

令和元年度 第1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

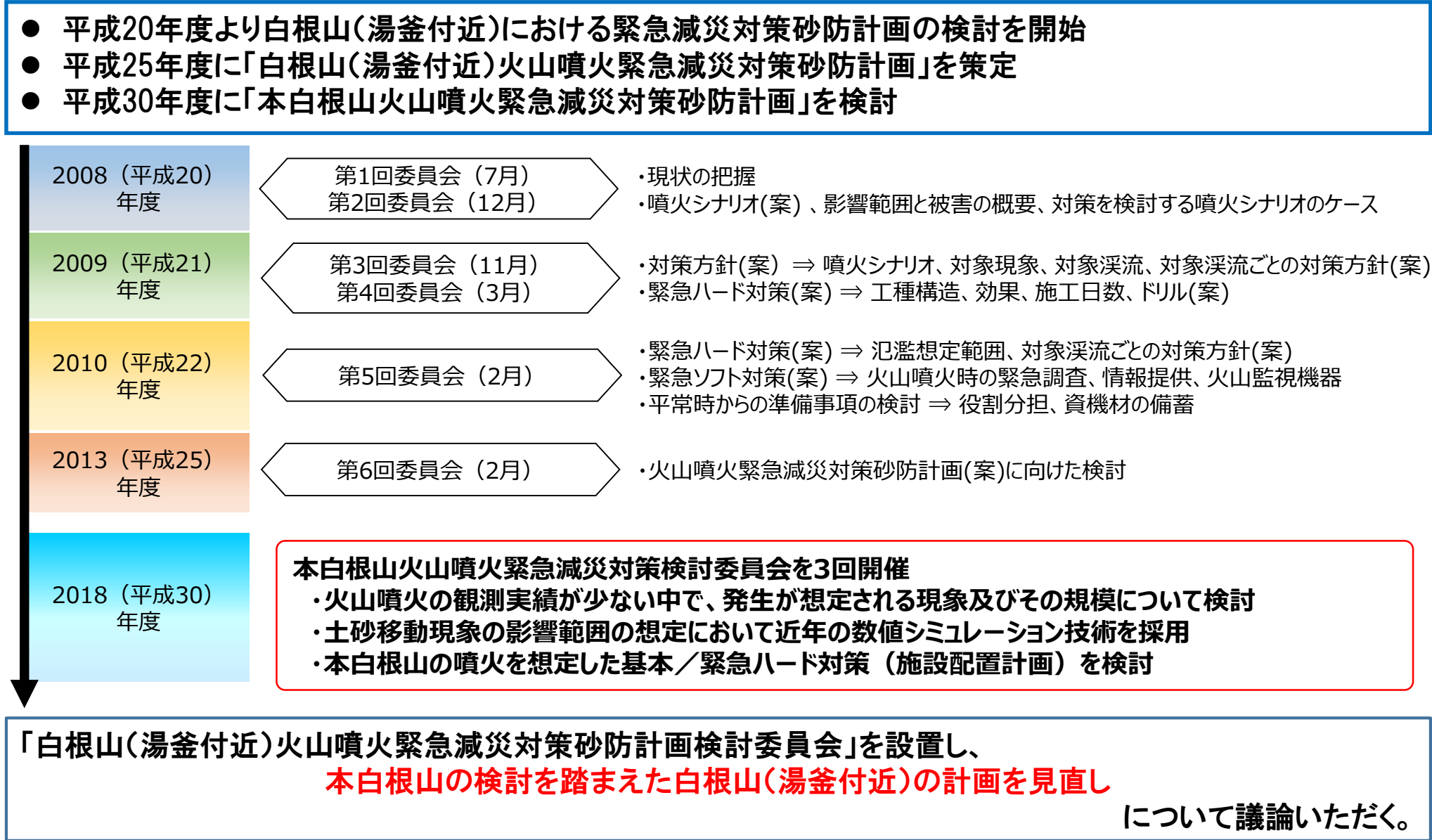
討議資料 (白根山(湯釜付近)編)

1.検討の背景と本委員会の目的	2
2.白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要	4
3.土砂移動シナリオの検討	9
4.影響範囲と被害想定	20
5.今後のスケジュール	37

令和2年 1月 30日
国土交通省 利根川水系砂防事務所

1. 検討の背景と本委員会の目的

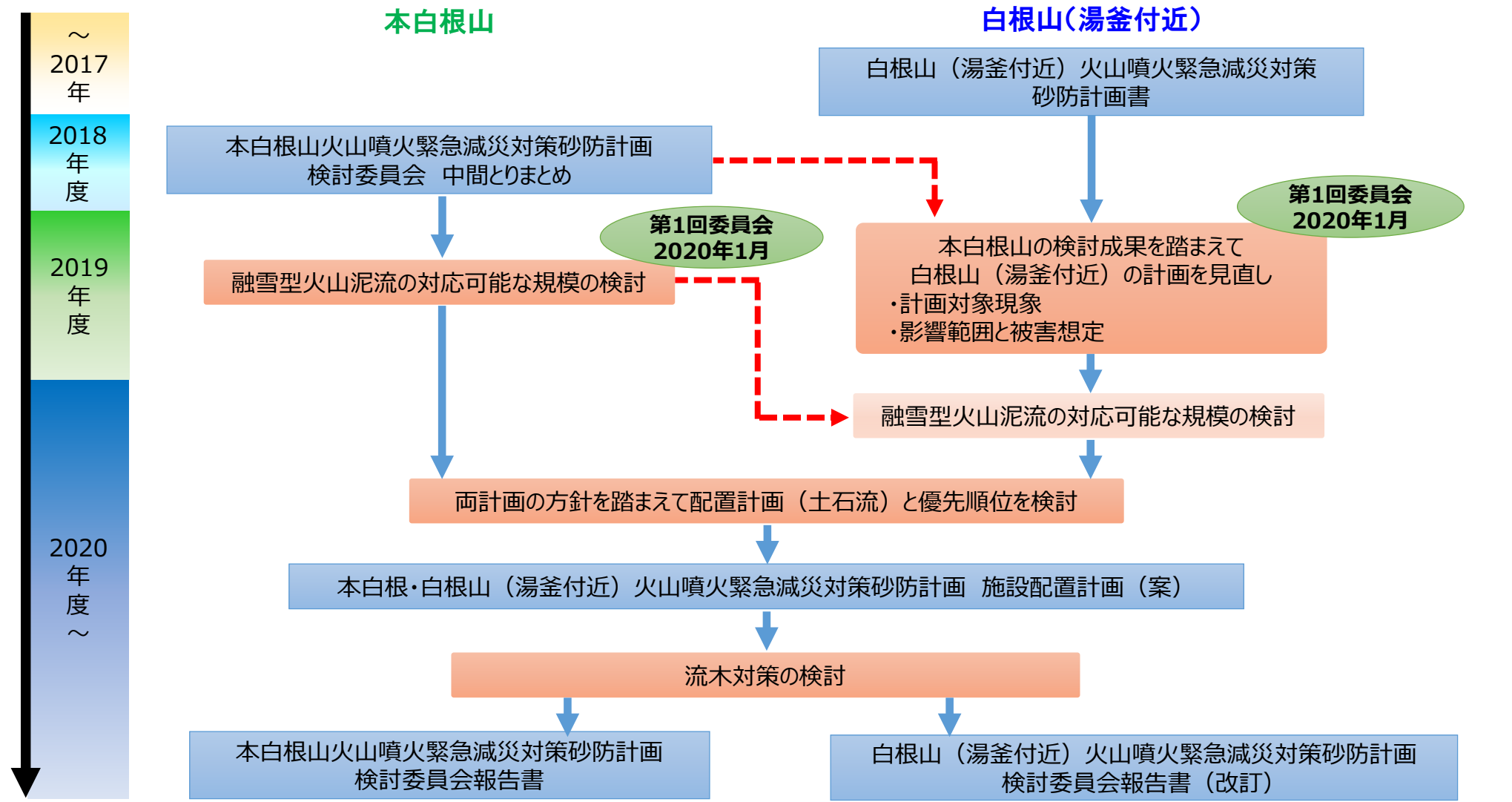
1.1. 「白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画」の検討経緯



1.これまでの検討経緯

1.2. 今後の検討スケジュール

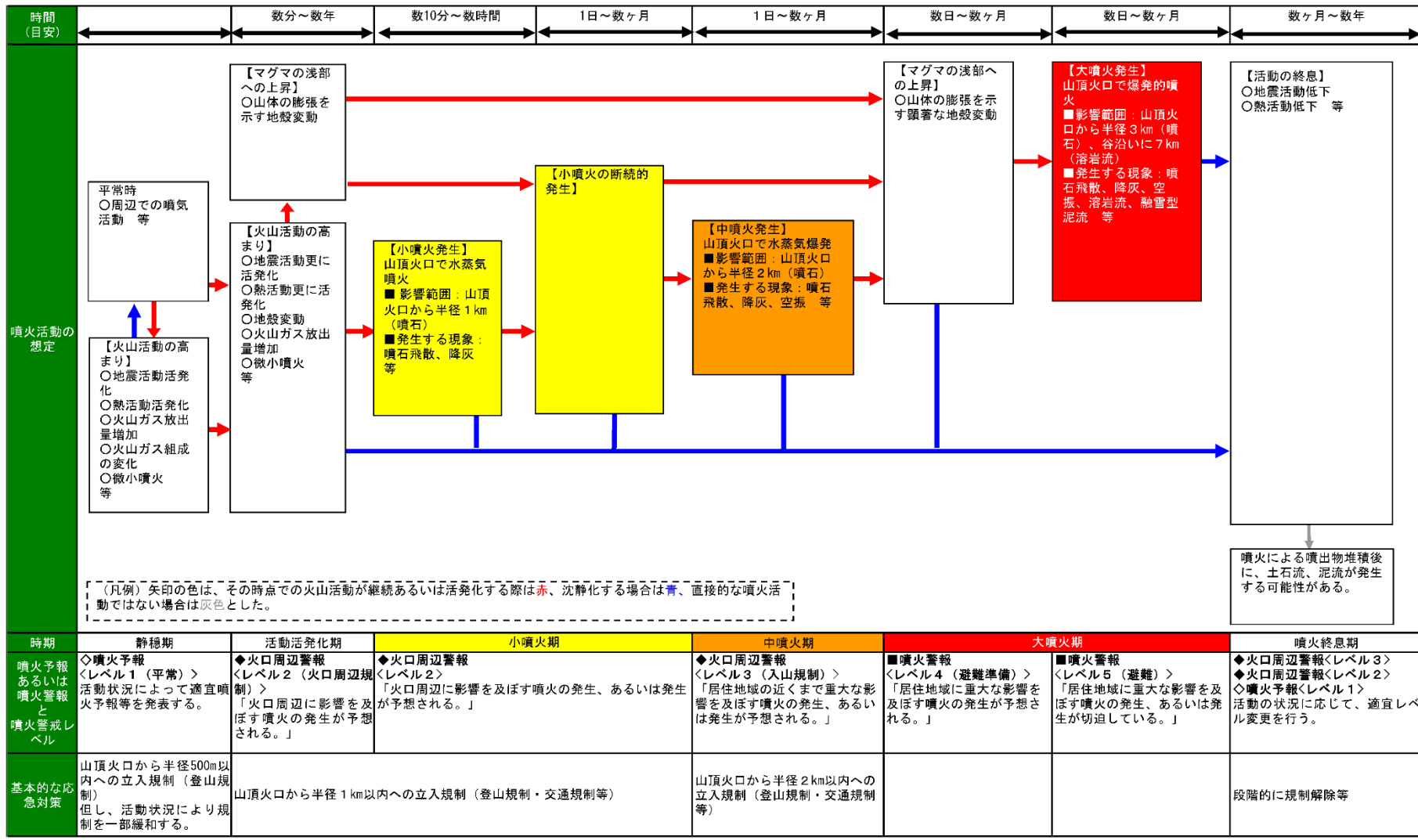
- 令和元年度は、本白根山と白根山（湯釜付近）の検討委員会をそれぞれ1回開催予定
- 白根山（湯釜付近）においては、対象現象の見直しと影響範囲の把握、施設配置計画を検討する



2. 白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

2.1. 白根山(湯釜付近)の噴火シナリオ(気象庁H20 /12/24版に追記)

- 気象庁の噴火シナリオを元に、発生する土砂移動現象とその時系列を想定している。



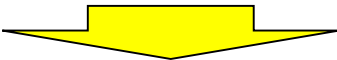
注) ここでいう噴石とは、風の影響を受けず弾道を描いて飛散する大きな噴石をさす。また、降灰には火山灰の他、風の影響を受ける小さな噴石を含むこととする。
(これはひとつの想定であり、必ずしも起こりうる全ての現象やその推移を網羅したものではない。)

2. 白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

2.2. 対象現象

- 緊急減災対策では発生頻度の高い小規模・中規模噴火を対象として検討を行う。
- 緊急ハード対策の対象現象は降灰後(噴火後)の土石流とし、その他の現象は対象としない

現象	緊急減災ハード対策	緊急減災ソフト対策
噴石	影響範囲が火口に近く、緊急時のハード対策は困難であるため、緊急減災ハード対策では対象としない。	カメラ等により飛散状況を監視
降灰	影響範囲が広範にわたり、ハード対策による直接防御は困難なため、緊急減災ハード対策では対象としない。	関連機関と連携して降灰分布状況の緊急調査
火口湖決壊型火山泥流(※1)	中噴火が湯釜南側火口壁付近で発生した場合、即時に火口湖決壊型火山泥流が発生するため時間的猶予は少ない。従って、緊急減災ハード対策の対象としない。	- 積雪量観測や水位監視による規模の予測 - 検知センサーによる発生検知などによる対応
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、過去数千年間で実績がない。従って、緊急ハード対策の対象としない。	監視カメラ等による発生検知
降灰後(噴火後)の土石流	降灰分布、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、時間的余裕もあることから緊急ハード対策による減災は可能。	- 降灰量の観測による発生予測 - 検知センサーによる発生検知



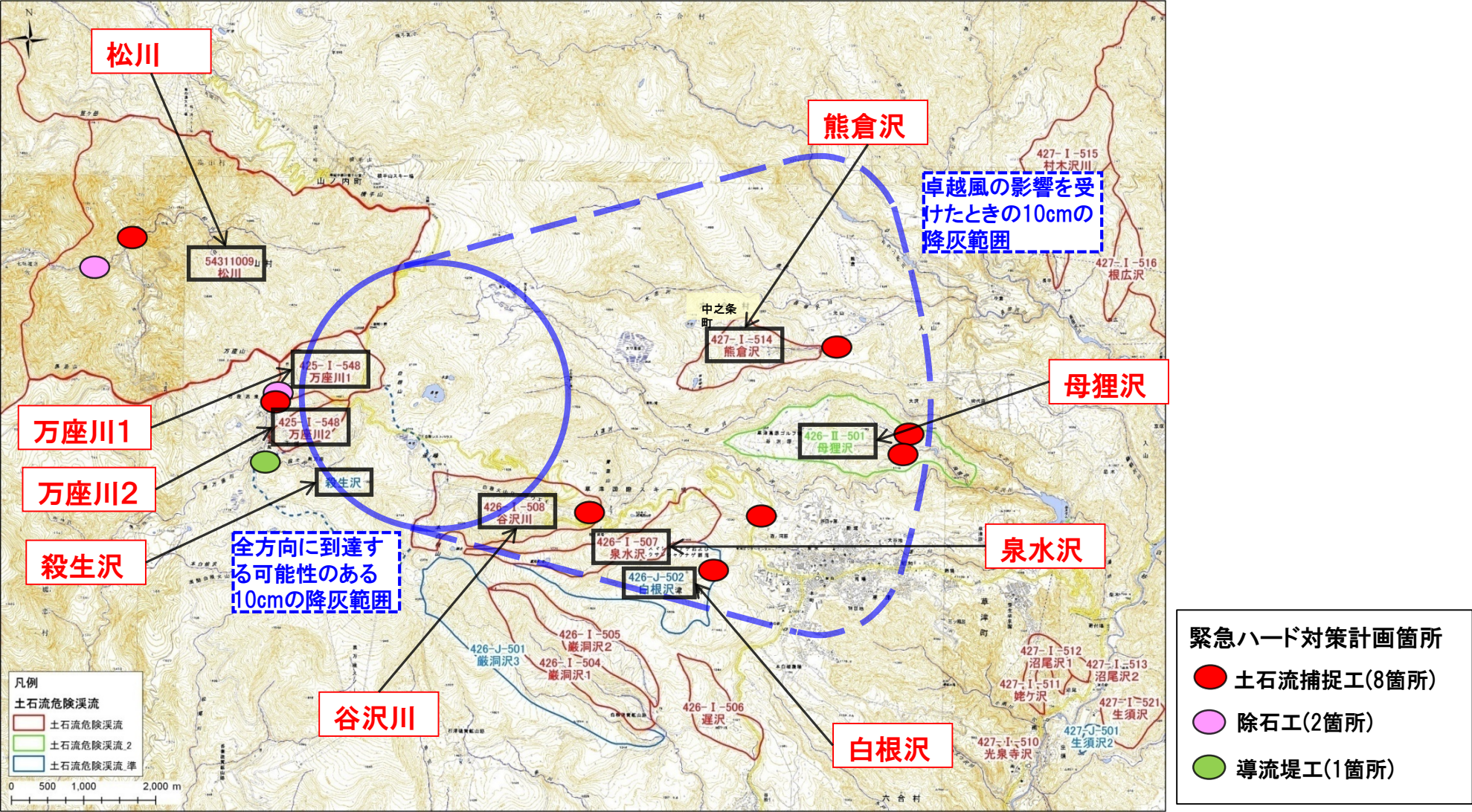
※1:積雪期には、融雪水を巻込んで流下するため規模が大きくなる。

- 噴火緊急減災対策では発生頻度の高い小規模・中規模噴火を対象として検討を行う。
- 緊急ハード対策の対象現象は降灰後(噴火後)の土石流とし、その他の現象は対象としない。
- 緊急ソフト対策は全現象を対象とする。

2. 白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

2.3. 検討対象溪流および緊急ハード対策計画箇所

- 降灰堆積厚10cmの範囲内に流域を持つ土石流危険溪流を「降灰後の土石流が発生するおそれのある溪流」とし、9溪流を対象としている。



2. 白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

2.4. 緊急ハード対策計画箇所(殺生沢の例)

- 溪流ごとに、緊急ハード対策を検討している。

2. 白根山(湯釜付近)火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

2.5. 緊急ソフト対策(火山監視機器の緊急的配置)

- 土砂移動に係る気象観測及び降灰量調査、土砂移動現象の発生検知を目的として危機を配置する。

土石流検知センサー・監視カメラ:9箇所
雨量計:8箇所
自動降灰量計:2箇所

凡 例

噴火警戒レベル2交通規制

噴火警戒レベル3交通規制

土石流検知センサー
可搬型監視カメラ
雨量計

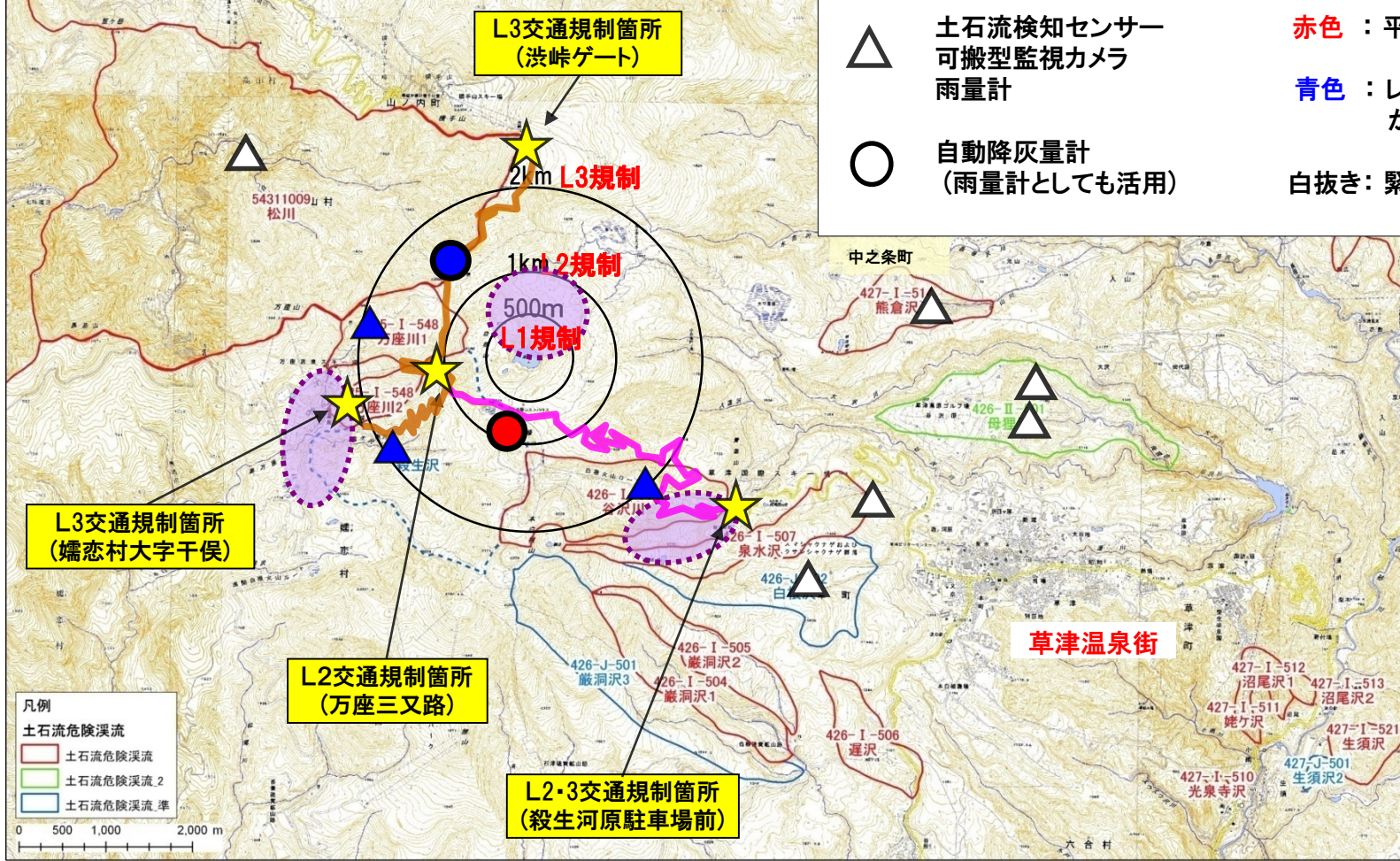
自動降灰量計
(雨量計としても活用)

硫化水素ガス自噴箇所密集地域

赤色 : 平常時から整備が必要な機器

青色 : レベル3になる前までに整備
が必要な機器

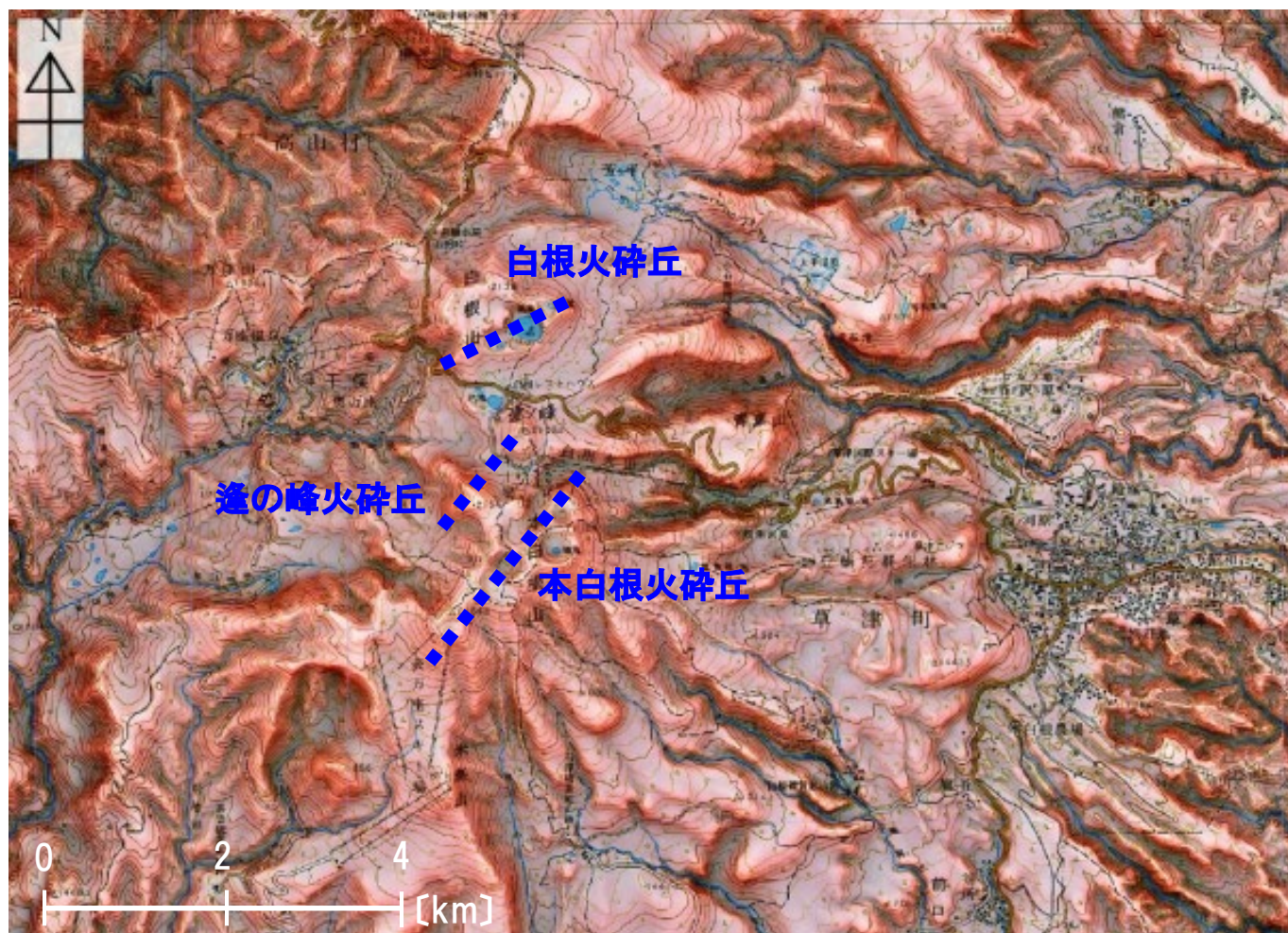
白抜き: 緊急時でも設置可能



※母狸沢:雨量計は1箇所

3.1. 白根山(湯釜付近)および本白根山の地形

- 草津白根山は、山頂付近に発達した小型の多数の火口や溶岩流の噴出口の集合体からなる、単成火山群構造的な構造を示し、火口群は北東-南西方向に数本の列をなして並んでいる

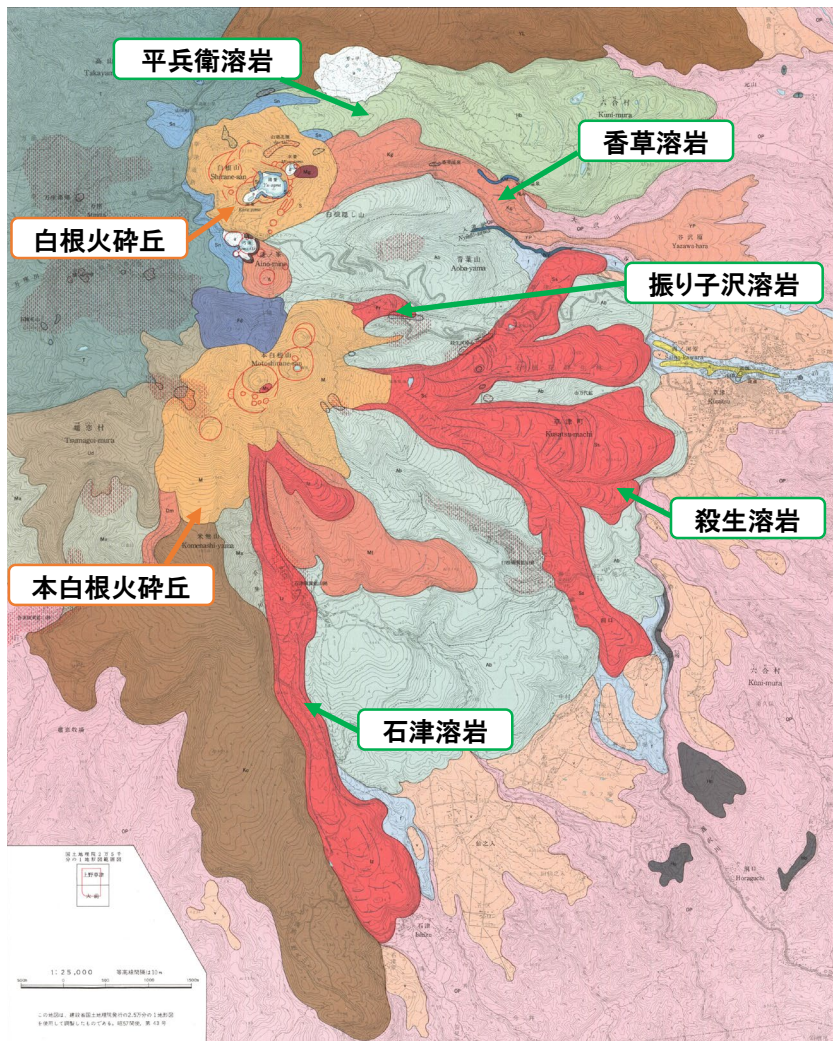
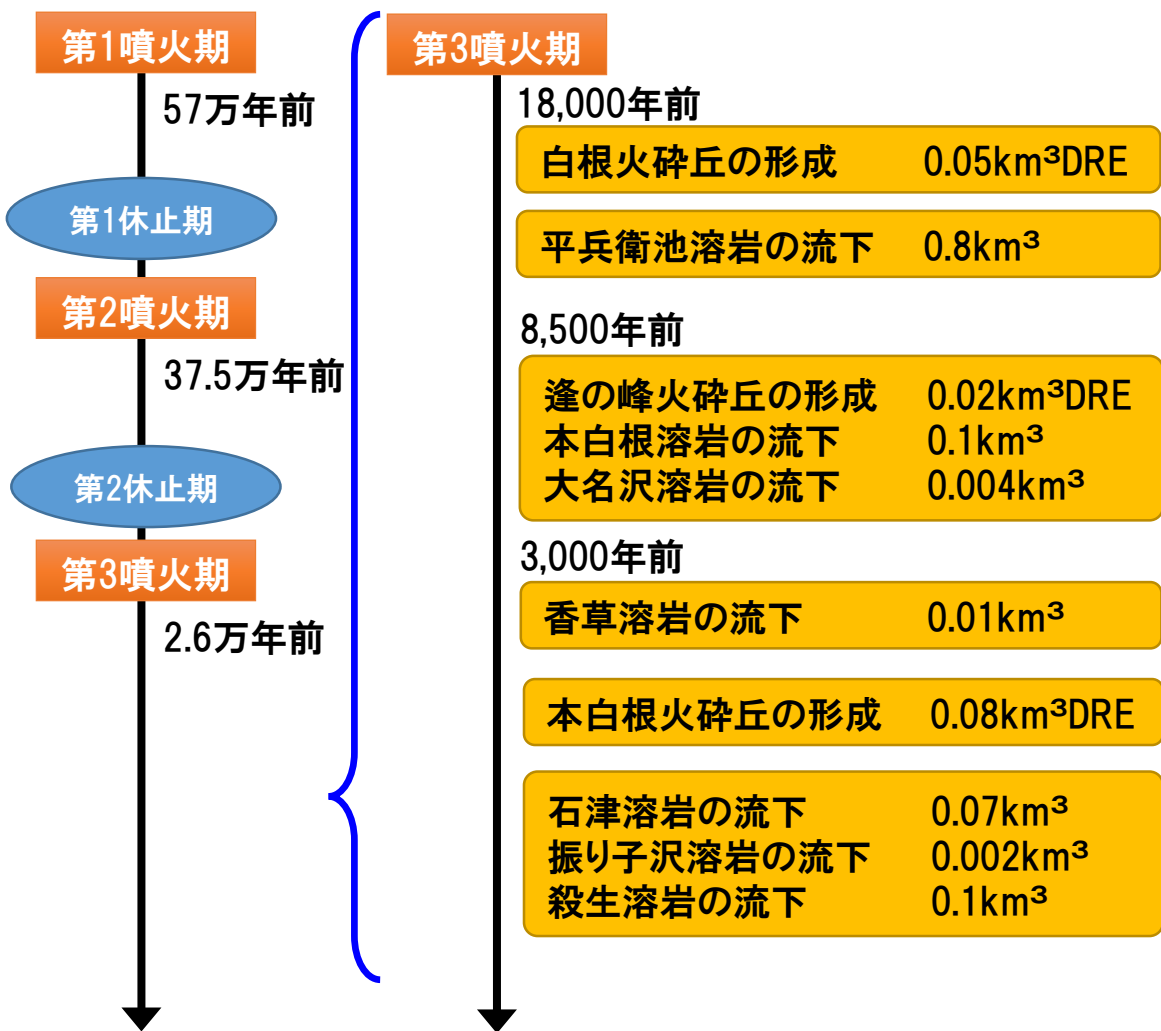


草津白根山の地形図(「日本活火山総覧(第4版)web掲載版」に加筆)

3. 土砂移動シナリオの検討

3.2.本白根山および白根山(湯釜付近)の噴火史(有史以前)

- 草津白根山は3つの活動期間があり、現在は第3活動期にあたる



3.2.本白根山および白根山（湯釜付近）の噴火史（有史以降）

- 有史以降の噴火は、文献等で1805年以降の記録が残されている
- 近年の研究により、AD600年頃に最新のマグマ噴火（もしくはマグマ水蒸気噴火）が弓池火口であったことが確認された

西暦	噴火場所	VEI	現象
600頃※1	弓池	?	噴石・降灰
1805	湯釜	2	噴石・降灰
1882	湯釜・涸釜	2	噴石・降灰
1897	湯釜	2	噴石・降灰
1990	湯釜	1	?
1902	弓池北東岸	2	噴石・降灰
1905	湯釜?	2	硫黄流出
1925	湯釜	2	噴石・降灰
1927	湯釜、湯釜南東外斜面	2	噴石・降灰
1928	湯釜、湯釜南東外斜面	?	硫黄流出
1932	湯釜、湯釜南東外斜面	3	噴石・降灰・泥流

西暦	噴火場所	VEI	現象
1937	湯釜	2	噴石・降灰
1938	湯釜	?	噴石・降灰
1939	湯釜	2	噴石・降灰
1940	?	?	降灰
1941	?	?	降灰
1942	水釜、湯釜南東外斜面、北外斜面	1	噴石・降灰
1958? 1959?	湯釜	1	噴石・降灰
1976	水釜	2	噴石・降灰
1982	湯釜・涸釜	1	噴石・降灰
1983	湯釜・涸釜	1	噴石・降灰
2018	鏡池付近	1※2	噴石・降灰

※1: トレンチ調査と放射性炭素年代測定による草津白根火山・白根火砕丘南斜面の噴火史：火口列と弓池マールの活動年代の推定(亀谷ほか,2018)

※2: 草津白根山降灰合同調査班発表(火山噴火予知連絡会(平成30年2月6日))の推定噴出量約3～5万tを基に、堆積密度1100kg/m³と仮定し算出

火山防災対策を検討するための草津白根山の噴火シナリオ（案）,平成20年12月24日版, 気象庁地震火山部火山課より抜粋、600年、2018年を追加

3. 土砂移動シナリオの検討

3.3. 白根山における噴火シナリオの経緯

- ◆ 火山噴火緊急減災対策砂防計画(案)において、土砂移動シナリオが設定された。
- ◆ その後、新たな研究成果や本白根山等の噴火警戒レベルが導入された。

【噴火シナリオおよび土砂移動シナリオにおける検討事項】

- ✓ 白根山で想定される噴火に伴う現象の確認
- ✓ 本白根山で想定される現象との整合性の確認
- ✓ 噴火シナリオおよび土砂移動シナリオの見直しの必要性

平成20～25年検討
「白根山（湯釜付近）における緊急減災対策砂防計画」

【平成25年以降の知見】

- ・ 新たな研究結果
- ・ 本白根山の緊急減災砂防計画の検討開始(平成30年～)
- ・ 本白根山の噴火警戒レベル及び判定基準の導入(平成30年3月)
- ・ 白根山の噴火警戒レベル及び判定基準が改定(令和元年6月)

【本年度】

想定現象・噴火シナリオ・土砂移動シナリオについて見直し

3. 土砂移動シナリオの検討

3.4. 噴火に伴い発生が想定される現象

- 令和元年6月に、白根山(湯釜付近)の気象庁の噴火警戒レベル及び判定基準が改定された
- 噴火警戒レベル及び判定基準において、白根山(湯釜付近)と本白根山では対象現象に相違点がある

表. 白根山(湯釜付近)の噴火様式および規模

②噴火の区分とその影響				
噴火様式と規模の想定は下表の通りである。				
噴火様式	規模	噴火に伴う現象	警戒が必要な範囲	過去事例
水蒸気噴火	小噴火	大きな噴石、降灰、空振	火口から概ね1 km 以内 (大きな噴石)	1937－1939 年噴火 1982－1983 年噴火等
水蒸気噴火	中噴火	大きな噴石、降灰、空振、融雪型火山泥流	火口から概ね2 km 以内 (大きな噴石) 居住地域近くまでの沢沿い (融雪型火山泥流)	有史以降の事例なし
マグマ噴火	大噴火	大きな噴石、降灰、空振、溶岩流、融雪型火山泥流※	火口から概ね3 km 以内 (大きな噴石) 火口から概ね7 km 以内 (溶岩流) 沢沿いの居住地域 (融雪型火山泥流)	約 18000 年前 白根火砕丘形成 有史以降の事例なし

草津白根山 (白根山 (湯釜付近))の噴火警戒レベル判定基準とその解説(令和元年6月4日現在)
※白根山での融雪型火山泥流は、湯釜決壊による「火口湖決壊型」を想定している。

表. 本白根山の噴火様式および規模

②噴火の区分とその影響				
噴火様式と規模の想定は下表のとおりである。				
噴火様式	規模	噴火に伴う現象	警戒が必要な範囲	過去事例
水蒸気噴火	小噴火	大きな噴石、小さな噴石・降灰、空振	火口から概ね1 km 以内の範囲 (大きな噴石)	2018 年噴火
水蒸気噴火	中噴火	大きな噴石、火砕流、小さな噴石・降灰、空振	火口から概ね2 km 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	大噴火	大きな噴石、溶岩流、火砕流※、融雪型火山泥流※ 小さな噴石・降灰、空振	火口から概ね3 km 以内の範囲 (大きな噴石) 火口から概ね7 km 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

草津白根山 (本白根山)の噴火警戒レベル判定基準とその解説(平成30年3月16日現在)

【想定現象の相違点】

□ 白根山では「火砕流」が想定されていない(本白根山は想定)

□ 「融雪型火山泥流」の誘因が白根山と本白根山で異なる
(白根山：火口湖決壊型泥流、本白根山:火砕流)

討議事項

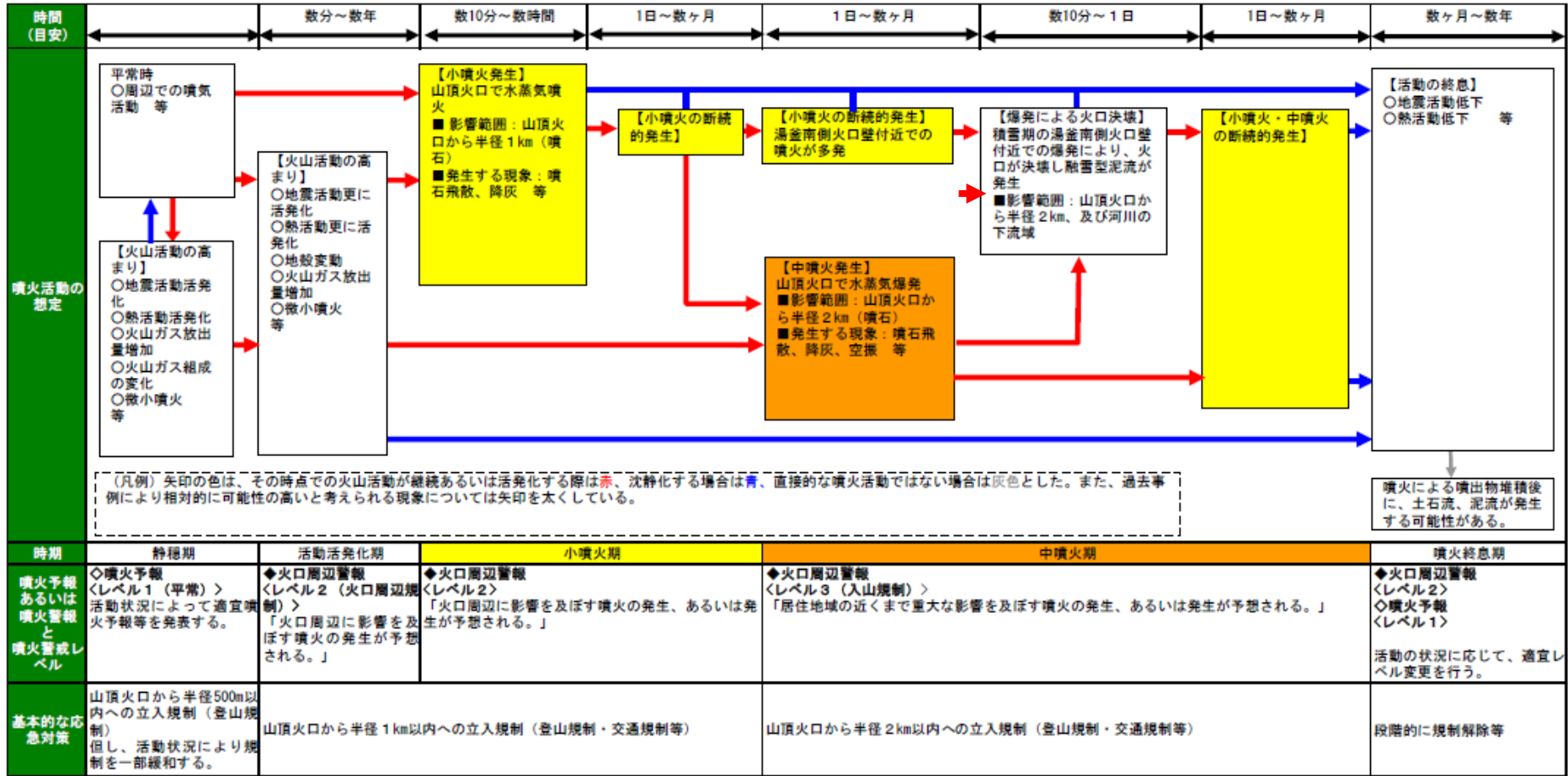
- 白根山(湯釜付近)の緊急減災計画でも、本白根山と同様に「火砕流」の発生を想定すべきかどうか
- 火砕流に伴う融雪型火山泥流を想定し、ハード対策の対象とするかどうか

3. 土砂移動シナリオの検討

3.5. 噴火シナリオ

- 白根山(湯釜付近)における噴火シナリオは、平成20年に気象庁により作成されている
- 作成後、噴火シナリオの規模等を見直す必要のある新たな大きい噴火イベントは確認されていない

小～中規模で想定される噴火シナリオ(気象庁H20 /12/24版に追記)



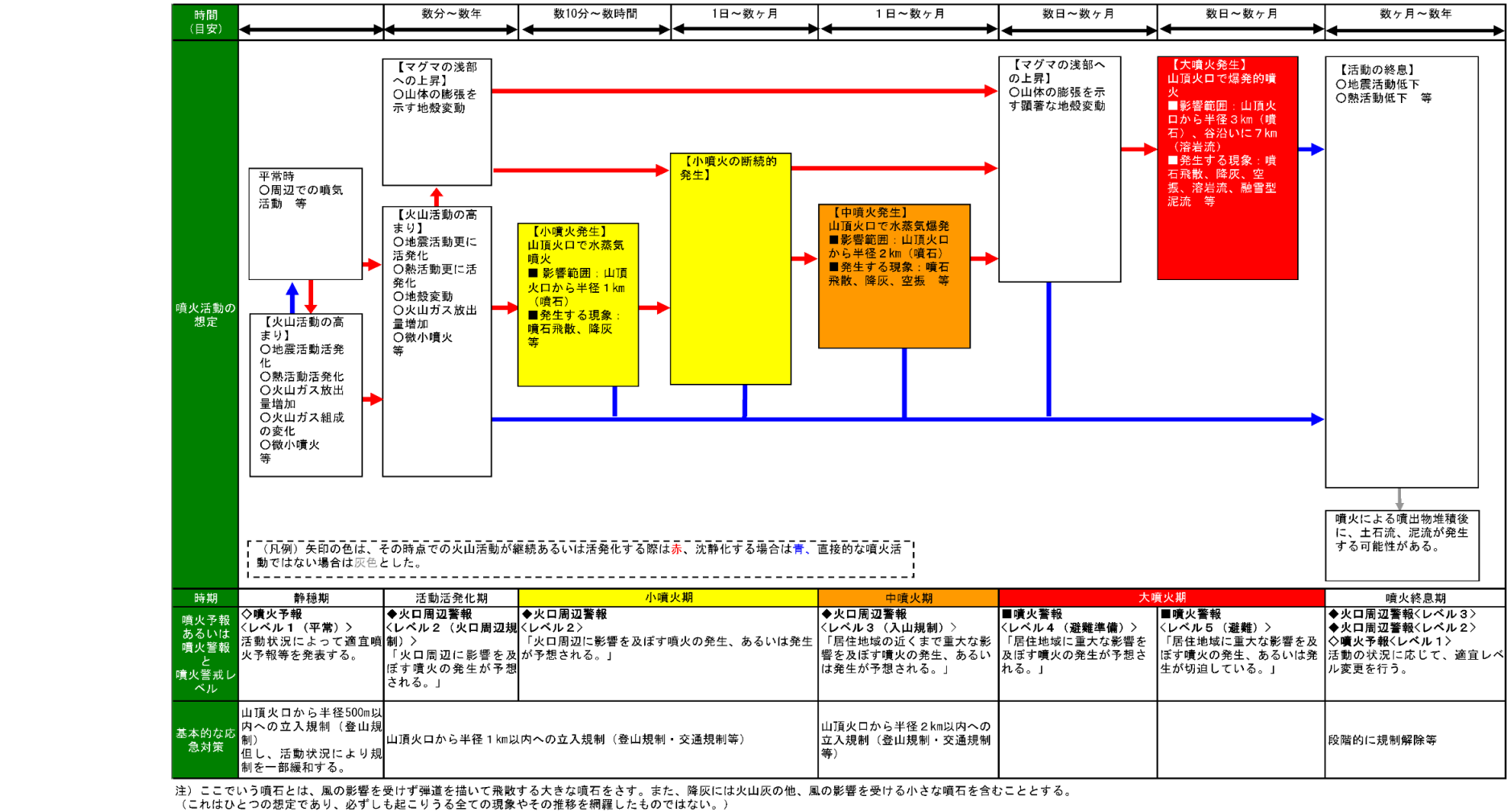
注) ここでいう噴石とは、風の影響を受けず弾道を描いて飛散する大きな噴石をさす。また、降灰には火山灰の他、風の影響を受ける小さな噴石を含むこととする。
(これはひとつの想定であり、必ずしも起こりうる全ての現象やその推移を網羅したものではない。)

出典:「火山防災対策を検討するための草津白根山の噴火シナリオ(案)」(平成20年12月24版, 気象庁)

3. 土砂移動シナリオの検討

3.5. 噴火シナリオ

大規模で想定される噴火シナリオ(気象庁H20 /12/24版に追記)



討議事項

火砕流・融雪型火山泥流を想定する場合は、緊急減災計画における噴火シナリオは、気象庁で示されたフ
ロー図を基本に火砕流・融雪型火山泥流を加える方針としてよいか

3. 土砂移動シナリオの検討

3.6. 土砂移動シナリオの検討

- 白根山では、平成20年に既往の噴火実績と気象庁の噴火シナリオをもとに、想定される「ケース」毎に土砂移動シナリオが作成された。
- 平成20年度の土砂移動シナリオは、想定される噴火現象を網羅的に組み合わせている。
- 「火砕流」・「融雪型火山泥流」を想定する場合は、それらの発生するシナリオの加筆が必要となる。

■ 現行計画における土砂移動シナリオ

ケース区分		場面の推移	備考
前兆現象のみ	case1	平常時 → 前兆現象 → 終息	
	case2	平常時 → 前兆現象 → マグマ噴火の前兆現象 → 終息	
水蒸気噴火	case3	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 終息	・1937-39年噴火 ・1982-83年噴火
	case4	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 中噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case5	平常時 → 前兆現象 → 中噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case6	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 終息	
	case7	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case8	平常時 → 前兆現象 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
マグマ噴火	case9	平常時 → 前兆現象 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case10	平常時 → 前兆現象 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 溶岩流 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case11	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case12	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 溶岩流 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case13	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case14	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 溶岩流 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case15	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case16	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 溶岩流 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case17	平常時 → 前兆現象 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case18	平常時 → 前兆現象 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 溶岩流 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case19	平常時 → 前兆現象 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	
	case20	平常時 → 前兆現象 → 中噴火 → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 溶岩流 → 終息 → 降灰後の土石流 ↓ 火口湖決壊型泥流 ※湯釜南側火口壁付近で爆発した場合	

平成20年度第2回浅間山・草津白根山火山砂防計画検討委員会検討資料より

3. 土砂移動シナリオの検討

3.6. 土砂移動シナリオの検討

- 現行のシナリオを基本に、**火砕流、融雪型火山泥流を加えた場合の土砂移動シナリオ(案)**を作成した。
- 土砂移動シナリオ(案)は、想定される現象と噴火の関係を分かり易くするため、表現方法を変更した。

ケース区分		場面の推移	備考
前兆現象のみ	case1	平常時 → 前兆現象 → 終息	
	case2	平常時 → 前兆現象 → マグマ噴火の前兆現象 → 終息	
水蒸気噴火	case3	平常時 → 前兆現象 → 小噴火 → 終息	・ 1937-39年噴火 ・ 1982-83年噴火
	case4-1	平常時 → 前兆現象 → 小噴火※ → 中噴火 → 終息 → 降灰後の土石流	
	case4-2	※小噴火を経由せず中噴火する可能性もある 火砕流 → 火砕流後の土石流	・ 新規追加ケース
	case4-3	火口湖決壊型火山泥流	
マグマ噴火	case5-1	平常時 → 前兆現象 → 小噴火※ → 中噴火※ → マグマ噴火の前兆現象 → 大噴火 → 終息 → 降灰後の土石流	
	case5-2	※小・中噴火を経由せず大噴火する可能性もある 火砕流 → 終息 → 火砕流後の土石流	・ 新規追加ケース
	case5-3	融雪型火山泥流	・ 新規追加ケース
	case5-4	火口湖決壊型火山泥流	
	case5-5	溶岩流	

討議事項

白根山(湯釜付近)における土砂移動現象の組み合わせ、および「火砕流」を想定した場合の土砂移動シナリオについてご意見いただきたい

3. 土砂移動シナリオの検討

3.6. 土砂移動シナリオの検討

■ 現行計画の土砂移動シナリオ:小噴火～中噴火ケース(case4) (シナリオでは小噴火を経ずに中噴火の可能性が示されているが、小噴火を経る可能性が高いと考えcase4を抽出)

時間経過 (目安)	数分～数年		数分～2週間	数10分～数時間	数10分～1日		2週間～数ヶ月	数ヶ月～数年
活動の 推移	平常時	前兆現象(無い場合もある)		小噴火	中噴火		噴火終息	降灰後の 土石流
		熱活動の高まり	熱活動の更なる高まり	(小規模水蒸気爆発)	(中規模水蒸気爆発)	火口湖決壊型泥流		
		■マグマの動き無し	■マグマから分離した 高温ガス上昇	■山体浅部での熱活 動の更なる高まり	■山頂火口(湯釜,水 釜,涸釜)周辺で小規模 な水蒸気爆発	■山頂火口周辺で中 規模な水蒸気爆発		
火山監視・ 観測項目		・噴煙量、火山ガス放 出量増加 《目視,監視カメラ》 ・火山ガス組成の変化 《DOAS》 ・わずかな山体の膨張 を示す地殻変動《GPS, 傾斜計》	・山頂火口直下で火山 性地震、火山性微動 の増加《地震計》	・高さ千m以下の噴煙 《目視,監視カメラ》 ・空振《空振計》 ・噴火微動《地震計》	・高さ千m程度に達す る噴煙《目視,監視カメ ラ》 ・空振《空振計》 ・爆発地震,噴火微動 《地震計》	・発生検知《検知セン サー》	・地震活動の低下《地 震計》 ・火口温度低下《温度 計》 ・噴煙量,火山ガス放 出量の減少	・発生検知《検知セン サー》
土砂移動 現象				噴石 (火口から1km) 降灰 (風下側山腹)	噴石 (火口から2km) 降灰 (風下側山腹) 空振	火山泥流		土石流
噴火警戒 レベル	1(平常)		2(火口周辺規制)		3(入山規制)		3 → 1	

平成20年度第2回浅間山・草津白根山火山砂防計画検討委員会検討資料より

3. 土砂移動シナリオの検討

3.6. 土砂移動シナリオの検討

■ 現行計画の土砂移動シナリオ:大噴火ケース(case10) (大噴火(マグマ噴火)は過去の実績では2000年に1回の頻度であるため、影響範囲は把握するが、詳細な緊急対策ドリルの検討は実施しない)

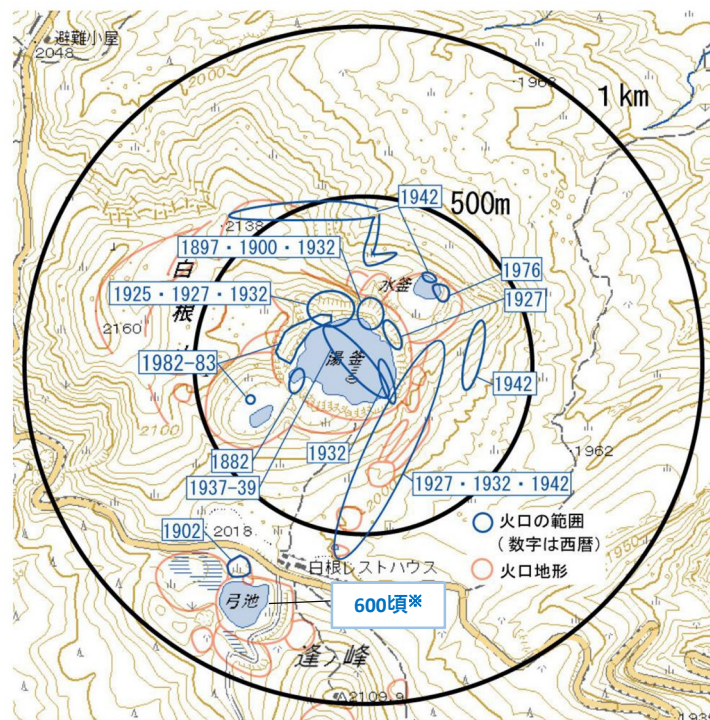
時間経過 (目安)	数分～数年			数分～2週間	数日～数ヶ月	1日～数ヶ月			2週間～数ヶ月	数ヶ月～数年
活動の推移	平常時	前兆現象(無い場合もある)		マグマ噴火の前兆現象	大噴火			噴火終息	降灰後の土石流	
		熱活動の高まり	熱活動の更なる高まり		(ブルカノ式噴火)	火口湖決壊型泥流	溶岩流			
		■マグマの動き無し	■マグマから分離した高温ガス上昇		■山体浅部での熱活動の更なる高まり	■多量のマグマが火道を上昇	■山頂火口,本白根山,逢ノ峰付近でマグマ噴火			■火口湖(湯釜)が決壊
火山監視・観測項目		・噴煙量、火山ガス放出量増加 《目視,監視カメラ》 ・火山ガス組成の変化《DOAS》 ・わずかな山体の膨張を示す地殻変動《GPS,傾斜計》	・山頂火口直下で火山性地震、火山性微動の増加《地震計》	・多量のマグマ上昇を示す顕著な地殻変動《GPS,傾斜計》 ・山体内部で規模の大きな地震《地震計》	・高度数千m程度に達する噴煙,鳴動,火映,火山雷《目視,監視カメラ》 ・マグマ放出に伴う山体の沈降《GPS》	・発生検知《検知センサー》	・溶岩流流出の確認《目視,監視カメラ,熱赤外線カメラ》	・地震活動の低下《地震計》 ・火口温度低下《温度計》 ・噴煙量,火山ガス放出量の減少	・発生検知《検知センサー》	
土砂移動現象					噴石 (火口から3km)					
					降灰 (広域)					
					空振					
					火山泥流		溶岩流		土石流	
噴火警戒レベル	1(平常)		2(火口周辺規制)	4(避難準備)	5(避難)			5 → 1		

4. 影響範囲と被害想定

4.1. 想定火口範囲

■ 既往検討

- 本白根山における想定火口範囲は、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
- 現行計画では、想定火口は、明確には設定されていない(降灰分布は湯釜火口を対象として計算)
- 白根山(湯釜付近)では、湯釜～逢ノ峰火口周辺で多くの火口地形が確認されている



有史以降で噴火が確認された噴火口分布

(火山防災対策を検討するための草津白根山の噴火シナリオ(案),平成20年12月24日版に追記)

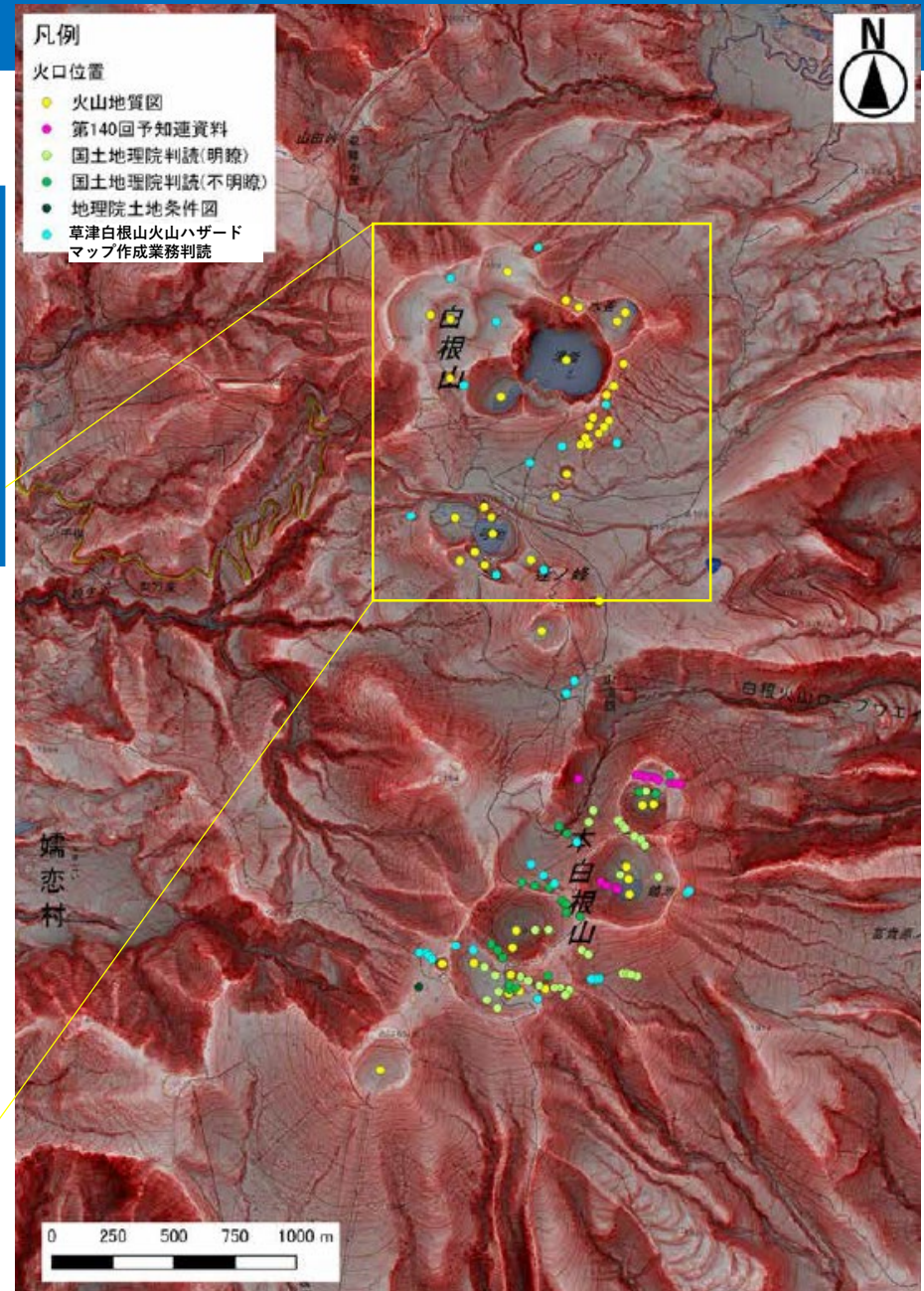


図.火口分布の判読状況(一万年以降の噴火箇所)

(草津白根山火山ハザードマップ作成条件設定・検討結果 資料 加筆)

4. 影響範囲と被害想定

4.1. 想定火口範囲

■ 想定火口の設定

白根山での影響範囲および対策を見直す上で、白根山における想定火口の設定を行う。

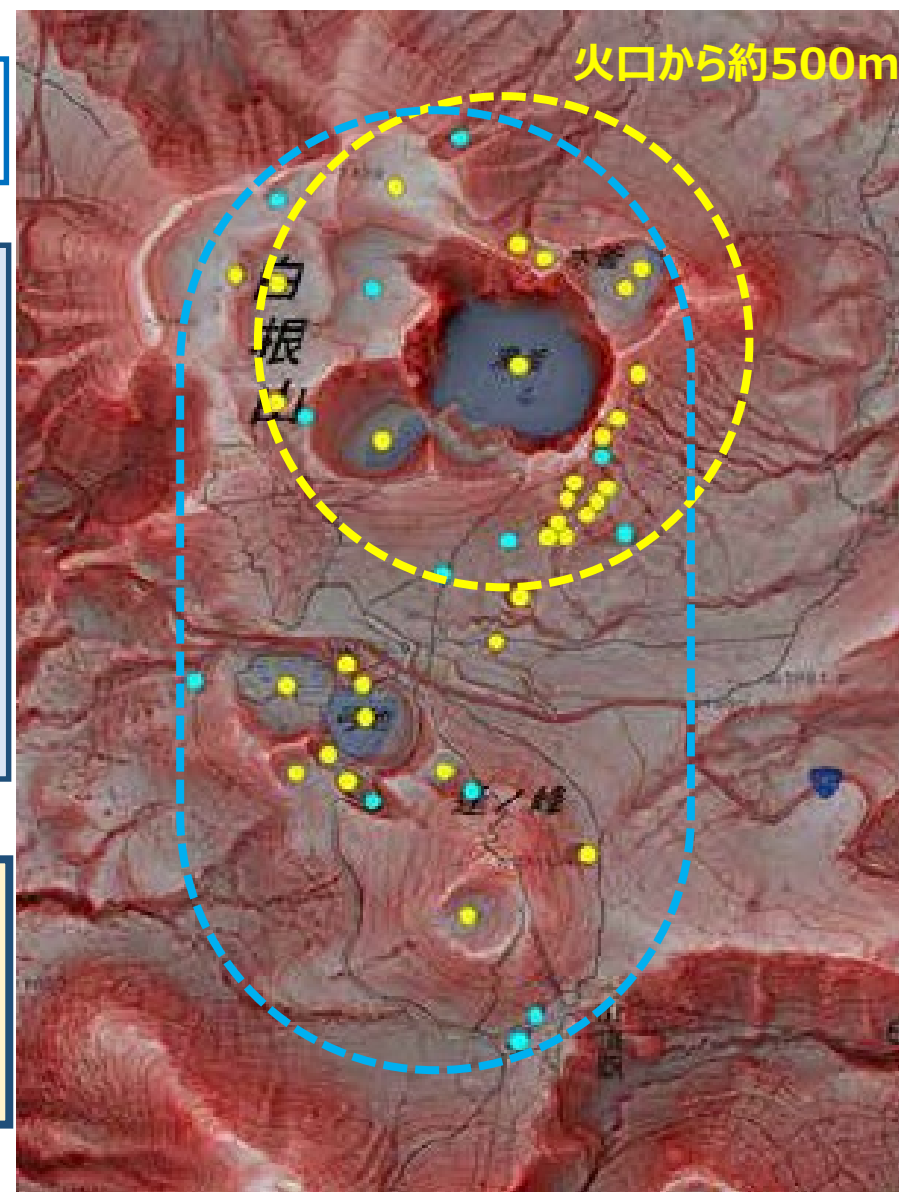
【想定火口範囲の設定における検討事項】

● 想定火口案1・・・湯釜、弓池、逢ノ峰火口 右図：水色破線
地形判読等で確認された火口跡をすべて網羅する範囲
【本白根山と同じ想定方法】

● 想定火口案2・・・湯釜 右図：黄色破線
有史以降の活動が確認され、かつ現在も噴気等が確認される湯釜火口、水釜火口、 涸釜火口及びその周辺を含む半径500mの範囲(山頂火口)
【気象庁が想定している噴火場所】

討議事項

- 緊急減災対策砂防計画の想定火口範囲として、逢ノ峰周辺の火口跡を含めるべきかどうか
- 含める場合は、どのように範囲を設定するべきか
について、ご意見いただきたい。



4. 影響範囲と被害想定

4.2. 発生が想定される現象の規模

- 発生が想定される現象の規模は、降灰については、現行の噴出物量を対象とする
- 火砕流および(火砕流による)融雪型火山泥流の規模についてご意見いただきたい。

◆水蒸気噴火に伴う土砂移動現象の想定規模

現 象	白根山 規模(現行)	本白根山 規 模	本白根山における規模の設定根拠
降灰	250万m ³	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	対象外	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	白根山 規模(現行)	本白根山 規 模	本白根山における規模の設定根拠
降灰	4500万m ³	4500万m ³	白根山・本白根山における第3噴火期の最大規模
火砕流	対象外	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
	対象外	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	火口湖 決壊型 640万m ³	火砕流 1000万m ³	【白根山】 湯釜の水量＋火口壁が幅100mで火口底まで崩壊した土砂量 ＋融雪水量(平均積雪深1.8m)
		火砕流 2000万m ³	【本白根山】 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)
溶岩流	1億m ³	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

4. 影響範囲と被害想定

4.3. 土砂移動現象毎の影響範囲の想定方法

- 土砂移動現象毎の影響範囲は、本白根山と同様の手法で検討する
- 火砕流及び火砕流による融雪型火山泥流は本委員会における討議結果を踏まえて今後実施する

土砂移動現象	現行 想定手法	本年度 想定手法	【参考】 本白根山	概要
降灰	数値シミュレーション (ジェットモデル)	数値シミュレーション (Tephra2)	数値シミュレーション (Tephra2)	“Tephra2”は、火山防災マップ作成指針(内閣府,平成25年)において、空中での噴煙の拡散を予測可能な数値モデルとして紹介されており、ジェットモデルに比べ、火山灰の挙動に大きく関係する風向風速を高度別に設定することができ、より精緻な降灰予想が可能なモデルである。
火砕流	数値シミュレーション (J-SAS)	【本委員会討議】	数値シミュレーション (J-SAS)	白根山で「火砕流」を想定するかを討議 (参考資料として、試算結果を提示) ⇒参考資料P. 6
溶岩流	数値シミュレーション (J-SAS)	数値シミュレーション (J-SAS)	数値シミュレーション (J-SAS)	“J-SAS”は、他火山においても利用実績のある二次元氾濫シミュレーションである。
土石流	数値シミュレーション (J-SAS)	数値シミュレーション (New-SASS)	数値シミュレーション (New-SASS)	“New-SASS (特許 第3960425号)”は、砂防事業のための新しいシミュレーション解析システムである。New-SASSでは、J-SASに比べ、砂防ダムや溪流屈曲部、勾配急変点などの境界条件の大きな変化をより適切に評価することが可能である。
(火砕流による) 融雪型火山泥流	数値シミュレーション (J-SAS)	【本委員会討議】		(火砕流型)：本討議での火砕流を設定する場合は設定
(火口湖決壊による) 融雪型火山泥流	数値シミュレーション (J-SAS)	数値シミュレーション (New-SASS)	—	“New-SASS (特許 第3960425号)”は、砂防事業のための新しいシミュレーション解析システムである。New-SASSでは、J-SASに比べ、砂防ダムや溪流屈曲部、勾配急変点などの境界条件の大きな変化をより適切に評価することが可能である。

- ✓ 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。

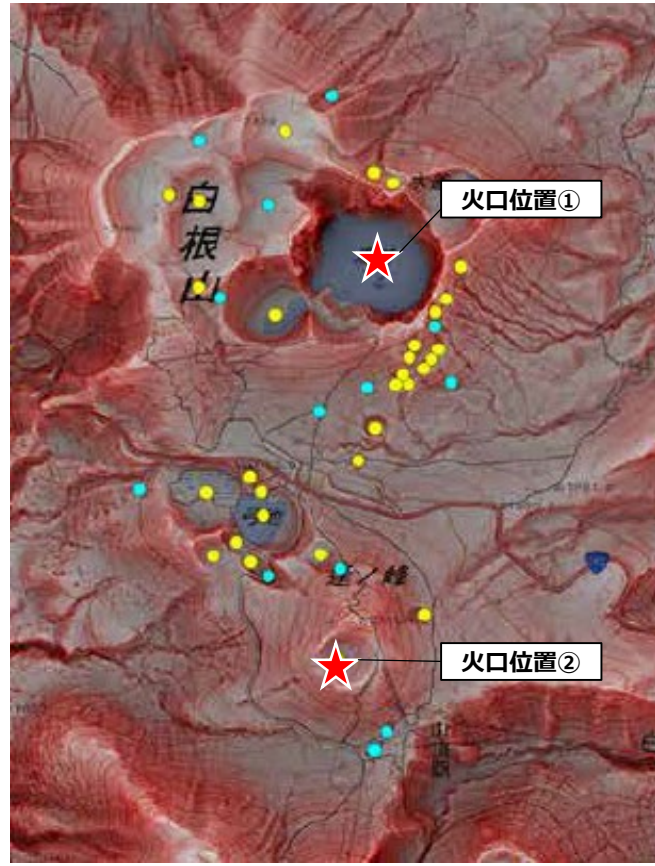
4. 影響範囲と被害想定

4.4. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰)

■ 降灰シミュレーションの概要

- 高度別の風向風速を考慮した降灰予想が可能なモデルである“Tephra2”を採用
- 火口位置は想定火口範囲の湯釜火口とそこから最も離れた火口跡である逢ノ峰火口跡の2箇所とした。
- 風向風速データは白根山(湯釜付近)に最も近い『館野』観測所の過去33年間分の高層風データを使用
- パラメータは、1939年噴火の再現計算から得られた値または一般値を採用

噴火形態	水蒸気噴火		マグマ噴火
噴火規模	250万m ³	1000万m ³	4500万m ³
火口位置	①湯釜火口、②逢ノ峰		
噴出量	250万m ³	1000万m ³	4500万m ³
噴煙柱高度	5000m	12,000m	16,300m
噴煙柱分割数	50	120	163
噴出区間	噴煙柱の全区間から火山灰を放出		
最大粒径	-2.0φ (4mm)		
最小粒径	6.0φ (0.0156mm)		
中央粒径	2.0φ (0.25mm)		
標準偏差	1.0φ (0.5mm)		
渦拡散係数	0.04		
拡散係数	1,000		
細粒・粗粒区間閾値	100,000秒		
岩片密度	2720kg/m ³		
軽石密度	-	-	1000kg/m ³



4. 影響範囲と被害想定

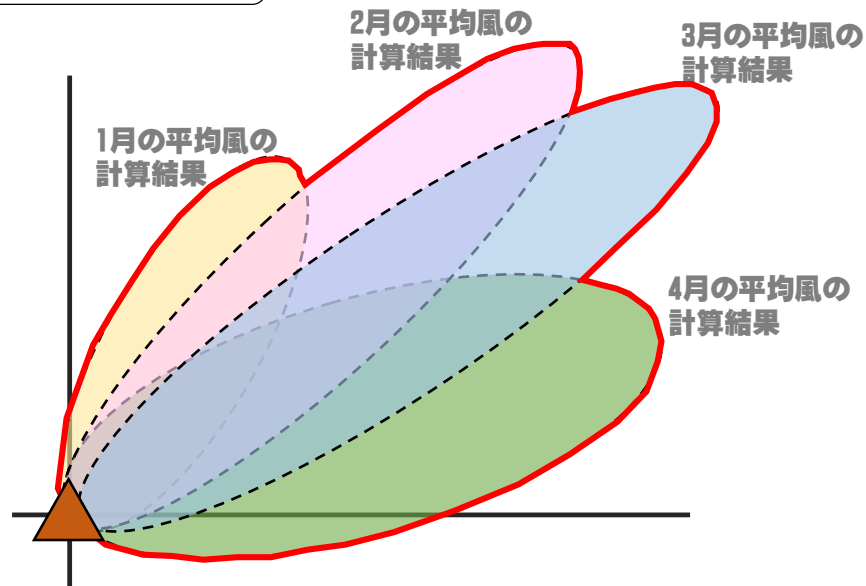
4.4. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰)

■ 降灰の影響範囲(計算結果-降灰頻度マップ)

※数値シミュレーションによる氾濫範囲は参考資料

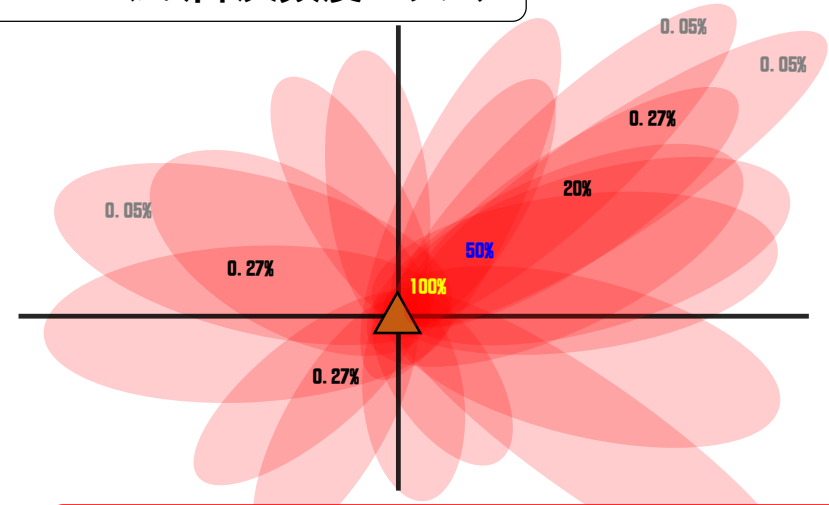
- シミュレーション結果を頻度分布で表現し、**年間で1回以上、10cm以上の降灰が堆積する範囲を抽出する。**

月別平均風



- ・ 月別の平均風向風速を用いて計算を行う。
- ・ 各計算結果を重ね合わせ、計算メッシュごとに最も厚くなる降灰厚を採用して降灰分布図を作成する。
- ・ 月別の最も出現回数が多い風向の降灰範囲は評価している。
- ・ **1日ごとの特異な風向風速による降灰範囲は評価できない(火口の西側など卓越風以外の方向)**

日ごとの風(降灰頻度マップ)



$$\text{降灰頻度} = \frac{\text{10cm以上の降灰が堆積した回数}}{\text{全計算ケース}} \times 100$$

- ・ **日ごとの風**のデータを使用した計算結果を重ね合わせ、計算メッシュ毎に何回10cm以上の降灰が堆積するのかを集計する。
- ・ 集計した結果を基に10cm以上の**降灰が堆積する頻度**をメッシュ毎に算出し、**全方位的な評価**する。
- ・ **年間で1回以上=0.27%(=100×1/365)となる範囲を抽出する。**

4. 影響範囲と被害想定

4.5. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰後・火砕流後の土石流)

■ 土石流シミュレーションの概要

- 基本的なパラメータや土砂量の設定は、**本白根山での検討方法を踏襲**する
 - 勾配急変点などの境界条件の大きな変化をより適切に評価することが可能な「New-SASS」を採用
 - 内部摩擦角は、雲仙普賢岳における検討成果を参考に12.4°を採用
 - その他の物性値は、一般値を採用
 - 計画対象土砂量は、「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)」に基づき算定
- 土石流シミュレーションは、降灰及び火砕流の影響範囲を考慮する必要があることから、今回の委員会では考え方のみ示し、**シミュレーション結果については次回の委員会で報告する。**

項目	記号	単位	数値	根拠
泥水密度	ρ	kg/m ³	1200	一般値
砂礫密度	σ	kg/m ³	2650	一般値
土石流の代表粒径	d_m	m	0.5	白根山火山噴火緊急減災対策砂防計画の値
砂礫の内部摩擦角	ϕ	°	12.4	雲仙普賢岳における検討成果
堆積土砂濃度	C_*		0.6	一般値

4. 影響範囲と被害想定

4.5. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰後の土石流)

■ 土石流シミュレーションの条件 ①対象溪流

他火山における降灰後の土石流の発生実績から、降灰堆積厚10cmの範囲内に流域を持つ土石流危険溪流を「降灰後の土石流が発生するおそれのある溪流」とし、対象溪流を抽出した。

4. 影響範囲と被害想定

4.5. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰後の土石流)

■ 土石流シミュレーションの条件 ②対象降雨と運搬可能土砂量

- 計画降雨は、対象流域近傍の観測所の観測値を利用して算出した。
- 草津温泉地区は草津雨量観測所(気象庁)、万座温泉地区は横手山雨量観測所(国土交通省)
- 火山灰(粘土質を含む)により浸透阻害が生じることを想定し、降雨流出率=1.0(降雨の全量が流出した場合を想定)とする。

4. 影響範囲と被害想定

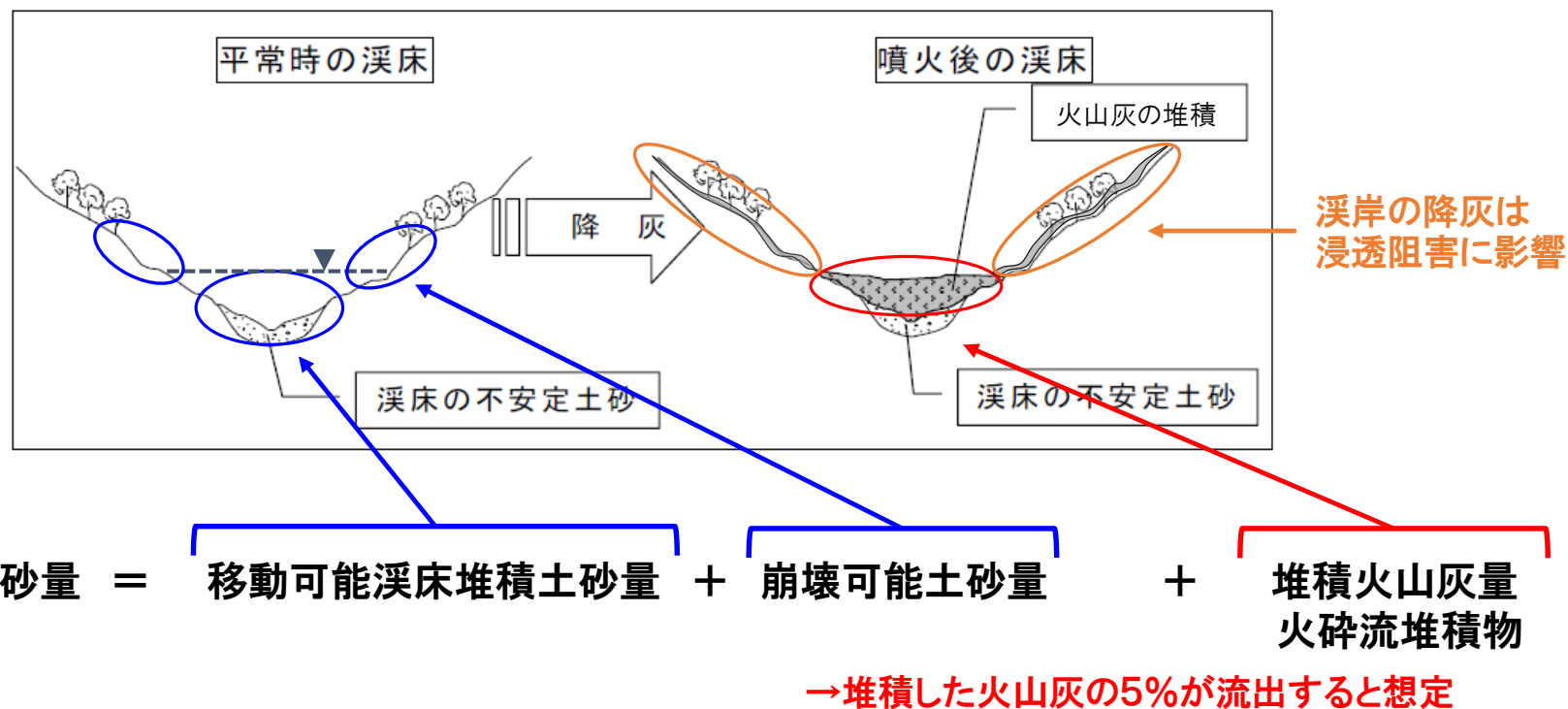
4.5. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰後の土石流)

■ 土石流シミュレーションの条件 ③移動可能土砂量

- 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、流域内に一律に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。

【運搬可能土砂量】 対象となる降雨によって運搬できる土砂量

【移動可能土砂量】 流域内における移動しうる不安定土砂量



4. 影響範囲と被害想定

4.5. 土砂移動現象毎の影響範囲(降灰後の土石流)

■ 土石流シミュレーション ④ハイドログラフ

- 「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)」に基づき、土石流総量の1%をピーク流量とする。
- ピーク算出時の土石流総量は1波の土石流を対象とし、土石流区域調書における主流路の土砂量をもとに、計算開始点における平衡濃度で算出する。
- シミュレーションのハイドログラフは上記の平衡土砂濃度で計画対象土砂量を流下させるまで土石流が継続するものとした。

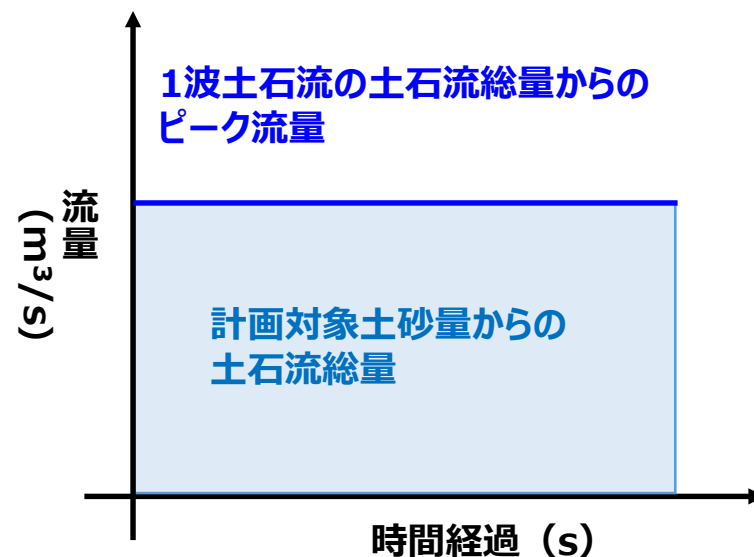
(1) 流出土砂量に基づく土石流ピーク流量の設定

焼岳、桜島等で発生した土石流ピーク流量観測データに基づく土石流総流量とピーク流量の関係は図-10に示すとおりである。平均的なピーク流量と土石流総流量の関係は式(10)で表される¹⁰⁾。

$$Q_{sp} = 0.01 \cdot \sum Q \quad \dots (10)$$

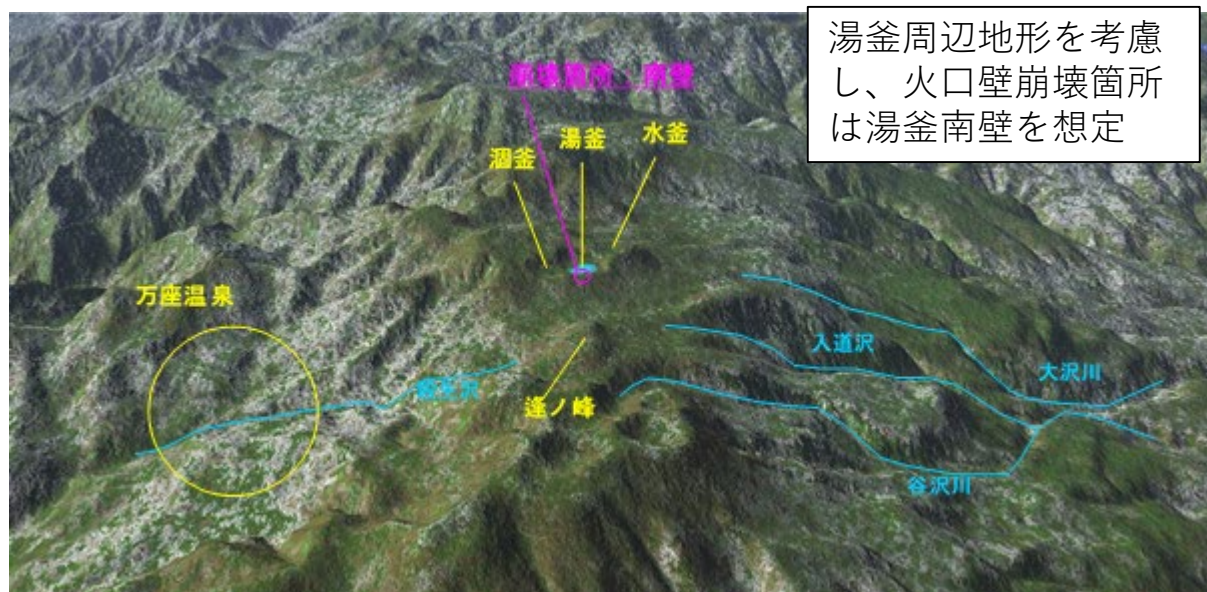
$$\sum Q = \frac{C_* \cdot V_{dgp}}{C_d} \quad \dots (11)$$

ここで、 Q_{sp} ：土石流ピーク流量(m^3/s)、 $\sum Q$ ：土石流総流量(m^3)、 V_{dgp} ：1波の土石流により流出すると想定される土砂量(空隙込み)(m^3)、 C_d ：土石流濃度、 C_* ：溪床堆積土砂の容積濃度(0.6程度)である。



4.6. 土砂移動現象毎の影響範囲(火口湖決壊 融雪型火山泥流)

- 火口湖決壊による融雪型火山泥流は、噴火により南側火口壁が破壊し、湖水が流出することで発生する
- 対象土砂量は、640万m³と算定されている



令和元年度 第1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

4. 影響範囲と被害想定

4.6. 土砂移動現象毎の影響範囲(火口湖決壊 融雪型火山泥流)

■ (火口湖決壊型)融雪型火山泥流の影響範囲の再検討の必要性

- 泥流量の算出方法は、現行計画策定以降で大きな技術的革新はない。
- 湖水量については、近年の観測データが蓄積されている。
- 積雪深の想定は、本白根山における融雪型火山泥流の想定と異なる。
- 数値シミュレーションの手法は、境界条件をより適切に表現できるモデル(New-SASS)が開発されている

表2.4.4 火山泥流対象量の設定条件

項 目	数 値	備 考
噴火による放出土砂量	$2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$	水上(1984)より噴出量4~500万t, 平均密度2として
湯釜火口壁の崩壊土砂量	$0.8 \times 10^6 \text{ m}^3$	湯釜南東壁の決壊幅100mとして
合 計	$3.3 \times 10^6 \text{ m}^3$	平均粒径(60%粒径)以下の土砂の細粒成分は泥水として取り扱う
放出される土砂の温度	180℃	噴石のモンモリロナイト結晶構造が保存されていることより
湯釜の湖水量	$1.0 \times 10^6 \text{ m}^3$	1982年噴火直前の水量(近年の最大)
湯釜の湖水温	93℃	湯釜付近の標高2,000mにおける水の沸点
積雪深	1.8m	湯釜付近の平年並み(2年確率)積雪深(密度0.3g/cm ³)
積雪水量	$3.4 \times 10^6 \text{ m}^3$	大沢川常布ノ滝上流, 谷沢川小右衛門ノ滝上流および入道沢流域
融雪水量	$2.95 \times 10^6 \text{ m}^3$	熱収支計算による融雪量
侵食土砂量	$0.43 \times 10^6 \text{ m}^3$	斜面の平衡土砂密度0.138に達するまでの侵食可能量

➡ 近年の湖水量について整理し、
現行計画の量と違いを整理

➡ 本白根山での設定値と整合

上記の値を変更する場合は
再計算

討議事項

- 火口湖決壊による融雪型火山泥流の影響範囲の見直しの必要性について、ご意見いただきたい

4. 影響範囲と被害想定

4.6. 土砂移動現象毎の影響範囲(火口湖決壊 融雪型火山泥流)

■ 現行計画の(火口湖決壊型)融雪型火山泥流シミュレーションの概要 <土砂量の算出方法>

		湯釜水量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	移動土砂量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	融雪水量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	侵食土砂量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	泥流総量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)
水量		1.0	0.0	2.95	0.215	4.17
土砂量	細粒分	—	1.19	—	0.129	1.32
	粗粒分	—	0.79	—	0.086	0.88
	小計	—	1.98	—	0.215	2.20
合計		1.0	1.98	2.95	0.43	6.37

※土砂量は実容積

【湯釜水量】： $1.0 \times 10^6 \text{m}^3$

- ・ 近年での最高水量（1982 年噴火直前）として設定

【移動土砂量】： $3.3 \times 10^6 \text{m}^3$ ← (放出土砂量) $2.5 \times 10^6 \text{m}^3$ + (火口壁決壊土砂量) $0.8 \times 10^6 \text{m}^3$
→実容積 $1.98 \times 10^6 \text{m}^3$ (空隙 40%)

- 粗粒分 $0.79 \times 10^6 \text{m}^3$ (40%)
- 細粒分 $1.19 \times 10^6 \text{m}^3$ (60%)

- ・ 放出土砂量は 1937～1939 年の一連の噴火活動による噴出土砂量

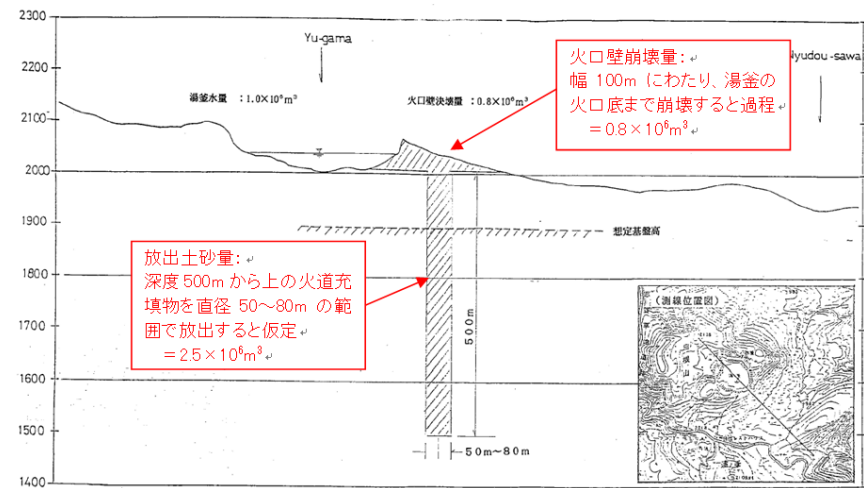
【融雪水量】： $2.95 \times 10^6 \text{m}^3$

- ・ 湯釜地点の平均積雪深 1.8m、融雪範囲（地形条件で設定）の全融雪= $3.4 \times 10^6 \text{m}^3$
- ・ 放出土砂の温度 180°C 、湯釜湖水温度 93°C とした場合の融雪可能量= $2.95 \times 10^6 \text{m}^3$

【侵食土砂量】： $0.43 \times 10^6 \text{m}^3$

- 実容積 $0.215 \times 10^6 \text{m}^3$ (空隙 50%)
 - 粗粒分 $0.086 \times 10^6 \text{m}^3$ (40%)
 - 細粒分 $0.129 \times 10^6 \text{m}^3$ (60%)
- 水 $0.215 \times 10^6 \text{m}^3$ (空隙 50%)

- ・ 平衡濃度に達するまで侵食（濃度は高橋の土石流濃度式）



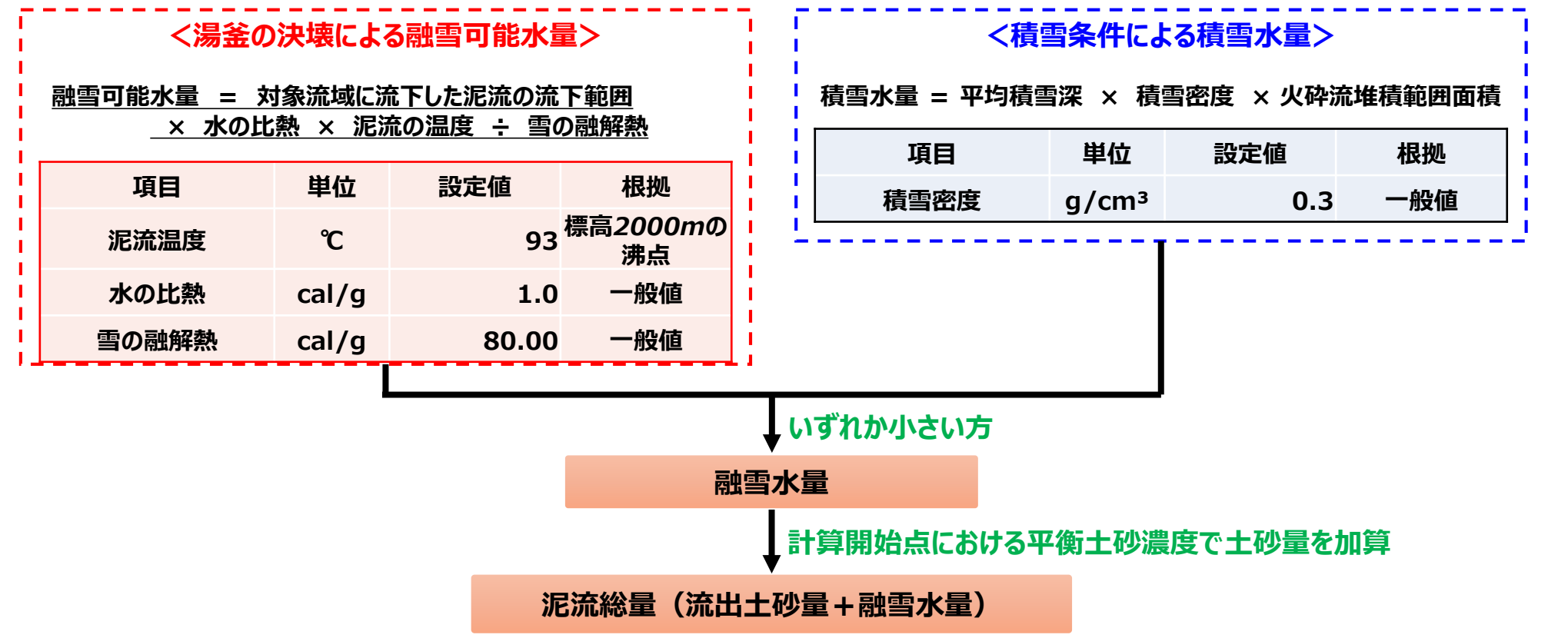
4. 影響範囲と被害想定

4.6. 土砂移動現象毎の影響範囲(火口湖決壊 融雪型火山泥流)

■ 現行計画の(火口湖決壊型)融雪型火山泥流シミュレーションの概要 <融雪水量の算出>

<泥流総量の算出方法>

- 湯釜の決壊により発生する泥流の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。
- 泥流総量(流出土砂量+融雪水量)を設定する。



4. 影響範囲と被害想定

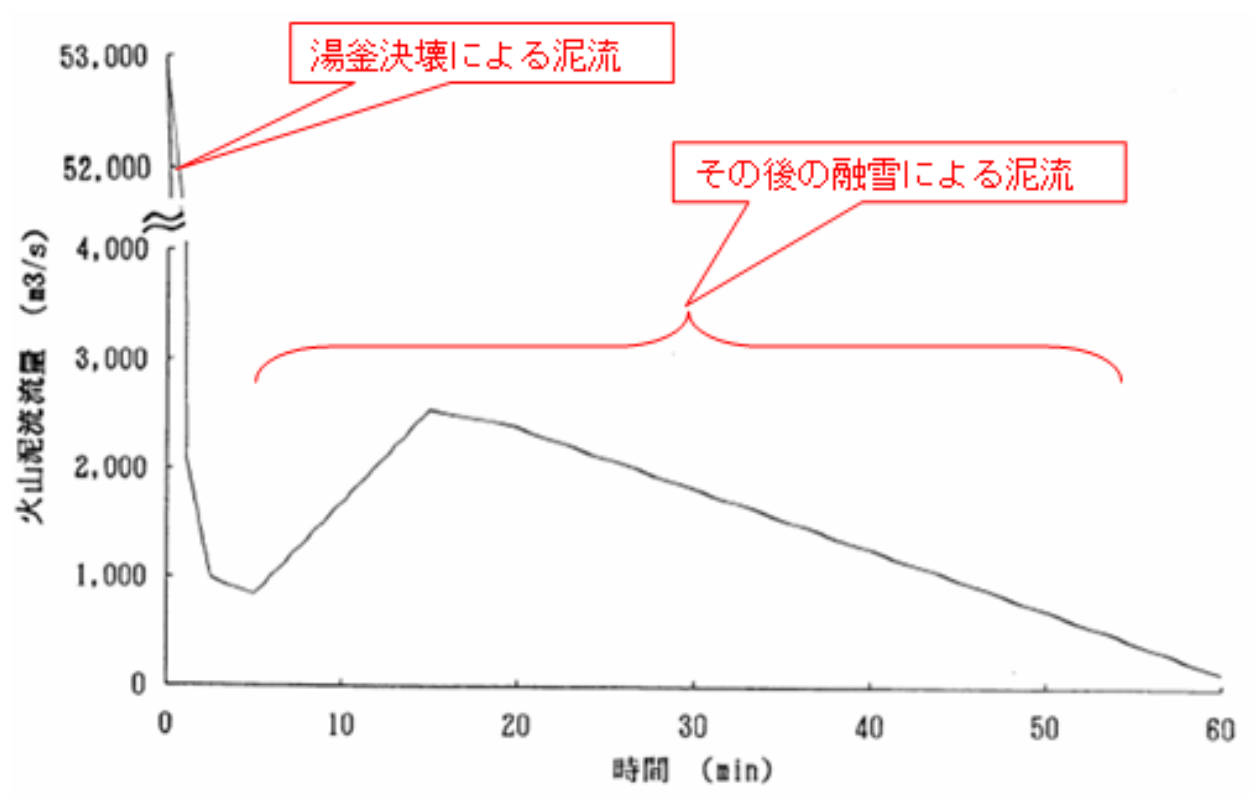
4.6. 土砂移動現象毎の影響範囲(火口湖決壊 融雪型火山泥流)

■ 現行計画の(火口湖決壊型)融雪型火山泥流シミュレーションの概要 <ハイドログラフ>

<泥流総量の算出方法>

- 湯釜の決壊のハイドログラフは、次の合成で計算されている

- ①湯釜決壊に湖水流出ハイドログラフ
- ②湯釜決壊による泥流ハイドログラフ
- ③融雪によるハイドログラフ



4. 影響範囲と被害想定

4.6. 土砂移動現象毎の影響範囲(火口湖決壊 融雪型火山泥流)

■ 現行計画の(火口湖決壊型)融雪型火山泥流シミュレーションの概要 <H20年シミュレーション結果>



- 湯釜から発生した泥流の大半は大沢川、一部は谷沢川を流下する。
- 泥流総量は640万 m^3 あるが、いずれの溪流も谷が深くかつ保全対象もないため、泥流量が微増しても氾濫被害は生じないものと推察される。

5. 今後の検討スケジュール

- 2020年度の委員会では、土砂移動現象毎の影響範囲及び土石流対策を考慮した施設配置計画、融雪型火山泥流の対応可能な規模の検討状況について報告する。

