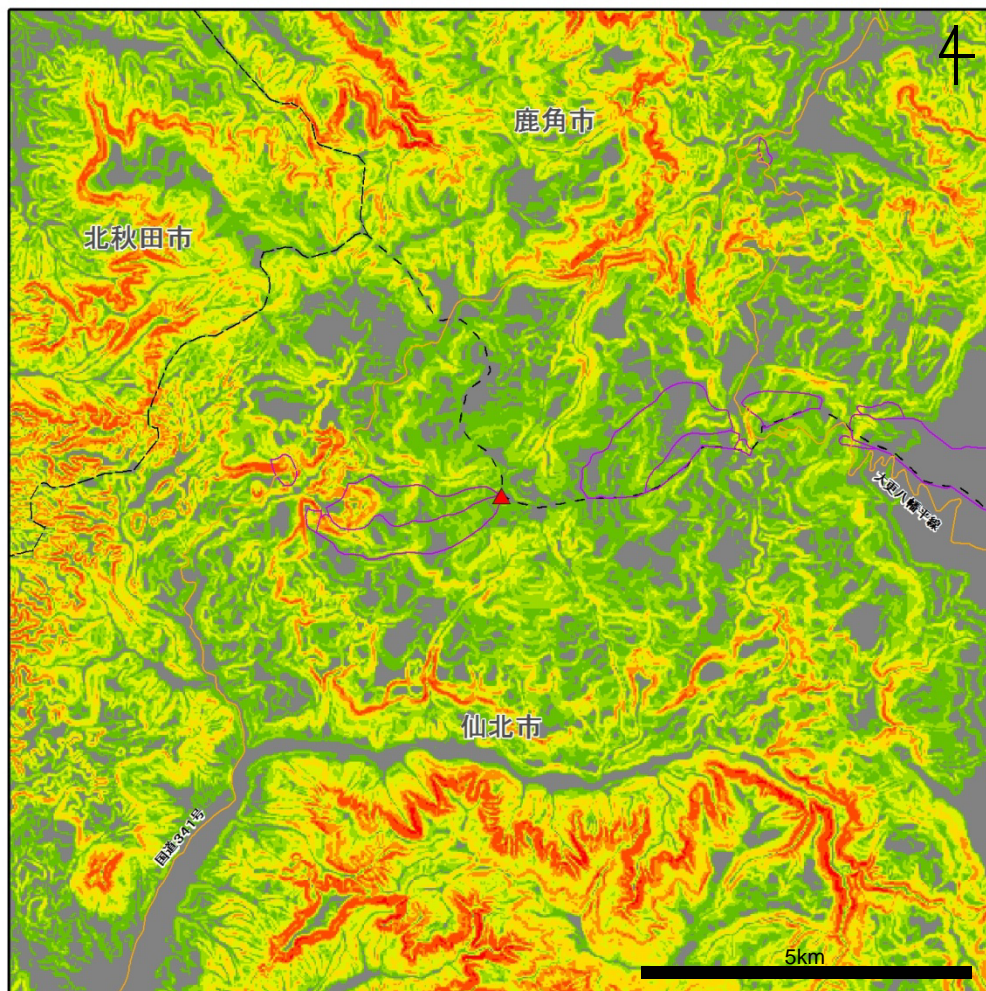


渋黒川と比較すると玉川は、河床における植生が比較的小さいことから、河道の移動が活発と推測される。

- 上流域(玉川温泉)の最大降雨は、H19に観測した224mm/日である。
- 観測地点の局所的な滞筋の変化などによる影響の可能性はある。

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

2-③ 秋田焼山周辺の傾斜角の分布



※1 左図全域を集計



- 秋田焼山周辺の斜面は傾斜角10度以上の範囲が全体の約80%を占める。

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

3) 噴火シナリオの作成に向けた論点の整理

① 想定火口について (1/2)

番号	コメント
1	計画対象とする想定火口を、1万年以内に形成された火口とすることは妥当だと思いが、想定火口の形状が少し広めになっており、 <u>山頂周辺の溪流まで範囲に含まれるため、土砂災害の観点から言うと西側等の河川についても十分に考慮する必要がある。</u>
2	秋田焼山の場合、ほとんど山頂周辺で噴火活動し、側噴火が幾つかあったが、側噴火は1万年以内に発生していない。 <u>1万年以内のマグマの範囲はほぼ山頂火口面である。</u>
3	玉川噴気・地熱地帯は、温泉活動による何らかの水蒸気爆発等によって形成された地形であるため、想定火口に含めない提案に賛成である。ただし、非常に熱水活動が激しく、地すべりや水蒸気爆発の可能性があり、必ずしも安全というわけではないことを認識する必要がある。 <u>今回の計画の想定火口は山頂付近にとどめるということで賛成である。</u>
4	想定火口の形状として緩衝帯型を選定しているが、時間的に1万年以内の火口、距離にして500mという、この数値に関しては他の火山の場合と共通しているものなのか確認すること。 「2.噴火シナリオの作成 (1)想定火口」にて本日説明 P19

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

3) 噴火シナリオの作成に向けた論点の整理

① 想定火口について(2/2)

番号	コメント
5	<u>想定火口を該当する火口から500mを包括する範囲としているが、想定火口の範囲を見ると、適当との印象がある。</u>
6	
7	
8	

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

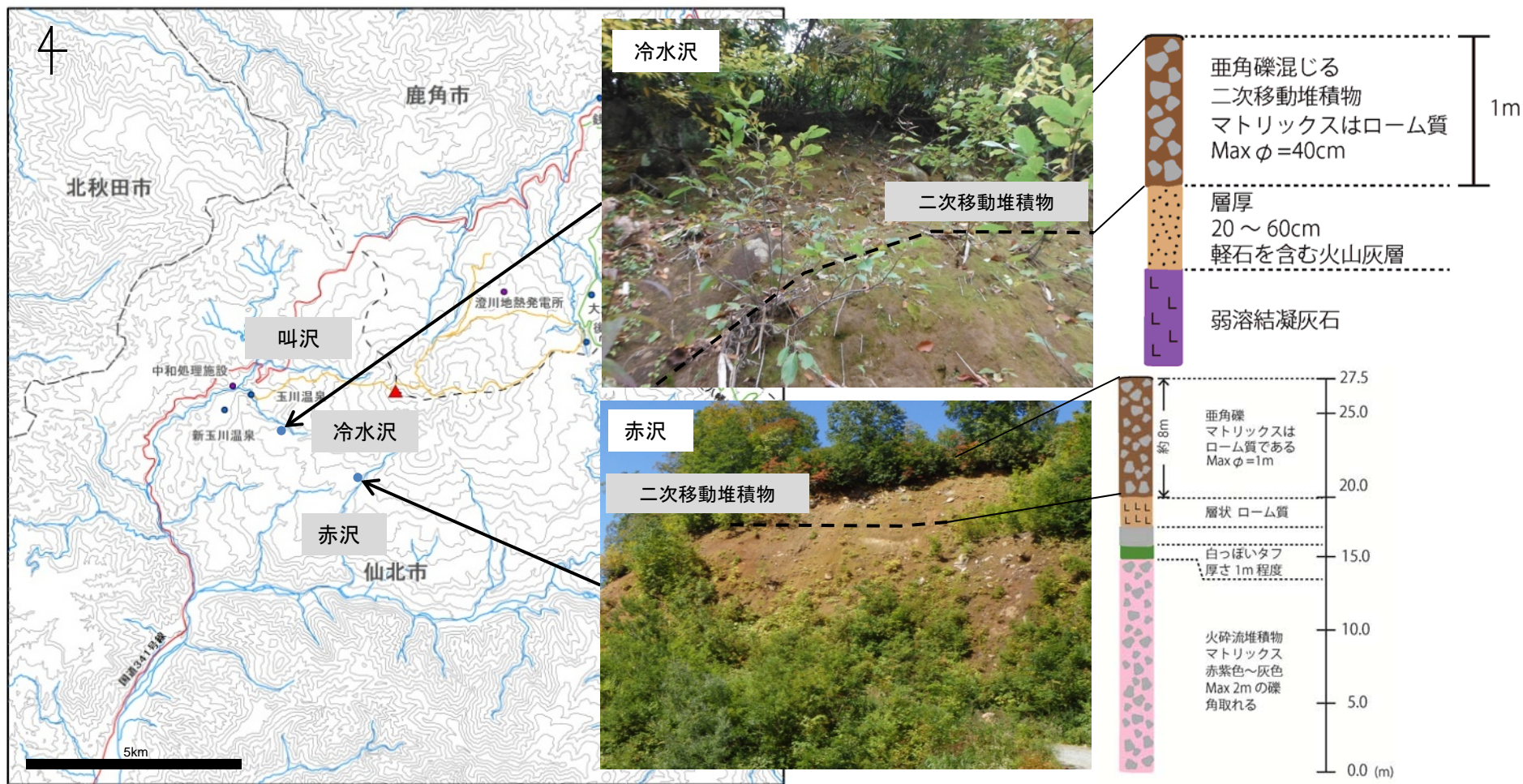
3) 噴火シナリオの作成に向けた論点の整理

② 火口噴出型泥流について

番号	コメント
1	1997年の噴火では、小規模であるが、火口から泥流が噴出してきたのは確かであり、今回の計画で火口噴出型泥流を検討するのは賛成である。
2	火口噴出型泥流の影響については、国道を含めた下流まで十分に考慮すべきである。 <u>小規模噴火が最近起きている所から直接火口噴出型の泥流が湯ノ沢に下ることを可能性として考えるべきである。</u>
3	泥流堆積物のマトリックスとか、そういう証拠が見いだせるようだとかなり説得力がある。できる範囲で次回以降の検討会で示していただけたらと思う。 3-①泥流堆積物の分布 P14
4	

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

3-① 泥流堆積物の分布



赤沢、冷水沢、叫沢において泥流堆積物(二次移動堆積物)を確認した。これらの堆積物は3.3万年前の地形上に位置する。

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

3) 噴火シナリオの作成に向けた論点の整理

③ 噴火に関して(タイプ、規模、噴出量)

番号	コメント
1	規模の想定に関しては実績に基づいてやることで、大丈夫だと思う。今回、噴出量を想定しているが、噴出量と火口の大きさの関係は文献が出ているため、範囲内でどれぐらいの穴があったかという想定ができる。火口壁を破壊するような現象も十分起き得るのではないかと考えている。
2	噴火規模として、中規模を想定する計画であるが、これは非常にいい。小規模と大規模だけでは、具体的に避難計画等を作るときに考える材料が少なすぎるため、 <u>中規模のシナリオを考えていただくのは、非常に有効である。</u>
3	今回提案の <u>噴出量は、過去の実績という意味での噴出量であるが、今後、起こるものは想定であるため、50万あるいは100万単位の数値にした方がわかりやすい。</u> 「2.噴火シナリオの作成 (2)噴火規模」に反映 P20
4	噴出量は、空隙を含めた見かけ上の量か、または実数量なのか、明確にする必要がある。 シナリオ検討では、基本的に実数量としている。数値解析では空隙込みの数値を利用する。

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

3) 噴火シナリオの作成に向けた論点の整理

④ 地すべりについて

番号	コメント
1	澄川地すべりの現象は地すべり地形で融雪を誘因に土砂移動が発生し、貯まっていた水蒸気が爆発的に出たと考えられる。火山噴火に伴う土砂災害の現象とは違って来るため、 <u>岩屑なだれについては、検討は要らない</u> と考えられる。 「2.噴火シナリオの作成 (3)想定現象」に反映 P21
2	澄川温泉と同様の現象が玉川温泉でもあり得る。防災全体の観点から、玉川温泉での水蒸気爆発は念頭に置くべきであるが、火山現象について緊急減災を検討するという本委員会の趣旨から外れるため、この計画からは除外することで問題ない。
3	
4	

1. 前回議事録の確認と指摘事項への対応

(2) 第1回委員会の主な意見

3) 噴火シナリオの作成に向けた論点の整理

⑤ その他

番号	コメント
1	1997年の噴火では噴石もしっかり飛んでいる。火口から250mまで噴石があり、非常に小さな水蒸気爆発が起こってもそのぐらいのリスクはある。御嶽山のような予兆なしの噴石災害が起こるというリスクは秋田焼山もある。
2	対策工事の過程における安全措置については、この計画全体を通じて考えていただきたい。
3	噴火シナリオが火山防災マップ作成時の想定から入れ替わってくるかと思うが、変更部分はきちんと市民に伝えていきたい。
4	

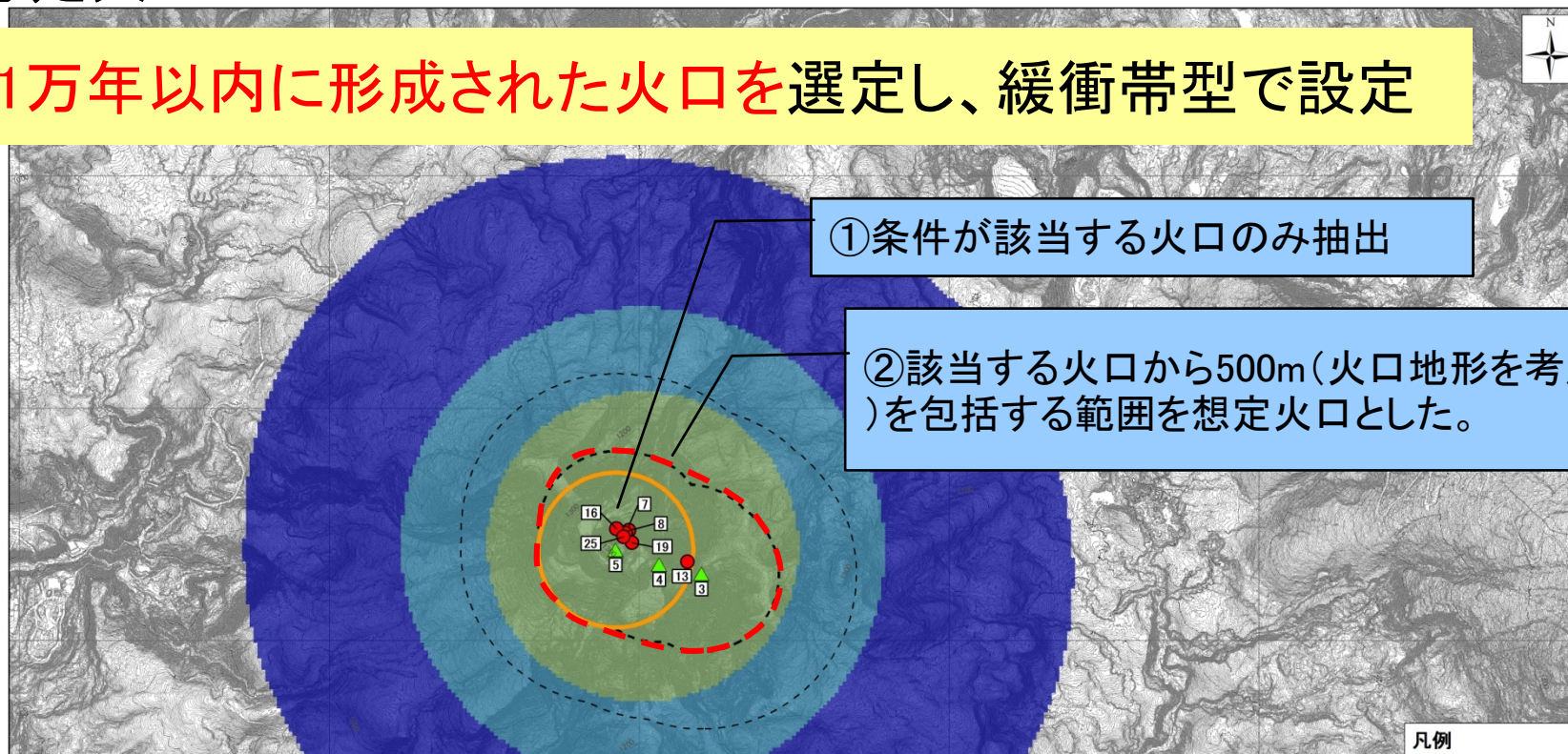
2.噴火シナリオの作成

- (1) 想定火口
- (2) 噴火規模
- (3) 想定現象
- (4) イベントツリー

2.噴火シナリオの作成

(1) 想定火口

1万年以内に形成された火口を選定し、緩衝帯型で設定



- 他火山では、抽出火口を包括する範囲に設定している火山が多い。
- 緩衝帯については、500m~1kmと火山によって設定が異なるが明瞭な設定根拠は不明である。



秋田焼山では現況の火口地形を考慮し、500mとした。

2.噴火シナリオの作成

(2)噴火規模

- 火山防災マップの想定規模を参考に、以下の根拠に基づき減災計画立案に必要な噴火規模および噴火タイプを選定した。

項目	火山防災マップ (平成14年版)	第1回委員会 噴火シナリオ(案)	噴火シナリオ 採用案
小規模	【水蒸気噴火】 西暦1678年噴火 火山灰噴出量:73万m ³	■変更点無し	【水蒸気噴火】 西暦1678年噴火 火山灰噴出量:100万m ³
中規模	該当無し	■新規ケース 【マグマ水蒸気噴火】 西暦500年噴火 火山灰噴出量:450万m ³ マグマ噴出量:23万m ³	■新規ケース 【マグマ水蒸気噴火】 西暦500年噴火 火山灰噴出量:500万m ³ マグマ噴出量:30万m ³
大規模	【マグマ噴火】 西暦350年噴火 火山灰噴出量:750万m ³ マグマ噴出量:280万m ³	■変更点無し	【マグマ噴火】 西暦350年噴火 火山灰噴出量:1,000万m ³ マグマ噴出量:300万m ³

赤文字:本検討による火山防災マップからの変更点
※火山灰の噴出量は空隙を含まない

2.噴火シナリオの作成

(3) 想定現象

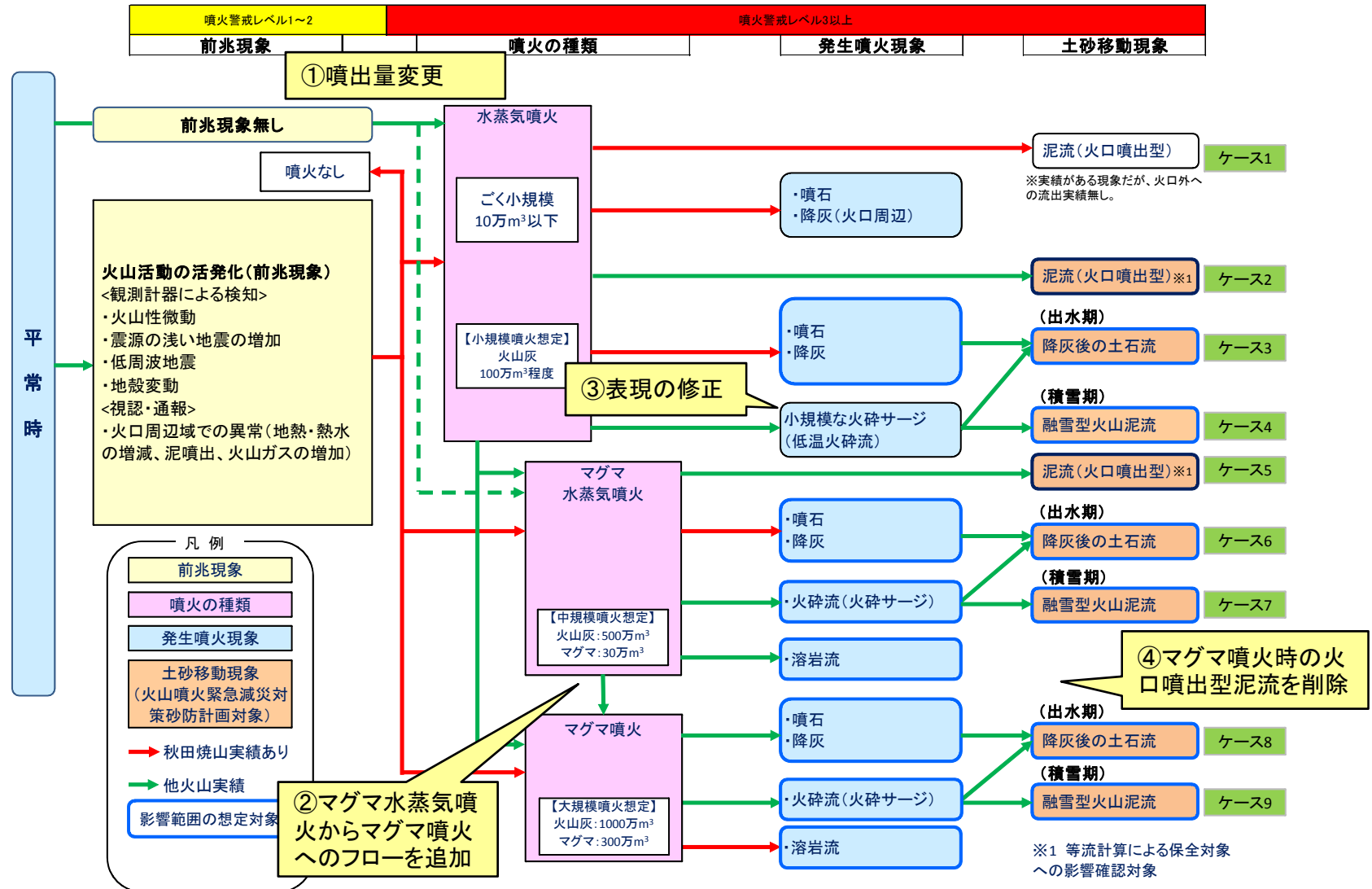
現象	火山噴火緊急減災 対策砂防計画			火山防災マップ (平成14年版)			備考
	小	中	大	小	中	大	
噴石	○	○	○	○	-	○	
降灰	○	○	○	○	-	○	
溶岩流	×	○	○	×	-	×	
火砕流	○	○	○	×	-	○	※小規模の火砕流は、広義の火砕流
火口噴出型泥流	○	○	×	×	-	×	
降灰後の土石流	○	○	○	×	-	○	対象溪流は見直し 降雨条件は1ケース
融雪型火山泥流	○	○	○	×	-	○	積雪深は共通
岩屑なだれ	×	×	×	×	-	△	第1回委員会結果より

- イベントツリーに基づき想定現象を設定した。
- 前回委員会の結果を踏まえ、岩屑なだれは、想定現象の対象外とした。

小規模: 水蒸気噴火
 中規模: マグマ水蒸気噴火
 大規模: マグマ噴火

2.噴火シナリオの作成

(4) イベントツリー



前回の指摘を踏まえ、イベントツリーを変更した。

3. 影響範囲と被害の把握

- (1) 影響範囲想定方法と計算条件
- (2) 降灰
- (3) 降灰後の土石流
- (4) 火砕流
- (5) 融雪型火山泥流
- (6) 火口噴出型泥流
- (7) 噴石
- (8) 溶岩流

3.影響範囲と被害の把握

(1) 影響範囲想定方法と計算条件

火山活動の推移	想定方法	計算条件			結果活用	
		小規模 (水蒸気噴火)	中規模 (マグマ水蒸気噴火)	大規模 (マグマ噴火)		
想定する噴火規模 影響範囲を検討現象		西暦1678年噴火相当 (100万m ³) ※2014年御嶽山噴火規模	西暦500年噴火規模相当 (500万m ³)	西暦350年規模相当 (1,000万m ³)		
火山現象	(1) 噴石	弾道計算	初速度100m/s	初速度250m/s	影響範囲から対象渓流選定・土砂量	
	(2) 降灰	移流拡散モデル	降灰量100万m ³	降灰量500万m ³		
	(3) 溶岩流	想定火口範囲からの流出する二次元氾濫シミュレーション	—	マグマ噴出量: 30万m ³		マグマ噴出量: 300万m ³
	(4) 火砕流	エネルギーコーンモデル	噴煙柱崩壊高度Hc=200m H/L=0.50~0.45 ※御嶽山調査結果に基づく	—		—
乾燥粒子モデルで計算 ※メラピ型の火砕流(溶岩ドーム崩落型)火砕サージを想定		—	マグマ噴出量: 30万m ³ ケース7	マグマ噴出量: 300万m ³ ケース9		
土砂移動現象	(5) 火口噴出型泥流	評価地点(国道341号)における等流計算	流量規模1ケースを想定 秋田焼山実績2,000m ³ ※噴出土砂量 ケース2	流量規模1ケースを想定 九重山実績5,000m ³ ※噴出土砂量 ケース5	—	
	(6) 降灰後の土石流	降灰量を考慮した土石流ハイドロによる二次元氾濫シミュレーション	降灰量100万m ³ 降雨規模100年確率規模 ケース3	降灰量500万m ³ 降雨規模100年確率規模 ケース6	降灰量1,000万m ³ 降雨規模100年確率規模 ケース8	
	(7) 融雪型火山泥流	火砕サージによる積雪範囲からの融雪量をキネマティックウェブ法で評価後、二次元氾濫シミュレーション	小規模火砕流影響範囲 火砕流温度100℃ 積雪深330cm(標高950m) ケース4	中規模火砕流影響範囲 火砕流温度800℃ 積雪深330cm(標高950m) ケース7	大規模火砕流影響範囲 火砕流温度800℃ 積雪深330cm(標高950m) ケース9	

融雪範囲反映

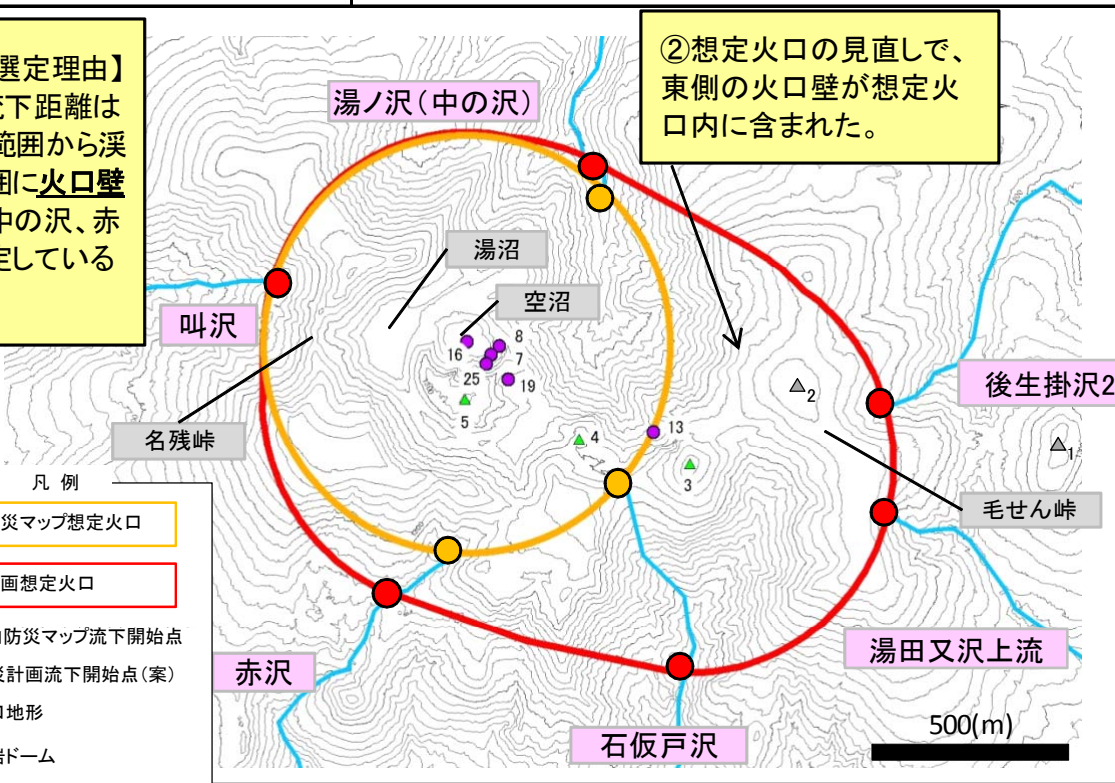
3.影響範囲と被害の把握

火砕流・溶岩流の対象溪流 <H14火山防災マップからの変更点>

	火山噴火緊急減災対策砂防計画(案)	火山防災マップ(平成14年版)	火山防災マップからの変更理由
対象溪流	6溪流	3溪流	・想定火口の見直しに伴う変更。新しい想定火口範囲で火砕流・溶岩流が流下しやすい谷地形を選定した。

①【火山防災マップ対象溪流選定理由】
 焼山の溶岩は粘性が大きく流下距離は小さいと考えられ、想定噴火範囲から溪流に流下する範囲は噴火範囲に**火口壁が存在するため3方向のみ**(中の沢、赤沢および石仮戸沢)として想定している(H6報告書)。

②想定火口の見直しで、東側の火口壁が想定火口内に含まれた。



想定火口
(流下開始地点)

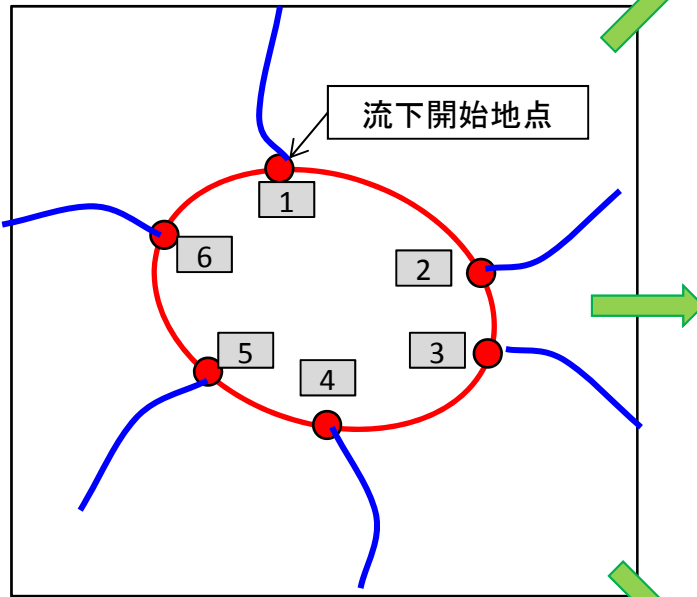
番号	種類	根拠	年代(vBP)	備考
1	溶岩ドーム	文献	33,000	国見台
2	溶岩ドーム	文献	不明	梅森
3	溶岩ドーム	文献	1,900	梅森西溶岩ドーム
4	溶岩ドーム	文献	5,000	鬼ヶ城東溶岩ドーム
5	溶岩ドーム	文献	1,600	鬼ヶ城溶岩ドーム
6	溶岩ドーム	文献	33,000	黒石森
7	火口地形	地形判読・現地	1,600	
8	火口地形	地形判読・現地	1,600	
9	噴気・地熱地帯	現地調査	0	
10	噴気・地熱地帯	現地調査	0	
11	火口地形	地形判読・現地	250,000	
12	火口地形	地形判読・現地	250,000	
13	火口地形	写真・地形判読	1,900	
14	噴気・地熱地帯	現地調査	0	
15	噴気・地熱地帯	現地調査	0	
16	火口地形	地形判読・現地	1,600	
17	噴気・地熱地帯	現地調査	0	
18	火口地形	写真・地形判読	不明	
19	火口地形	地形判読・現地	1,600	
20	火口地形	地形判読	33,000	
21	噴気・地熱地帯	写真・地形判読	0	
22	噴気・地熱地帯	地形判読・現地	5,000~33,000	玉川温泉
23	噴気・地熱地帯	現地調査	0	
24	溶岩ドーム	文献	500,000	
25	火口地形	現地	1,600	

想定火口の見直しに伴い火砕流と溶岩流の計算対象溪流を追加した。

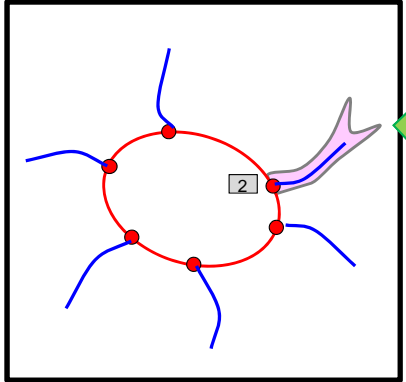
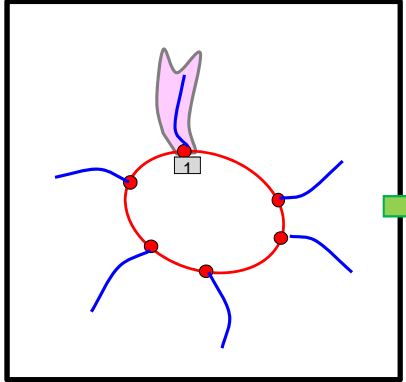
3.影響範囲と被害の把握

影響範囲の作成方法 (火砕流の場合)

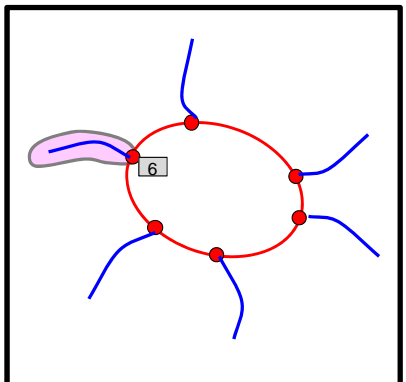
①複数の流下開始地点を想定



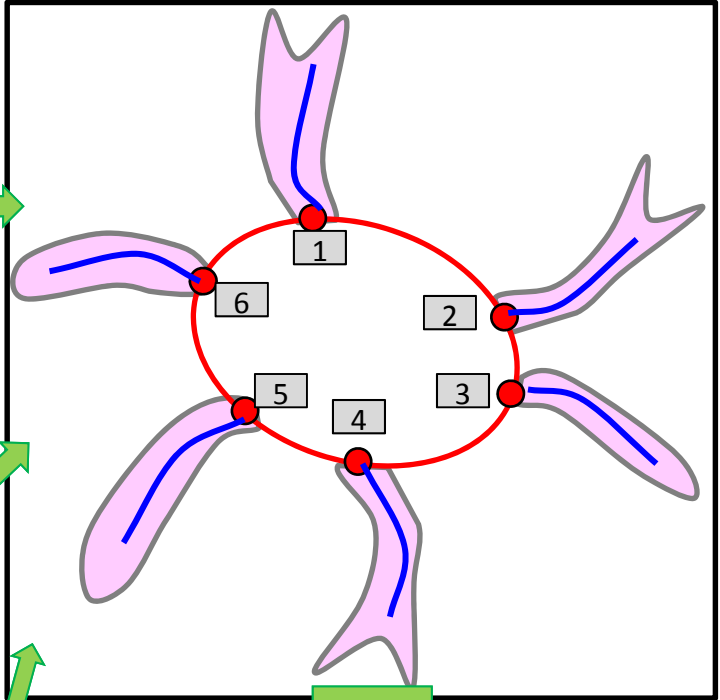
②それぞれの影響範囲を計算



...

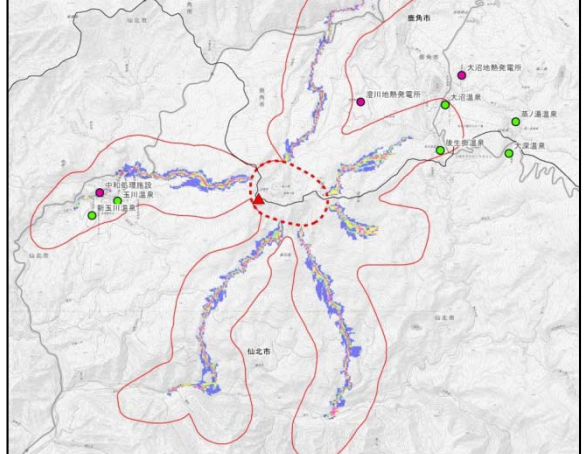


③影響範囲を重ね合わせ



- <対象現象>
- 火砕流
- 融雪型火山泥流
- 降灰後の土石流
- 溶岩流

④影響範囲予測図 (火砕流)

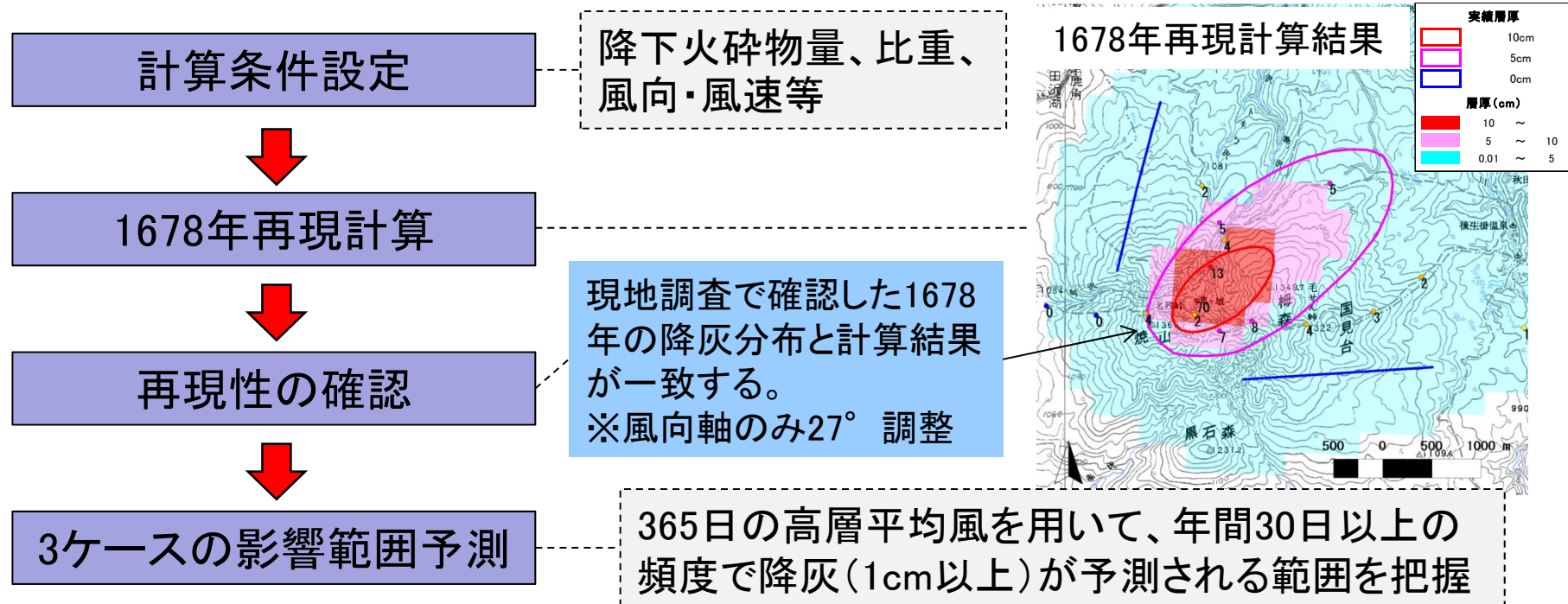


3.影響範囲と被害の把握

(2) 降灰

◆計算モデル: 移流拡散モデル(Tephra2)

※火山防災マップ: ジェットモデル(簡易モデル)



- 降灰による影響範囲は、火山防災マップ作成指針(内閣府他2013)で推奨されているモデルに変更した。
- 過去の降灰について、再現計算を実施し、採用モデルと計算条件で再現性を確認し、影響範囲を想定した。

3.影響範囲と被害の把握

(2)降灰 <影響範囲の考え方>

①2015年に観測された毎日9時の風向・風速データを計算条件として365通り(1年分)の降灰の影響範囲を数値解析

2015年の風向は30年平均とほぼ同一

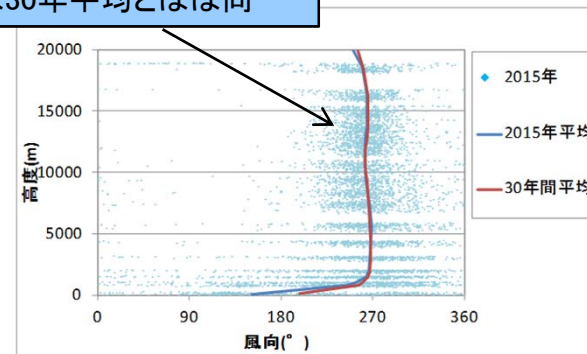
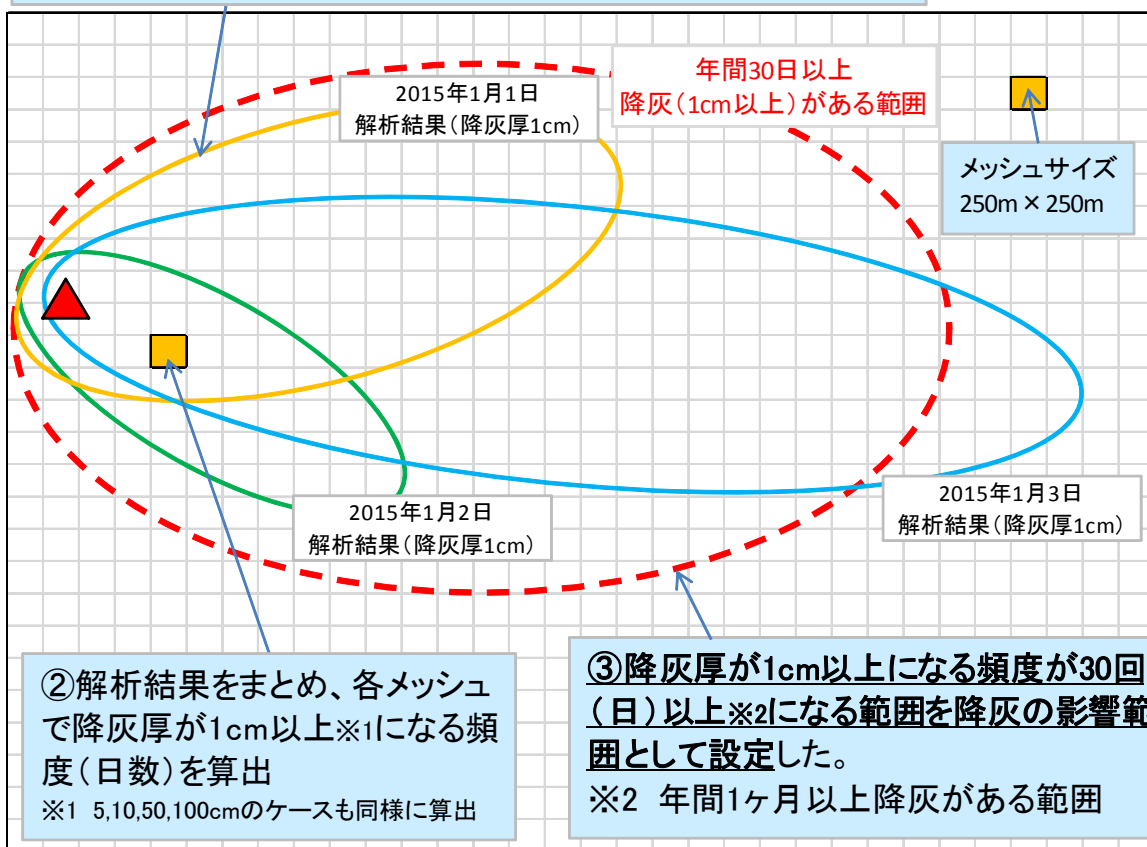


図1 2015年の風向と30年平均の比較 (秋田観測所)

2015年の風速は平均よりも9.4%強い(11,900m)

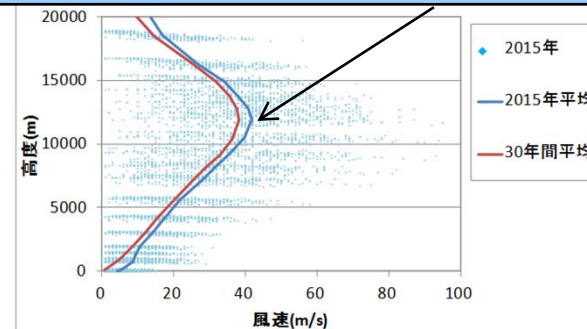
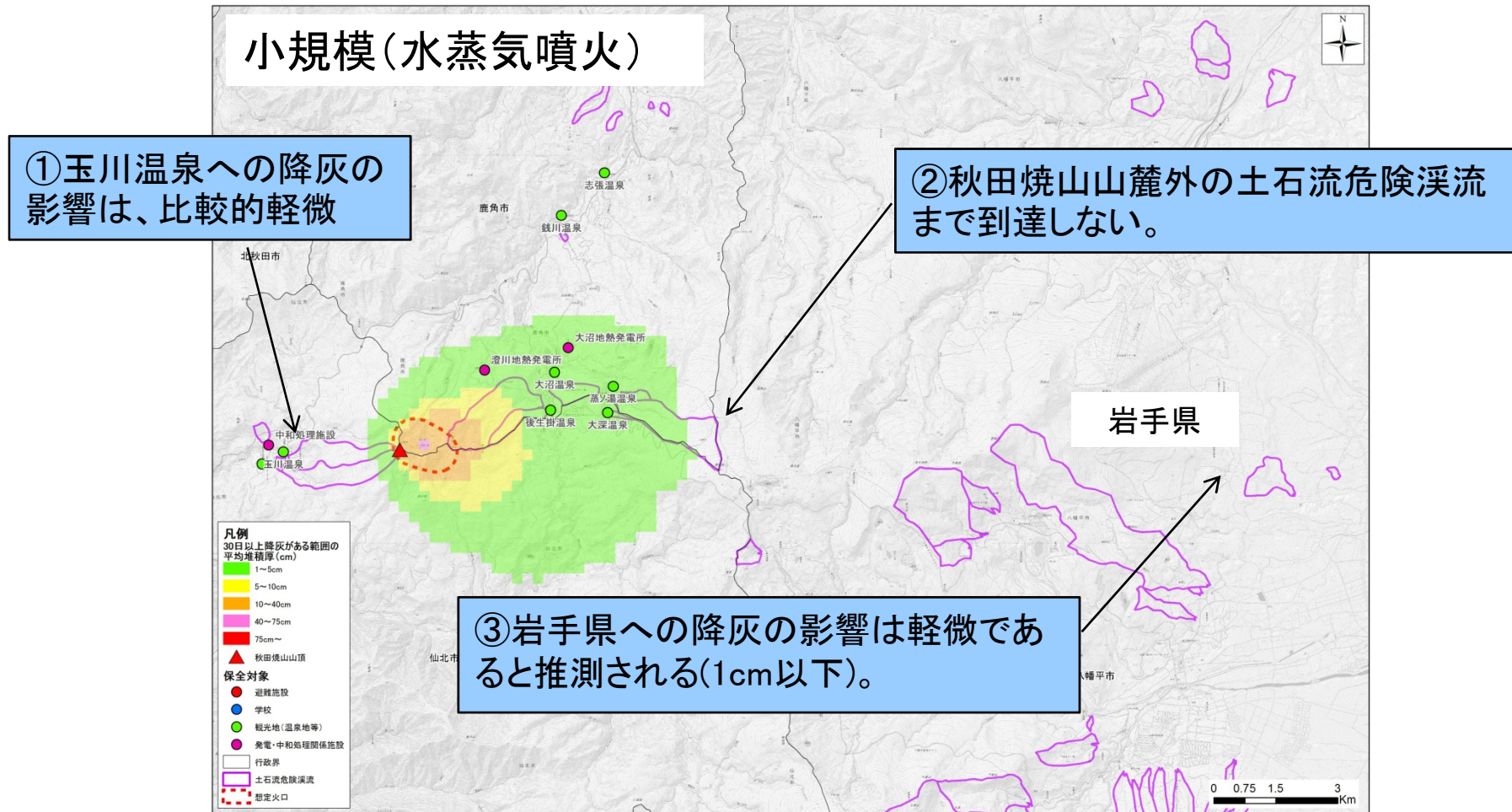


図2 2015年の風速と30年平均の比較 (秋田観測所)

- 一般的に用いられる年平均風(風向・風速)を採用した場合、最多頻度である西風の影響を強く受けやすい結果となることから、確率評価に基づいた判定方法を新たに導入した。

3.影響範囲と被害の把握

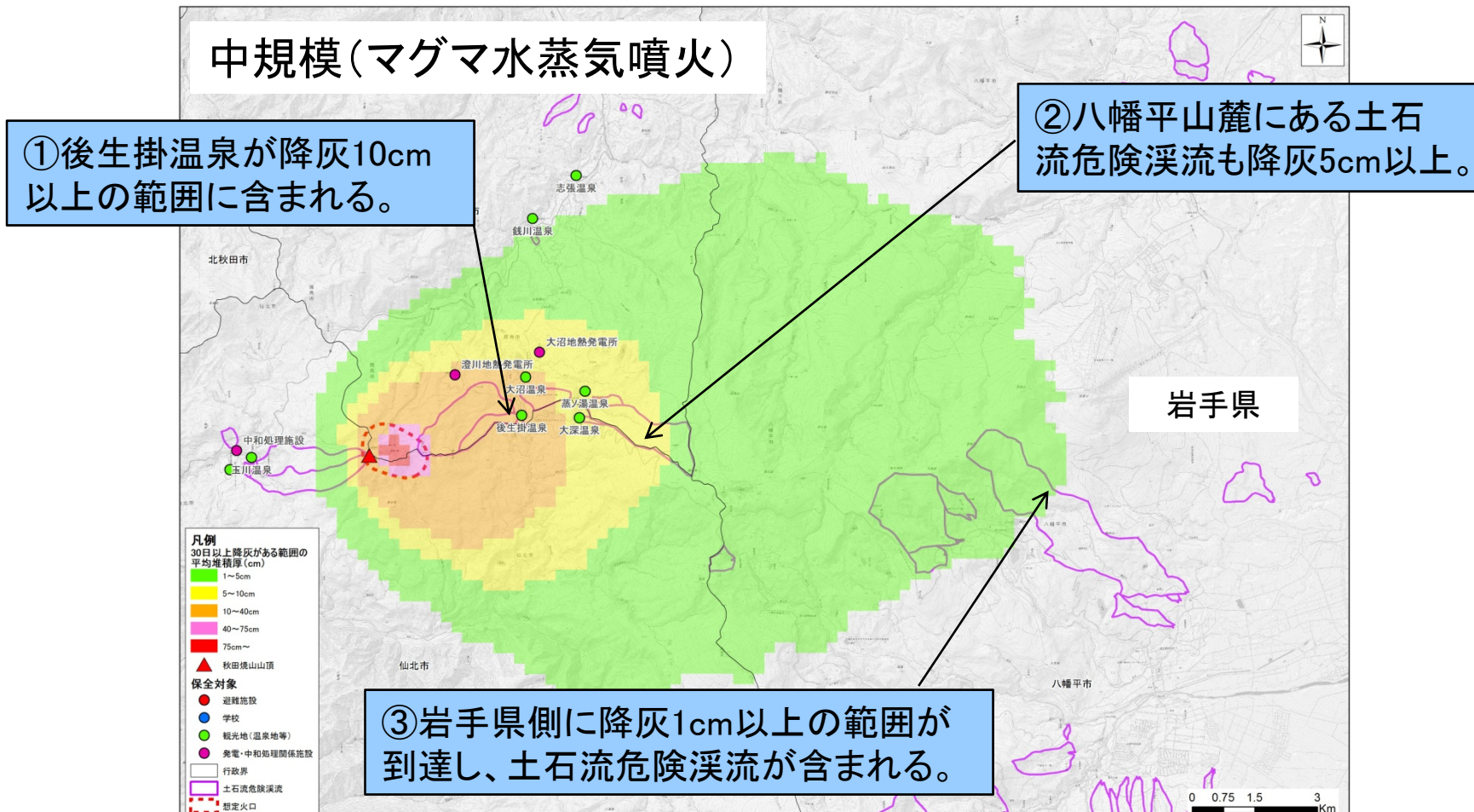
(2)降灰 <計算結果>平均降灰厚(年間30日以上の頻度で降灰が予測される範囲)



- 小規模噴火で約7km東に到達。影響方向は偏りがある。
- 山麓の土石流危険溪流のみ平均層厚が1cm以上になる。

3.影響範囲と被害の把握

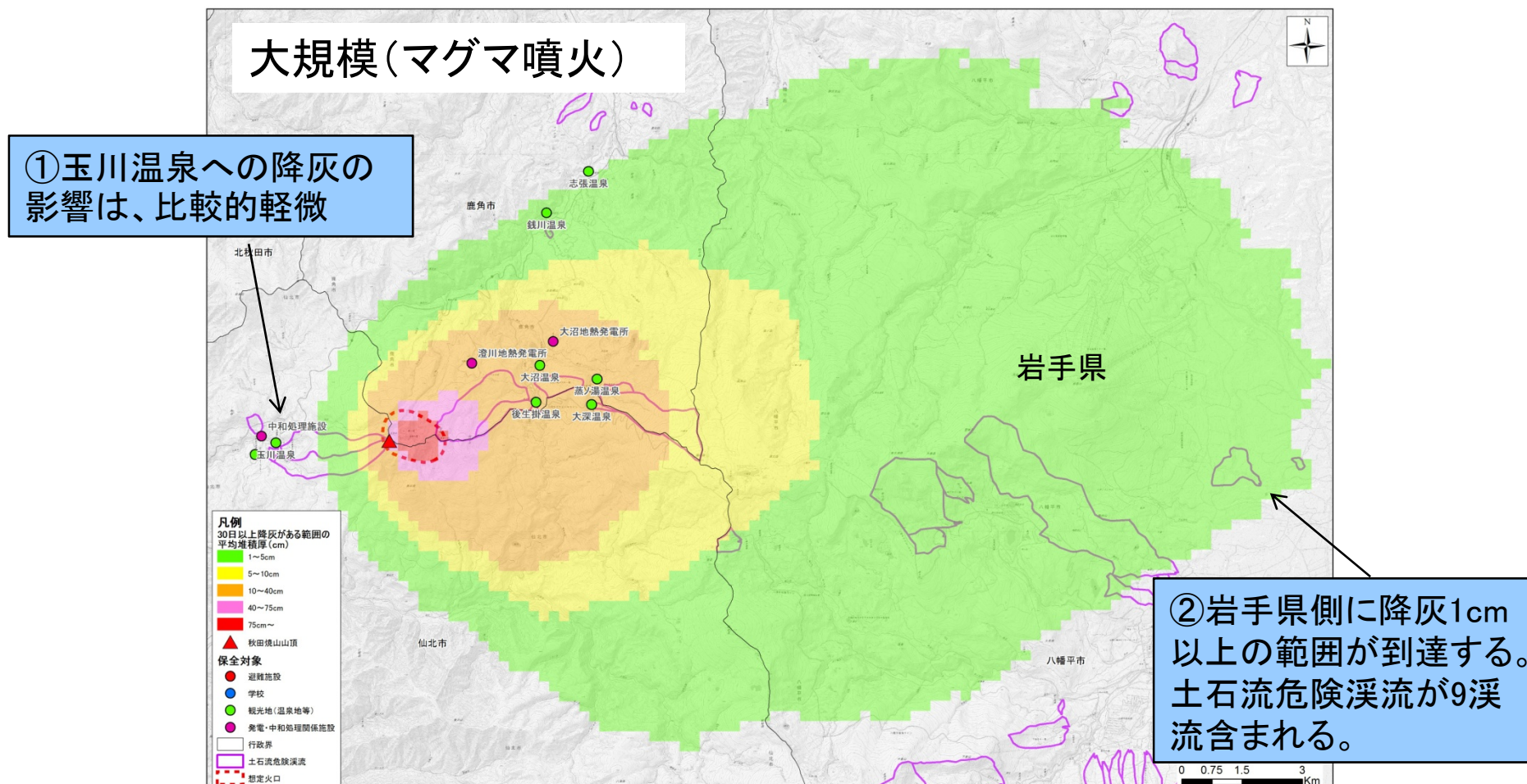
(2)降灰 <計算結果>平均降灰厚(年間30日以上)の頻度で降灰が予測される範囲)



- 中規模噴火で約16km東に到達する。
- 岩手県にも降灰1cm以上の範囲が到達する。影響範囲に5箇所以上の土石流危険溪流が含まれる。

3.影響範囲と被害の把握

(2)降灰 <計算結果>平均降灰厚(年間30日以上頻度で降灰が予測される範囲)



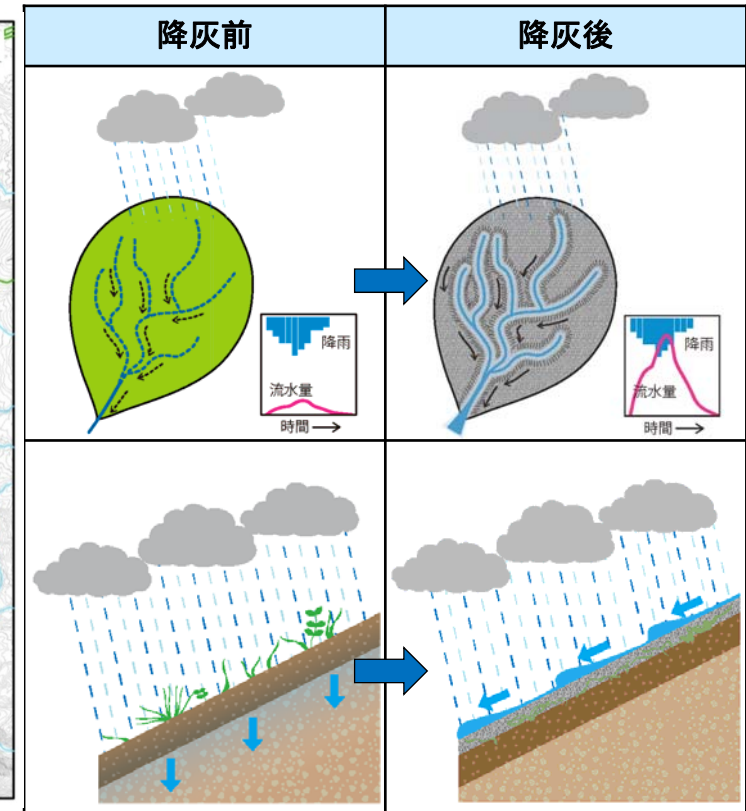
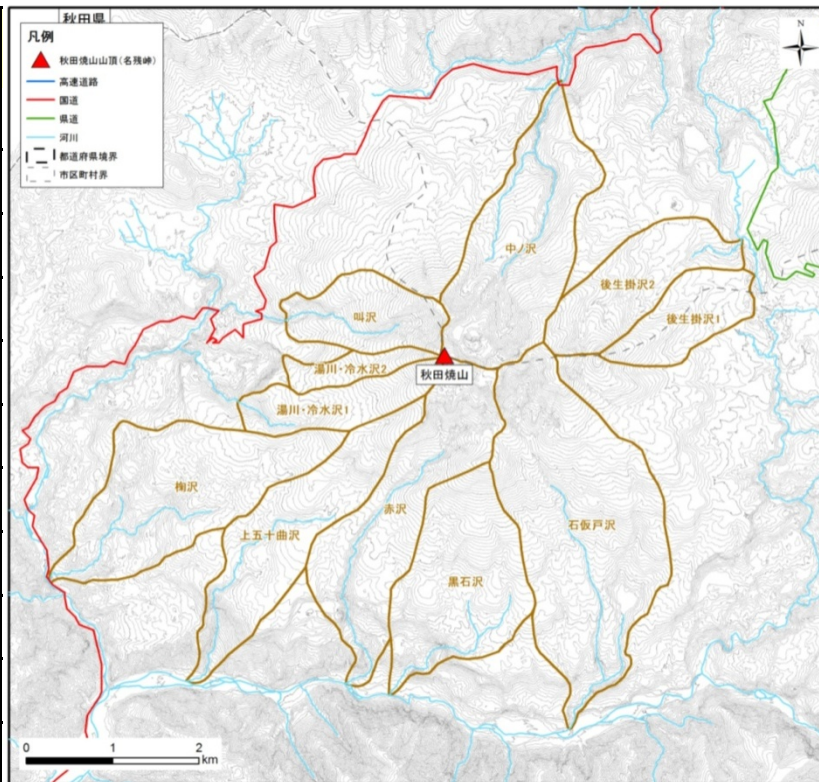
- 大規模噴火時の降灰は、約23km東まで到達する。
- 岩手県側の降灰範囲がさらに広がる。影響範囲に9箇所の土石流危険渓流が含まれる。

3.影響範囲と被害の把握

(3)降灰後の土石流＜対象溪流＞

- ・火山灰等の火山噴出物が堆積した溪流においては、浸透能が低下し、弱い降雨でも土石流が発生しやすくなる。

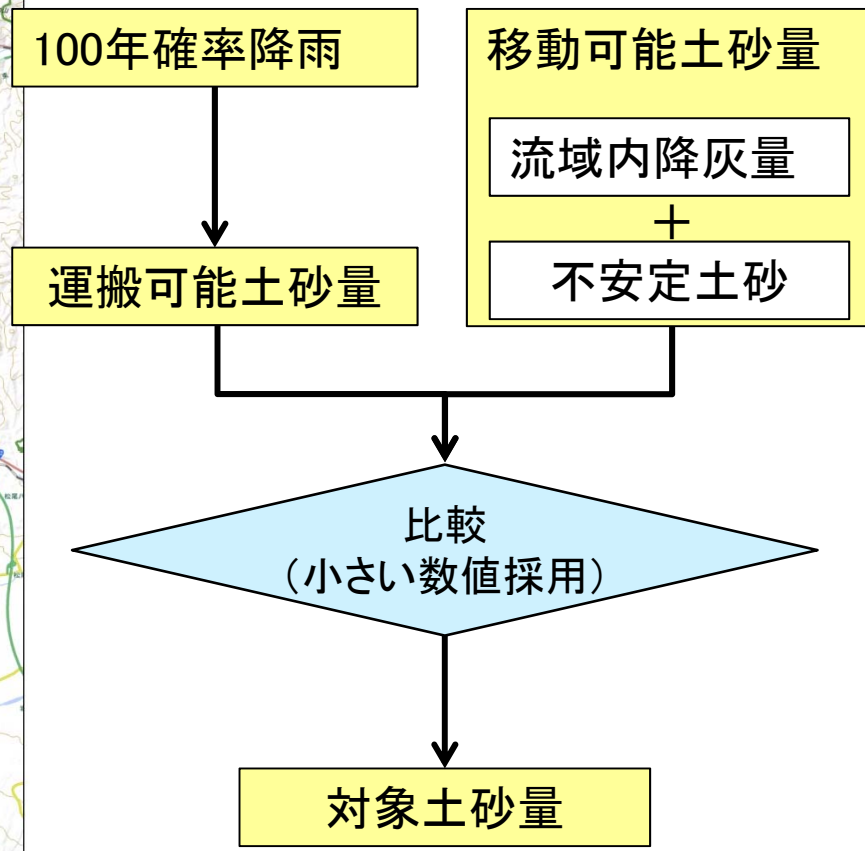
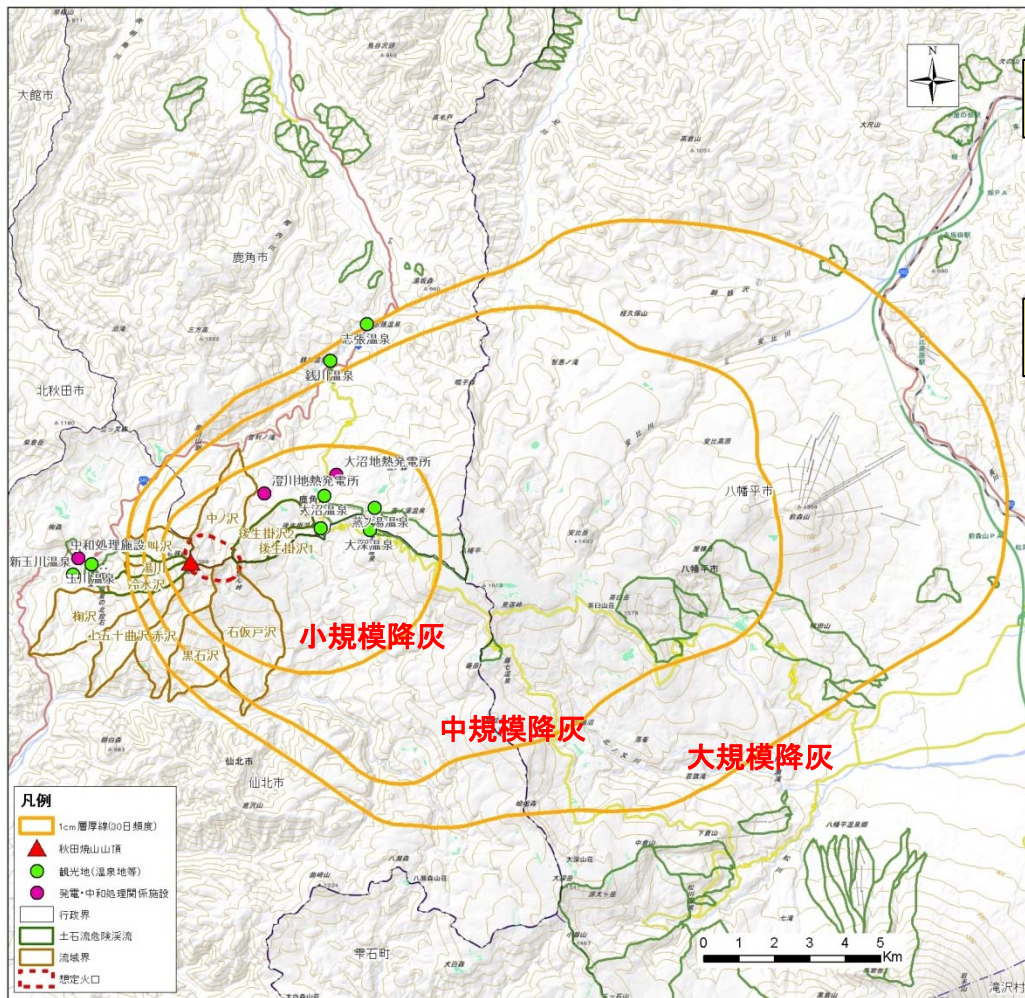
流域名	流域面積 (km ²)
石仮戸沢	5.32
黒石沢	2.80
赤沢	3.10
上五十曲沢	2.55
栲沢	3.31
湯川・冷水沢1	1.11
湯川・冷水沢2	0.47
叫沢	1.30
中ノ沢	3.25
後生掛沢1	1.14
後生掛沢2	1.72



- 流域の源頭部に1cm以上の降灰深が想定される溪流を対象。
- 降雨条件は、100年確率規模降雨とした。降雨条件については、現実的な条件も合わせて今後検討していく必要がある。

3.影響範囲と被害の把握

(3)降灰後の土石流<対象溪流と計算条件>



「土石流対策技術指針(案)」に従い、運搬可能土砂量と、移動可能土砂量の比較から小さい方を、対象量として設定した。

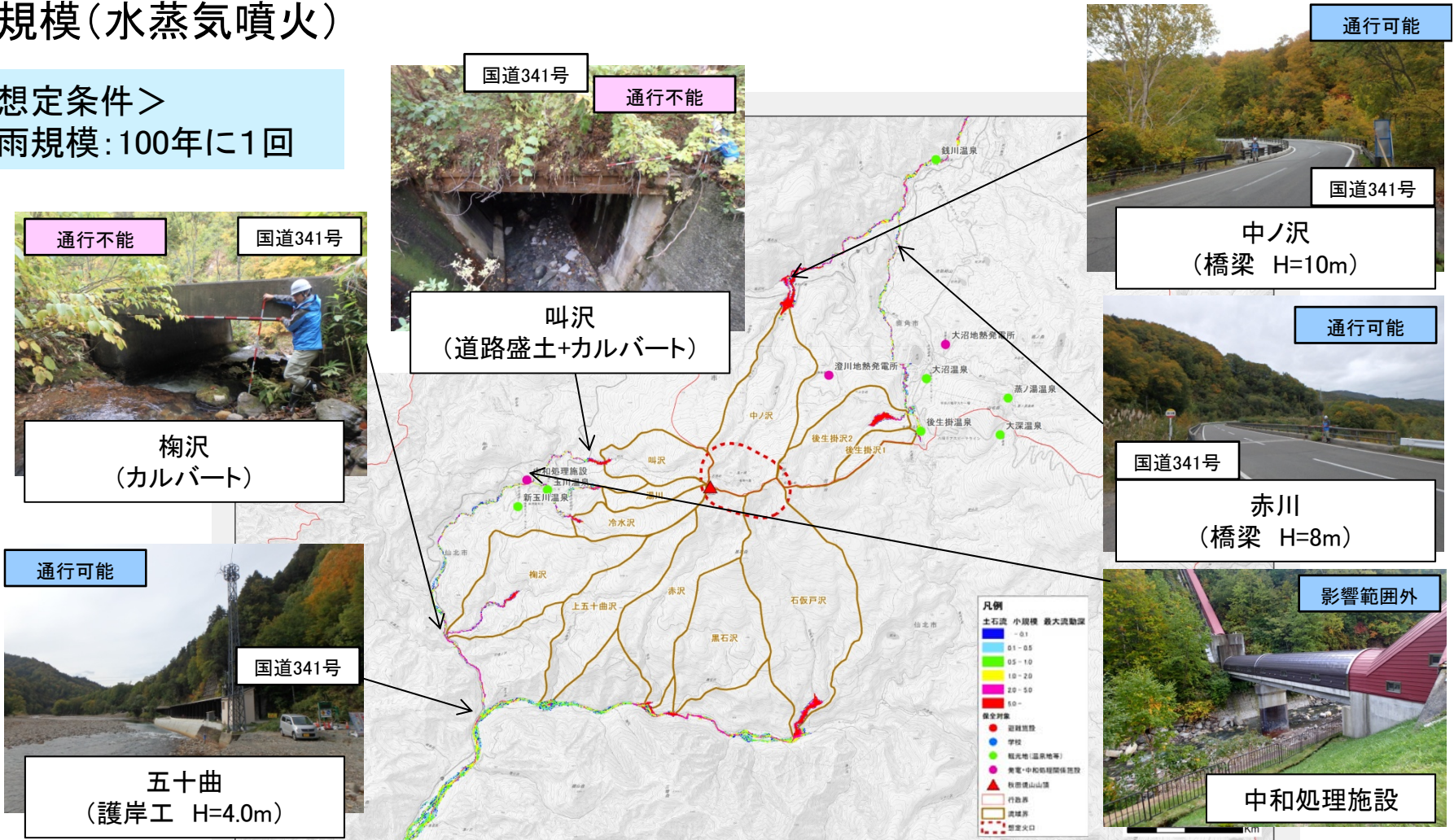
3.影響範囲と被害の把握

(3)降灰後の土石流<計算結果>

小規模(水蒸気噴火)

<想定条件>

降雨規模:100年に1回



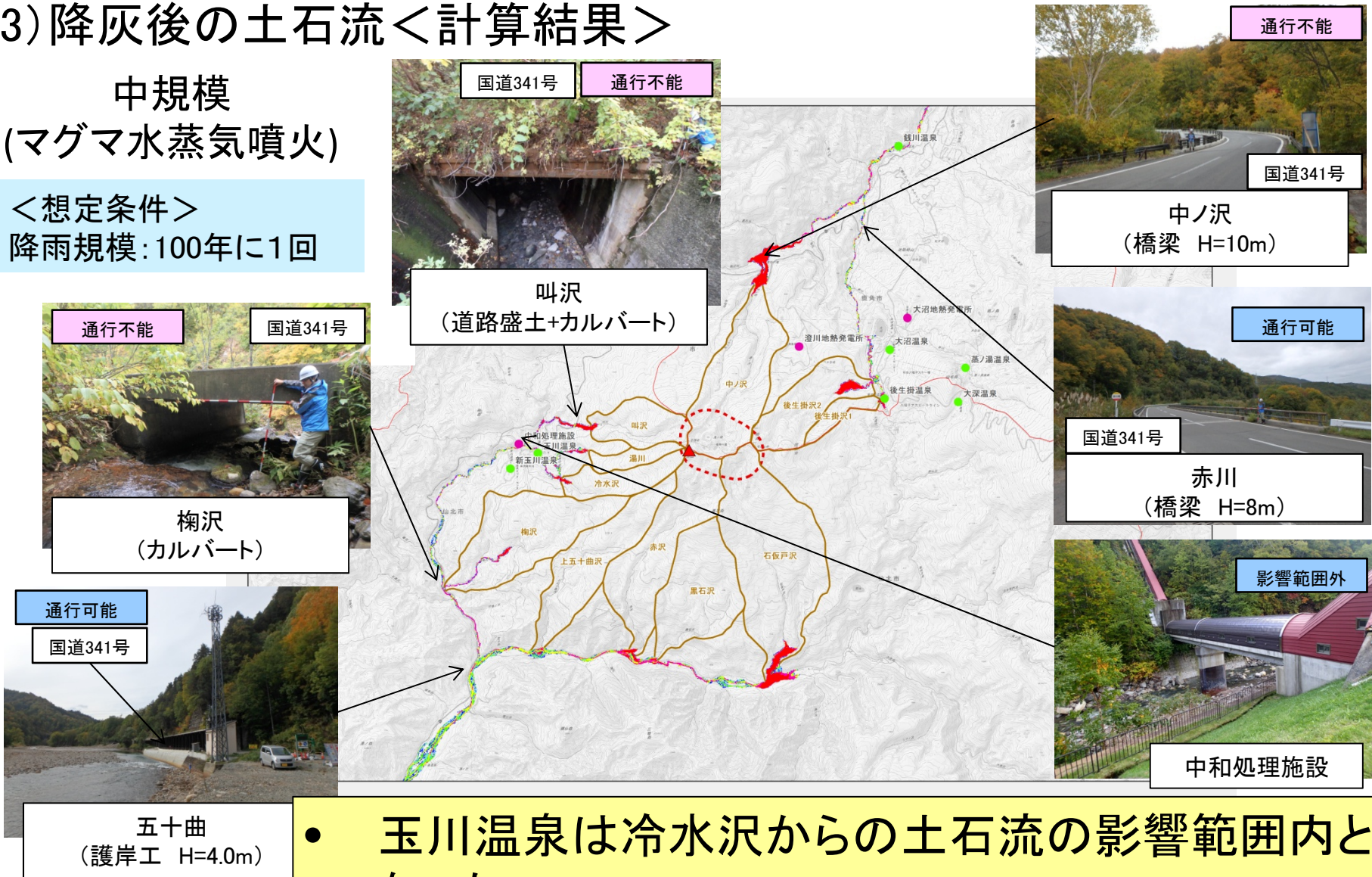
- 玉川温泉は冷水沢からの土石流の影響範囲内となった。
- 国道341号は、叫沢、榎沢で通行不能。

3.影響範囲と被害の把握

(3)降灰後の土石流<計算結果>

中規模
(マグマ水蒸気噴火)

<想定条件>
降雨規模:100年に1回



- 玉川温泉は冷水沢からの土石流の影響範囲内となった。
- 国道341号は、中ノ沢、叫沢、榑沢で通行不能。

3.影響範囲と被害の把握

(3)降灰後の土石流<計算結果>

大規模 (マグマ噴火)

<想定条件>
降雨規模:100年に1回



- 玉川温泉、後生掛温泉、中和処理施設が影響範囲に入る。
- 国道341号は、中ノ沢、叫沢、榎沢、五十曲の通行が不能となる。

3.影響範囲と被害の把握

(4)火砕流<秋田焼山の特徴などを考慮した発生形態>

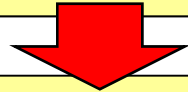
【近年の火砕流災害】

① 御嶽山など水蒸気噴火時の“低温”火砕流の影響が不明

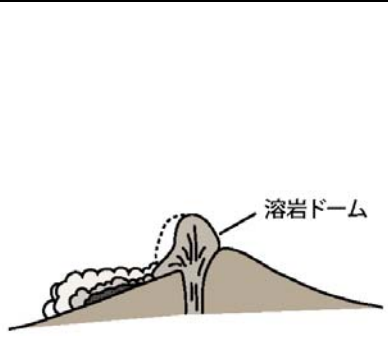


【秋田焼山の特徴】

① 秋田焼山では1万年以内に大規模な火砕流を起こした履歴が認められない。

② 西暦500年の噴火では、鬼ヶ城溶岩ドームを形成



- 水蒸気噴火の影響範囲をエネルギーコーンモデルで検証した
- マグマが関連する火砕流の想定は、火山防災マップと同様に**メラピ型**で発生するものとし、数値解析で算出した。

	①メラピ型	②プレー型	③スフリエール型
模式図			
発生形態	溶岩ドームや厚い溶岩の先端部などが崩壊して発生するもの	成長しつつある溶岩ドームの一部が破壊されて側方に射出されるもの	火口から火山灰などが上方に放出され、その一部が落下して斜面を流下するもの

参考資料: Macdonald(1972)

3.影響範囲と被害の把握

(4)火砕流 <水蒸気噴火時の火砕流影響範囲>

2014年に御嶽山で発生した火砕流と同等の規模が発生した場合の影響範囲をエネルギーコーンモデルで把握した。

<エネルギーコーンモデル>

- 二次元のエネルギーラインを用いた簡易的なシミュレーション方法。エネルギーラインと地形で影響範囲を想定している。
- 各火山の緊急減災対策検討時の火砕流の到達範囲の推定に利用されている。

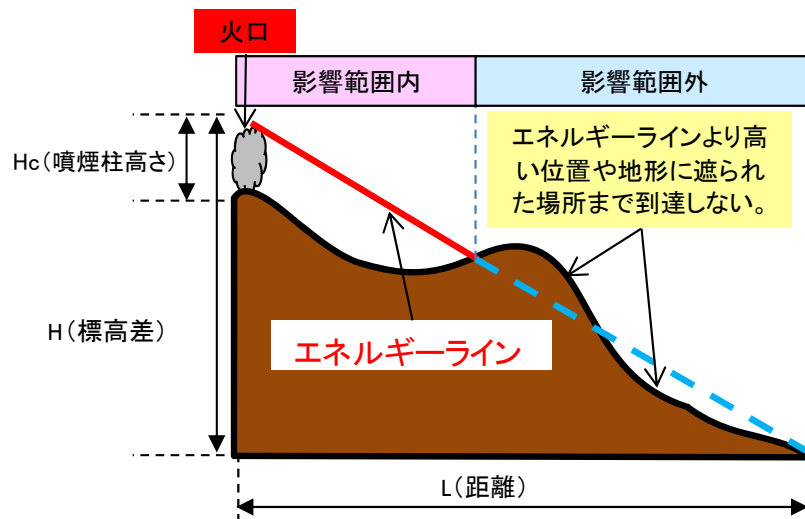
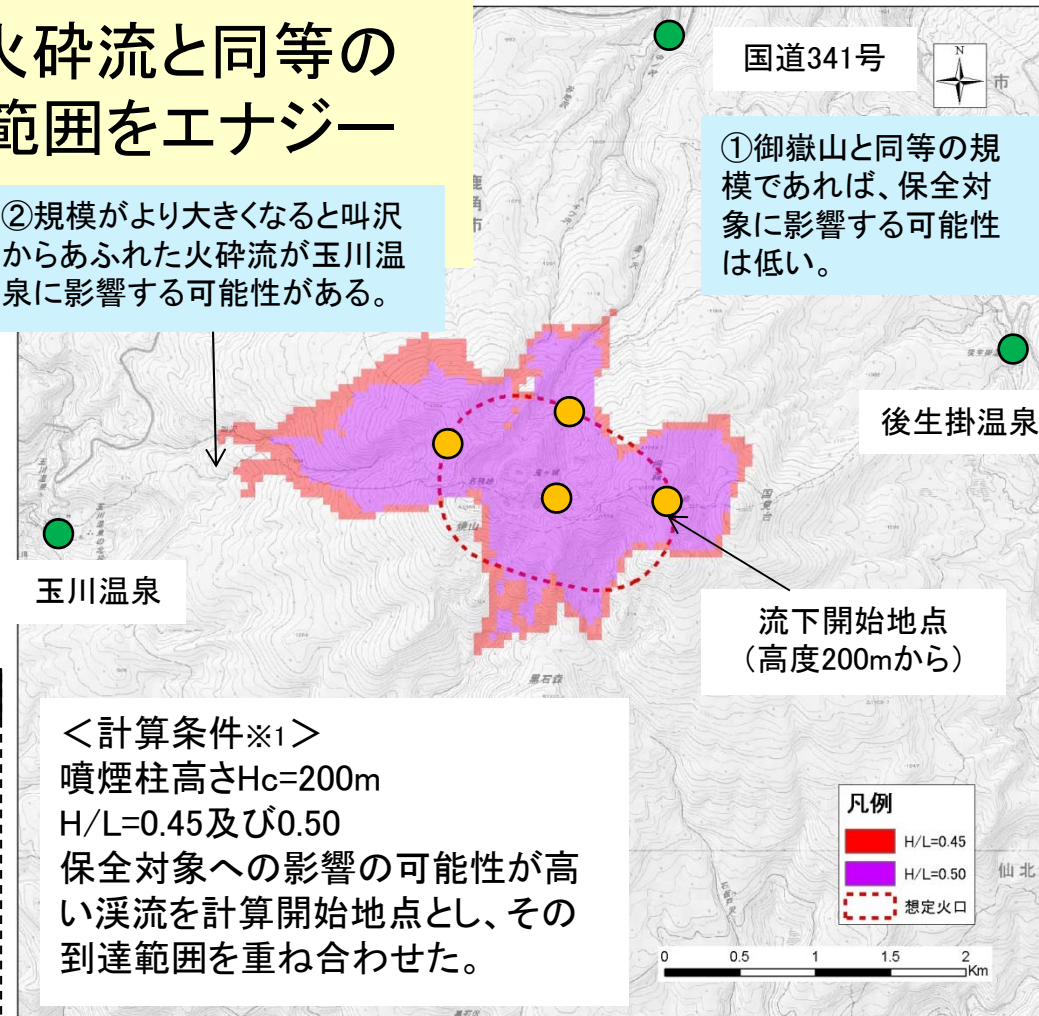


図 エネルギーコーンモデルの概念

②規模がより大きくなると叫沢からあふれた火砕流が玉川温泉に影響する可能性がある。

①御嶽山と同等の規模であれば、保全対象に影響する可能性は低い。



<計算条件※1>

噴煙柱高さ $H_c=200\text{m}$

$H/L=0.45$ 及び 0.50

保全対象への影響の可能性が高い溪流を計算開始地点とし、その到達範囲を重ね合わせた。

※1 計算条件数値出典:「御嶽火山2014年9月27日噴火で発生した火砕流」山元,地質調査研究報告,第65巻,第9/10号,p.117-127,2014

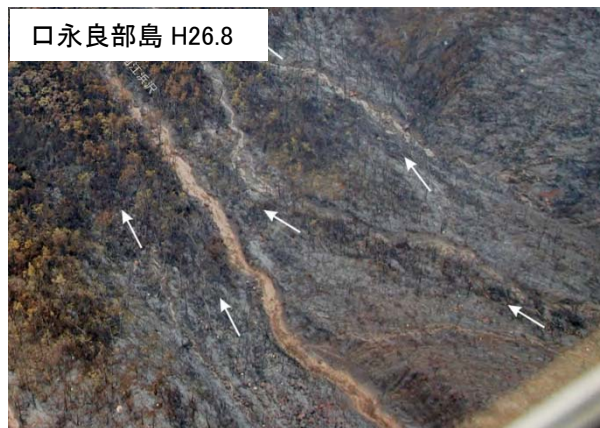
3.影響範囲と被害の把握

(4)火砕流 <近年発生した火砕流と計算条件>

	火山名	発生時期	到達距離	温度(推定)
火砕流	雲仙普賢岳	平成3年6月	最大6km	数100°C
“低温” 火砕流	口之永良部島	平成26年8月	最大2km (海上到達)	400°C以下
		平成27年5月		100~400°C
	御嶽山	平成26年9月	3km程度	100°C程度



※出典 「雲仙岳噴火による土石流・火砕流 速報」
建設省砂防課



※出典 産業技術総合研究所HP



※出典 第130回火山噴火予知連絡会資料

秋田焼山においてメラピ型火砕流の痕跡がないため、火山防災マップと同様に雲仙普賢岳の検証条件を基本に火砕流の影響範囲を想定した。

3.影響範囲と被害の把握

(4)火砕流<計算結果>

中規模(マグマ水蒸気噴火)

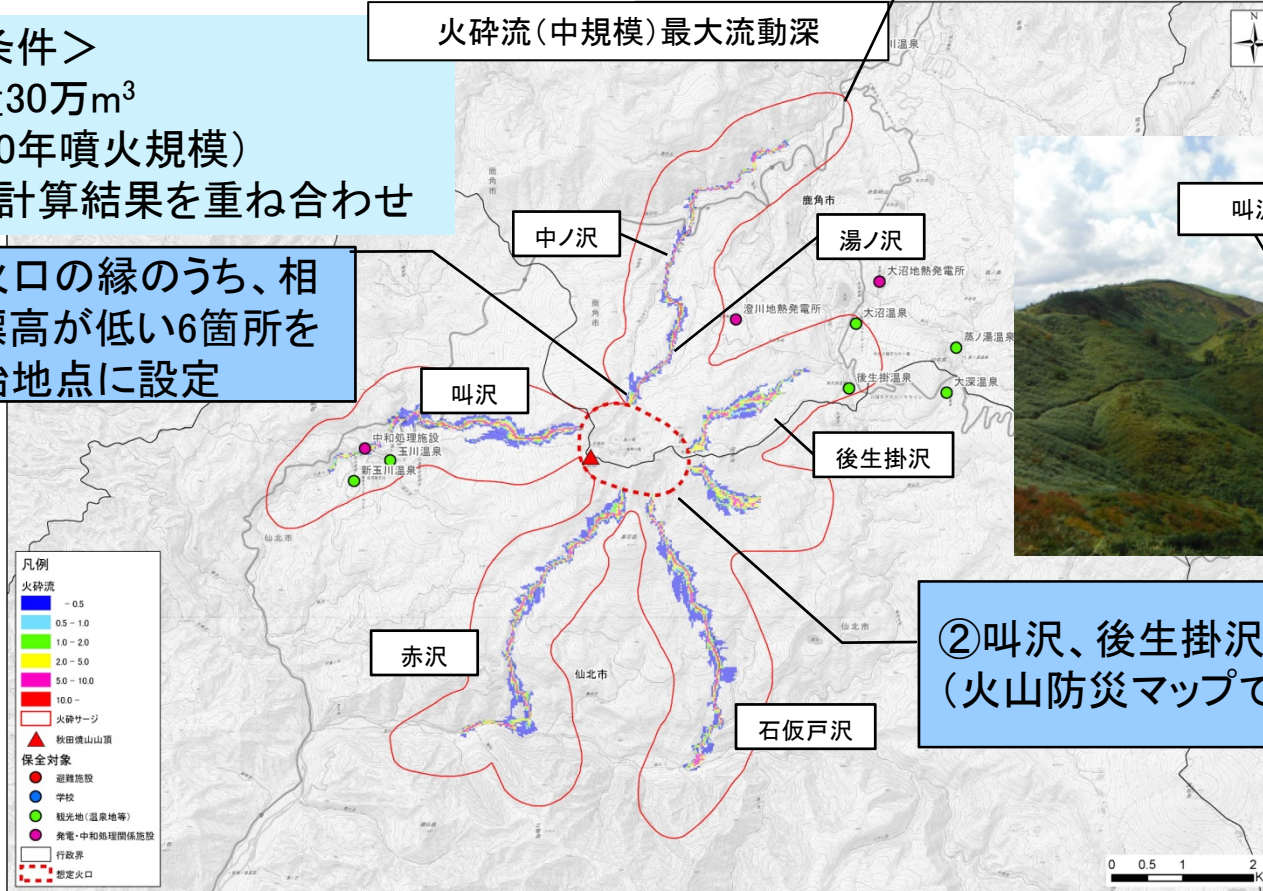
<想定条件>

マグマ量30万m³

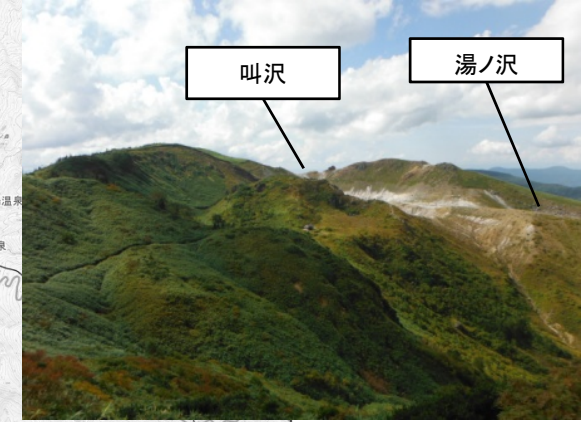
(西暦500年噴火規模)

6溪流の計算結果を重ね合わせ

①想定火口の縁のうち、相対的に標高が低い6箇所を流下開始地点に設定



③火砕サージの範囲は、火山防災マップ作成指針(2013)に基づき設定(地形を考慮)



②叫沢、後生掛沢への流下を追加(火山防災マップでは想定無し)

- 火砕流サージ部は、火砕流縁辺部から側方0.5km、進行方向1.0kmに設定した。
- 玉川温泉、後生掛温泉、中和処理施設が影響範囲に含まれる。

3.影響範囲と被害の把握

(4) 火砕流＜計算結果＞ 大規模(マグマ噴火)

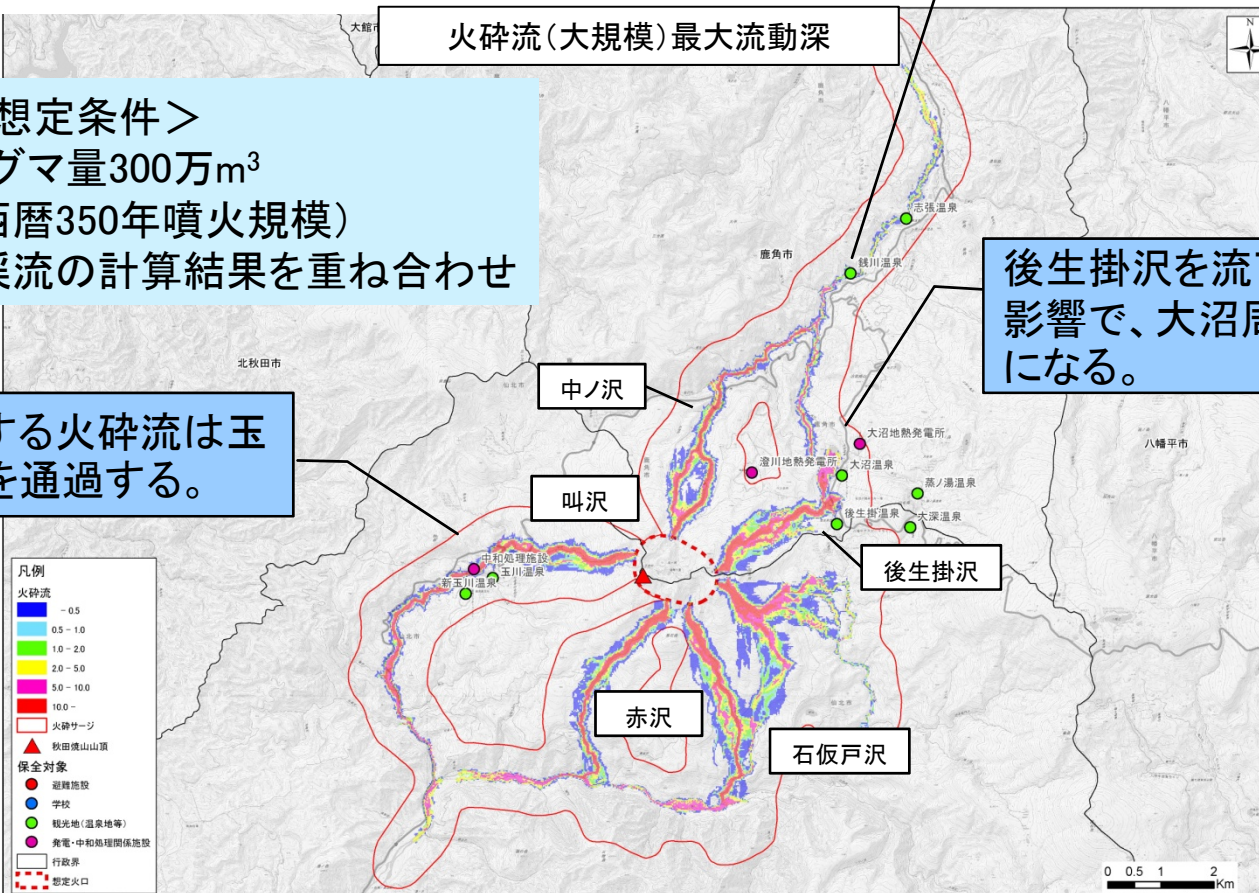
＜想定条件＞
マグマ量300万m³
(西暦350年噴火規模)
6溪流の計算結果を重ね合わせ

叫沢を流下する火砕流は玉川温泉周辺を通過する。

火砕流(大規模)最大流動深

銭川温泉、志張温泉も影響範囲に含まれる。

後生掛沢を流下する火砕流の影響で、大沼周辺も影響範囲になる。

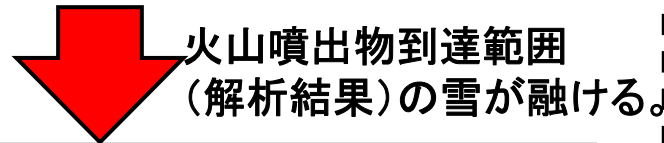


- 最大流下距離は、火口から中規模噴火で5km、大規模噴火で10km程度である。
- 大規模噴火時は、秋田焼山山麓のほぼ全域が影響範囲となる。

3.影響範囲と被害の把握

(5)融雪型火山泥流＜対象量の算定＞
火砕流で融けた雪が泥流化し流下する現象を想定し、対象規模を設定した。

噴火による火山噴出物範囲設定(火砕流)
秋田焼山の噴火により高温の火山噴出物が放出



融雪水量の算出
下記水量のいずれか小さい値

融雪可能水量
火山噴出物で融かすことができる水量

積雪水量
火山噴出物範囲(想定融雪範囲内)に存在する水量

融雪型火山泥流の対象量

融雪可能水量

融雪可能水量は、火砕物の温度・噴出物等により下式で求める

$$W_o = \frac{(T_s - T_m) \cdot C_s}{(1 - C_m) q_m} V_t$$

W_o : 融雪可能水量(m^3)

V_t : 供給土砂量(噴石量のうち真の土砂量)(m^3)

T_s : 供給土砂の温度($^{\circ}C$)

T_m : 融雪水の温度(= $0^{\circ}C$ とする)

C_s : 土砂の比熱(= $0.53cal/g \cdot K$)

C_m : 積雪中の水の割合(含水率)(= 0)

q_m : 雪の融解熱(= $80cal/g$)

火砕物の温度(T_s)

・水蒸気爆発: $100^{\circ}C$

・2014年御嶽山噴火事例より ※1

・マグマ噴火: $800^{\circ}C$

・安山岩質マグマの温度を参考に想定

※1 出典:「御嶽火山2014年9月27日噴火で発生した火砕流」山元,地質調査研究報告,第65巻,第9/10号,p.117-127,2014

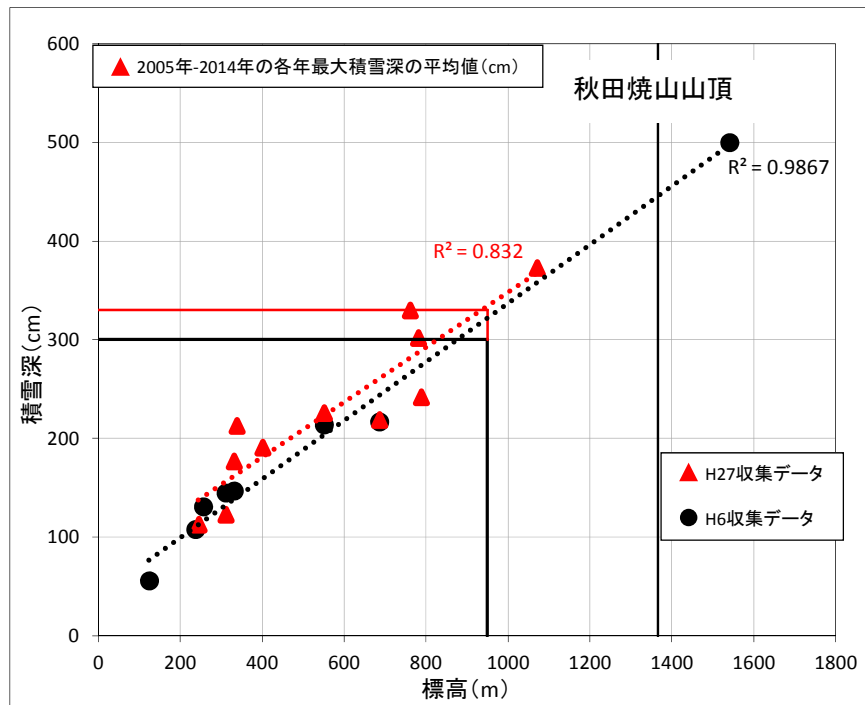
3.影響範囲と被害の把握

(5)融雪型火山泥流<積雪水量の設定>

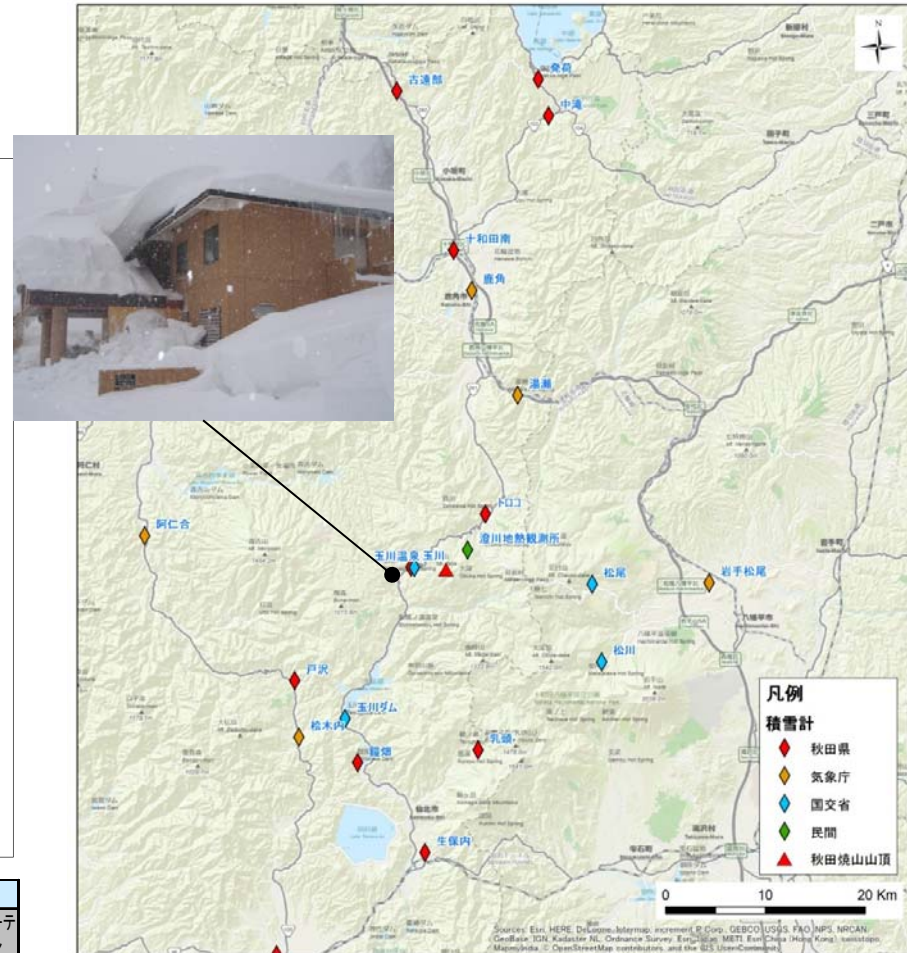
積雪水量=積雪深×対象面積×積雪密度

《積雪深の設定》

秋田焼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



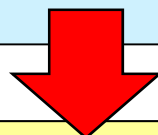
気象観測所	年最深値														
	鹿角	湯瀬	榎木内	古遠都	鏡畑	トロコ	発荷	玉川	乳頭	生保内	戸沢	澁川地熱発電所	玉川温泉	玉川ダム	アスピーテライン
標高(m)	123	236	255	310	330	550	685	760	787	244	337	1070	780	400	1540
統計期間	2005年-2014年														
資料年数	10														
平均値	-	-	-	123	177	226	219	330	242	113	213	373	302	191	



3.影響範囲と被害の把握

(5)融雪型火山泥流<積雪密度の設定>

澄川発電所(標高1,070m)で積雪が想定規模の300cm以上になるのは、1月上旬から2月上旬にかけてであるため、ある程度しまった積雪(しまり雪)であると想定



しまり雪の積雪密度は、 $0.25 \sim 0.50 \text{g/cm}^3$ と幅があるが、東北地方の火山の設定値を参考に以下の数値で設定した。

積雪密度 0.35g/cm^3 ※1

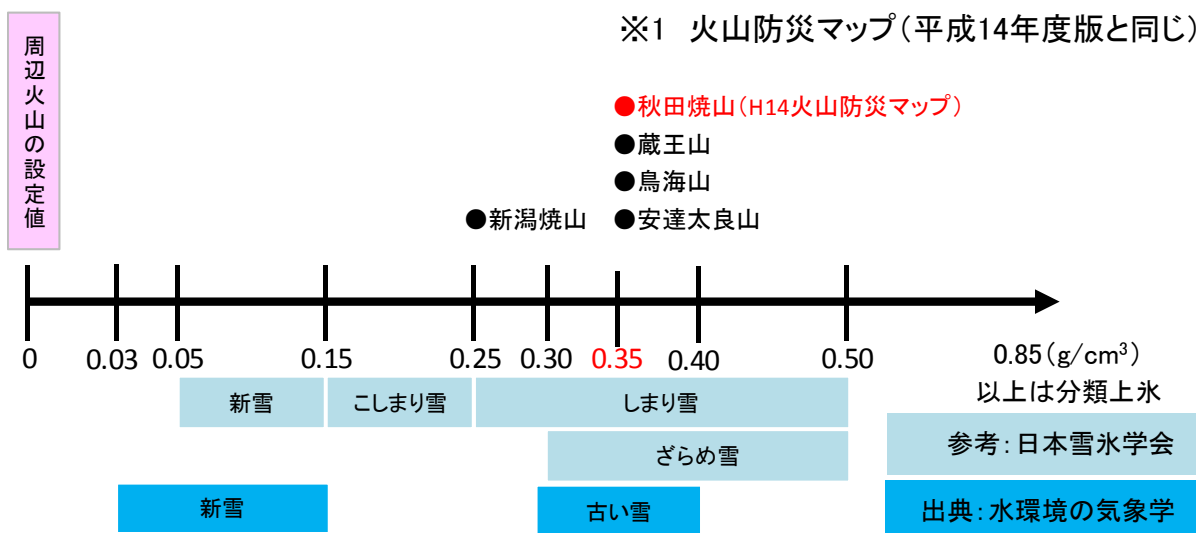


図 他火山における積雪密度の設定値

3.影響範囲と被害の把握

(5)融雪型火山泥流<計算結果> 水蒸気噴火(小規模)

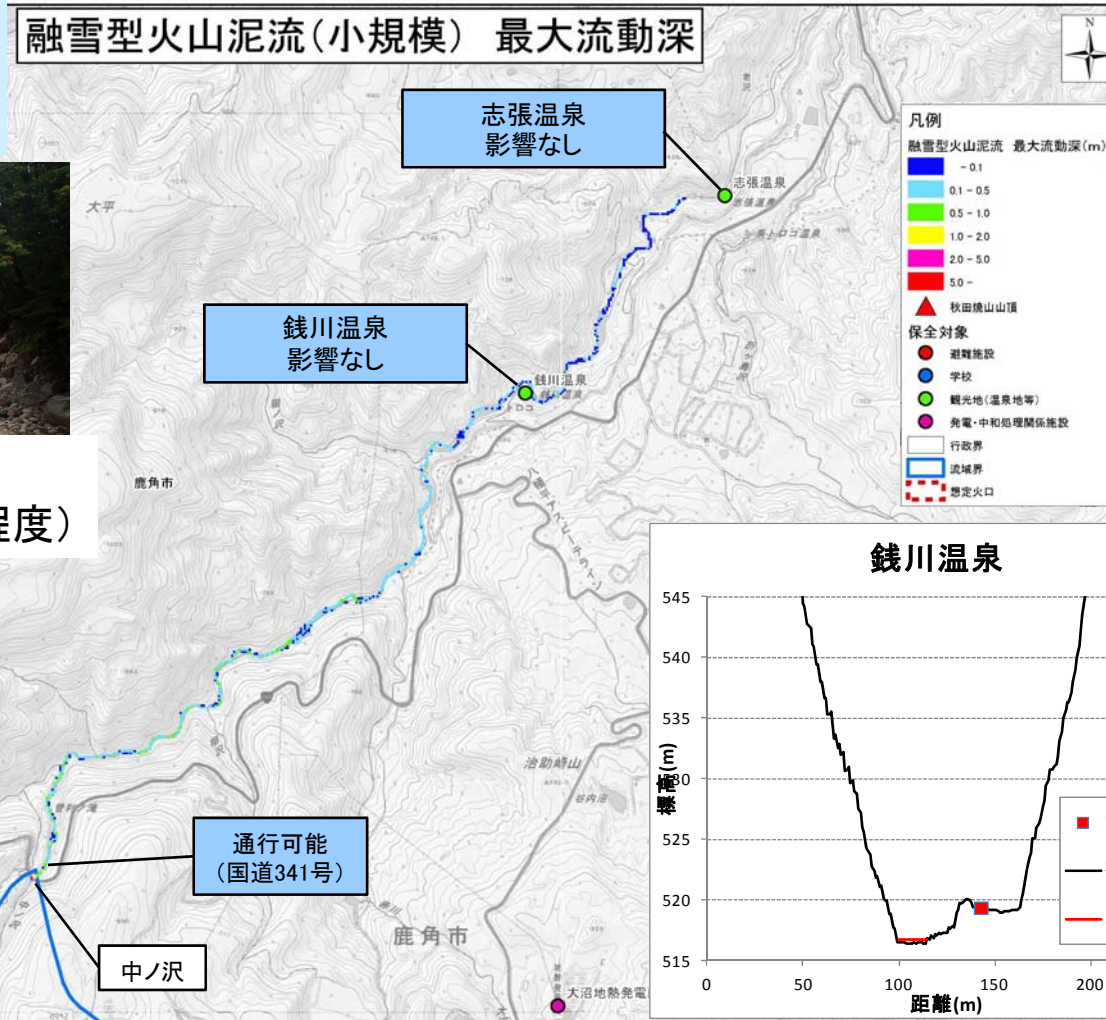
<想定条件>
小規模火砕流 100℃
積雪深330cm(標高950m)



志張温泉
(河床との高低差は2m程度)



銭川温泉
(河床との高低差は2m程度)



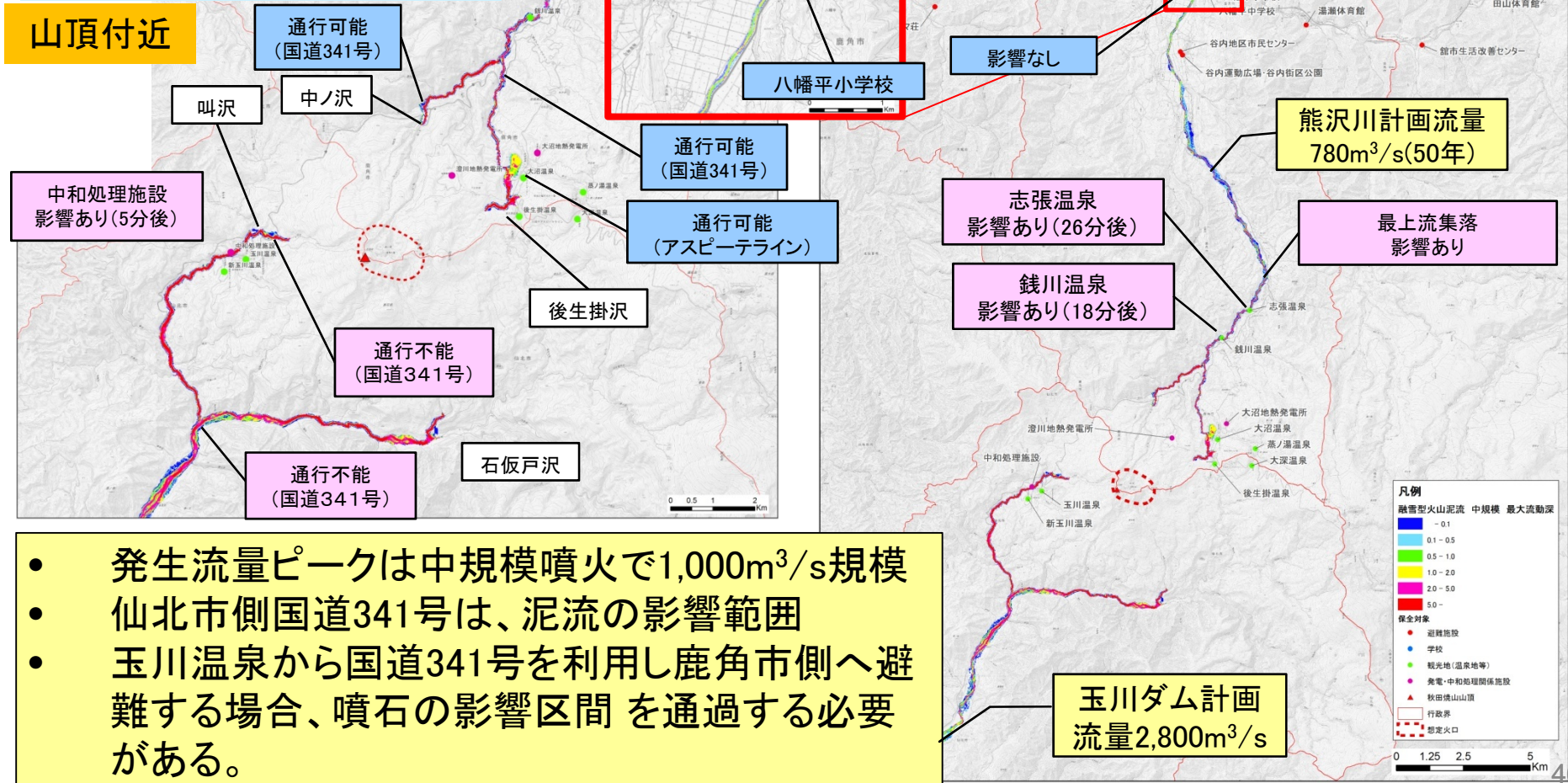
- 発生流量ピークは200m³/s規模、銭川温泉を含め影響なし。

3.影響範囲と被害の把握

(5)融雪型火山泥流<計算結果>

マグマ水蒸気噴火(中規模)

<想定条件>
 中規模火砕流 800℃
 積雪深330cm(標高950m)
 6溪流の計算結果を重ね合わせ



- 発生流量ピークは中規模噴火で1,000m³/s規模
- 仙北市側国道341号は、泥流の影響範囲
- 玉川温泉から国道341号を利用し鹿角市側へ避難する場合、噴石の影響区間を通過する必要がある。

3.影響範囲と被害の把握

(5)融雪型火山泥流<計算結果>

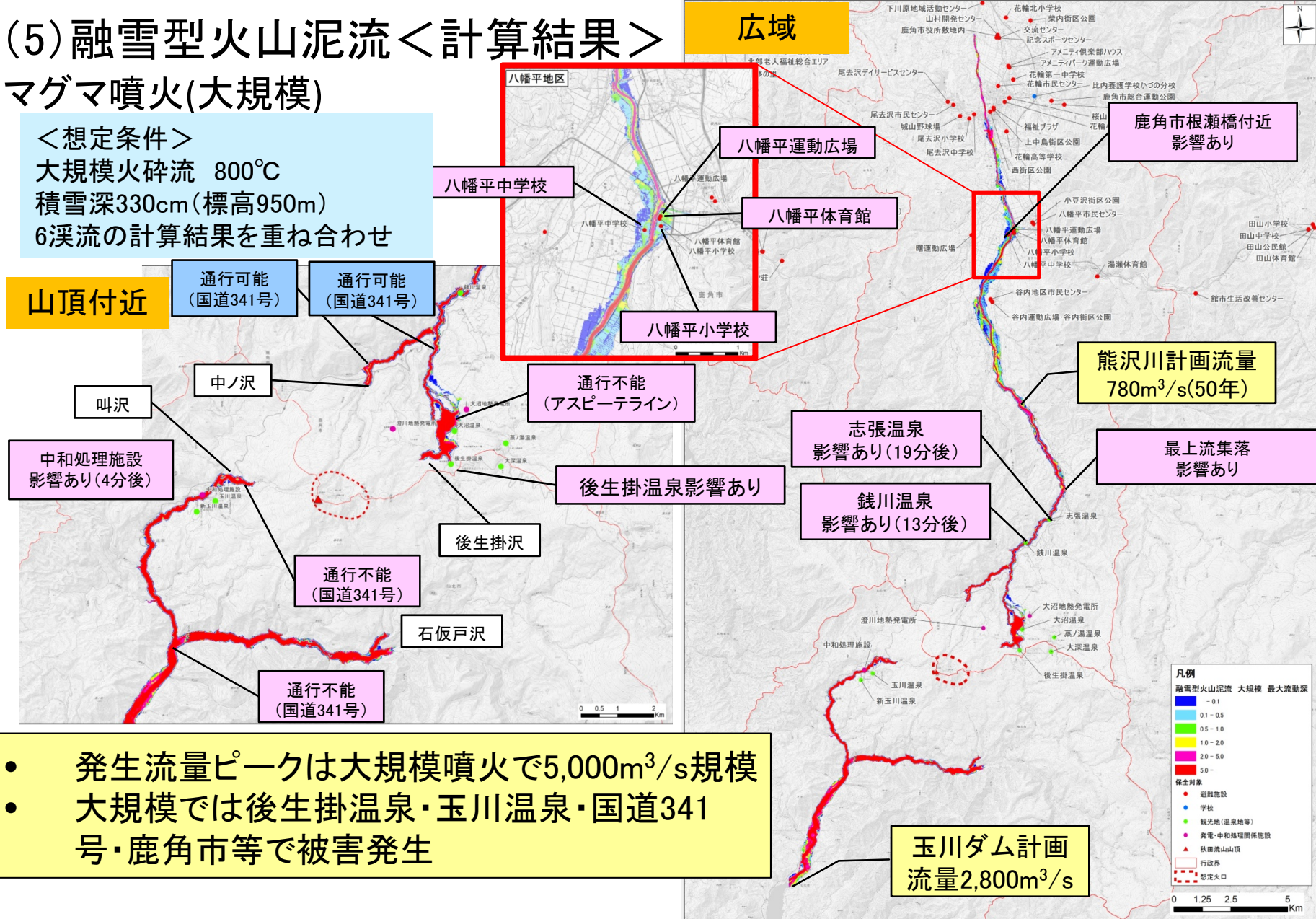
マグマ噴火(大規模)

<想定条件>

大規模火砕流 800°C

積雪深330cm(標高950m)

6渓流の計算結果を重ね合わせ



- 発生流量ピークは大規模噴火で5,000m³/s規模
- 大規模では後生掛温泉・玉川温泉・国道341号・鹿角市等で被害発生

3.影響範囲と被害の把握

(6) 火口噴出型泥流

火口噴出型泥流は、火口から直接噴出し、流下する現象で、高い温度で噴出する場合がある。秋田焼山においても複数回発生した実績がある。

流出時間条件に活用可能な事例はほとんどない

表 火口噴出型泥流の実績一覧表

火山名	噴火年	発生概要と被害等	噴火様式	噴火開始日	噴火発生日	噴出量 m ³	流出時間	流下距離	備考
秋田焼山	1949年	8月30日～9月1日。火砕物降下、泥流。噴火場所は空沼(=溜沼)火口。空沼(旧火口)の4か所で噴火があり、厚さ0.8m、長さ200m程度の泥流を流出。	水蒸気噴火	8/30	8/30～9/1	1,600	不明	200m	※幅10mと仮定(事務局)
	1997年	被害なし。小規模水蒸気爆発の際に火口から泥流(約2000m ³)が流出。泥以外に火山岩塊等も含む。	水蒸気噴火	8/16	8/16	2,000	数時間?	約100m(火口内)	
有珠山	2000年	学校、住宅地が埋没、流路閉塞。	マグマ水蒸気噴火 →水蒸気噴火	3/31	4/1～4/10	不明	不明(間欠的)	800m	
	1910年	7月25日に金比羅山で爆発が始まり、次いで金比羅山から東丸山の西に至る間に約45個の爆裂火口が次々に生じ、土砂・岩屑を噴出し、また泥流を流した。泥流で死者1名	水蒸気噴火	7/25	不明	不明	不明(間欠的)	500m～1.5km	
雌阿寒岳	2006年	約1km流下。被害なし。	水蒸気噴火	3/21	3/21	400	約10時間	1km	
吾妻山	1977年	酸性の泥水が噴出して養魚場の魚に被害。	水蒸気噴火	12/7	噴火前(10月)	不明	不明	不明	
	1966年	1966年にも大穴火口から泥水噴出が確認されている。	水蒸気噴火	5～8月	5～8月	不明	不明	不明	
安達太良山	1996年	沼の平火口で泥水噴出。半径100mの範囲に飛散。	水蒸気噴火	なし	6月,9/1	不明	不明	100m	
新潟焼山	1974年	火山灰を含んだ泥水が火口から直接噴出して流下した。	水蒸気噴火	7/28	7/28	不明	不明	不明	
焼岳	1915年	噴火の際に泥流が梓川を塞ぎ止めて大正池を生成した。1962年には噴火翌日から火口から直接泥流発生。この泥流発生後には噴火前まで土砂移動が見られなかった沢で土石流は頻発するようになった。	水蒸気噴火	2月,6/6, 7/6,7/12	6/6	不明	不明	不明	
	1962年		水蒸気噴火	6/17	6/18～19	不明	1～2日	約2.5km	
九重山	1995年	白水川の源頭部付近から4800m ³ の泥流が発生。	マグマ水蒸気噴火 →水蒸気噴火	10/11	10/11	4800	～1日	約200m	



写真 火口噴出型泥流の発生源と流下痕跡 (雌阿寒岳 2006年噴火)

出典: 佐々木ほか 口絵写真, 火山Vol.51, No.5 (2006)

※ 雌阿寒岳2006年噴火時に発生した火口噴出型泥流は、噴出量などが推測されている数少ない事例である。

表 火口噴出型泥流想定土砂量

噴火規模	噴出土砂量
小規模噴火	2,000m ³
中規模噴火	5,000m ³

- 火口噴出型泥流の噴出土砂量は、秋田焼山の実績と他火山の実績から設定した。
- 流出時間は、基本的に参考になるデータがほとんど無い状況であるため、安全側の検討として、1時間で総量を噴出すると設定した。

3.影響範囲と被害の把握

(6)火口噴出型泥流

【想定方法】泥流と融雪を考慮したピーク流量を算出

- 想定火口内から火口噴出型泥流が最も流下しやすい中ノ沢を対象に影響評価
- 泥流量(土砂+水)は、土砂濃度を $C_d=0.54$ と仮定し、泥流量が1時間(3,600秒)で噴出すると想定した三角ハイドロを作成。
- 融雪水量は、融雪型火山泥流算出方法に準じ、積雪水量と融雪可能水量のうちいずれか小さい方。泥流の温度は 200°C とした。

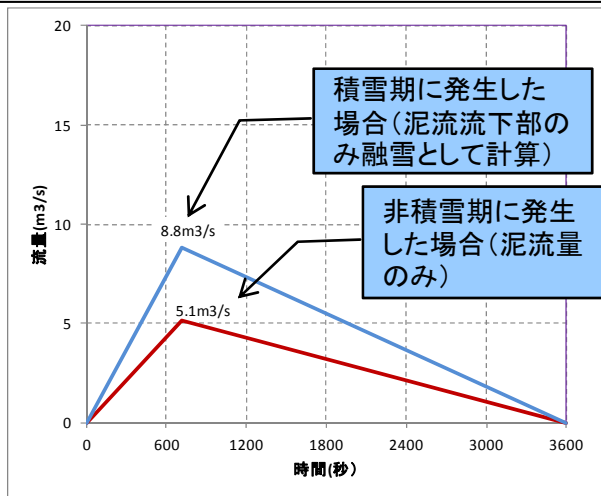


図 火口噴出型泥流のハイドログラフの一例
(中規模 想定土砂量5,000m³)

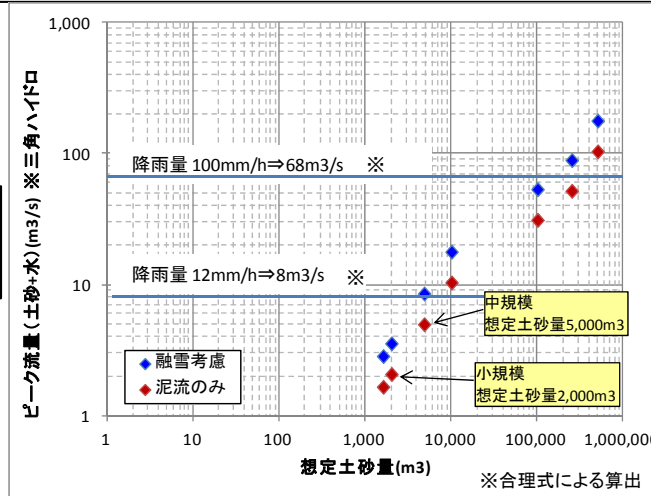


図 想定土砂量とピーク流量の関係

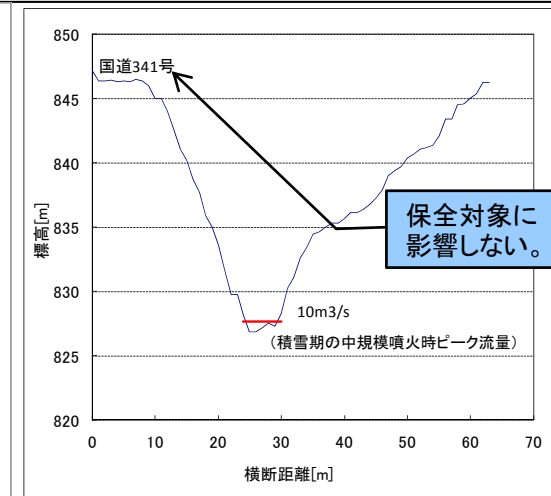


図 国道341号横断面図と水位(中ノ沢)
※ 等流計算による水位

- 融雪を考慮しても国道341号への影響はないことから、**想定規模の火口噴出型泥流が保全対象に影響する可能性は低い。**
- 降灰後の土石流や融雪型火山泥流の対応で包括できる流出規模である。
- 中長期的には、流出する土砂が増えるため、熊沢川に影響が出る可能性がある。

3.影響範囲と被害の把握

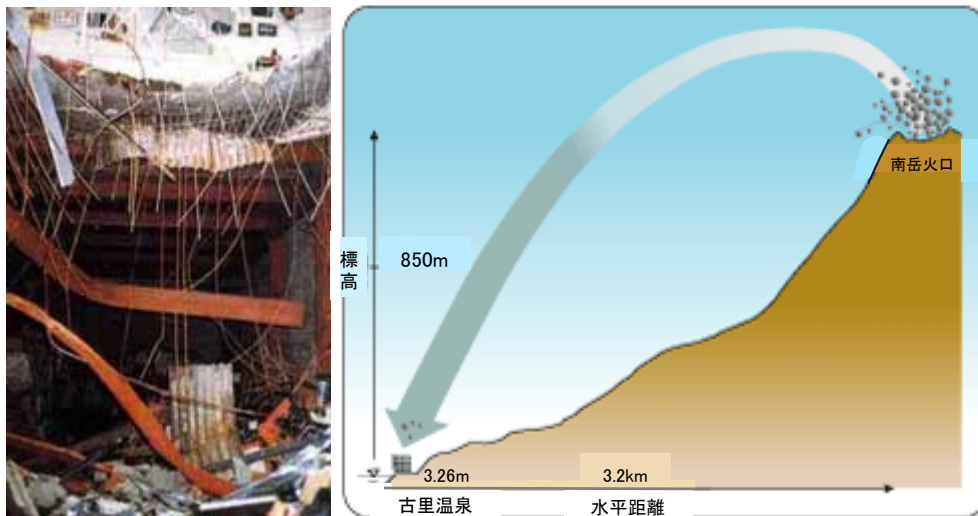
(7)噴石【参考検討】

ここで扱う噴石とは

“火山防災マップ作成指針別冊資料”では大きな噴石について「主に**ブルカノ式噴火**によって火口から空中に噴出されるものである。噴石の大きさは**風の影響をあまり受けない程度が良い**。噴石の直径が**約0.5m以上**の場合に限ることが望ましい」と記載がある。

噴火形態・噴火規模によって、噴石の飛散距離は変化する。

大噴石は場合により火口から**4km**程度飛散し、被害をもたらす可能性がある。



昭和61年11月25日、古里温泉へ飛来し、2.5mに及ぶ噴石がホテル1階玄関の屋根を突き破り、地下室床へ達する

出典：国土交通省 大隅河川国道HP

<http://www.qsr.mlit.go.jp/osumi/contents/jigyo/sand/history.html>



噴石による被害(桜島)

出典：気象庁鹿児島地方気象台HP

[http://www.jma-](http://www.jma-net.go.jp/kagoshima/vol/vol_photos/photos/skr00_1008.html)

[net.go.jp/kagoshima/vol/vol_photos/photos/skr00_1008.html](http://www.jma-net.go.jp/kagoshima/vol/vol_photos/photos/skr00_1008.html)

3.影響範囲と被害の把握

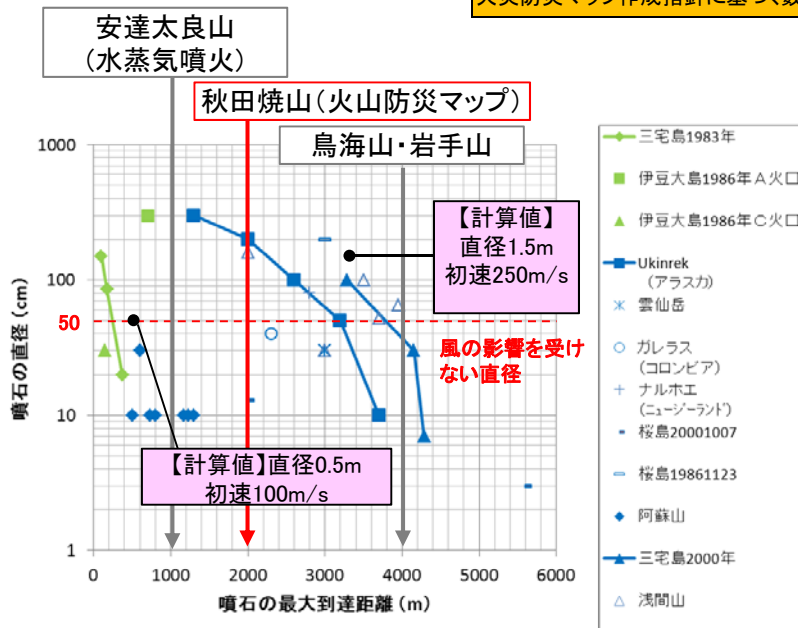
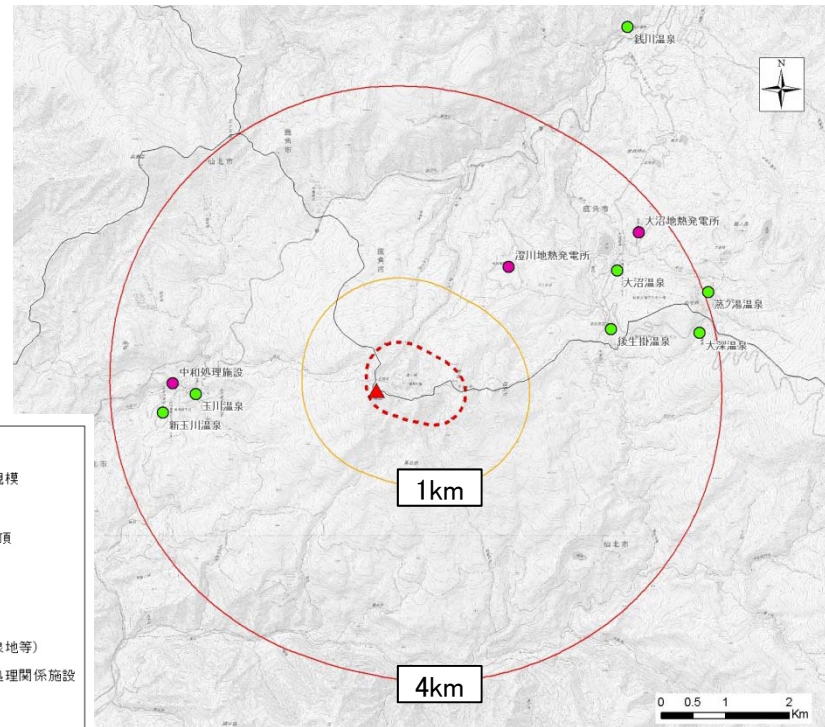
(7) 噴石【参考検討】

火山防災マップ作成指針(内閣府他 2013)に基づき、弾道計算によって噴石の到達範囲を想定した。

表 噴石の計算条件

項目	数値	単位	備考
初速度(水蒸気噴火)	100	m/s	小規模水蒸気噴火
初速度(マグマ噴火)	250	m/s	水蒸気噴火・マグマ噴火
斜出角度	63°		最大到達距離考慮
岩塊の密度	2650	kgf/m ³	岩石一般値
空気密度	1.007	kgf/m ³	標準大気圧(標高2000m付近)

火災防災マップ作成指針に基づく数値



噴火規模	影響範囲
小規模噴火	1km
中規模・大規模噴火	4km



図 噴石の大きさと到達距離の関係

写真出典:国土交通省 大隅河川国道HP
<http://www.qsr.mlit.go.jp/osumi/contents/jigyosand/history.html>

3.影響範囲と被害の把握

(8) 溶岩流【参考検討】

溶岩流の影響範囲について、数値解析を実施した。

表 溶岩流計算条件

項目	中規模 (マグマ水蒸気噴)	大規模 (マグマ噴火)	備考
溶岩噴出規模	30万 ^{m³} (西暦500年 噴火規模)	300万 ^{m³} (西暦350年 噴火規模)	
噴出レート	20 m ³ /s	150 m ³ /s	三宅島1986年噴火溶岩 平均流出レートと溶岩 量の関係より

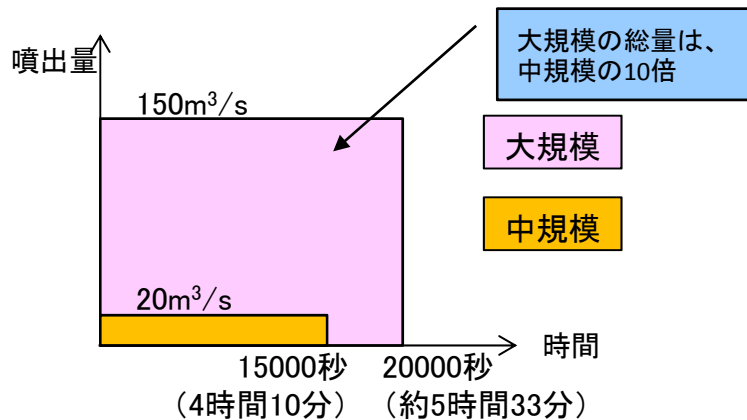
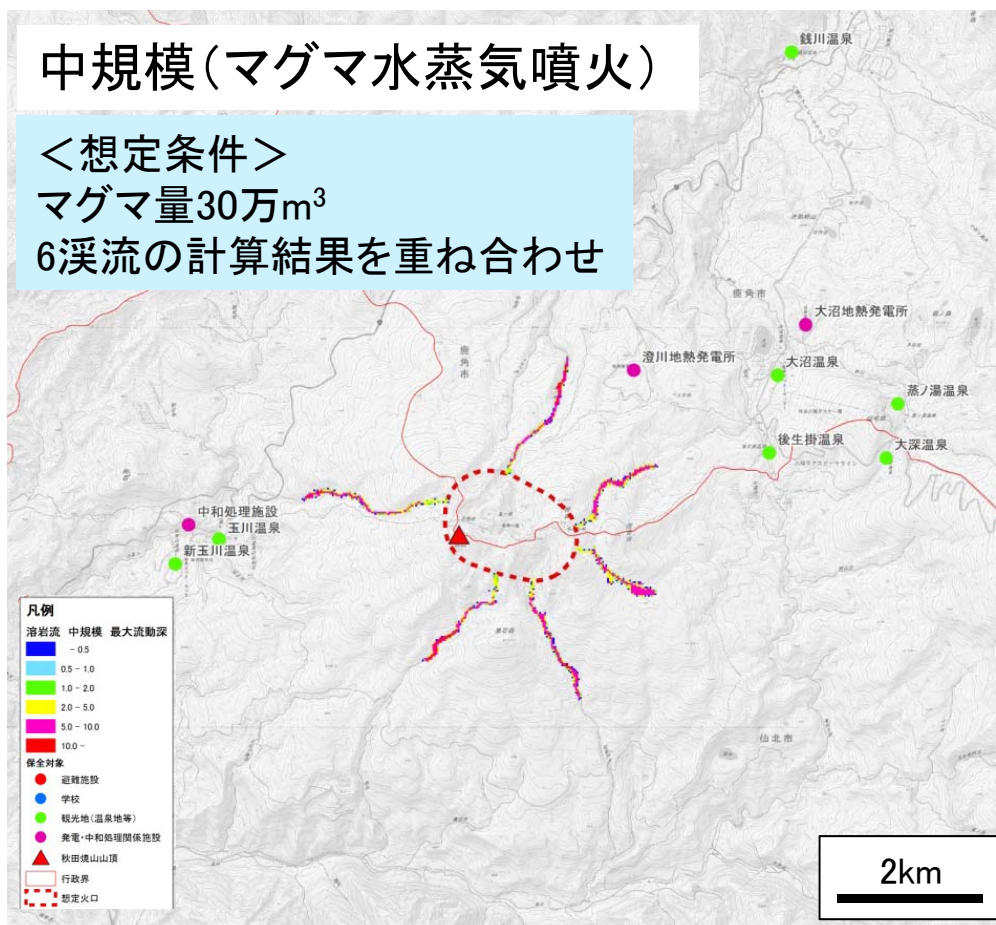


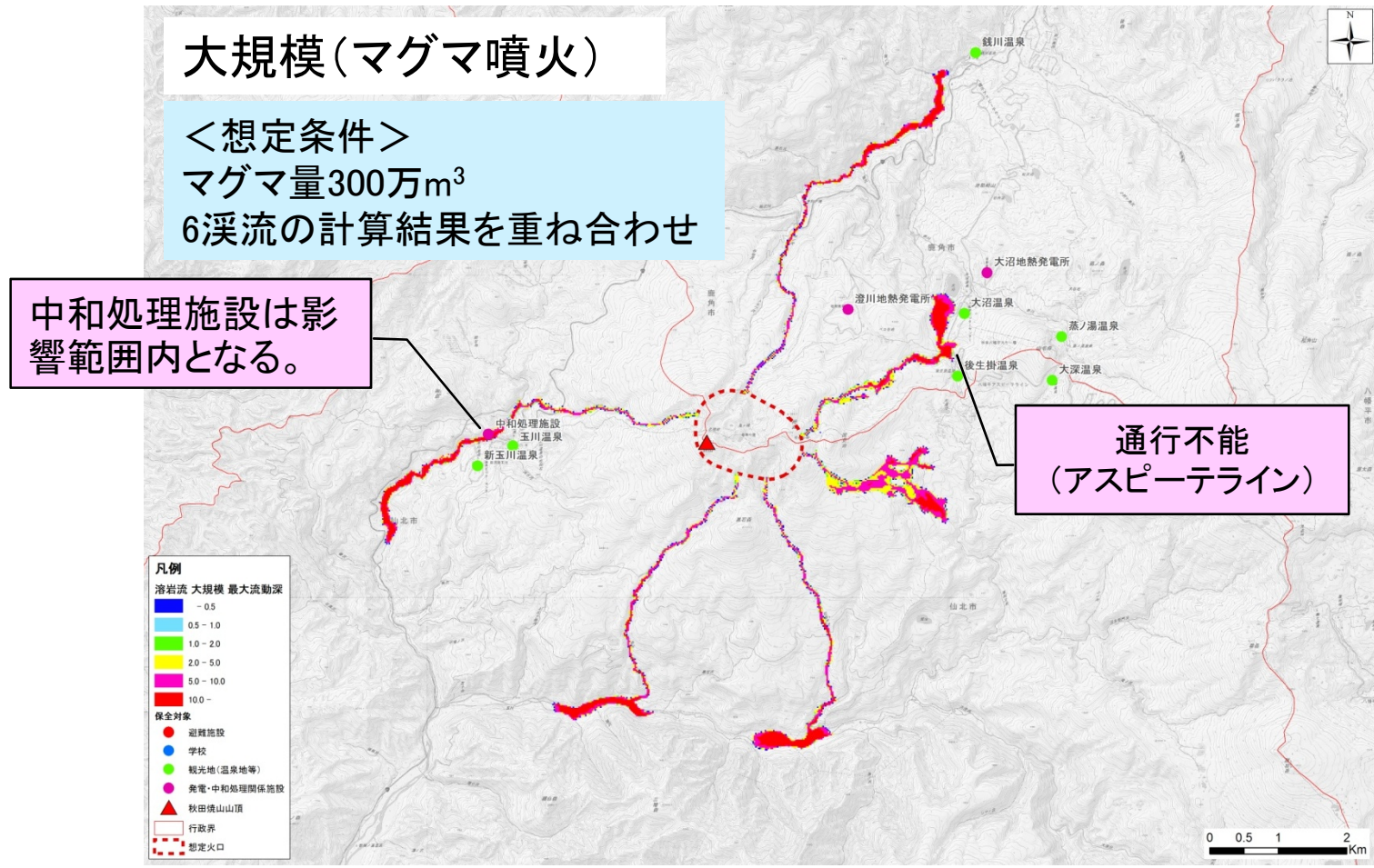
図 溶岩流ハイドログラフ



近隣の保全対象まで到達しない(噴出後約10時間までの結果)。

3.影響範囲と被害の把握

(8) 溶岩流【参考検討】



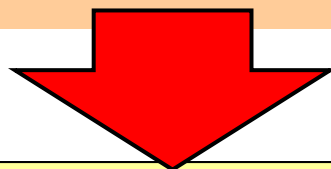
中和処理施設が影響範囲となる。

4.対象とするシナリオケースの抽出

4.対象とするシナリオケースの抽出

対象シナリオ選定基準

- ① 影響範囲内に保全対象がある。
- ② 緊急ハード対策によって減災できる規模
- ③ 緊急ハード対策によって減災できる現象

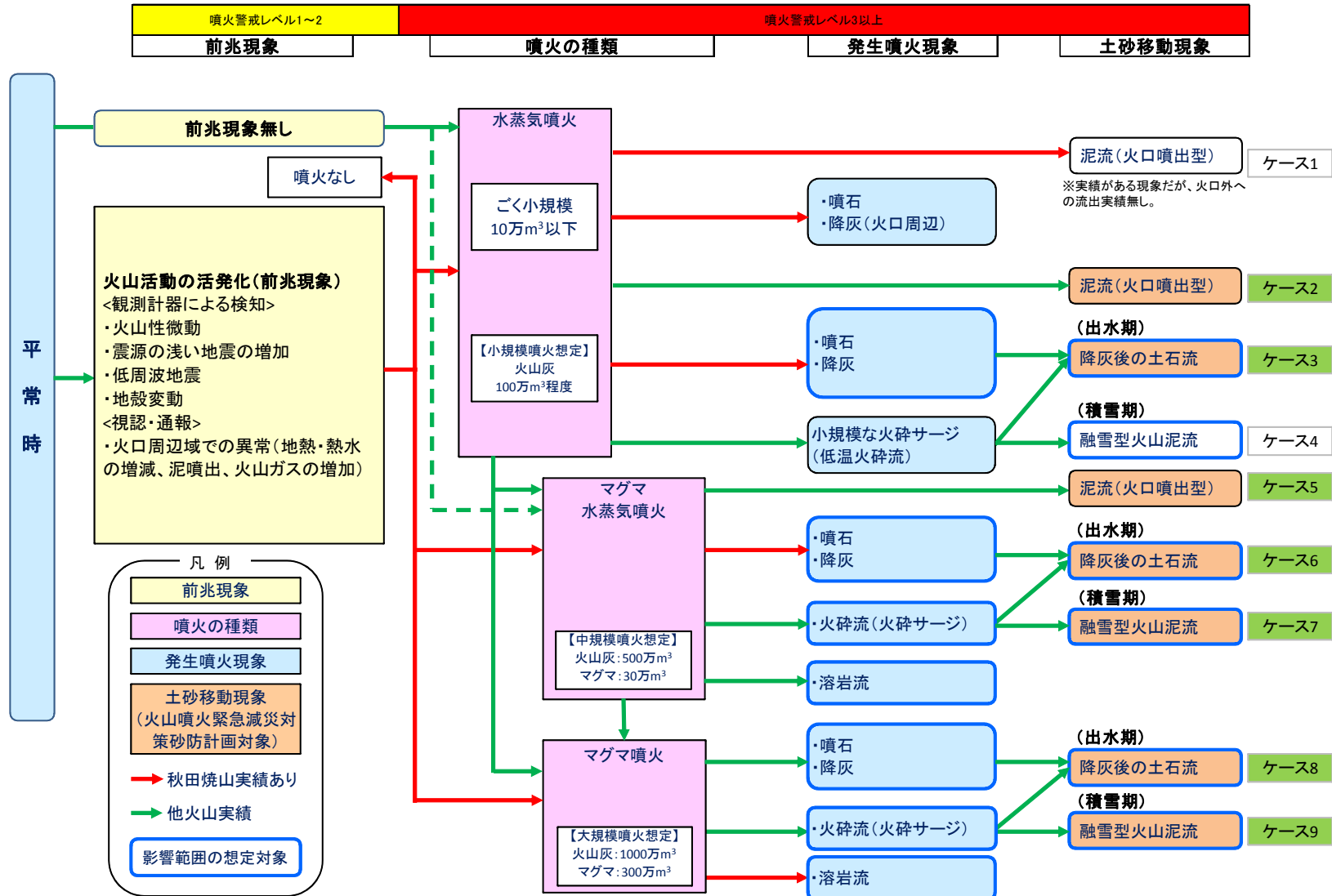


秋田焼山火山噴火緊急減災対策砂防計画では、
「火口噴出型泥流」、「融雪型火山泥流」、「降灰後
の土石流」
を対象に緊急ハード対策を実施する。

※火口噴出型泥流は、融雪型火山泥流、降灰後の土石流対応に含むものとする。

4.対象とするシナリオケースの抽出

選定基準に基づき、減災計画の対象となるシナリオケースを選定した。次年度から対象ケースにおいて、具体的な対策を検討していく。



5. 今後のスケジュールについて

5. 今後の予定

