

令和元年度 第1回(通算第4回) 本白根山・白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画 検討委員会

討議資料 (本白根山編)

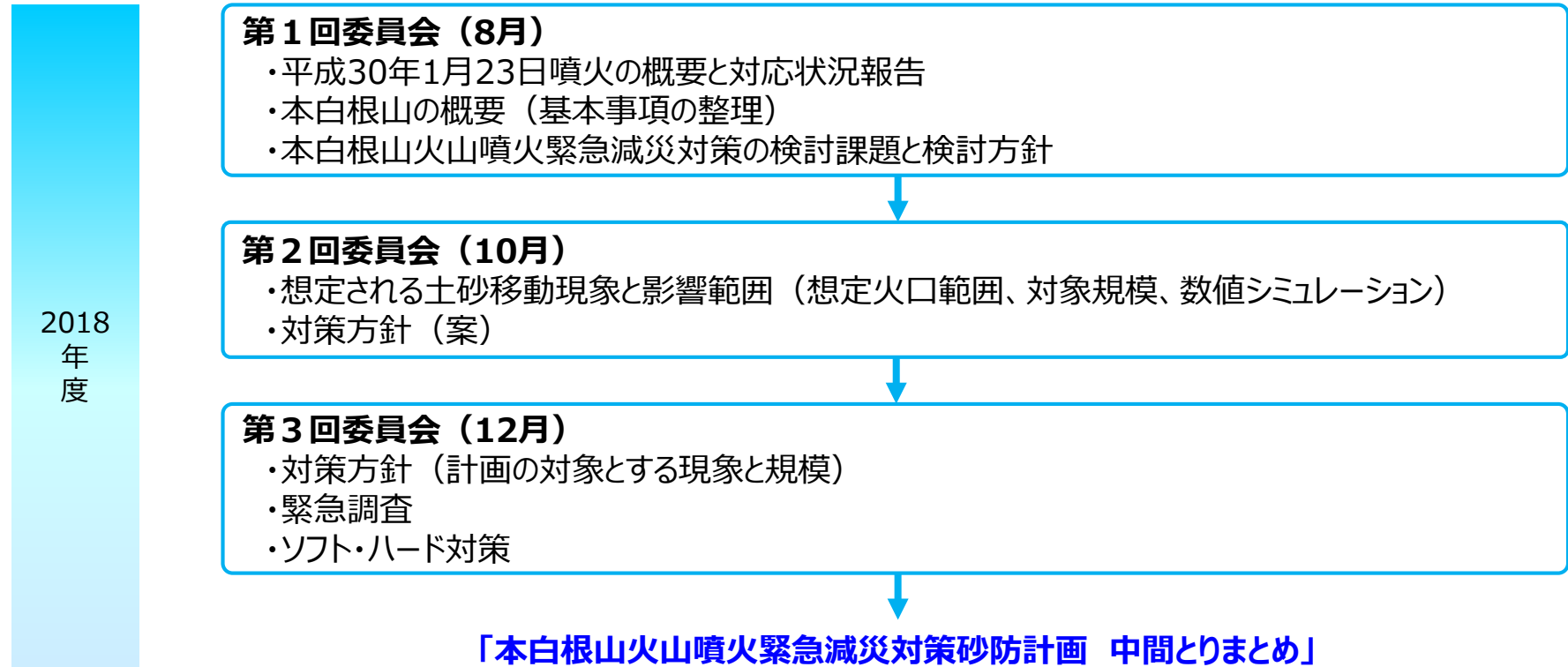
1.これまでの検討経緯	2
2.基本事項及び基本方針の確認	4
3.融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討	18
4.今後のスケジュール	35

令和2年 1月 30日
国土交通省 利根川水系砂防事務所

1. これまでの検討経緯

1.1. 平成30年度の検討事項

- 本白根山における緊急減災対策砂防計画の検討委員会を3回開催した
- 検討内容は中間報告書としてとりまとめた



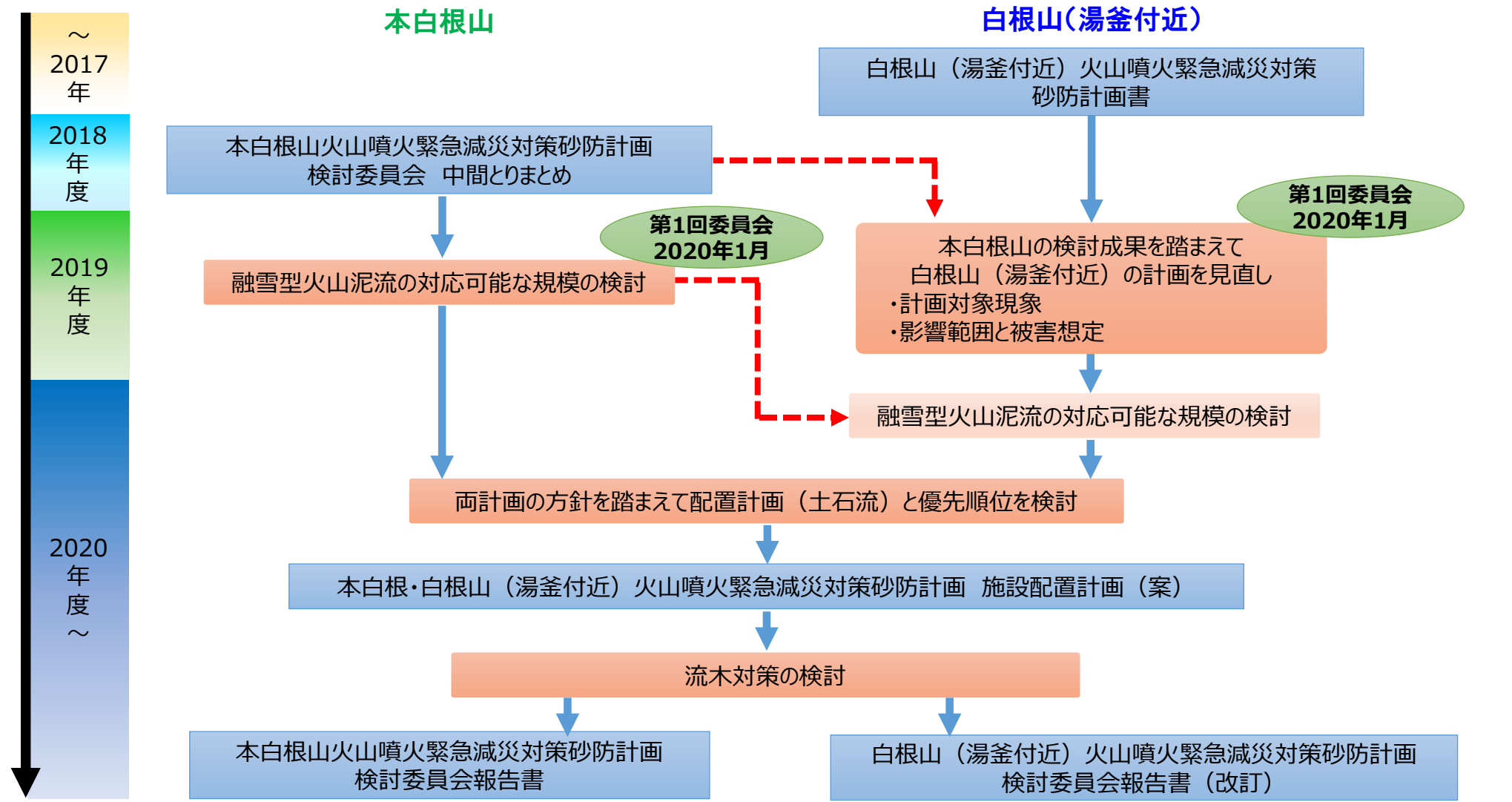
<残っている検討課題>

- ✓ マグマ噴火による火砕流に伴う融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討
- ✓ 白根山（湯釜付近）の緊急減災対策計画の見直し
- ✓ ハード対策の施設配置計画及び優先順位（白根山（湯釜付近）の計画との整合）

1.これまでの検討経緯

1.2. 今後の検討スケジュール

- 令和元年度は、本白根山と白根山（湯釜付近）の検討委員会をそれぞれ1回開催
- 本白根山においては、融雪型火山泥流の対応可能な規模及びその対策を検討する



2. 基本事項及び基本方針の確認

2.1. 緊急減災対策砂防計画の位置づけ

本白根山における緊急減災対策砂防計画は、基本対策と緊急対策を組み合わせ、火山噴火に伴う土砂災害対策を実施する。

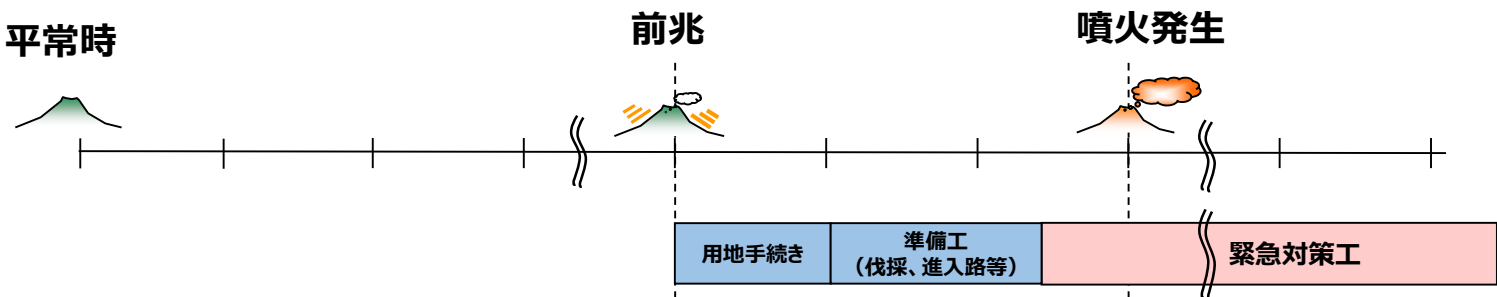
- ・ 活火山地域における土砂災害対策(砂防)には、以下のような計画がある。
- ・ 降雨による土砂災害対策は、噴火の発生にかかわらず砂防施設の整備などを実施している。

<降雨による土砂災害対策>

- ・水系砂防計画
- ・土石流対策計画

<火山噴火に伴う土砂災害対策>

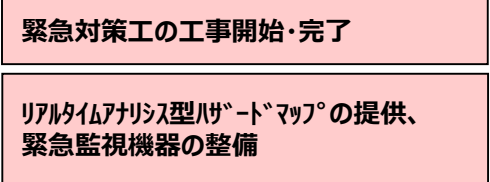
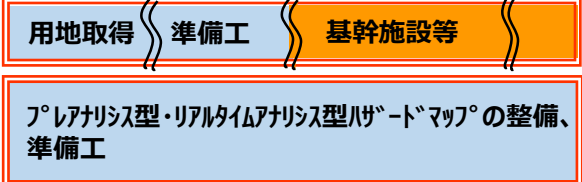
- ・噴火後（降灰後）の降雨による土石流対策
- ・噴火に伴う融雪型火山泥流等への対策



事前に最低限の基幹的な施設の整備、用地取得等

本白根山における
緊急減災対策

ハード
対策
ソフト
対策



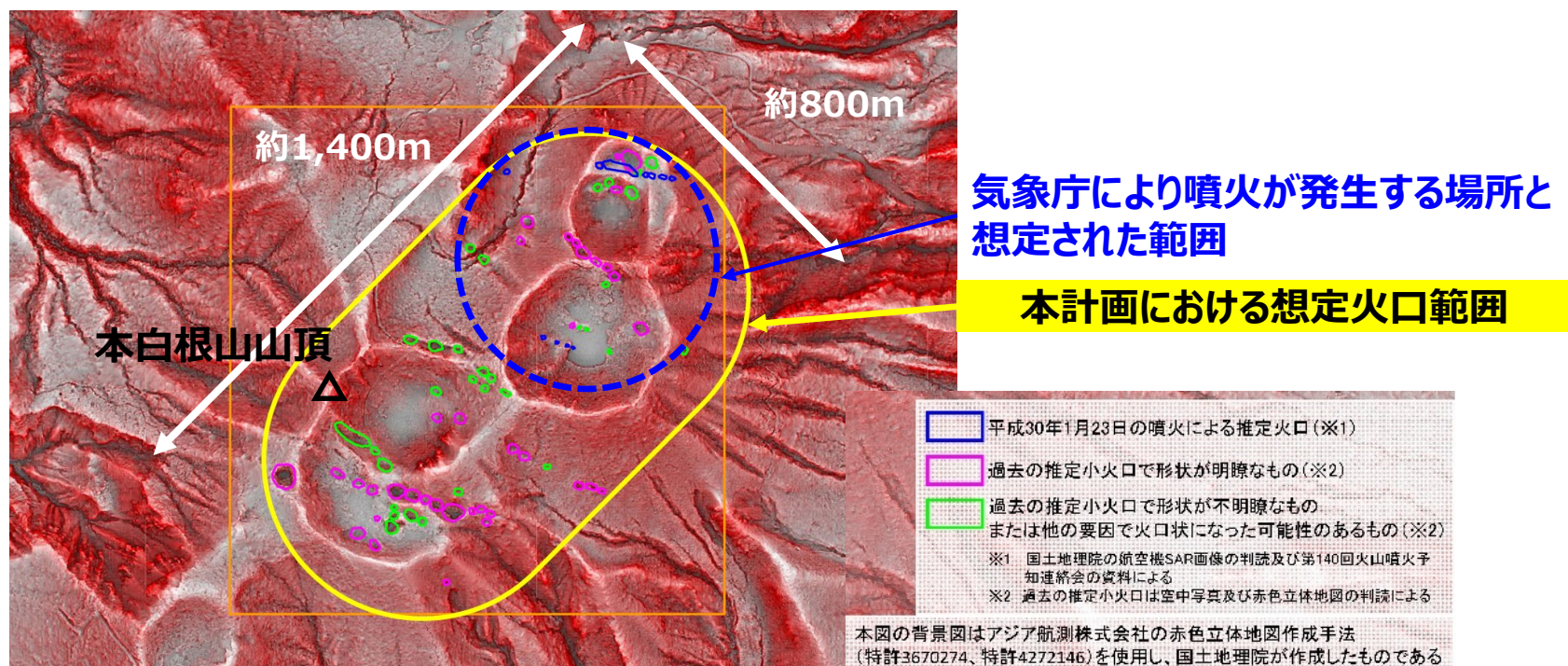
2. 基本事項及び基本方針の確認

2.2. 噴火シナリオ

気象庁による「噴火警戒レベルリーフレット」、および「本白根山の噴火警戒レベル判定基準とその解説」に記載のある現象を想定現象とする。土砂移動シナリオ(時系列)は検討不可のため、対策期間を複数ケース規定して対応する。

< 想定火口範囲 >

想定火口範囲は、国土地理院による火口跡の判読結果を基に、火口跡をすべて網羅する範囲として設定した。



推定火口位置（平成30年1月23日噴火）及び推定小火口位置（過去の噴火）（国土地理院，2018）を基に作成

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.2. 噴火シナリオ

<想定される土砂移動現象>

気象庁による「噴火警戒レベルリーフレット」、および「本白根山の噴火警戒レベル判定基準とその解説」に記載のある現象を想定現象とする。

噴火様式	規模	噴火に伴う現象	警戒が必要な範囲	過去の事例
水蒸気噴火	小規模	大きな噴石、小さな噴石・降灰、空振	火口から概ね1km 以内の範囲(大きな噴石)	2018 年噴火
	中規模	大きな噴石、火砕流、小さな噴石・降灰、空振	火口から概ね2km 以内の範囲(大きな噴石)火口から居住地域近くまでの範囲(火砕流)	有史以降の事例なし
マグマ噴火	大規模	噴石、降灰、空振、火砕流、溶岩流	火口から概ね3km 以内の範囲(大きな噴石)火口から概ね7km 以内の範囲(溶岩流)	約3,000 年前 本白根火砕丘形成、石津溶岩等 有史以降の事例なし

本白根山の噴火警戒レベル判定基準とその解説(気象庁, 2018.) P.2より

- ✓ 砂防部局の検討対象は、土石流、火砕流、溶岩流、融雪型火山泥流の土砂移動現象である。
- ✓ 想定降灰範囲は、降灰後の土石流の想定箇所の絞り込みのために検討する。

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.2. 噴火シナリオ

<想定される土砂移動現象の想定規模>

本白根山における噴火に伴う土砂移動現象の規模は、本白根山における噴火実績、白根山(湯釜付近)における噴火実績を基本とし、実績がない現象については他火山の実績を基に設定する。

◆水蒸気噴火に伴う土砂移動現象の想定規模

現象	規模	規模の設定根拠
降灰	250万m ³	白根山(湯釜付近)における1939年噴火の実績規模
火砕流	27万m ³	浅間山における中規模火砕流の想定規模と同等

◆マグマ噴火に伴う土砂移動現象の想定規模

現象	規模	規模の設定根拠
降灰	4500万m ³	本白根山における第3噴火期の最大規模
火砕流	1000万m ³	本白根山における第3噴火期の最大規模の降灰の1/4が、火砕流として流下した場合
	2000万m ³	本白根山における第3噴火期の最大規模の降灰の1/2が、火砕流として流下した場合
融雪型 火山泥流	火砕流 1000万m ³	1.0mの積雪条件において、想定規模の火砕流が発生 (気象庁草津地点における1990～2017年の年最大積雪深の平均99.8cm) ⇒ハード対策により対応可能な規模について検討
	火砕流 2000万m ³	
溶岩流	1億m ³	本白根山における第3噴火期における溶岩流の実績規模

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.3. 想定される影響範囲と被害

⇒影響範囲図は参考資料に記載

◆水蒸気噴火に伴う土砂移動現象の想定影響範囲

現象	規模	記載頁
降灰	250万m ³	参考資料P2
火砕流	27万m ³	参考資料P2

◆マゲマ噴火に伴う土砂移動現象の想定影響範囲

現象	規模	記載頁
降灰	4500万m ³	参考資料P4
火砕流	1000万m ³	参考資料P4
	2000万m ³	参考資料P4
融雪型 火山泥流	火砕流1000万m ³	参考資料P5
	火砕流2000万m ³	参考資料P6

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.4. 対策が可能な現象及び規模

＜対策が可能な現象及び規模＞

- ハード対策の対象現象は、**降灰後の土石流**及び**火砕流後の土石流**とする。
- ソフト対策は**全現象**を対象とする。

※融雪型火山泥流については、**対策が可能な規模について検討する**

現 象	ハード対策	ソフト対策
降灰	降灰自体が直接土砂災害に繋がる可能性は低いため、ハード対策の 対象としない 。ただし、後述する降灰後の土石流の条件とする。	降灰後の土石流に備え、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施する。
溶岩流	流下速度が遅く、居住区への到達まで時間があるが、規模が大きく構造物による対策が困難なため、ハード対策の 対象としない 。	ソフト対策の 対象とする 。
火砕流	流下速度が早く、構造物による対策が困難なため、ハード対策の 対象としない 。ただし、後述する火砕流後の土石流の条件とする。	
融雪型火山泥流	流下速度が早く、規模も大きく構造物による対策効果が発揮されにくい ため、 ハード対策が可能な規模について検討する 。	
降灰後の土石流	降雨予測などから規模や発生位置を推定することができ、構造物による対策が可能なことから、ハード対策の 対象とする 。	
火砕流後の土石流	降雨予測などから規模や発生位置を推定することができ、構造物による対策が可能なことから、ハード対策の 対象とする 。	

2.5. 対策方針の前提条件

◆水蒸気噴火に伴う土砂移動現象に対する対策

現象	主現象		降灰後・火砕流後の土石流	
	ハード対策	ソフト対策	ハード対策	ソフト対策
降灰	×	○ (降灰調査)	○	○
火砕流	×	○	○	○

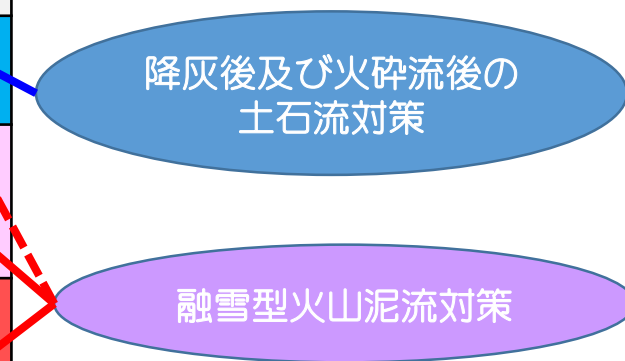
◆マグマ噴火に伴う土砂移動現象に対する対策

現象	主現象		降灰後・火砕流後の土石流	
	ハード対策	ソフト対策	ハード対策	ソフト対策
降灰	×	○ (降灰調査)	×	×
火砕流	×	○	×	○
融雪型火山泥流	対策が可能な 規模を検討	○		

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.6. 基本方針

- 緊急減災対策は、基本対策と緊急対策を組み合わせで対応する。
- 降灰後及び火砕流後の土石流に対して、**平常時から基本対策**を実施する。
- 融雪型火山泥流に対しては、**平常時における基本対策**と**噴火時における緊急対策**を実施する。
- 平常時には基本対策の整備及び緊急対策を実施するための準備(資材の備蓄や用地確保等)を行い、緊急時には緊急対策を実施する。
- 事業の整備途中段階において噴火した場合に備え、現時点で利用可能な備蓄資機材・道路・用地等を勘案し、**緊急時に暫定的に整備する施設**も検討する。
- マグマ噴火等の大規模な噴火時における融雪型火山泥流、降灰後及び火砕流後の土石流は、ソフト対策の対象とする。

基本／緊急	内容	具体的な内容	
基本対策	計画的な砂防施設の整備	砂防堰堤工 掘削工	
緊急対策	平常時からの準備	資機材備蓄 用地取得 工事用道路 等	
	噴火時における緊急ハード対策	砂防堰堤工 導流堤工 掘削工	

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.7. 基本対策と緊急対策の方針

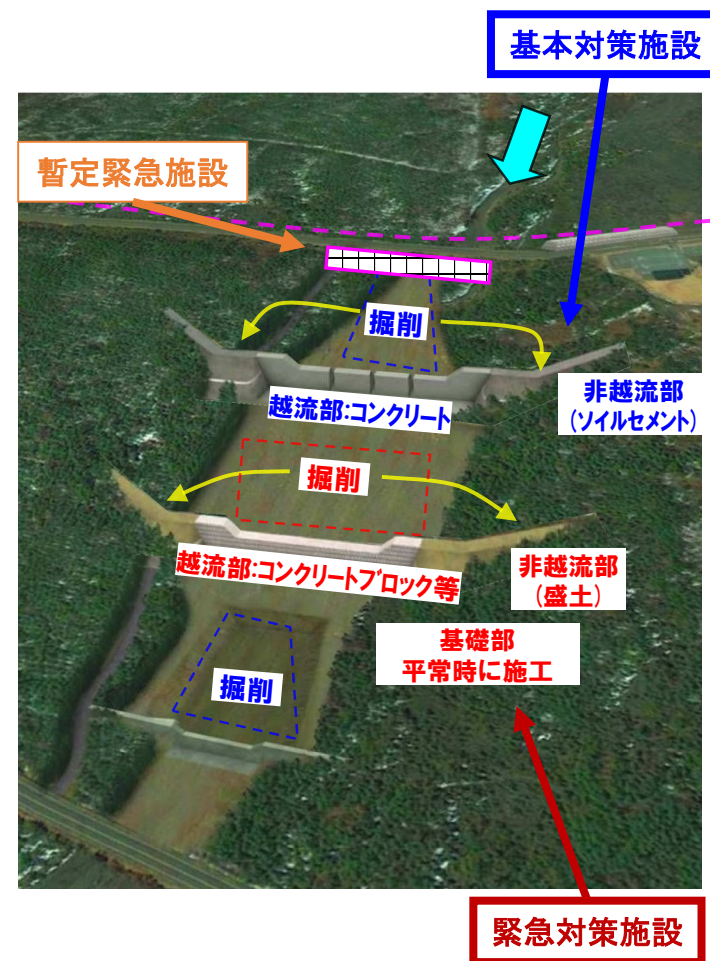
<基本対策の方針>

- ◆ 平常時より、降灰後の土石流及び火砕流後の土石流に対し、保全対象の上流において計画対象規模の土石流を捕捉するための施設(**基本対策施設**)を整備する。
- ◆ 既存施設及び新規施設の機能を維持する。
- ◆ 火山噴火に伴う土砂移動現象に対して、工事従事者の安全確保及び観光客・住民の警戒避難支援のための機器整備等を行う。

<緊急対策の方針>

- ◆ 緊急時に、融雪型火山泥流に対し、保全対象の上流において土砂を捕捉または安全に下流に導流するための施設(**緊急対策施設**)を整備する。
- ◆ 平常時より、緊急対策の実施に必要な資機材等の準備や用地等の調整、施工時間短縮のための対策(基礎部の施工等)を実施する。
- ◆ 既存施設の機能向上や機能回復を図るとともに、それらの機能を維持する。
- ◆ 火山噴火に伴う土砂移動現象に対して、工事従事者の安全確保及び観光客・住民の警戒避難支援のための情報収集及び提供を行う。

なお、事業の整備途中段階において噴火した場合に備え、利用可能な備蓄資機材・道路・用地等を勘案し、緊急時に整備する暫定的な施設(**暫定緊急施設**)も検討する。



※緊急時の負荷を軽減させるために、平常時から緊急対策施設の一部(基礎部等)を整備することもある。

図 緊急減災対策のイメージ

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.8. 緊急減災対策砂防計画に基づく緊急調査の内容

火山噴火時には地形変化の把握、砂防施設の点検調査、緊急対策予定地の状況把握、降灰・不安定土砂の把握、降雨状況・土砂移動の把握、被災範囲の想定を行う。

実施項目	実施内容
降灰・不安定土砂の把握	降灰・不安定土砂の把握を行うため、情報収集、ヘリ調査、現地調査等を実施する。
降雨状況・土砂移動の把握	降雨状況・土砂移動の把握を行うため、既設雨量計の保守点検、土砂移動検知センサの緊急設置、土石流発生・非発生データの蓄積、ガリー調査等を実施する。
砂防施設の点検調査	砂防施設の堆砂状況、破損状態を把握するため、現地調査、ヘリ調査、監視カメラによる調査により点検調査を実施する。
緊急対策予定地の状況把握	緊急対策予定地およびアクセス道路の状況を把握するため、現地調査、ヘリ調査を実施する。
土砂移動に影響する地形変化の把握	土石流、火砕流、溶岩流等による被災範囲の想定(リアルタイムハザードマップ)の精度を上げるために、噴火中の地形変化を把握する。
被災範囲の想定	緊急調査結果をふまえた被災範囲の想定として、避難対策支援に資する情報となるリアルタイムハザードマップを作成する。

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.9. 緊急ソフト対策

<緊急ソフト対策の方針>

- 緊急ハード対策の工事従事者の安全確保ならびに住民の警戒避難支援を目的として、火山活動に伴う土砂移動の監視及び土砂移動現象の規模・影響範囲等を推定するための気象観測のための機器を緊急的に整備する。
- 火山活動や気象状況に合わせ、リアルタイムハザードマップ(プレアナリシス型およびリアルタイムアナリシス型)を、草津白根山火山防災会議協議会を通じて関係自治体に提供する。
- 火山噴火時の立入り規制範囲内に設置されている機器について、バックアップ体制を構築する。
- 観測情報の連続性を確保するための体制を構築するとともに情報を蓄積する。

<避難対策支援のための情報提供>

- (1) リアルタイムハザードマップの提供
- (2) 土砂災害緊急情報の提供
- (3) 監視カメラ映像の配信
- (4) リエゾン(情報連絡員)の派遣
- (5) 地域住民への情報伝達などの支援

<火山監視機器の緊急的な整備>

- ・ 土砂移動の監視
- ・ 土砂移動現象の規模・影響範囲等を推定するための気象観測

ソフト対策

<観測情報の連続性を確保するための体制>

- ・ 既存機器のバックアップを考慮した緊急的な機器の配置計画
- ・ 緊急時にも山頂付近(立ち入り規制区域)の降水量を推定できる体制

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.10. 緊急ハード対策

<基本ハード対策の方針>

- 平常時より、100年超過確率降雨により発生する降灰後の土石流及び火砕流後の土石流を対象として、保全対象の上流において土石流を捕捉するための施設(基本対策施設)を整備する。
- 対象渓流の一部では流水がpH2程度の強酸性を示し、火山性のガスも認められるため、腐食対策などの酸性対策を講じる。

<緊急ハード対策の方針>

- 緊急時に、マグマ噴火の火砕流に伴い発生する融雪型火山泥流を対象として、保全対象の上流において土砂を捕捉または安全に下流に導流するための施設(緊急対策施設)を整備する。
- 土砂処理方針(捕捉・導流)及び工種・工法は、保全対象上流の既設施設の有無、地形条件、アクセス性などを考慮して個別に設定・選定する。
- 既存施設がある場合は、嵩上げによる機能向上あるいは除石等による機能回復を図るとともに、捕捉容量の維持を図る。
- 緊急対策であることを鑑み、簡易かつ作業効率の高い施工方法を採用する。
- 緊急時の負荷を軽減させるために、平常時から緊急対策施設の一部(基礎部等)を整備する。
- 基本ハード対策と同様に、腐食対策などの酸性対策を講じる。
- 緊急ハード対策の対策可能期間は1週間～3ヶ月程度を想定して検討する。
- 工事中の安全対策を講じる。

なお、暫定緊急対策は、緊急ハード対策の冗長化を図るため、対策可能期間及び対策可能箇所や工種・工法を複数ケース検討しておき、状況に応じて適当な対策を選定する対策方針とする。

2.11. 緊急ハード対策の対象溪流

降灰頻度マップにより、**降灰堆積厚10cmとなる頻度が0.27%(1/365)以上の範囲内に流域を持つ土石流危険溪流等**を「降灰後の土石流が発生するおそれのある溪流」とし、対象溪流を抽出する。

2. 基本事項及び基本方針の確認

2.12. 緊急ハード対策の対象規模

＜降灰後あるいは火砕流後の土石流＞

- ・ 既存の溪床堆積土砂量に加え、降灰あるいは火砕流堆積物(両方想定される場合はいずれか大きい方)の5%を移動可能土砂量とし、運搬可能土砂量と比べて小さい方を対象とする。
- ・ 降灰は、流域に一律に10cm堆積した場合を想定する。
- ・ 火砕流は、シミュレーション結果より、方向別の平均堆積厚と各溪流内での流下面積を乗じる。

※融雪型火山泥流については、対策が可能な規模について検討する。

表 計画対象土砂量

溪流名	流域面積 A (km ²)	溪床堆積土砂量 V _{dy1'} (千m ³)	流出降灰量 (千m ³)	流出火砕流堆積物量 (27万m ³) (千m ³)	移動可能土砂量 (千m ³)	100年超過確率 運搬可能土砂量 (千m ³)	計画対象土砂量 (千m ³)
万座川1	0.16	2.7	0.80	0.00	3.5	96.3	3.5
万座川2	0.33	30.9	1.65	0.00	32.6	72.5	32.6
泉水沢	0.67	0.8	3.35	0.00	4.2	176.9	4.2
谷川沢(振子沢)	1.16	8.4	5.80	8.72	17.1	697.9	17.1
白根沢	0.37	21.1	1.85	0.03	23.0	222.6	23.0
熊倉沢	0.88	11.1	4.40	0.00	15.5	193.3	15.5
母狸沢	1.46	67.8	7.30	0.00	75.1	222.6	75.1
巖洞沢1	0.78	9.7	3.90	1.47	13.6	234.8	13.6
巖洞沢2	0.87	2.2	4.35	1.14	6.6	523.4	6.6
巖洞沢3	1.96	18.7	7.10	12.30	31.0	430.5	31.0
遅沢	0.49	3.4	2.45	0.00	5.9	107.6	5.9
二軒屋沢	0.07	3.2	0.35	0.00	3.6	42.1	3.6
堂沢	0.34	1.8	1.70	0.00	3.5	204.6	3.5
中原沢	0.30	1.6	1.50	0.00	3.1	79.2	3.1
空沢	2.72	19.6	13.6	0.00	33.2	1572.0	33.2
仙ノ入沢	0.50	16.6	2.50	0.00	19.1	300.8	19.1
松川	13.69	135.9	68.50	0.00	204.4	1946.0	204.4

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.1. 融雪型火山泥流対策の必要性と検討項目

- 1000万 m^3 及び2000万 m^3 規模の火砕流により融雪型火山泥流が発生した場合は、以下の観点からハード対策は困難
 - ✓ 火砕流本体が市街地まで到達する(サージはより遠くまで達する)ことが想定される
 - ✓ 泥流の流量が総じて大きい
- しかしながら、泥流の影響範囲には、草津温泉及び万座温泉が位置しており、安全度の向上が必要



想定規模よりも小さい火砕流であれば、ハード対策により対応できる可能性がある
1000万 m^3 及び2000万 m^3 規模の火砕流も、規模の小さい火砕流の繰り返しによるものの可能性もある



<以下の検討が必要>

- ハード対策が可能な融雪型火山泥流の規模(火砕流規模及び積雪深)
- 融雪型火山泥流に対するハード対策(緊急対策)
- 土石流に対するハード対策(基本対策)の、融雪型火山泥流に対する施設効果シミュレーションの実施

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

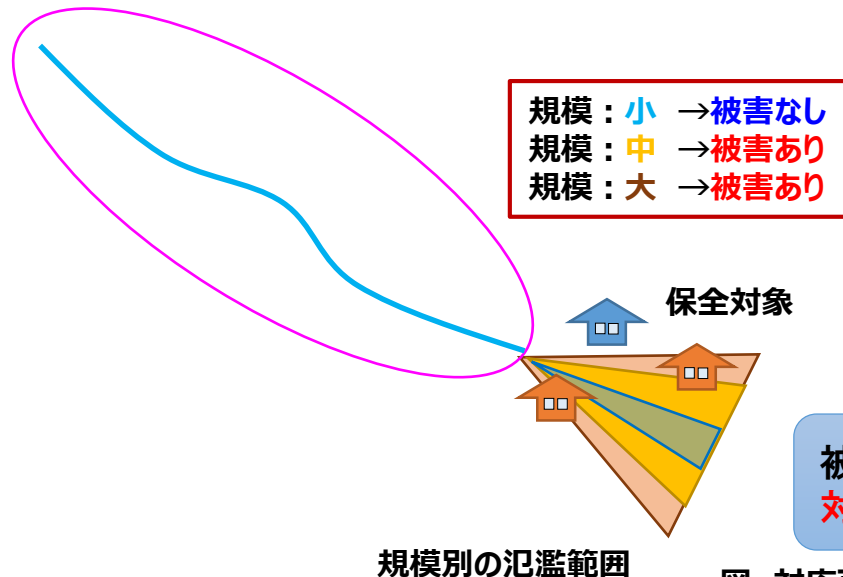
3.2. 対応可能な規模の考え方

- 融雪型火山泥流の規模として、素因となる積雪深と、誘因となる火砕流規模の組み合わせを複数設定し、各ケースにおける流域毎の泥流量を試算する。
- 各流域において、現実的に施工が可能な最大限の施設配置を検討し、それを**各流域で実施可能な融雪型火山泥流量対策**と考える。
- 融雪型火山泥流の発生が想定されるすべての流域において数値シミュレーションにより被害の発生と施設による減災効果を把握し、被害の解消が可能な泥流規模(積雪深と火砕流の組み合わせ)を、**対応可能な融雪型火山泥流規模**と考える。

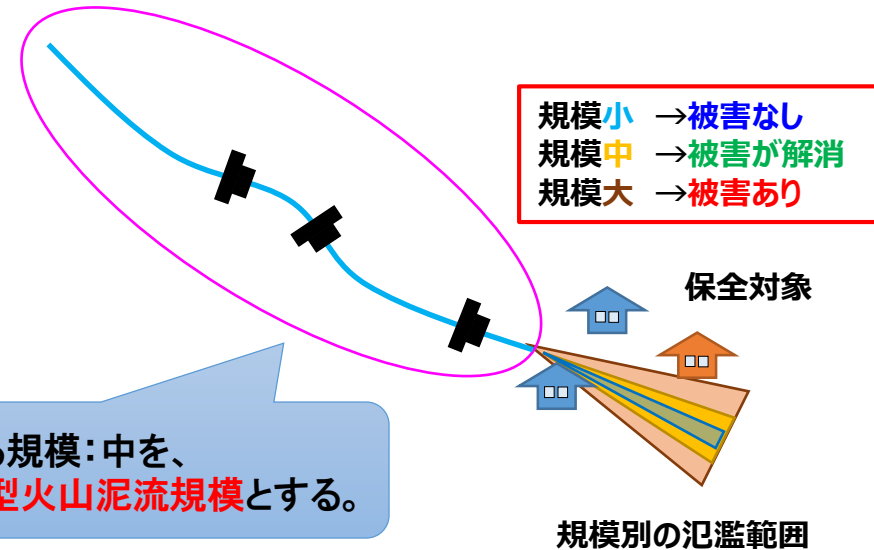
数値シミュレーションにより、

- ①被害の発生（有無）
- ②最大限の対策施設による減災効果を確認

◆無施設時



◆最大限の施設配置時→3基配置可能



被害を解消できる規模: 中を、
対応可能な融雪型火山泥流規模とする。

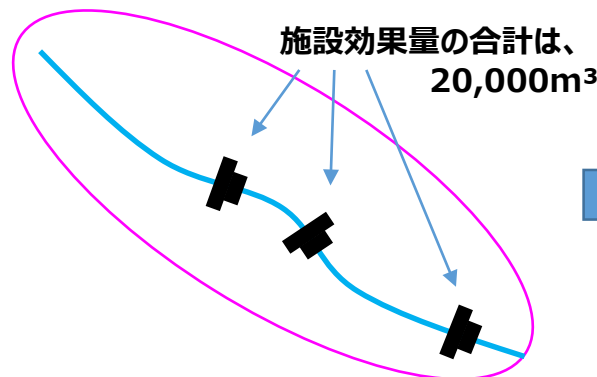
図 対応可能な規模の考え方のイメージ

3.2. 対応可能な規模の考え方

<前提条件と検討の流れ>

- 土石流対策は基本対策、融雪型火山泥流は緊急対策として実施する。
- 対応可能な融雪型火山泥流の規模(火砕流+積雪深)は山体周辺で一律とする。
- まずは最大限の施設配置を検討し、対象規模の設定後にそれらを基本対策／緊急対策に区分する。
- 検討の対象規模の融雪型火山泥流について、数値シミュレーションによる被害想定と効果検証を実施する。

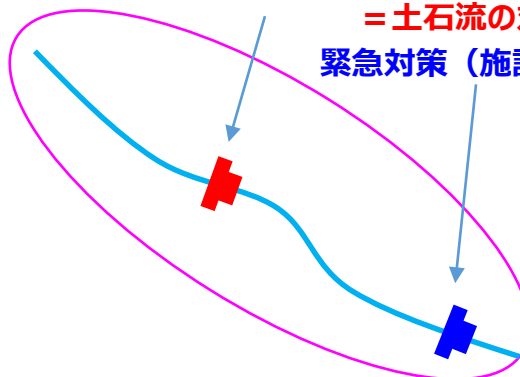
流域A：対象泥流量10,000m³



基本対策（施設効果量7,000m³）

= 土石流の対象規模

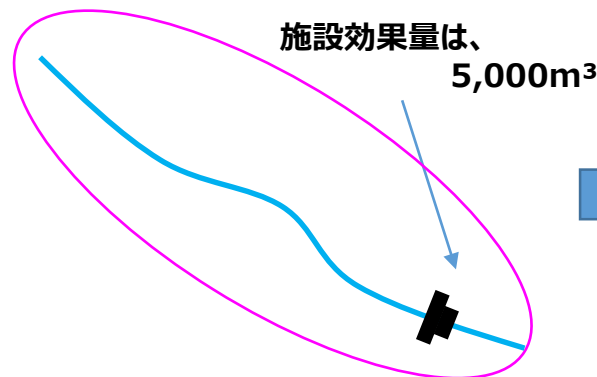
緊急対策（施設効果量3,000m³）



<複数の施設配置が可能な場合>

- 融雪型火山泥流の対象規模、土石流の対象規模を考慮して対策施設を区分
- 施工性を考慮して採用する施設を選定

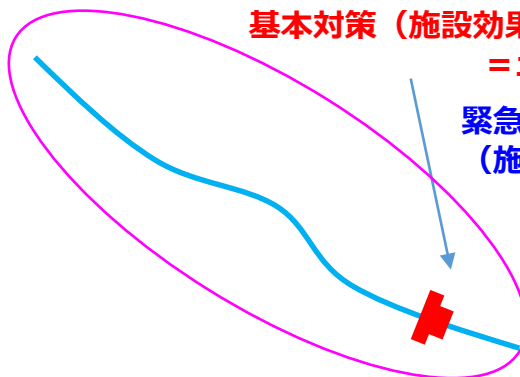
流域B：対象泥流総量は5,000m³



基本対策（施設効果量2,000m³）

= 土石流の対象規模

緊急対策で嵩上げ
（施設効果量+3,000m³）



<複数の施設配置ができない場合>

- 緊急対策として、嵩上げ&掘削を実施
- 土石流の対象規模を考慮して基本対策の規模を検討

図 検討の流れのイメージ

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.3. 規模別泥流総量の算出

＜泥流量算出ケースの設定＞
規模別泥流総量は、火砕流の規模を3ケース、積雪規模を3ケースの、合計9ケースで算出した。

◆火砕流の規模

規模	根拠
13万m ³	H26年の御嶽山の噴火による火砕流規模
20万m ³	浅間山における中規模噴火の約2/3規模
27万m ³	浅間山における中規模噴火による想定規模

◆積雪の規模

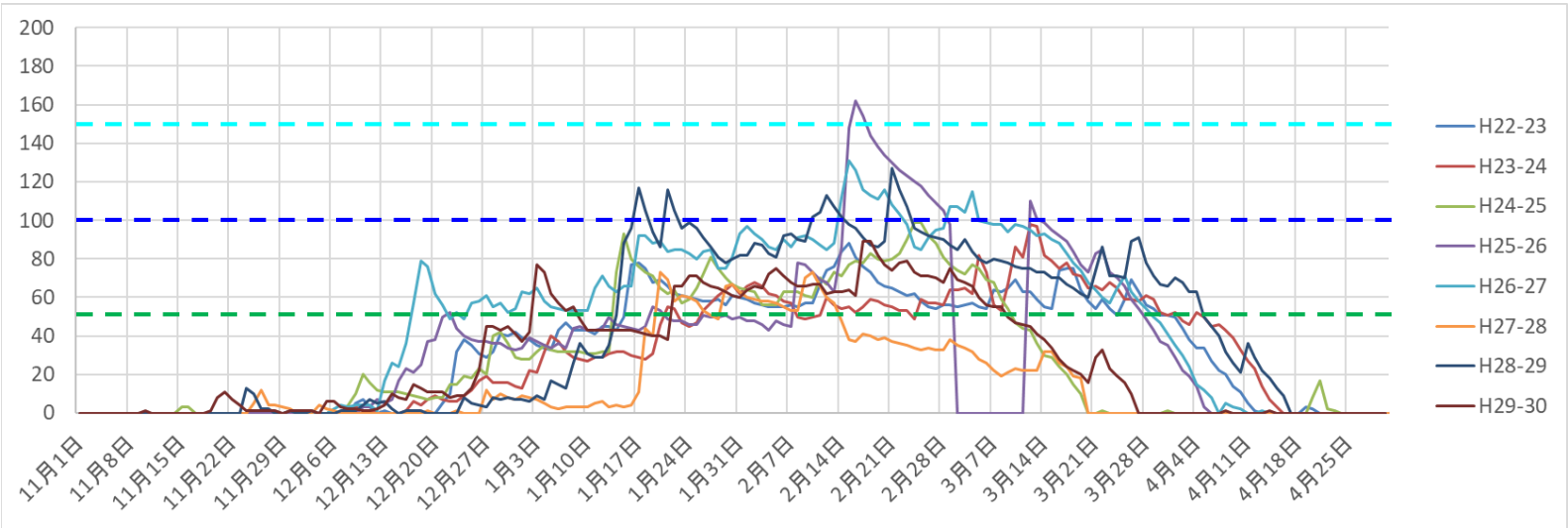
規模	根拠
0.5m	1989～2017年の日積雪深の平均
1.0m	1989～2017年の年最大積雪深の平均
1.5m	20年超過確率積雪深

※気象庁 草津（標高1144m）の観測値を基に分析

20年超過確率積雪深154cm

1990～2017年の
年最大積雪深の平均100.2cm

1989～2018年の
積雪深の平均45.1cm



気象庁 草津における過去約10年（H22～30年）の日別積雪深の推移

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.3. 規模別泥流総量の算出

<砂防基準点の設定>

- 検討対象とする最大の火砕流(27万 m^3)の流下範囲と保全対象との位置関係を考慮して砂防基準点を設定
- 砂防基準点を基点に集水域(対象規模によらず固定)を設定し、集水域毎に泥流量を算出した。

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.3. 規模別泥流総量の算出

＜泥流総量の算出方法＞

- 泥流総量の算出方法は、「浅間山火山噴火緊急減災対策砂防計画」の考え方に準ずる
- 火砕流による融雪可能水量と積雪水量を比較して小さい方を融雪水量とする。
- 泥流の発達を考慮し、火砕流末端における平衡土砂濃度により流出土砂量を算出する。
- 泥流総量(流出土砂量+融雪水量)を設定する。

＜火砕流による融雪可能水量＞

$$\text{融雪可能水量} = \frac{\text{対象流域に流下した火砕流実容積} \times \text{火砕流の比熱} \times \text{火砕流の温度}}{\text{雪の融解熱}}$$

項目	単位	設定値	根拠
火砕流温度	℃	800	一般値
火砕流の比熱	cal/g	0.53	一般値
雪の融解熱	cal/g	80.00	一般値

＜積雪条件による積雪水量＞

$$\text{積雪水量} = \text{平均積雪深} \times \text{積雪密度} \times \text{火砕流堆積範囲面積}$$

項目	単位	設定値	根拠
積雪密度	g/cm ³	0.3	一般値

いずれか小さい方

融雪水量

火砕流末端部における平衡土砂濃度で土砂量を加算

泥流総量（流出土砂量+融雪水量）

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.3. 規模別泥流総量の算出

<土砂濃度の仮定条件>

- 泥流は固液混相流として捉え、小さい粒子は液層(泥流)として振る舞うものとする
- 土砂は40%が粗礫、60%が細砂であると仮定する
- 高橋の土石流濃度式から、計算開始点における土砂濃度(粗礫)を算出する

全土砂量を対象とした土砂濃度は0.6(体積土砂濃度の一般値)を越えることはないと考え、粗礫を対象とした土砂濃度については、0.24を上限として設定した。

$$0.24 = 0.6(\text{全土砂量を対象とした土砂濃度}) \times 0.4(\text{全土砂量に対する粗礫の割合}) = 0.24$$

高橋の土砂濃度式

$$C_d = \frac{\rho \cdot \tan\theta}{(\sigma - \rho)(\tan\Phi - \tan\theta)}$$

土砂量(粗礫+細砂)の算出

$$V_{sd} = \frac{C_d \cdot W}{0.4 - C_d}$$

※C_dの上限値は0.24とする

泥流総量の算出

$$W_m = W + V_{sd}$$

C_d : 粗礫を対象とした土砂濃度
W_m : 泥流総量 , W : 融雪水量, V_{sd} : 全土砂量(粗礫+細砂)
P : 泥水密度 (1.2) , σ : 砂礫密度 (2.6) , Φ : 内部摩擦角 (30°) ,
θ : 河床勾配 (計算開始点における200m区間比高差)

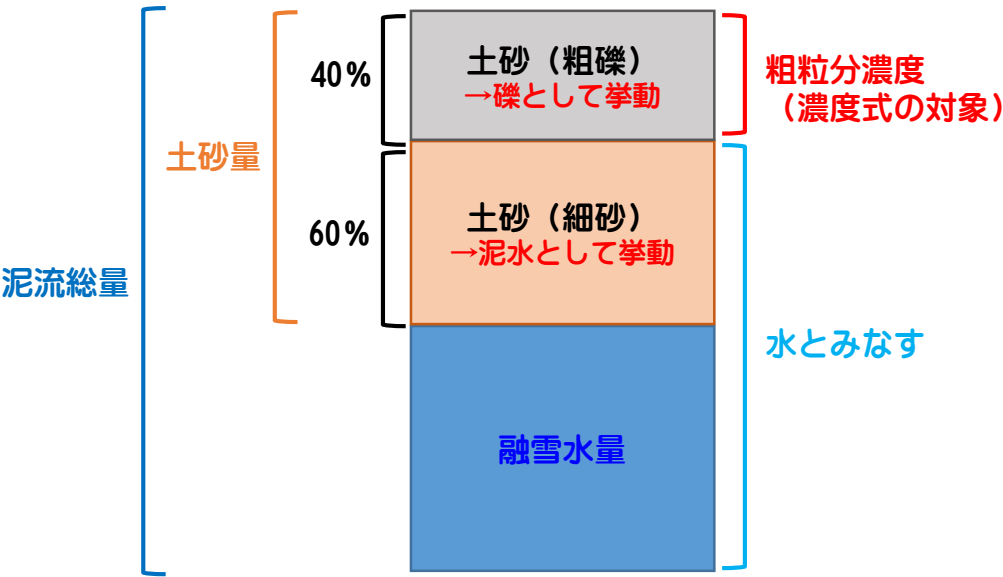


図 土砂濃度の仮定イメージ

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.3. 規模別泥流総量の算出

<規模別泥流総量>

各流域への流下面積が最も大きくなる火砕流の方向ケースを対象に、泥流総量を算出した。

表 火砕流量・積雪深別発生泥流総量（単位：万m³）

流域名	泥流総量												
	火砕流13万m ³					火砕流20万m ³				火砕流27万m ³			
	火砕流 最大方向	火砕流 最大方向	積雪深 0.5m	積雪深 1.0m	積雪深 1.5m	火砕流 最大方向	積雪深 0.5m	積雪深 1.0m	積雪深 1.5m	火砕流 最大方向	積雪深 0.5m	積雪深 1.0m	積雪深 1.5m
谷沢川	NW	北北西	10.3	20.6	30.9	北北西	12.3	24.6	36.9	北北西	15.9	31.8	47.7
白根沢	EN2	東北東2	10.4	20.7	31.1	東南東	12.2	24.3	36.5	東南東	14.1	28.2	42.3
水戸沢川上流の沢	ES	東南東	0.8	1.6	2.4	東南東	1.3	2.6	3.8	東南東	1.6	3.2	4.8
巖洞沢	ES	東南東	15.5	30.9	46.4	東南東	17.5	35.0	52.5	南南東1	18.9	37.9	56.8
赤川	SE1	南南東1	1.5	2.9	4.4	南南東1	2.4	4.7	7.1	南南東1	3.8	7.6	11.5
今井川右支川	SW	南南西	20.7	41.4	62.1	南南西	23.2	46.4	69.6	南南西	25.3	50.7	76.0
本白根沢	WS	西南西	1.9	3.9	5.8	西南西	2.5	5.1	7.6	西南西	5.0	9.9	14.9
万座川左支川1										西南西	0.2	0.4	0.6
殺生沢	WN	西北西	10.4	20.9	31.3	西北西	11.5	23.1	34.6	西南西	12.0	24.0	35.9

【参考】浅間山

対象火山	浅間山
火砕流	27万m ³
積雪深	0.5m
流域名	泥流総量 (万m ³)
片蓋川	20.1
地蔵沢	12.1
小滝沢	2.0
濁沢	15.3
赤川	15.1
大堀沢西	45.4
大堀沢東	3.6
東泉沢	12.8
蛇堀川	17.8
船ヶ沢川西	1.7
船ヶ沢川東	31.6
濁川	39.0
大日向川	0.9
千ヶ滝西沢	33.8
大窪沢川	29.7

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.4. 数値シミュレーションによる被害想定

<数値シミュレーションの留意点>

- 検討対象規模の泥流の無施設時及び施設配置後の数値シミュレーションを実施する
- 昨年度とは数値シミュレーションの想定条件が異なることから、計算条件の設定手法を変更する

<平成30年度の手法>

- マグマ噴火による大規模な火砕流に伴う融雪型火山泥流を想定
- 保全対象直上流の谷出口等を氾濫（計算）開始点としてシミュレーションを実施
- ハイドログラフは、他火山の検討事例を参考に三角形で近似（継続時間は流出計算により推定）

しかしながら、

- ✓ 今回の検討では、**比較的小規模な火砕流**に伴う泥流を想定
- ✓ 計算開始点付近まで**火砕流が到達しない**（継続時間の考え方に齟齬）
- ✓ 谷出口の上流域で施設配置を行う場合、**施設効果の評価ができない**

<今年度の手法>

- 火砕流の末端部を計算開始点とする
- 簡易Kinematic Waveモデルを用いてハイドログラフを設定
- 地形条件として計画施設を表現して効果を評価する

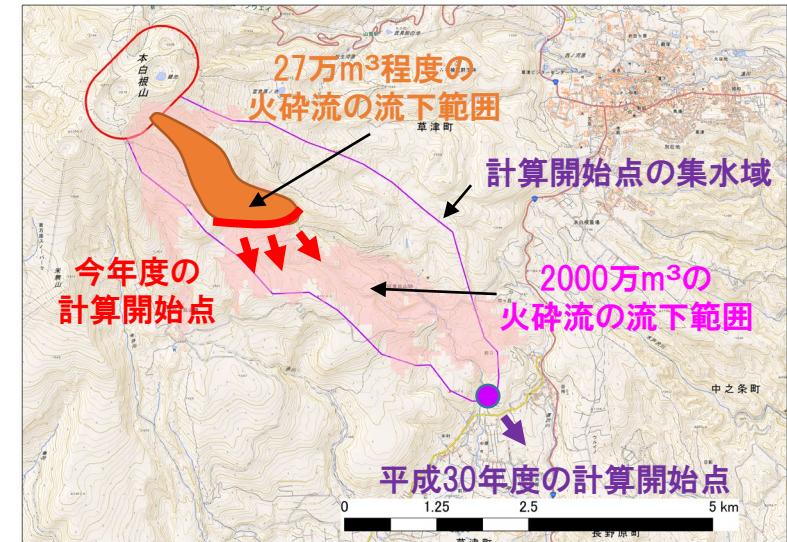


図 火砕流到達範囲と計算開始点の違い（イメージ）

◆ Kinematic Waveモデル

- Kinematic Wave法とは、斜面と河道をモデル化し、流出現象を解析していく手法（簡易手法では、斜面モデルのみとした）
- 一定距離毎に斜面をモデル化して、流出解析を実施
- これにより、斜面形状を直接評価することが可能

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.4. 数値シミュレーションによる被害想定

- ＜簡易Kinematic Waveモデルを用いたハイドログラフ＞
- 火砕流の到達範囲の斜面を短冊状にモデル化
 - 泥流総量を面積で按分して全領域から一斉に流下させ、最下流点の流量ハイドログラフを算出

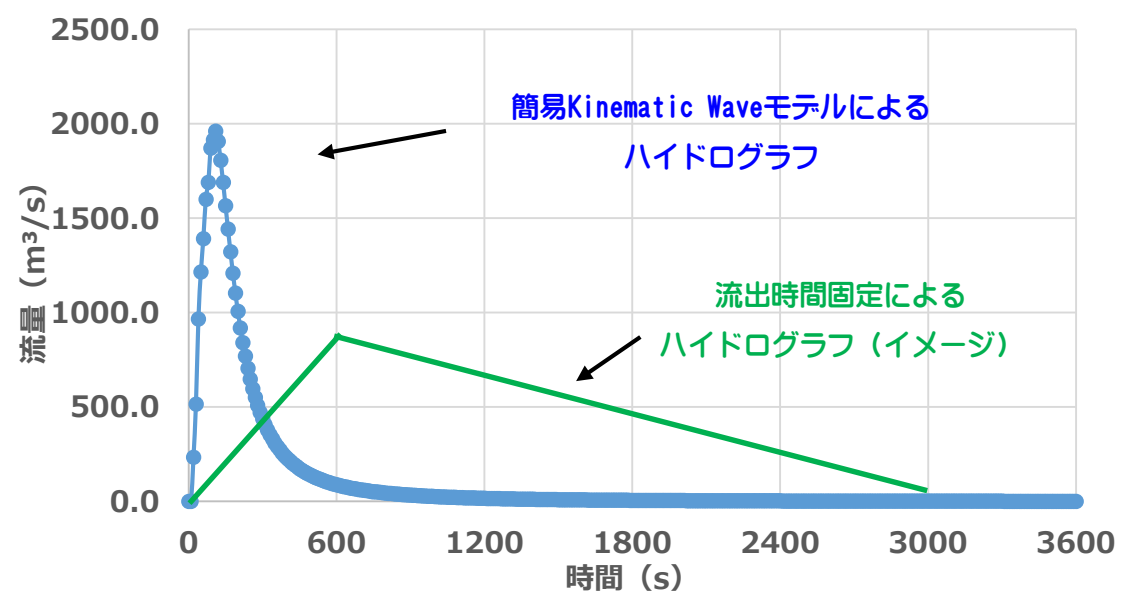
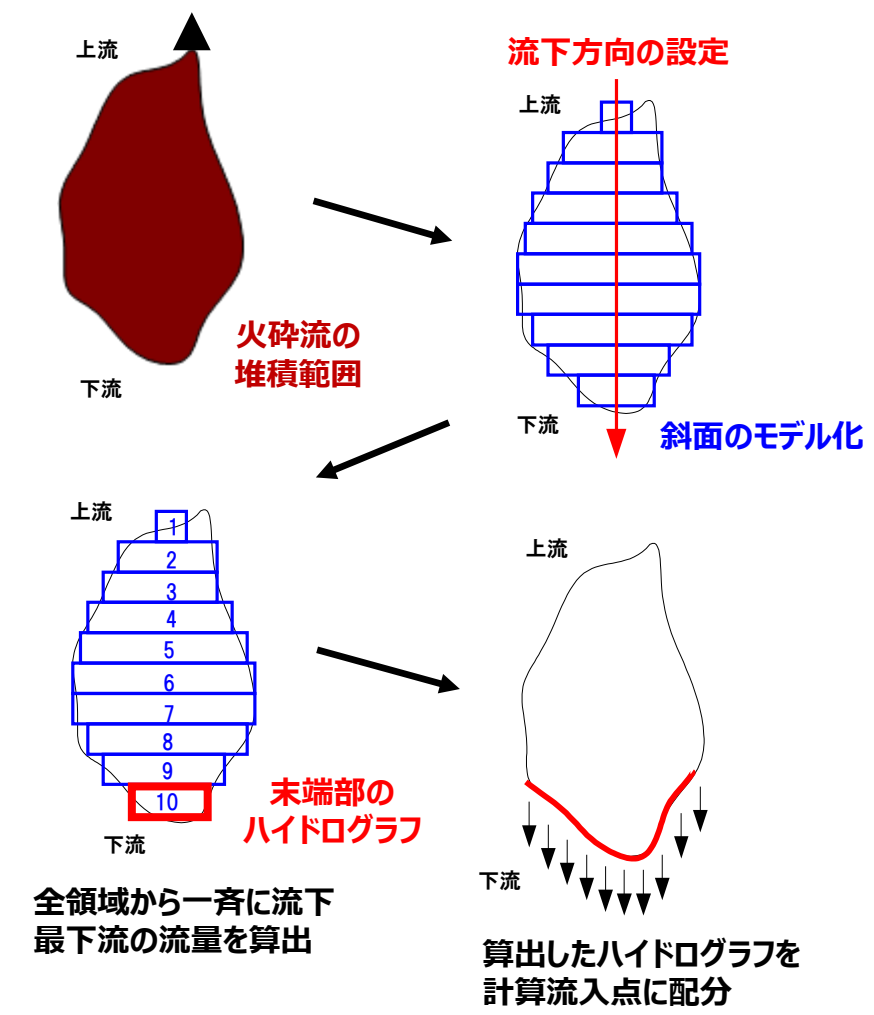


図 ハイドログラフの比較
(白根沢・火砕流13万m³、積雪深0.5mの例)

簡易Kinematic Waveモデルでは、三角ハイドログラフに比べて、

- ピーク流量が大きくなる
- ピーク後の流量の低減が緩やかに表現される

という傾向がある

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.4. 数値シミュレーションによる被害想定

＜数値シミュレーション結果に基づく被害想定＞

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.5. 最大限の施設配置の検討

＜現実的に施工が可能な最大限の施設配置の考え方＞

- 緊急対策となることを考慮し、堤高は14.5m(根入2.0m)を最大として検討
- 縦断的に上流施設(他機関施設含む)や重要施設(橋梁や泉源等)に堆砂域がかからないように配置
- 地形条件から、谷地形であること、工事用道路の敷設が可能であること等を考慮
- 治山施設の整備されている区間には配置しない

※堰高15m以上の場合は、以下のデメリットが生じることから、堤高は14.5m(根入2.0m)を最大として検討する。

- ✓ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策)に基づいて構造を検討すると、地震等の外力を考慮する必要が生じる
- ✓ 上記も含め施工数量が多くなり、緊急対策として好ましくない(時間を要する)

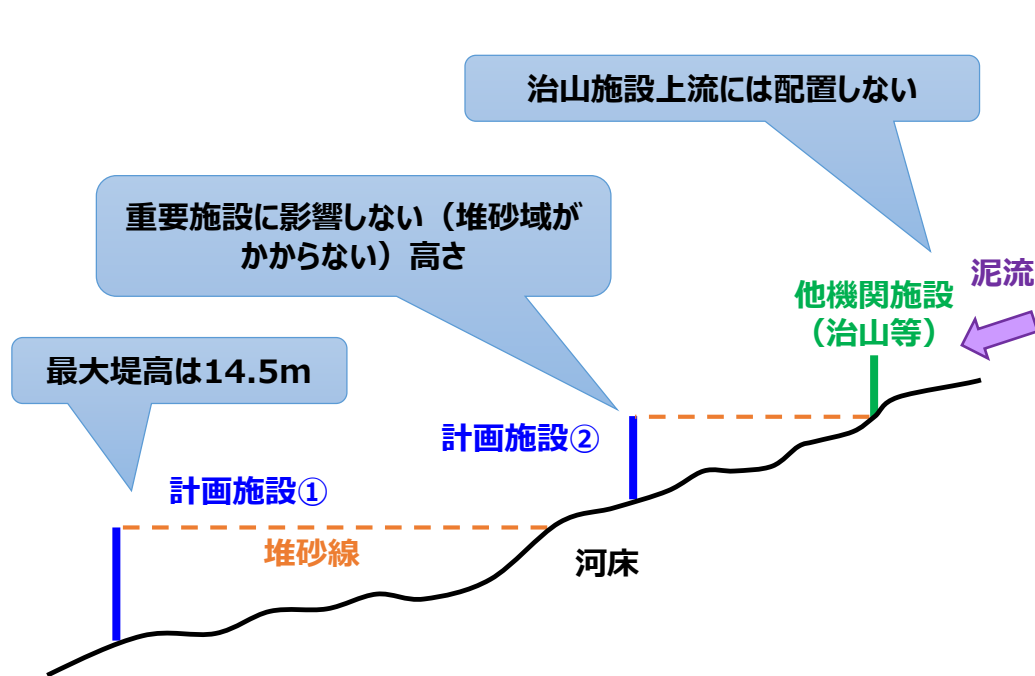


図 縦断的な施設配置の制約条件のイメージ

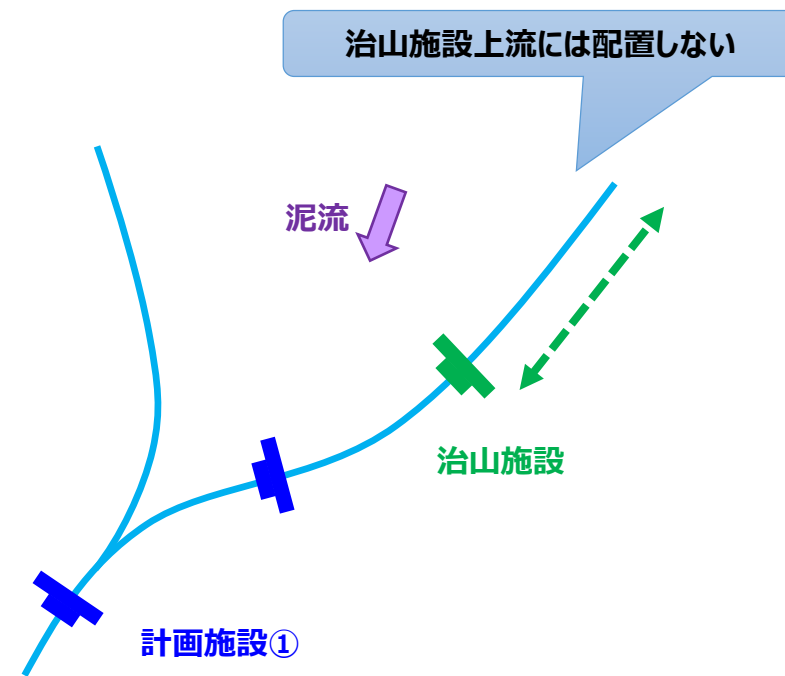


図 平面的な施設配置の制約条件のイメージ

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.5. 最大限の施設配置の検討

<泥流に対する施設効果の考え方>

- 融雪型火山泥流に対する土砂処理の方針及び施設効果は、浅間山火山噴火緊急減災対策砂防計画の考え方に準ずる
 - 施設効果は、数値シミュレーション及び施設効果量で評価する。
-
- 融雪型火山泥流の全量(土砂+水)を砂防施設により捕捉(貯留)する
 - 水を捕捉する必要があることから、不透過型砂防堰堤を基本とする
 - 融雪型火山泥流は流動性が高いと想定されることから、施設効果量の算定は計画堆砂勾配を水平と考える
 - 施設効果量は、簡便式で算出した

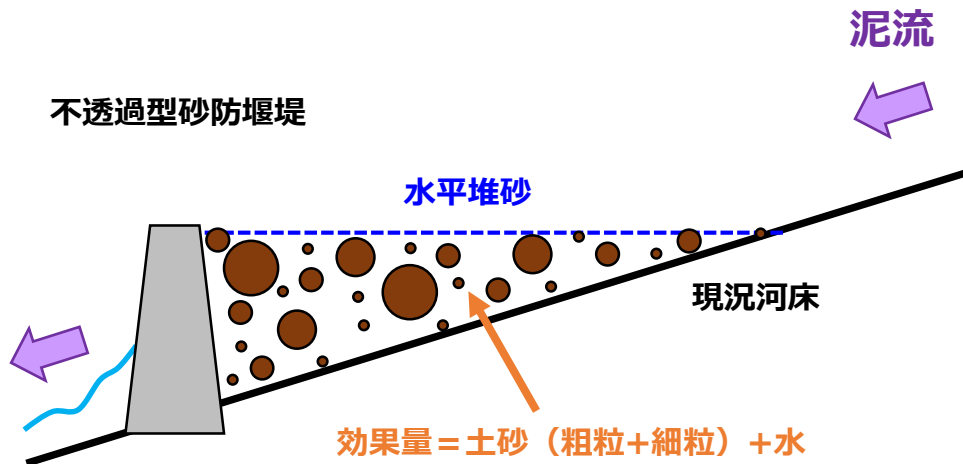


図 不透過型砂防堰堤の泥流に対する施設効果のイメージ

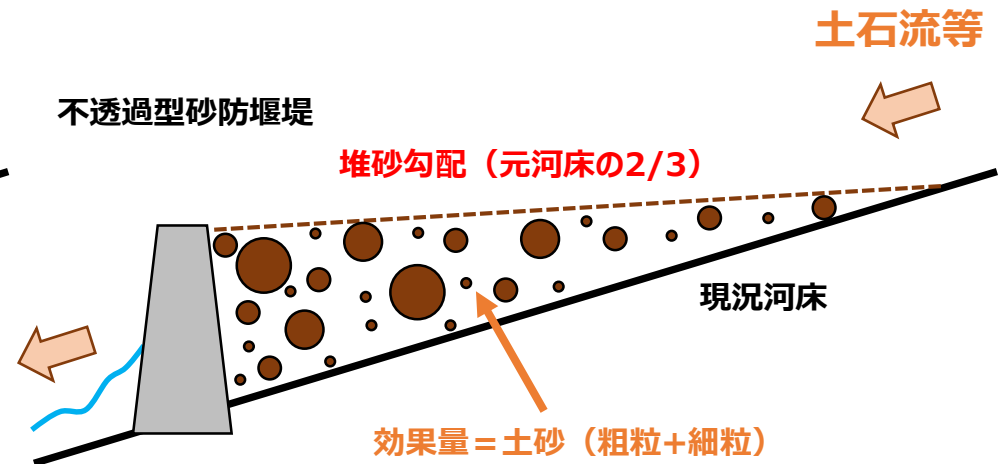


図 不透過型砂防堰堤の土石流等に対する施設効果のイメージ

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.5. 最大限の施設配置の検討

<施設配置計画>

各流域で、1～3基の施設配置が可能と考えられた。

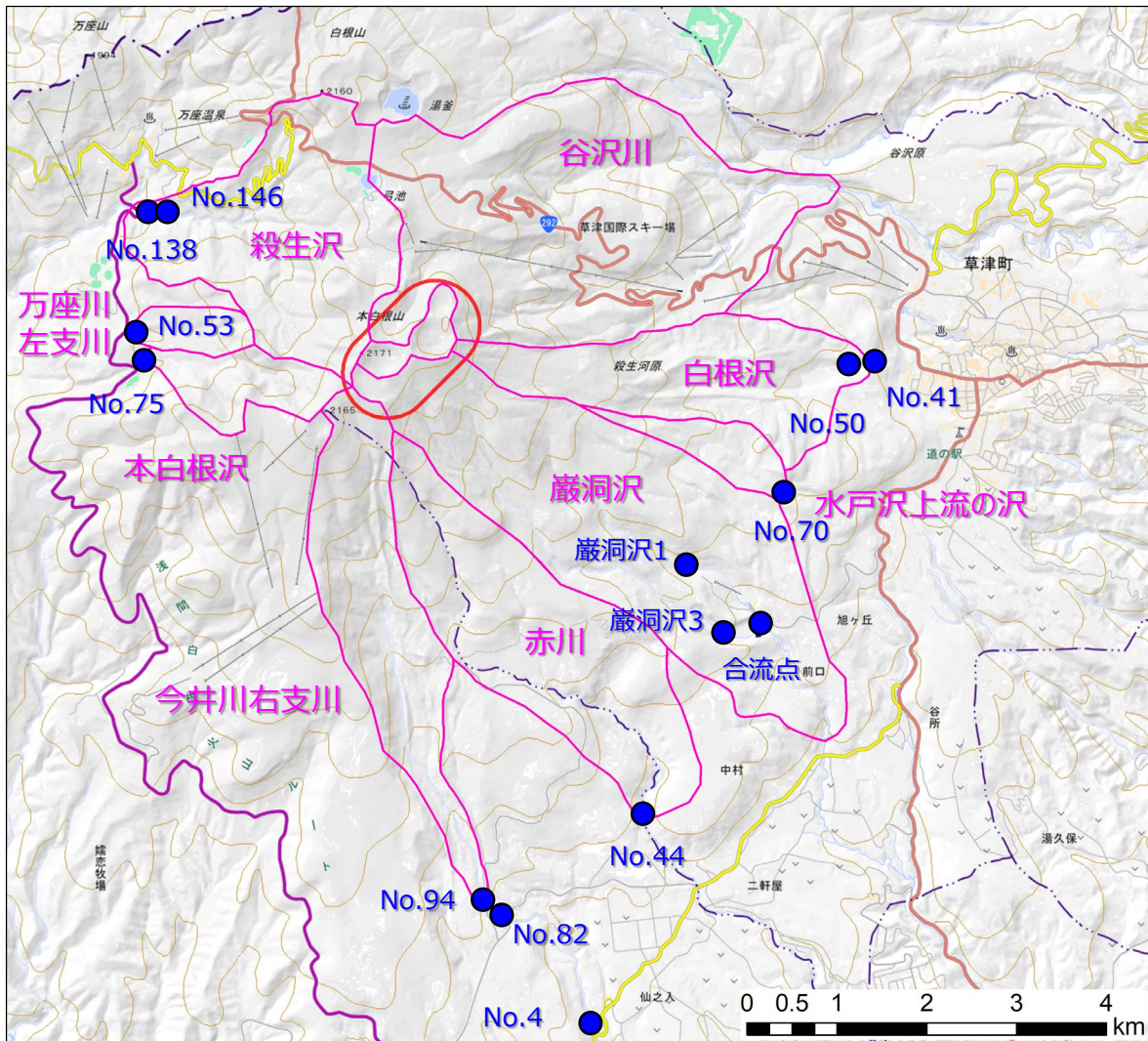


表 計画施設効果量一覧

流域名	施設名称 (仮)	施設効果量 (m ³)	効果量計 (m ³)
谷沢川	-	適地なし	-
白根沢	No.41	87,800	128,100
	No.50	40,300	
水戸沢上流の沢	No.70	63,300	63,300
巖洞沢	巖洞沢1	20,300	141,930
	巖洞沢3	40,700	
	合流点	80,930	
赤川	No.44	21,100	21,100
今井川右支川	No.4	32,000	62,500
	No.82	13,200	
	No.94	17,300	
本白根沢	No.75	40,600	40,600
万座川左支川1	No.53	25,800	25,800
殺生沢	No.138	34,900	61,900
	No.146	27,000	

※詳細は参考資料

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.5. 最大限の施設配置の検討

<留意事項>

①谷沢川

- 谷沢川においては、平成30年1月の噴火を受け、レストハウス上流において砂防及び治山による施設整備が進められており、同区間では新規施設整備の適地がない
- 被害想定シミュレーションのみ実施し、施設配置計画は検討しない。

②本白根沢・万座川左支川

- **保全対象は万座ハイウェイのみ**であり、その下流域においても氾濫被害は想定されない
- 泥流の捕捉ではなく、導流(緊急対策)のみによる対応も可能と考えられる

③殺生沢

- **保全対象は万座しぜん情報館と万座ハイウェイ**であり、その下流域において氾濫被害は想定されない
- 泥流の捕捉ではなく、導流(緊急対策)のみによる対応も可能と考えられる

討議事項

- 万座ハイウェイ(※)を対象とした施設整備の必要性及びその方針について
(冬季は他の道路の通行止めにより、万座ハイウェイが万座温泉への唯一のルート(避難路)となる)

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.6. 施設配置による減災効果の確認

＜数値シミュレーションによる減災効果の確認＞

火砕流20万 m^3 、積雪深1.0m程度までは施設配置による減災効果が期待できると考えられる。

討議事項

ハード対策の対象とする融雪型火山泥流の規模(火砕流規模及び積雪深)の考え方について

3. 融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討

3.6. 施設配置による減災効果の確認

＜施設効果量と発生泥流総量の比較＞
量的な比較の場合、融雪型火山泥流の対応可能な規模は小さくなる。

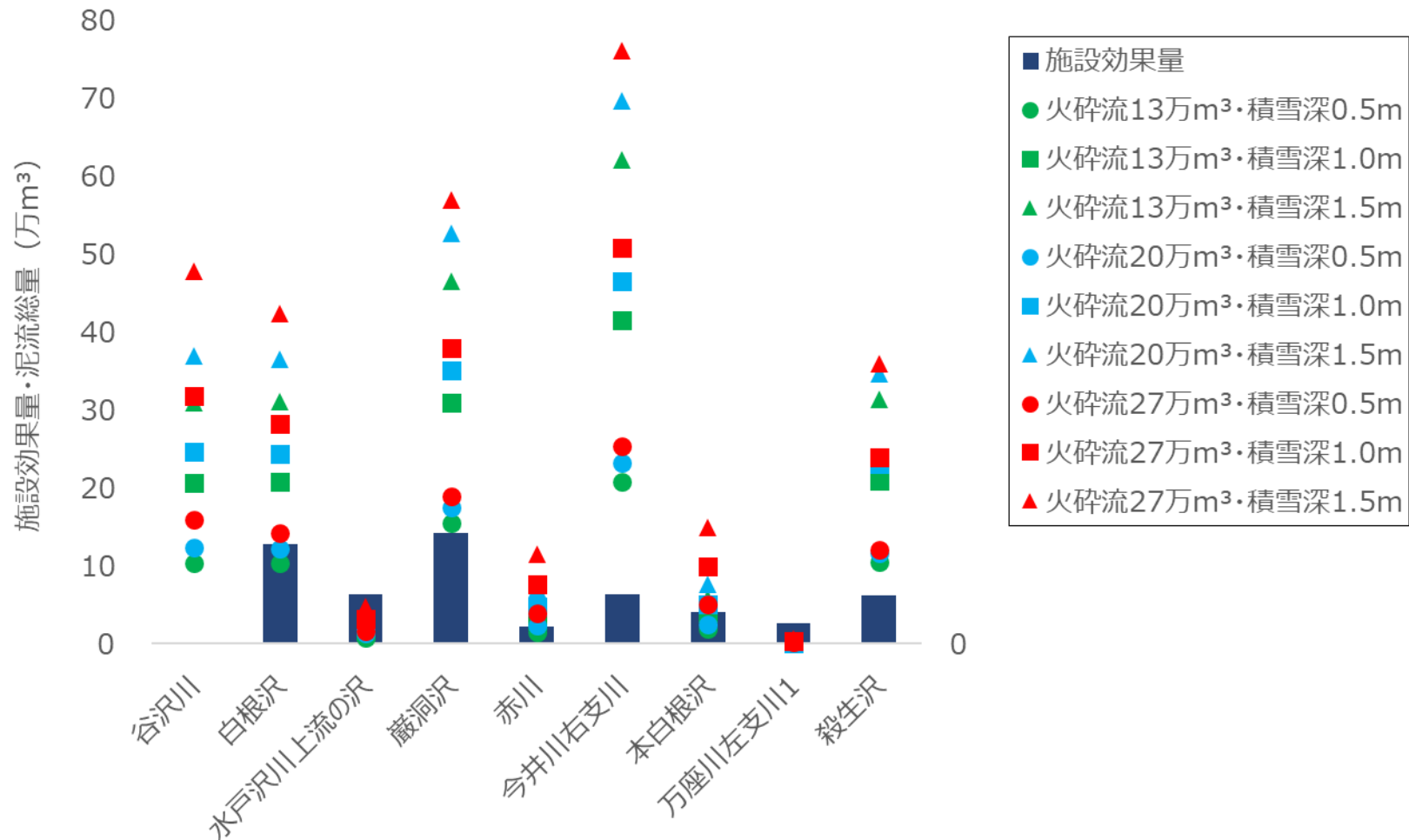


図 施設効果量と発生泥流総量の比較

4. 今後の検討スケジュール

2020年度の委員会では、融雪型火山泥流の対応可能な規模及び土石流対策を考慮した施設配置計画（基本対策／緊急対策）について報告する。

