資料－６

# 平成30年度　第2回
# 本白根山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

# 討議資料


1. 前回委員会における指摘と対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

2. 想定される土砂移動現象と影響範囲 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5

3. 対策方針（案） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37

4. 今後の予定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50


平成30年 10月 16日

国土交通省　利根川水系砂防事務所

# 前回委員会における指摘と対応

## □ 検討事項と検討の流れ

以下の事項について検討し、平成30年度中を目標に検討成果をとりまとめて公表する。

○想定する噴火現象と土砂移動現象およびその推移
○想定される影響範囲
○計画の対象とする土砂移動現象
○対策方針及び具体的な対策の内容

緊急減災対策砂防計画の検討項目

1.計画策定の基本事項
- 現状の把握
- 土砂移動シナリオの作成
- 影響範囲と被害の把握

2.対策方針の設定
- 対策を検討する噴火シナリオのケースの抽出
- 対策方針の前提条件の検討
- 対策方針の設定

3.緊急時に実施する対策の検討
- 基本ハード対策・緊急ハード対策
- 基本ソフト対策・緊急ソフト対策

第1回委員会(8/7)
- 2018年噴火における対応
- 本白根山の概要
- 検討課題と検討方針の把握

第2回委員会(10/16)
- 想定する現象とその影響範囲
- 対策可能期間・規模
- 対策方針(案)の提示

第3回委員会(12/18)
- 計画書のとりまとめ

## 前回委員会における指摘と対応-1

| 委員からの意見 | 対応 |
|---|---|
| ○対象とする噴火規模 | |
| 噴火のタイプとしてマグマ噴火と水蒸気噴火を想定しているが、降灰後の降雨による土砂移動を考えると、対象とする噴火の規模を設定しておく必要がある。降灰の対象規模は**白根山の1939年の噴火規模VEI2、噴出量250万m$^3$**を想定するか、**VEI3を想定して1000万m$^3$程度**を対象とするかは大きな差である。 | ●水蒸気噴火の対象規模として**250万m$^3$と1,000万m$^3$**規模の2ケースを設定。<br>●マグマ噴火の対象規模として**4,500万m$^3$**規模を設定。 |
| 本白根の最近の研究では噴出量は不明であるが、1,500年あるいは1,200年前に本白根山において、殺生河原の噴気地帯で層厚が50cm程度で、10cm程度の噴石を挟むマグマ噴火が発生したことは分かってきている。そのため、**本白根はしばらく噴火しておらず、噴火が発生した場合は規模が大きくなる可能性**があり、湯釜を中心とした白根山の有史以後の実績の最大（250万m$^3$）を使わずに、1,000万m$^3$を考えてもよい。 | |
| 水蒸気噴火の対象規模として1,000万m$^3$規模についても検討するべき。 | |
| ○想定火口範囲について | |
| １月に噴火した火口は本白根山の北東側にあるが、**噴火のときにどのような形で気団が下から上がってきたかというルート自体**もわかっていない状況である。そういう意味では、**火口跡があることから、本白根山の南西側における噴火の可能性**は考えておかなければならない。本白根山の南西側も想定火口という形で含めるべき。 | ●想定火口として、**南西側の火口**も設定する。<br><br>●降灰シミュレーションで用いる風向・風速は、過去33年間の高層風の**月別平均値**を設定。<br>●西側（長野県側）への影響評価は、**3年間の9時と21時（365日×3年×２時刻＝2190ケース）**の風向・風速を用いて降灰シミュレーション結果から設定。 |
| 想定噴火口を南西域まで含めた場合は影響範囲が変わり、**若干西側、南側の渓流にも影響**が出てくることが想定される。地元の住民の生命・財産を守っている町村長のご意見を伺うべき。 | |
| 降灰の影響範囲は、**火口範囲と風向によって変わってくる**と思われる。**西風の場合や東風の場合など、条件分け**して考えてほしい。 | |
| **風向きは基本的には西風が卓越**するので、北や西にも振れるが、最も可能性の高い範囲として資料のような想定降灰範囲が提示されたと考えられる。例えば浅間山が2004年に噴火したときは、北風により軽井沢側にもかなりの降灰があった。**風向が北や西に振れた場合も考えておく必要**がある。 | |
| 白根山・本白根山の実績では、明治時代、1902年に弓池で噴火し、万座温泉で3cmの降灰があったという記録がある。それ以外は、**有史以降、西側、特に長野県のほうに厚く積もったという記録**はない。 | |
| 白根山のほうが火口としては高山村側に近い。白根山火山噴火減災対策砂防計画では、高山側の緊急対応も計画に盛り込まれているので、白根山火山噴火減災対策砂防計画とある程度整合をとるなど、白根山火山噴火減災対策砂防計画も含めて考えてほしい。 | |
| 南西側に火口が形成される可能性と風向を考慮して影響範囲の検討を行い、影響範囲及び白根山火山噴火減災対策砂防計画との整合を勘案しつつ、想定火口範囲を設定するべき。 | |

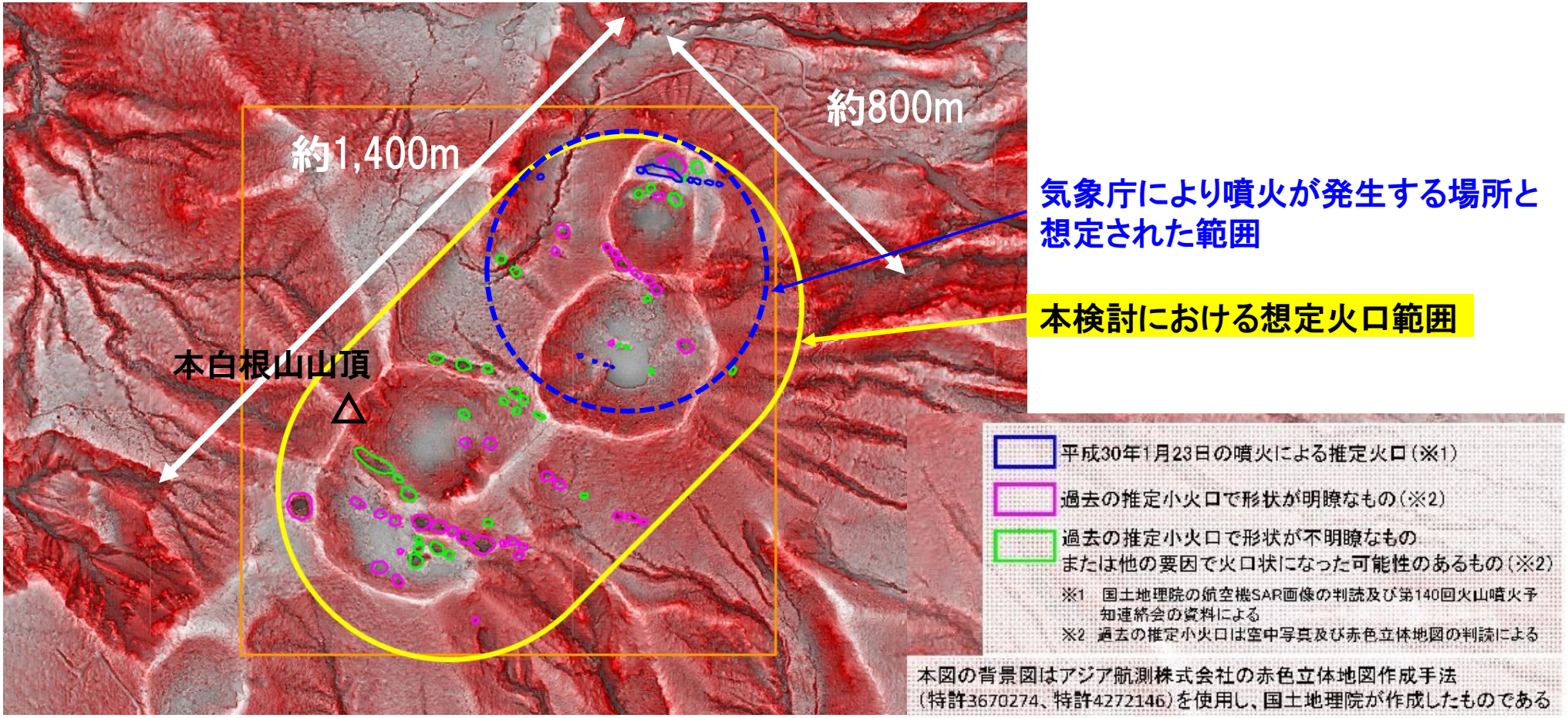
## □ 前回委員会における指摘と対応-2

| 委員からの意見 | 対応 |
|---|---|
| ○火山噴出物の性質について | |
| 火山噴出物、特に降灰については、粘土質の含有量などにより性質が異なる。性質が違うと、降雨によって流下するときの土砂移動現象も違ってくると考えられる。H23新燃岳噴火では軽石が多かったので、ここで検討している土石流とは性質の異なる流出になったと考えられる。粘土質の多い少ないでかなり違うので、そこまで考慮するのか、一般的に土石流と称する現象として、一般論で考えるのかを考えておく必要がある。 | ●**粘土成分の降灰**は浸透能の低下に寄与する（雨が地下に浸透せずに表面流として流下）と考えて、流出補正率＝１と設定（雨量が全て土石流流出土砂量に寄与する）。<br>これにより、降灰後の土石流シミュレーションの計算条件として、**土石流ピーク流量及び流出土砂量**が粘土成分を考慮しない場合よりも大きくなる。 |
| 粘土の問題は、**草津の場合は本白根と湯釜の場合で噴出物の性質が違う**と考えられる。近年の噴火で粘土が多かった有珠山と御嶽山の事例を参考にするとよい。 | |
| 火口周辺は谷地形が発達しており、質による違いも考えられるが、**火山噴出物が大量に堆積した場合は土石流の材料となる**ため、降雨次第では下流に影響を及ぼす土石流、泥流等が発生する可能性がある。**土石流が発生する想定に立って検討する方針**がよいと考える。 | |
| 降灰後土石流については、シミュレーションを行う場合には粘土分等の性質について考慮するべき。 | |
| ○火山噴火後の情報の連続性を考慮した監視観測計画の必要性 | |
| 降雨の情報については、平常時であれば山頂に近い箇所の情報の取得も可能であるが、火山噴火時には立ち入り規制等により取得できない場合がある。**火山噴火時でも情報の取得が可能な箇所と、山頂に近い箇所の相関分析等を平常時から実施**しておくことで、緊急時にも山頂付近の降水量の推定が可能になると考えられる。情報の連続性が保てるような仕組みがあるとよい。 | 今後、**山頂近傍で平常時から立ち入りが可能な箇所に雨量計を設置して、山麓の雨量計**（例えば、アメダス草津）**との相関**を検討する。 |
| 監視カメラ以外の監視施設についても、平常時と緊急時でスムーズに移行できるような対応が必要である。 | |

# 2. 想定される土砂移動現象と影響範囲

## 2.1.想定火口範囲の設定

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. 想定される土砂移動現象と影響範囲

## 2.2.想定される現象とシミュレーションの実施方針

**＜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。**

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１km 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２km 以内の範囲（大きな噴石）<br>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※<br>小さな噴石・降灰、空振 | 火口から概ね３km 以内の範囲（大きな噴石）<br>火口から概ね７km 以内の範囲（溶岩流） | 約 3,000 年前<br>本白根火砕丘形成、石津溶岩等<br>有史以降の事例なし |

**※白根山における緊急減災の対象規模**

- ✓ **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。**

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

## 2.2.想定される現象とシミュレーションの実施方針

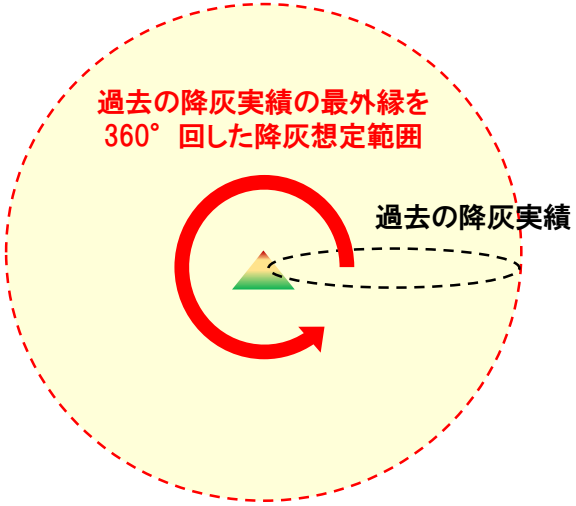
### ＜暫定的な計画対象現象とシミュレーションの実施方針＞

| 現象 | 緊急ハード対策 | 緊急ソフト対策 | 影響範囲の検討目的と方針 |
|---|---|---|---|
| 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、緊急ハード対策の対象としない。 | 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。 | 【目的】降灰後の土石流の緊急ハード対策の対象範囲渓流の抽出<br>【方針】複数ケースのシミュレーションを実施し、結果を踏まえて対象規模を設定 |
| 火砕流 | 流下速度が早く、構造物による対策が困難なため、緊急ハード対策の対象としない。 | 緊急ソフト対策の対象とする。 | 【目的】火砕流後の土石流の緊急ハード対策の対象渓流の抽出と緊急ソフト対策の検討<br>【方針】複数ケースのシミュレーションを実施し、結果を踏まえて対象規模を設定 |
| 融雪型<br>火山泥流 | 緊急ハード対策の効果を検討する。ただし、規模が大きいことから、減災効果を期待するものと位置づける。 | | 【目的】緊急ハード対策の可否を検討<br>【方針】火砕流の規模により規模を決定<br>（火砕流の規模が決定した後に実施） |
| 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、緊急ハード対策の対象としない。 | | 既往検討成果があるため実施なし |
| 降灰後の<br>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、緊急ハード対策の対象とする。 | | 【目的】緊急ハード対策の実施箇所等の検討<br>【方針】計画対象規模の土石流 |
| 火砕流後の<br>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、緊急ハード対策の対象とする。 | | 火砕流の規模が決定した後にシミュレーションを実施 |

## 2.3. 降灰の影響範囲(評価手法)

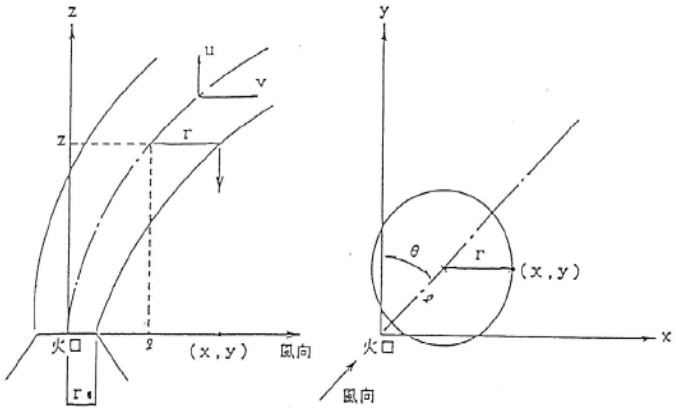
- 従来の火山ハザードマップにおける降灰想定範囲の評価手法の中から、手法を選定した。
- “Tephra2”は、火山防災マップ作成指針(内閣府,平成25年)において、**空中での噴煙の拡散を予測可能な数値モデル**として紹介されており、ジェットモデルに比べ、**火山灰の挙動に大きく関係する風向風速を高度別に設定する**ことができ、より精緻な降灰予想が可能なモデルである

### 過去の降灰実績による評価



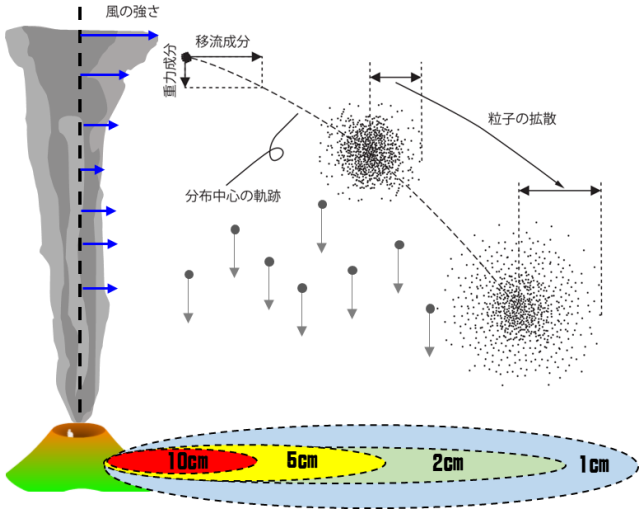

✓ 過去の降灰実績に基づいて評価する
↓
現状で明らかとなっている噴火規模についてのみ評価可能

### ジェットモデルによる評価




✓ 一つの風向風速データを使用して降灰範囲を計算する
↓
火山灰の挙動に大きく関係する風向風速の考慮が不十分

### Tephra2による評価




✓ 高度別に風向風速を設定して降灰範囲を計算する
↓
火山灰の挙動に大きく関係する風向風速をより細かく考慮する

## 2.3. 降灰の影響範囲（入力パラメータ設定の考え方）

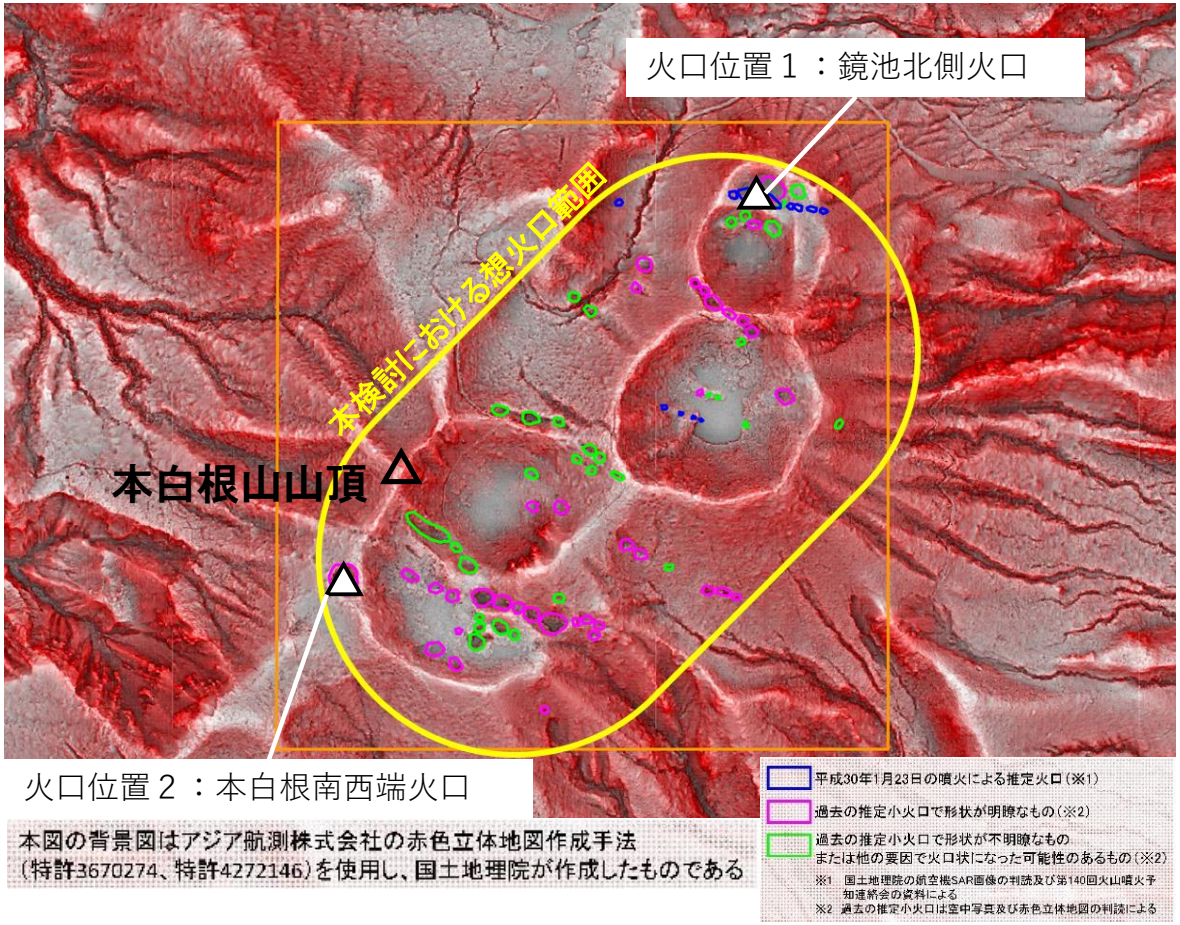
- ①火口位置は想定火口範囲の鏡池北側火口とそこから最も離れた火口跡の2箇所
- ②噴出量は水蒸気噴火で250万$m^3$、1000万$m^3$、マグマ噴火では4500万$m^3$を想定
- ⑯風向風速は本白根山に最も近い『館野』観測所の過去33年間分の高層風データを使用
- ③、⑤～⑨、⑪、⑬（黄色ハッチ）は1939年噴火のTephra2再現計算から得られた値
- ④、⑩、⑫、⑭、⑮（灰色ハッチ）はTephra2を用いた検討で一般的に使用される値

パラメーター一覧

| 項目 | 詳細 | 項目 | 詳細 |
|---|---|---|---|
| ①火口位置 | 火山灰を噴出させる火口の緯度、経度 | ⑨噴出区間 | 噴煙柱全区間の内、火山灰を放出させる区間 |
| ②噴出量 | 放出する火山灰の量 | ⑩みかけ渦拡散係数 | 細粒分の拡散を支配する定数 (一般値) |
| ③噴煙柱高度 | 噴火時の噴煙柱高度 | ⑪拡散係数 | 粗粒分の拡散を支配する定数 |
| ④噴煙柱分割数 | 噴煙柱高度に応じた鉛直方向の計算ブロックの分割数、一区間100mになるように分割する | ⑫細粒・粗粒区分閾値 | 細粒・粗粒の粒子の挙動を切り替える閾値 (一般値) |
| ⑤最大粒径 | 放出させる火山灰の最大粒径(φ) | ⑬岩片密度 | 放出される岩片の密度 |
| ⑥最小粒径 | 放出させる火山灰の最小粒径(φ) | ⑭軽石密度 | 放出される軽石の密度(※マグマ噴火のみ) |
| ⑦中央粒径 | 放出させる火山灰の中央粒径(φ) | ⑮噴煙柱モデル | Tephra2内で使用される噴煙柱モデル (一般値) |
| ⑧標準偏差 | 放出させる火山灰粒径の標準偏差 | ⑯風向風速 | 高度別の風向風速 (館野の過去33年間のデータ) |

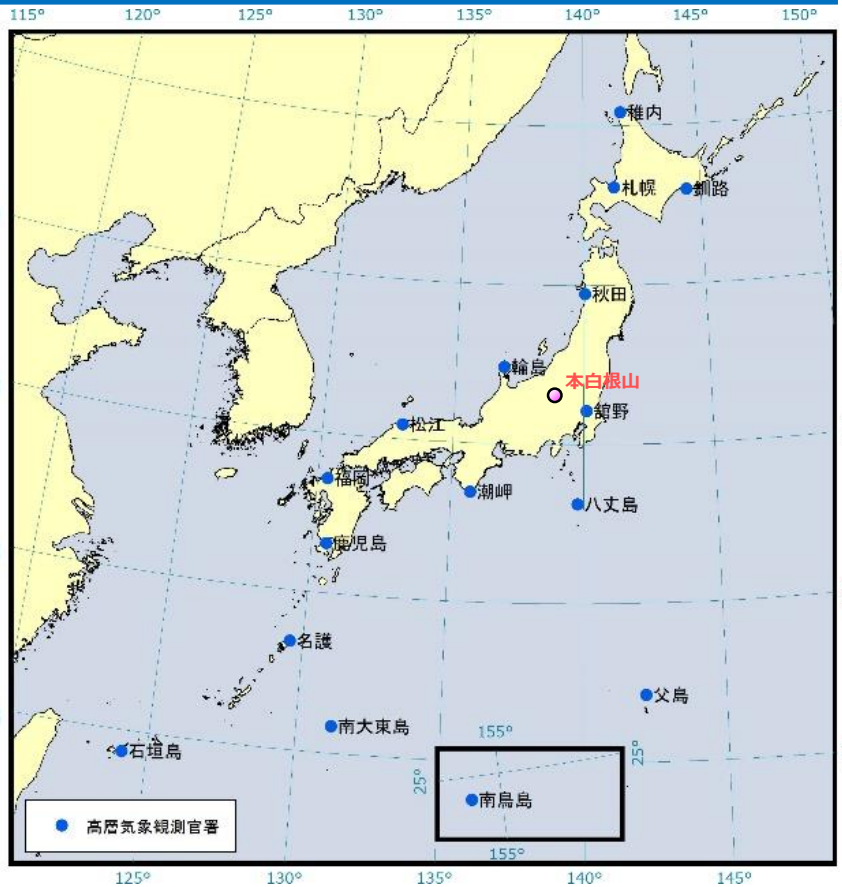
## 2.3. 降灰の影響範囲（入力パラメータ設定の考え方：火口位置、高層風データ）

- 火口位置は想定火口範囲の**鏡池北側火口とそこから最も離れた火口跡の2箇所**
- 本白根山に最も近い『館野』観測所の過去33年間分の高層風データを使用




本図の背景図はアジア航測株式会社の赤色立体地図作成手法（特許3670274、特許4272146）を使用し、国土地理院が作成したものである

**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**



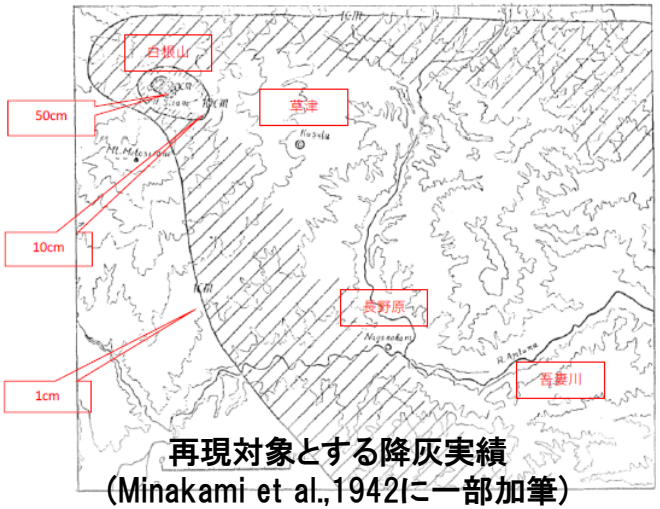

**気象庁高層気象観測網（南極・昭和基地を除く）（高層気象台ホームページを基に作成）**

（出典：https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/select/prefecture.php?year=&month=&day=&hour=&atm=&point=）

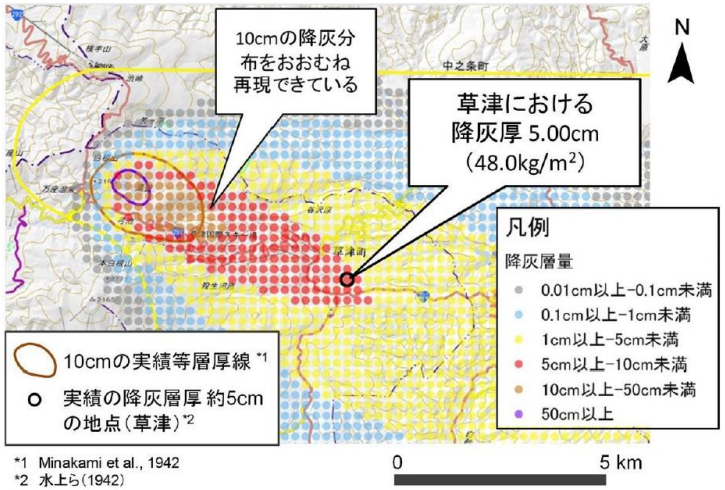
# 2. 想定される土砂移動現象と影響範囲

## 2.3. 降灰の影響範囲( 1939年噴火の再現計算(平成28年度実施) )

- 1939年4月に湯釜で発生した、降下火砕物を伴う中規模水蒸気噴火(活火山総覧参照)が対象
- 当時の降灰実測範囲の内、降灰厚10cm、5cmの範囲を対象に再現計算を実施




再現対象とする降灰実績
(Minakami et al.,1942に一部加筆)




*1 Minakami et al., 1942
*2 水上ら(1942)

再現計算結果(最も再現性が高いケース)

| パラメーター | 採用値 | 備考 |
|---|---|---|
| 噴煙柱高度 | 5,000m | 噴煙柱高度と噴出量の関係式から設定された値の内、最も再現性が高い値 |
| 最大粒径 | -2ϕ(4mm) | 火山灰の粒径(2mm)を包括する値 |
| 最小粒径 | 6ϕ(0.0156mm) | 実測値に最も近いϕスケールの値 |
| 中央粒径 | 2ϕ(0.25mm) | 実測値を基に設定された複数の値の内、最も再現性が高い値 |
| 標準偏差 | 1ϕ(0.5mm) | 中央粒径の値に依存して算出 |
| 噴出区間 | 全区間 | 粒子が放出される区間を全区間と推定 |
| 拡散係数 | 1,000 | Tephra2で推奨する値の範囲の内、最も再現性が高い値 |
| 岩片密度 | 2720kg/m³ | 噴火当時採取された岩片の実測値 |

✓ 1939年噴火の再現計算結果の内、**最も当時の降灰実績に近かった計算ケースのパラメータを、本検討の設定値として採用**

## 2.3. 降灰の影響範囲（入力パラメーター覧）

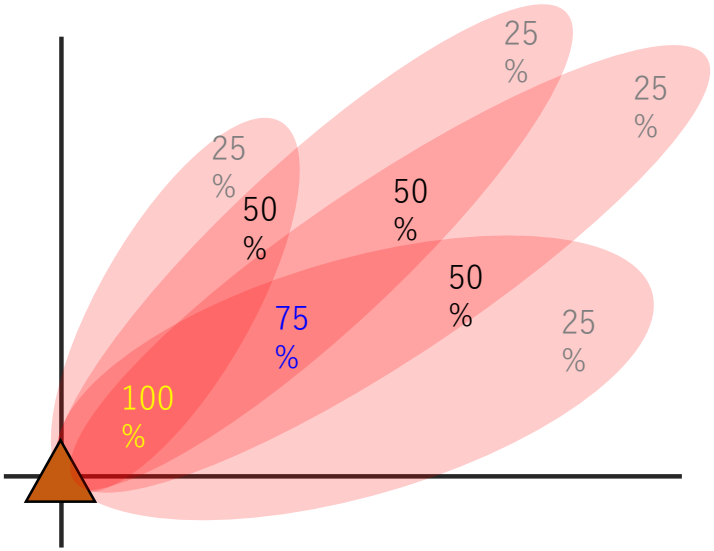
- 水蒸気噴火、マグマ噴火をそれぞれ想定した場合の計算パラメータは以下の通り

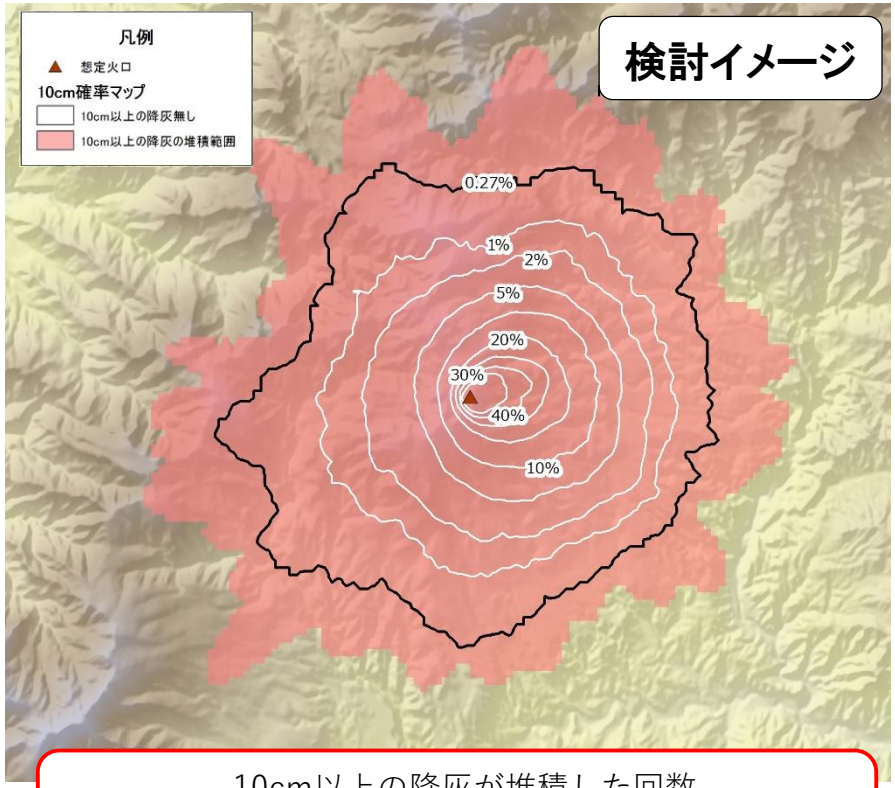
| 噴火形態 | 水蒸気噴火 | | マグマ噴火 |
|---|---|---|---|
| 噴火規模 | 250万$m^3$ | 1000万$m^3$ | 4500万$m^3$ |
| 火口位置 | 鏡池火砕丘北側火口、本白根山南端火口 | | |
| 噴出量 | 250万$m^3$ | 1000万$m^3$ | 4500万$m^3$ |
| 噴煙柱高度 | 5000m | 12,000m | 16,300m |
| 噴煙柱分割数 | 50 | 120 | 163 |
| 噴出区間 | 噴煙柱の全区間から火山灰を放出 | | |
| 最大粒径 | -2.0ϕ (4mm) | | |
| 最小粒径 | 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/$m^3$ |

# 2. 想定される土砂移動現象と影響範囲

## 2.3. 降灰の影響範囲(計算結果-降灰頻度マップ)

- シミュレーション計算結果の内、計算メッシュ毎に10cm以上の降灰が堆積する頻度を計算し、10cm以上の降灰が堆積する頻度分布図を算出する。
- 頻度分布図の内、**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。**



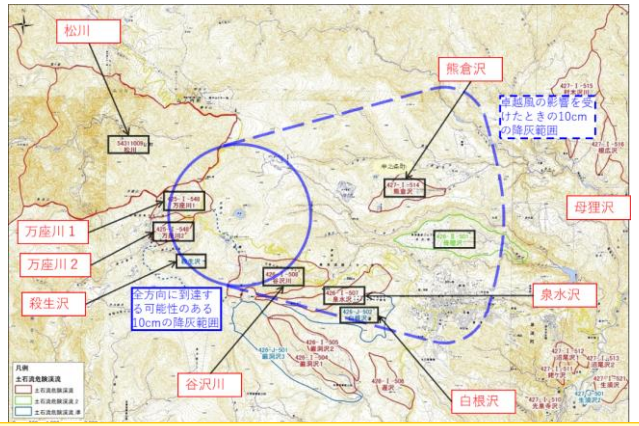

$$降灰頻度 = \frac{10cm以上の降灰が堆積した回数}{全計算ケース} \times 100$$

- 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する。
- **年間で1回以上=0.27%(=100×1/365)となる範囲を抽出する。**

## 2.3. 降灰の影響範囲(降灰後の土石流対策の対象渓流)

### □ 降灰量250万m³

| 対象渓流 | 月平均降灰範囲 | 頻度ﾏｯﾌﾟ降灰範囲 | 【参考】緊急減災計画(湯釜) |
|---|---|---|---|
| 谷川沢（振子沢） | ● | ● | ● |
| 熊倉沢 | ● | ● | ● |
| 母狸沢 | ● | ● | ● |
| 白根沢 | ● | ● | ● |
| 泉水沢 | ● | ● | ● |
| 万座沢1 | - | ● | ● |
| 万座沢2 | - | ● | ● |
| 殺生沢 | - | - | ● |
| 巌洞沢1 | ● | ● | - |
| 巌洞沢2 | ● | ● | - |
| 巌洞沢3 | ● | ● | - |
| 遅沢 | - | ● | - |
| 425-Ⅰ-552 | - | ● | - |
| 426-Ⅰ-502 | - | ● | - |
| 426-Ⅰ-503 | - | ● | - |
| 426-Ⅰ-554 | - | ● | - |
| 426-Ⅱ-501 | - | ● | - |
| 松川 | - | ● | ● |
| 対象渓流数 | 8 | 17 | 9 |




【参考】白根山(湯釜付近)緊急減災対策砂防計画における対象渓流

### □ 降灰量1000万m³

| 対象渓流 | 月平均降灰範囲 | 頻度ﾏｯﾌﾟ降灰範囲 | 対象渓流 | 月平均降灰範囲 | 頻度ﾏｯﾌ降灰範囲 |
|---|---|---|---|---|---|
| 谷川沢（振子沢） | ● | ● | 427-Ⅰ-531 | - | ● |
| 白根沢 | ● | ● | 425-Ⅰ-542 | - | ● |
| 泉水沢 | ● | ● | 425-Ⅰ-549 | - | ● |
| 熊倉沢 | ● | ● | 425-Ⅰ-550 | - | ● |
| 母狸沢 | ● | ● | 425-Ⅰ-551 | - | ● |
| 巌洞沢1 | ● | ● | 425-Ⅰ-552 | - | ● |
| 巌洞沢2 | ● | ● | 425-Ⅰ-553 | - | ● |
| 巌洞沢3 | ● | ● | 425-Ⅰ-555 | - | ● |
| 427-Ⅰ-515 | ● | ● | 427-Ⅰ-502 | - | ● |
| 427-Ⅰ-516 | ● | ● | 427-Ⅰ-503 | - | ● |
| 427-Ⅰ-517 | ● | ● | 424-Ⅰ-532 | - | ● |
| 427-Ⅰ-518 | ● | - | 424-Ⅰ-533 | - | ● |
| 427-Ⅰ-519 | - | ● | 424-Ⅰ-534 | - | ● |
| 426-Ⅱ-501 | ● | ● | 426-Ⅱ-501 | - | ● |
| 427-Ⅱ-503 | ● | ● | 427-Ⅱ-501 | - | ● |
| 424-Ⅰ-531 | - | ● | 427-Ⅱ-502 | - | ● |
| 425-Ⅰ-554 | - | ● | 427-Ⅱ-503 | - | ● |
| 426-Ⅰ-501 | - | ● | 424-Ⅱ-511 | - | ● |
| 426-Ⅰ-502 | - | ● | 424-Ⅱ-512 | - | ● |
| 426-Ⅰ-503 | - | ● | 425-Ⅱ-508 | - | ● |
| 427-Ⅰ-504 | - | ● | 425-Ⅱ-509 | - | ● |
| 427-Ⅰ-505 | - | ● | 425-Ⅱ-510 | - | ● |
| 427-Ⅰ-506 | - | ● | 425-Ⅱ-511 | - | ● |
| 427-Ⅰ-507 | - | ● | 56111010 | - | ● |
| 427-Ⅰ-508 | - | ● | 56111016 | - | ● |
| 427-Ⅰ-509 | - | ● | 56111014 | - | ● |
| 427-Ⅰ-510 | - | ● | 56111015 | - | ● |
| 427-Ⅰ-511 | - | ● | 56111009 | - | ● |
| 427-Ⅰ-512 | - | ● | 56111020 | - | ● |
| 427-Ⅰ-513 | - | ● | 56111021 | - | ● |
| 427-Ⅰ-521 | - | ● | 54311010 | - | ● |
| 427-Ⅰ-522 | - | ● | 54311011 | - | ● |
| 427-Ⅰ-524 | - | ● | 20711013 | - | ● |
| 427-Ⅰ-528 | - | ● | 遅沢 | - | ● |
| 427-Ⅰ-529 | - | ● | 万座川1 | - | ● |
| 427-Ⅰ-530 | - | ● | 万座川2 | - | ● |
| 対象渓流数 | 14 | 72 | 松川 | - | ● |

## 2.4. 火砕流の影響範囲

### □ 火砕流のシミュレーション条件　①想定規模の設定

火砕流のシミュレーション規模は以下のように設定した。

| 噴火 | 規模 | 規模の意味 |
|---|---|---|
| 水蒸気噴火 | 13万m³ | ● H26御嶽山の実績を参考に設定 |
| | 27万m³ | ● 浅間山における中規模火砕流の想定規模 |
| | 50万m³ | ● 浅間山における中規模火砕流の想定規模の2倍程度 |
| | 250万m³ | ● 水蒸気噴火の想定降灰(250万m³)の全量が火砕流として流下した場合 |
| マグマ噴火 | 1000万m³ | ● 最大想定規模の1/4程度 |
| | 2000万m³ | ● 最大想定規模の1/2程度 |
| | 4500万m³ | ● 本白根山における第3噴火期の最大規模の降灰が、すべて火砕流として流下した場合を想定最大規模として設定 |

## 2.4. 火砕流の影響範囲

□ 火砕流のシミュレーション条件　②噴出量と投入点（計算開始点）

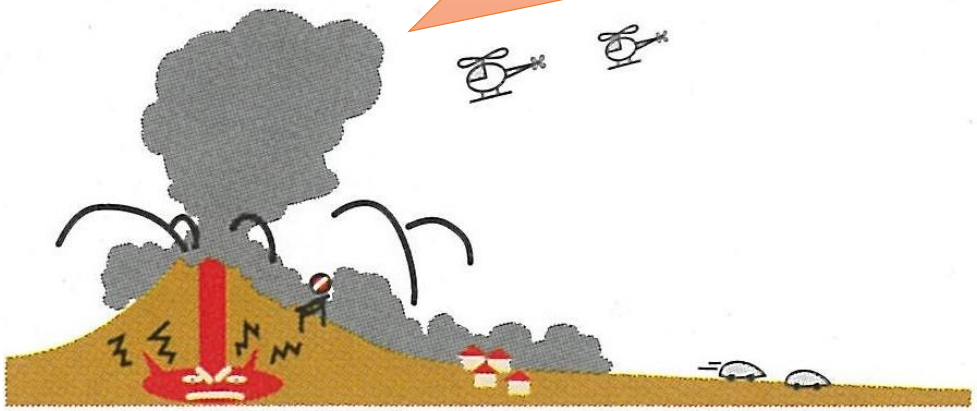
- 火砕流の発生形態は、噴煙柱崩壊型を想定する。
- 水蒸気噴火の火砕流は、一定の方向に噴出して流下すると想定する。
- マグマ噴火の火砕流は、火口から全方位に流下すると想定する

＜水蒸気噴火の火砕流＞

噴煙が一定方向に噴出して火砕流化する

＜マグマ噴火の火砕流＞

噴煙が高くあがり、それらが全方位に降下して火砕流化する



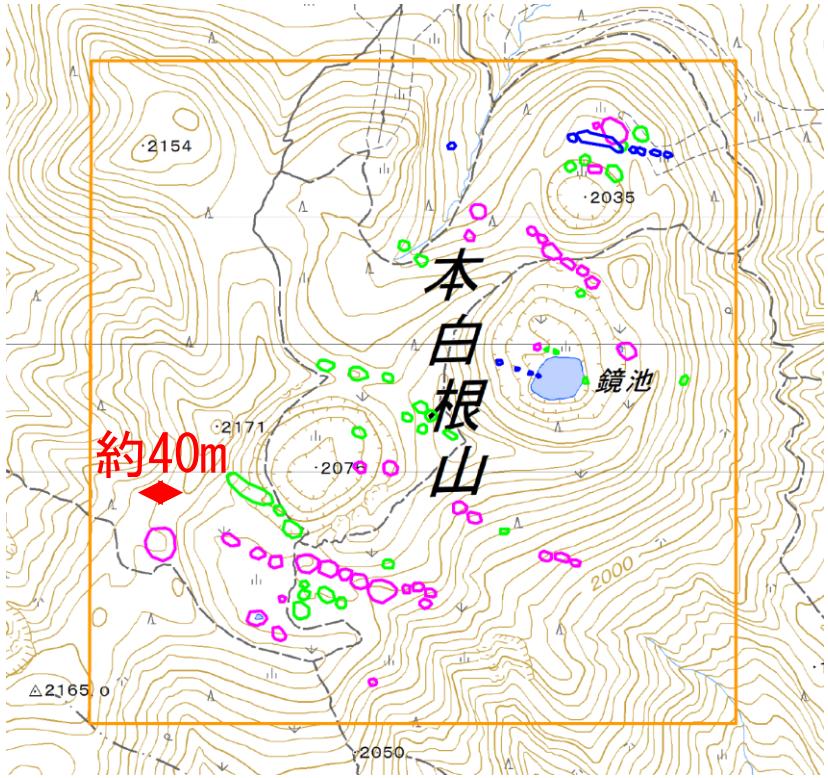
出典：浅間山火山防災マップ　ガイドブックを一部加筆

## 2.4. 火砕流の影響範囲

### □ 火砕流のシミュレーション条件　②噴出量と投入点（計算開始点）

**＜水蒸気噴火の火砕流＞**

⇒判読された火口跡の最大直径およびメッシュサイズを考慮して50m（1メッシュ）を設定
ただし、噴出量250万m³については、他の規模（13、27、50万m³）に比べて規模が大きいため、噴出レートを考慮して5メッシュから投入する。



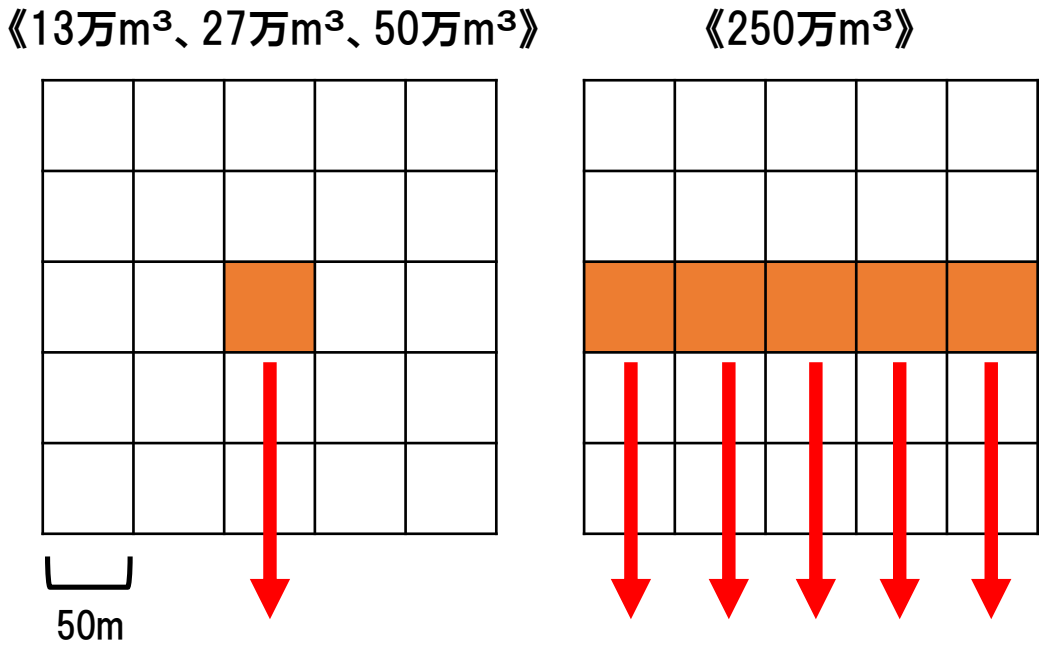



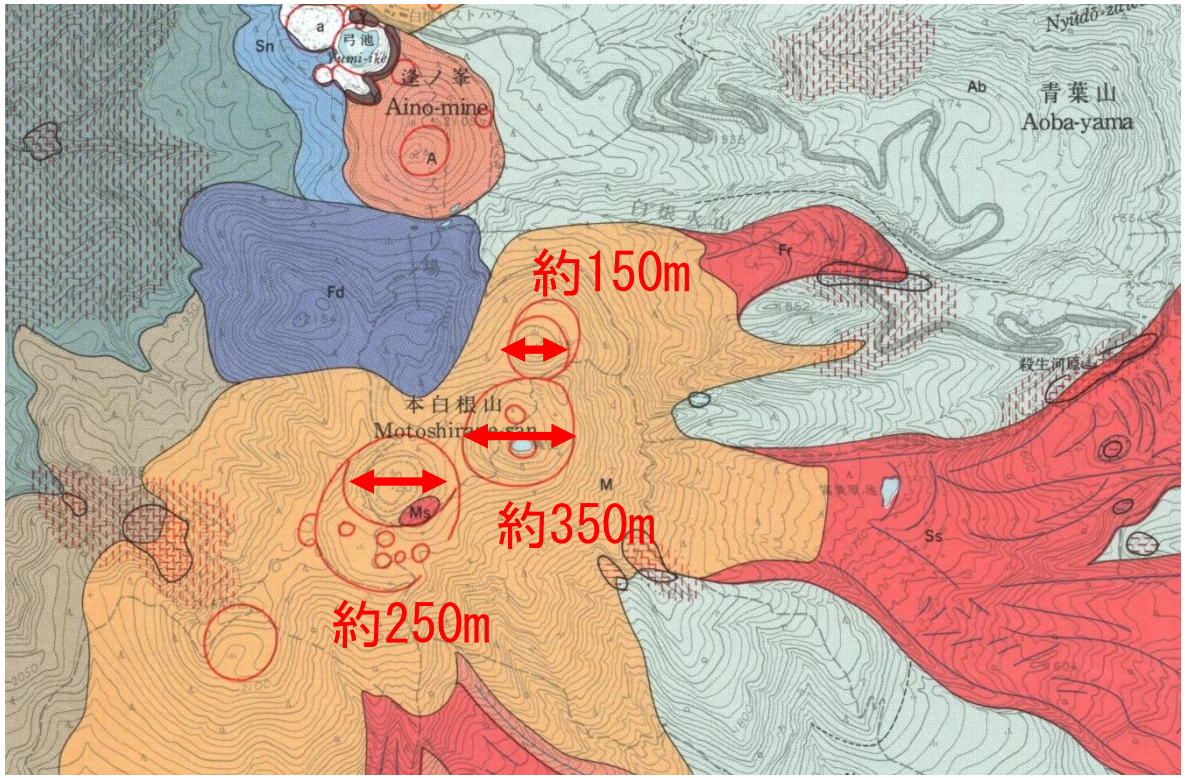

図　計算メッシュでの表現

## 2.4. 火砕流の影響範囲

### □ 火砕流のシミュレーション条件　②噴出量と投入点（計算開始点）

＜マグマ噴火の火砕流＞

⇒マグマ噴火によると思われる火口跡の平均直径250mの円型（8メッシュ）を設定




火口跡の判読（草津白根火山地質図（宇都ほか,1983）に一部加筆）

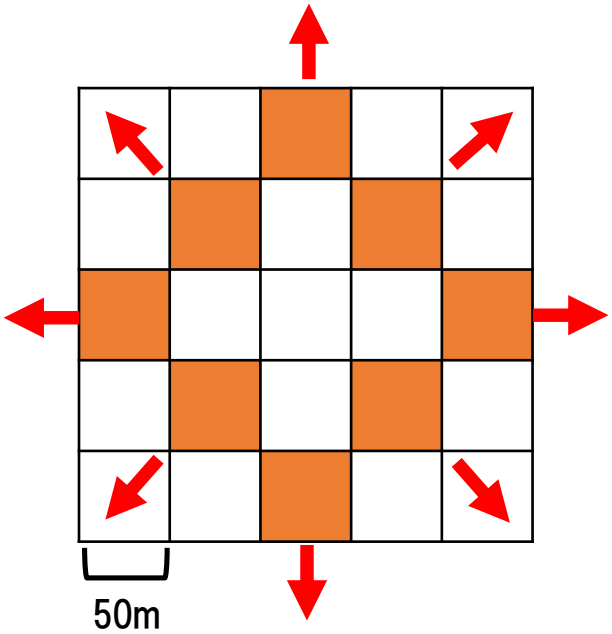



図　計算メッシュでの表現

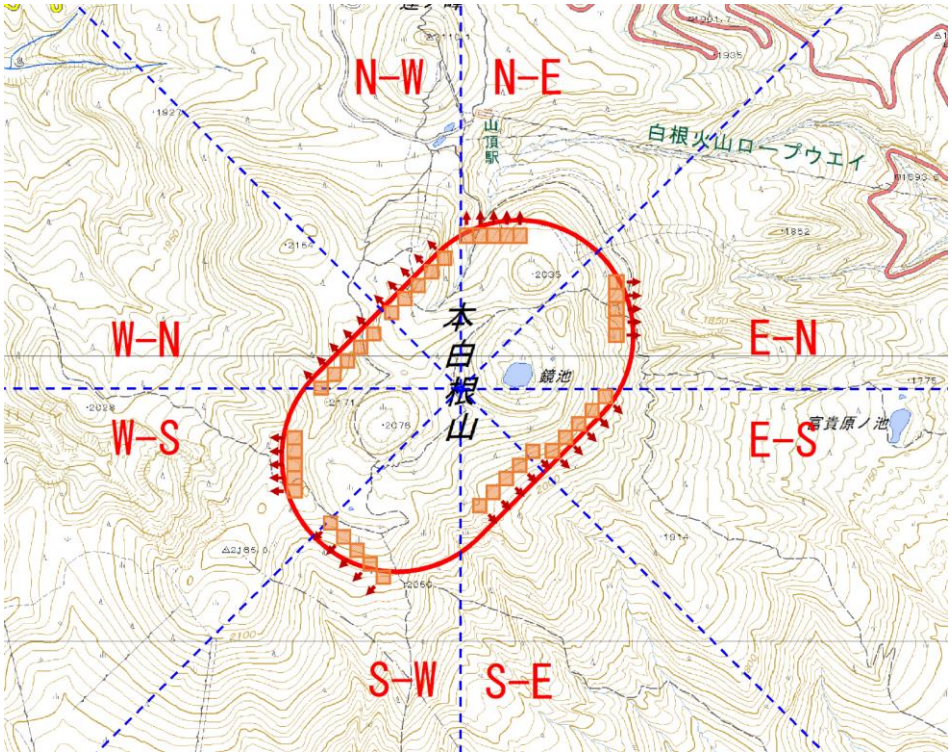
## 2.4. 火砕流の影響範囲

□ 火砕流のシミュレーション条件　③流下方向の想定

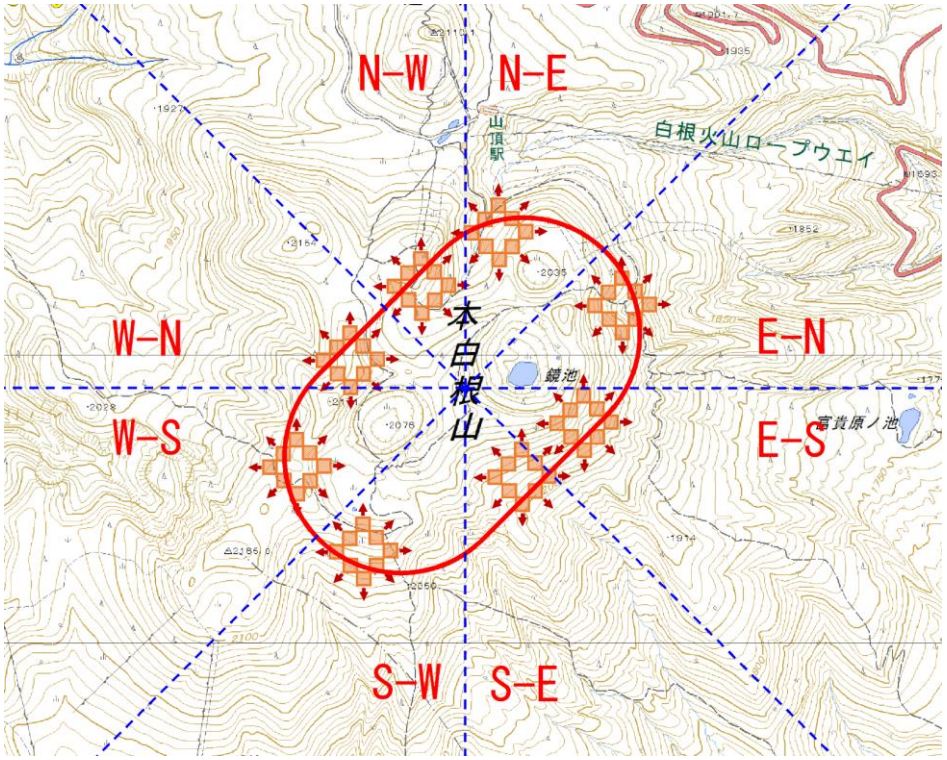
● 想定火口範囲を8つに区分し、それぞれ流下方向（谷地形）の上流部に火口が形成された場合を想定した8ケースを実施

⇒噴出量7通り　×　流下方向8通り　＝　56ケース

＜水蒸気噴火の火砕流の投入点＞
（13～50万m³の場合は谷に最も近い1点を選定）




＜マグマ噴火の火砕流の投入点＞



## 2.4. 火砕流の影響範囲

### □ 火砕流のシミュレーション条件　④シミュレーションモデル及び物性値

- シミュレーションモデルは、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「J-SAS」を採用
- 物性値は、白根山における実績が確認されていないため、以下の一般値を採用

| 項目 | 単位 | 値 | 根拠等 |
|---|---|---|---|
| メッシュ間隔 | m | ５０×５０ | これまでの火砕流シミュレーション実績より |
| 砂礫の密度 | kg/m³ | ２,６００ | 一般値 |
| 堆積物の体積濃度 | | ０．６ | 一般値 |
| 粒子間摩擦係数 | | １４．０ | 雲仙岳の火砕流再現計算より |
| 平均粒径 | m | ０．１５ | 一般値 |
| 運動量補正係数 | | １．０ | 一般値 |

## 2.4. 火砕流の影響範囲

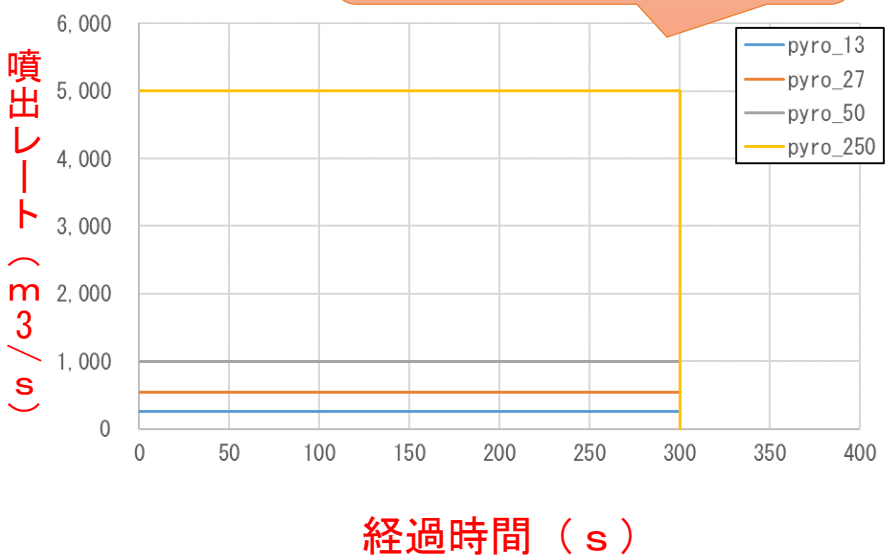
### □ 火砕流のシミュレーション条件　④ハイドログラフ

● 火砕流のハイドログラフは、他火山における火砕流の発生実績を参考に、A.噴出継続時間を固定（水蒸気噴火、マグマ噴火）と、B.噴出レートを固定（マグマ噴火のみ）の2パターンを想定した。

1）水蒸気噴火の火砕流（A）：300秒（5分）
2）マグマ噴火の火砕流（A）：1800秒（30分）
3）マグマ噴火の火砕流（B）：15,000m3/s

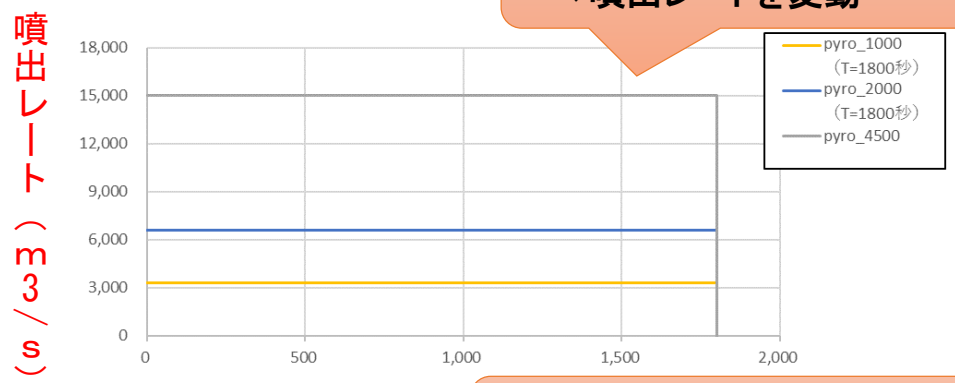
1）水蒸気噴火の火砕流

噴出継続時間は300sで固定
⇒噴出レートを変動



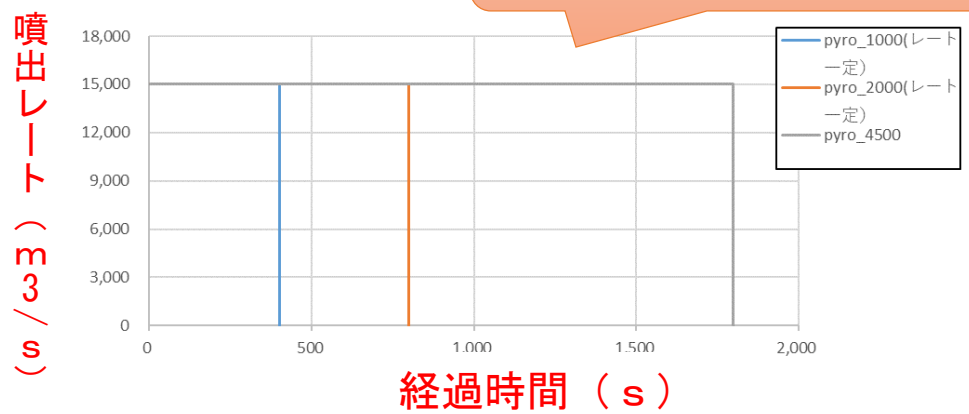

2）マグマ噴火の火砕流（A）

噴出継続時間は1800sで固定
⇒噴出レートを変動




3）マグマ噴火の火砕流（B）

噴出レートは15,000m³/sで固定
⇒噴出継続時間を変動



## 2.4. 火砕流の影響範囲

### □ 火砕流後の土石流が発生するおそれのある渓流

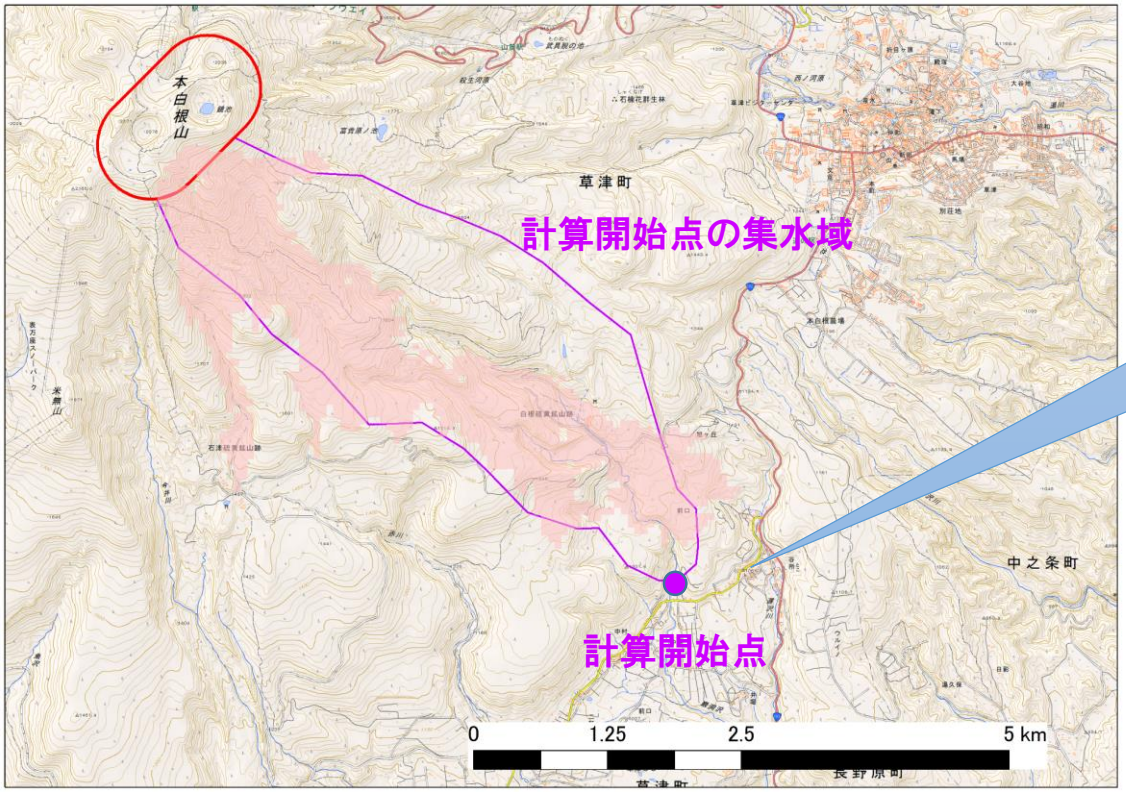
**火砕流の流下範囲内に流域を持つ土石流危険渓流**については、「火砕流後の土石流が発生するおそれのある渓流」とし、対象渓流を抽出した。

| 規模 / 対象渓流 | 水蒸気噴火 | | | | マグマ噴火 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13万m³ | 27万m³ | 50万m³ | 250万m³ | 1000万m³ (噴出レート一定) | 2000万m³ (噴出レート一定) |
| 谷川沢（振子沢） | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 白根沢 | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| 泉水沢 | - | - | - | ● | ● | ● |
| 巌洞沢1 | - | ● | ● | ● | ● | ● |
| 巌洞沢2 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 巌洞沢3 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 遅沢 | - | - | - | - | - | ● |
| 425-Ⅰ-554 | - | - | - | - | ● | ● |
| 426-Ⅰ-503 | - | - | - | - | ● | ● |
| 424-Ⅱ-512 | - | - | - | - | - | ● |
| 426-Ⅱ-501 | - | - | - | - | - | ● |
| **対象渓流数** | **3** | **5** | **5** | **6** | **8** | **11** |

## 2.5. 融雪型火山泥流の影響範囲

### □ 融雪型火山泥流シミュレーションの条件　①計算開始点の設定

- 泥流は谷部を流下すると予想されることから、火砕流の末端部における地形を考慮して、計算開始点を設定した。
- 計算開始点の集水域内を流下した火砕流による融雪水量を泥流総量とした。




- 火砕流の末端部における地形を考慮（谷出口等）して計算開始点を設定
- 集水域を考慮

## 2.5. 融雪型火山泥流の影響範囲

□ 融雪型火山泥流シミュレーションの条件　②シミュレーションモデル及び物性値

- シミュレーションモデルは、「New-SASS」を採用
- 物性値は、以下の一般値を採用

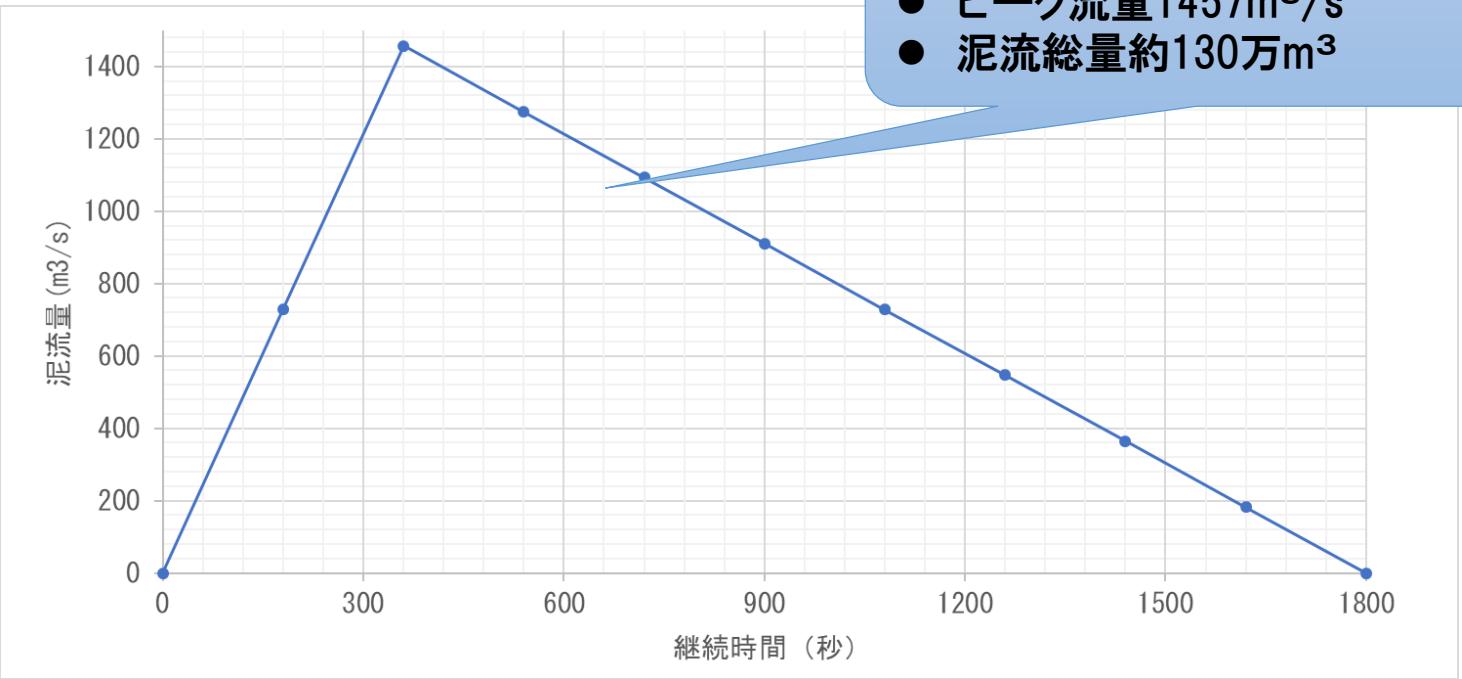
| 項目 | 単位 | 数値 | 根拠 |
|---|---|---|---|
| メッシュ間隔 | m | 10×10 | これまでの融雪型火山泥流シミュレーション実績より |
| 積雪深 | m | 1.0 | 気象庁草津観測所における1990～2017年の年最大積雪深の平均99.8cmより設定（既往最大積雪深は160cm） |
| 積雪密度 | g/cm | 0.3 | 一般値 |
| 火砕物温度 | ℃ | 800 | 一般値 |
| 流体密度 | kg/m³ | 1000 | 一般値 |
| 粒子密度 | kg/m³ | 2500 | 一般値 |
| 代表粒径 | m | 0.15 | 一般値（火砕流と同値） |

## 2.5. 融雪型火山泥流の影響範囲

### □ 融雪型火山泥流シミュレーションの条件　③ハイドログラフの設定

- 他火山における既往検討結果を参考し、継続時間1800s、前方20%(360s)にピークを有する三角ハイドログラフとした。

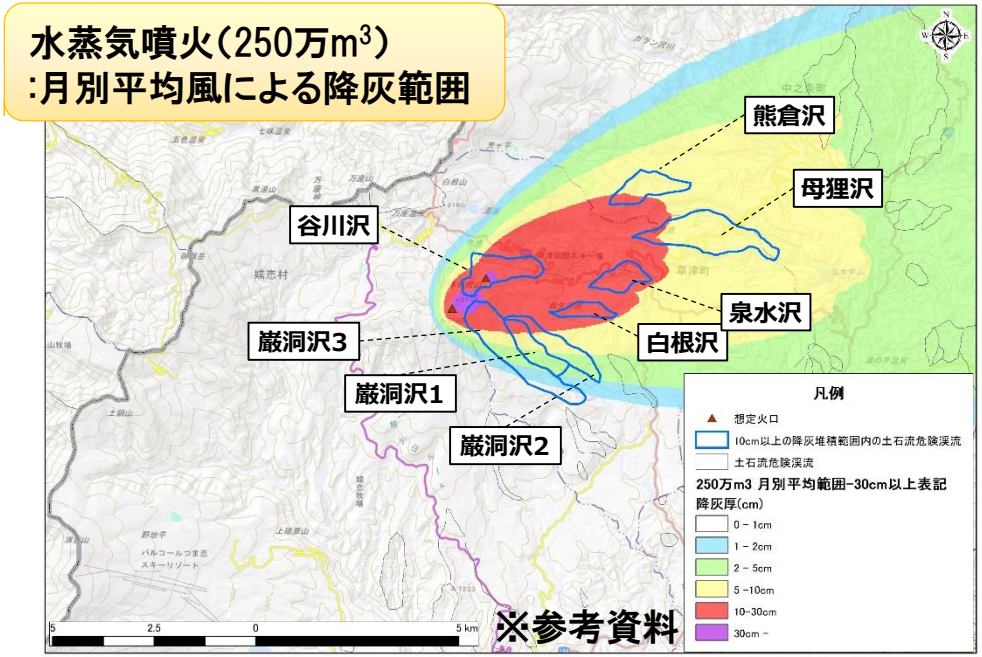
▲1000万m³の火砕流(ES方向)の例
- ピーク流量1457m³/s
- 泥流総量約130万m³



## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 降灰後の土石流のシミュレーション条件 ①対象渓流

降灰後の土石流の影響範囲は想定降灰範囲の確定後に検討するものとし、今回は計算例として月平均降灰範囲の10cm以上の範囲に該当する渓流の結果のみ示す。




| 対象渓流 | 月平均降灰範囲 | 頻度ﾏｯﾌﾟ降灰範囲 | 【参考】緊急減災計画(湯釜) |
|---|---|---|---|
| 熊倉沢 | ● | ● | ● |
| 母狸沢 | ● | ● | ● |
| 谷川沢 | ● | ● | ● |
| 白根沢 | ● | ● | ● |
| 泉水沢 | ● | ● | ● |
| 万座沢1 | - | ● | ● |
| 万座沢2 | - | ● | ● |
| 殺生沢 | - | - | ● |
| 巌洞沢1 | ● | ● | - |
| 巌洞沢2 | ● | ● | - |
| 巌洞沢3 | ● | ● | - |
| 遅沢 | - | ● | - |
| 425-Ⅰ-552 | - | ● | - |
| 426-Ⅰ-502 | - | ● | - |
| 426-Ⅰ-503 | - | ● | - |
| 426-Ⅰ-554 | - | ● | - |
| 426-Ⅱ-501 | - | ● | - |
| 松川 | - | ● | ● |
| 対象渓流数 | 8 | 17 | 9 |

## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 降灰後の土石流のシミュレーション条件　②対象規模

- 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）」に基づき算定した。
- 流域内に一律に10cmの火山灰が堆積し、その5%が移動可能土砂量になると想定する。
- 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。

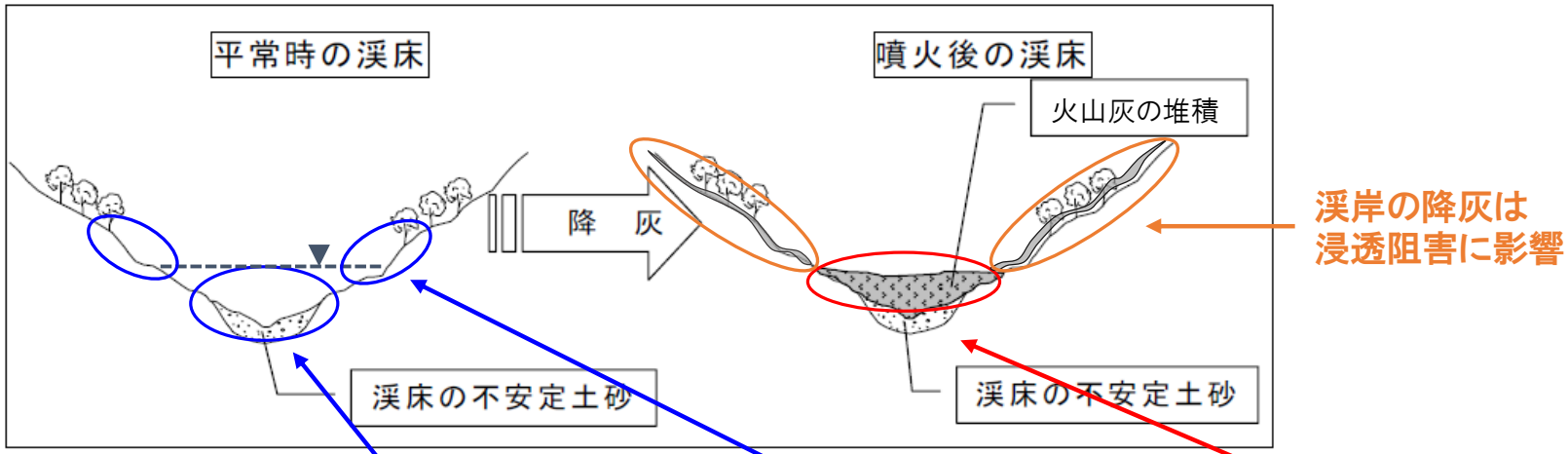
| 渓流名 | 流域面積 A（$km^2$） | 土石流濃度 $C_d$ | 土石流ピーク流量 $Q_{sp}$（$m^3/s$） | 移動可能土砂量 ※降灰量を考慮 Vdy1（千m3） | 土石流継続時間 T（s） |
|---|---|---|---|---|---|
| 泉水沢 | 0.67 | 0.34 | 67.9 | 4.2 | 179.7 |
| 谷川沢 | 1.16 | 0.54 | 123.3 | 14.2 | 213.2 |
| 白根沢 | 0.37 | 0.54 | 176.1 | 23.0 | 241.3 |
| 熊倉沢 | 0.88 | 0.30 | 226.0 | 15.5 | 228.6 |
| 巌洞沢1 | 0.78 | 0.37 | 214.1 | 13.6 | 171.7 |
| 巌洞沢2 | 0.87 | 0.54 | 69.4 | 6.6 | 174.7 |
| 巌洞沢3 | 1.96 | 0.30 | 402.0 | 25.8 | 213.9 |
| 遅沢 | 0.49 | 0.30 | 115.0 | 5.9 | 169.6 |

## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 降灰後の土石流のシミュレーション条件　②対象規模

- 計画流出土砂量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」に基づき、移動可能土砂量と運搬可能土砂量を比較して小さい方の値とする。

【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

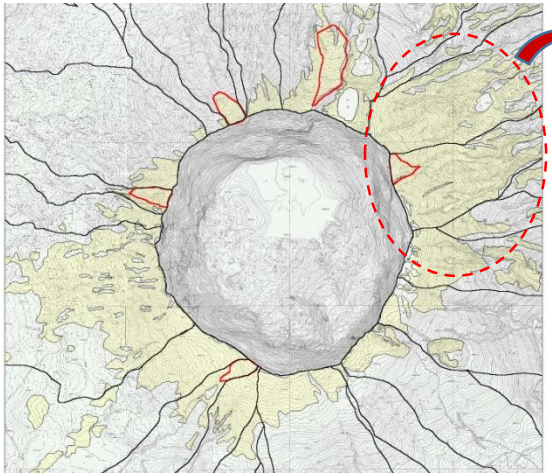



移動可能土砂量　＝　移動可能渓床堆積土砂量　＋　崩壊可能土砂量　＋　堆積火山灰量

→堆積した火山灰の5%が流出すると想定

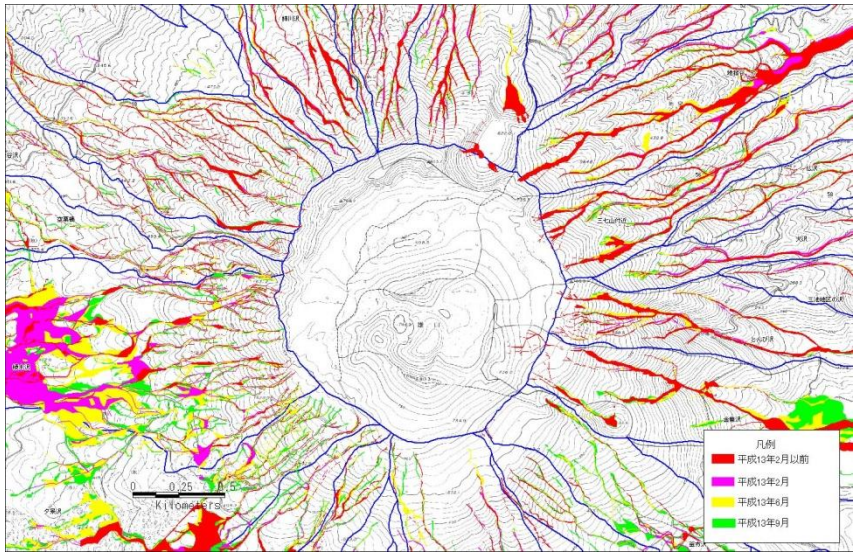
## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 【参考】三宅島の事例



三七沢付近の沢上流部のリル発達状況

三宅島（山頂周辺）　平成13年６月のリルの発達状況




三宅島（山頂周辺）　平成13年９月までのガリの発達状況

三宅島では　噴火直後のH13空中写真判読によるリル・ガリ浸食地形が占める面積は**約14%程度**であった。（H19判読では「崩壊地」が2%程度）
平成12年噴火後の現地調査と降灰分布の想定から、噴出した火山灰の量は**約700万m³**と見積もられている。噴火後の定時・降雨イベントごとの観測では、土石流として流出した土砂量は**約22万m³**であり、火山灰のうち**約3%**程度が流出している。

【三宅島】H12噴火以降の定時・降雨イベントごとの流出土砂量

| イベント | 土砂量 | イベント | 土砂量 |
|---|---|---|---|
| H12噴火直後 | 67千m³ | ～H15.12月 | 7千m³ |
| H12～H14 | 36千m³ | ～H16.7月 | 5千m³ |
| H14台風13号 | 8千m³ | ～H16.9月 | 9千m³ |
| H14～H15 | 4千m³ | ～H16.10月 | 13千m³ |
| H15.8月 | 56千m³ | ～H16.11月 | 6千m³ |
| ～H15.9月 | 9千m³ | 合計 | 220千m³ |

| ①渓流面積 | ②リル | ③ガリ | （②＋③）／① |
|---|---|---|---|
| 26.92km² | 2.70km² | 1.13km² | 14.2% |

## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 【参考】雲仙普賢岳の事例

平成8年　　平成19年　　平成27年

【雲仙普賢岳】土砂流出のイメージ　（引用：雲仙復興事務所HP）

雲仙普賢岳の平成2年噴火の水無川流域における火山噴出物（火砕流・火山灰）の堆積量は約1億4200万m3である。噴火後に土石流として流出した土砂量は約710万m3であり、火山灰のうち**約5%**程度が流出している。

【雲仙普賢岳】水無川流域における年別土石流流出土砂量

| 年度 | 土砂量 | 年度 | 流出土砂量 |
|---|---|---|---|
| H3 | 68.2万m³ | H9 | 30.8万m³ |
| H4 | 86.7万m³ | H11 | 10.0万m³ |
| H5 | 394.6万m³ | H17 | 5.0万m³ |
| H6 | 23.3万m³ | H18 | 4.0万m³ |
| H7 | 23.1万m³ | H22 | 0.8万m³ |
| H8 | 63.8万m³ | **合計** | **710.3万m³** |

## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 降灰後の土石流のシミュレーション条件　③ハイドログラフ

ハイドログラフは、以下の条件により設定した。

- 「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。

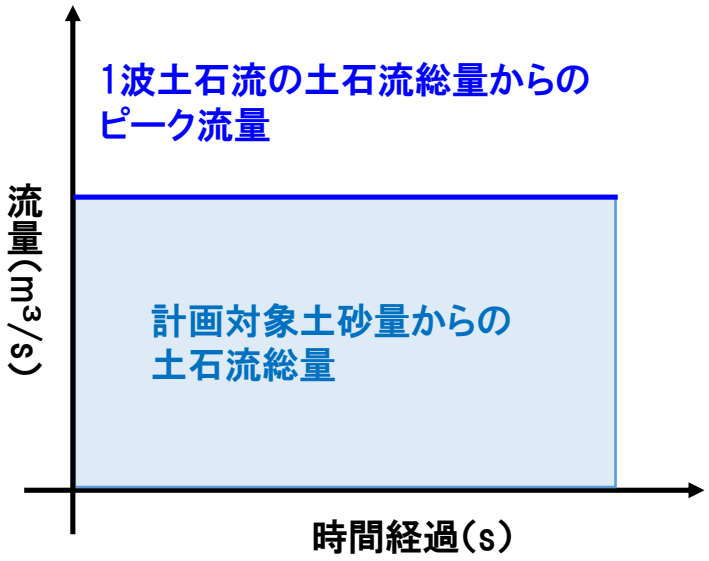
（1）流出土砂量に基づく土石流ピーク流量の設定

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)]。

$$Q_{sp} = 0.01 \cdot \sum Q \qquad \cdots（１０）$$

$$\sum Q = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d} \qquad \cdots（１１）$$

ここで、$Q_{sp}$：土石流ピーク流量(m³/s)、$\sum Q$：土石流総流量(m³)、$V_{dqp}$：１波の土石流により流出すると想定される土砂量（空隙込み）(m³)、$C_d$：土石流濃度、$C_*$：渓床堆積土砂の容積濃度（0.6 程度）である。



## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 降灰後の土石流のシミュレーション条件　④シミュレーションモデルと物性値

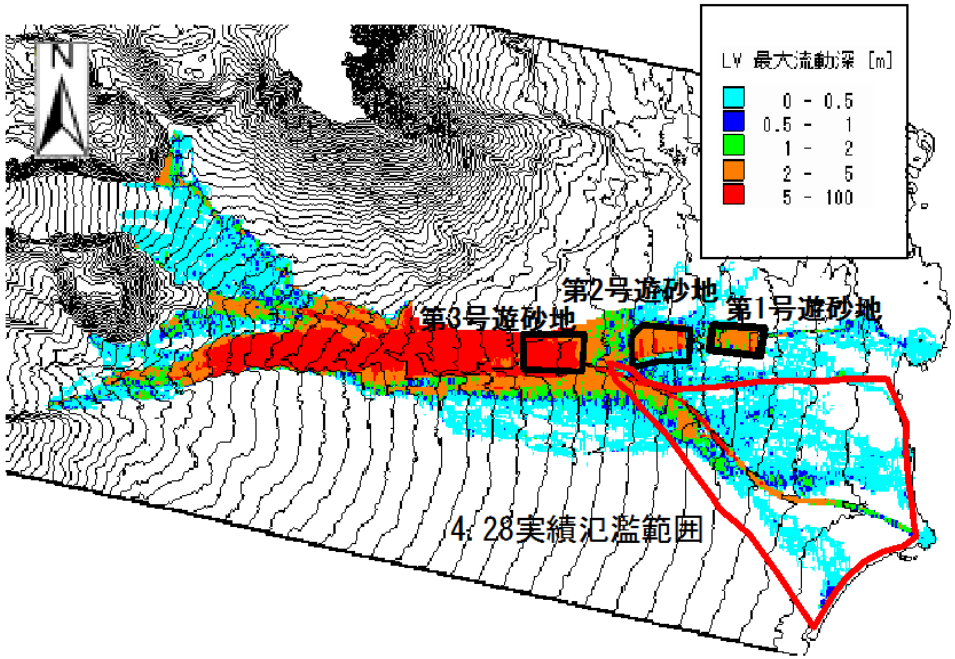
- シミュレーションモデルは、「New-SASS」を採用
- 内部摩擦角は、雲仙普賢岳における検討成果を参考に12.4°を採用
- その他の物性値は、一般値を採用

| 項目 | 記号 | 単位 | 数値 | 根拠 |
|---|---|---|---|---|
| 泥水密度 | $\rho$ | $kg/m^3$ | 1200 | 一般値 |
| 砂礫密度 | $\sigma$ | $kg/m^3$ | 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 | $\phi$ | ° | 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 |

## 2.6. 降灰後の土石流の影響範囲

### □ 【参考】雲仙普賢岳の事例

- ◆ 雲仙普賢岳の平成噴火では、降雨に比較して、通常の土石流の物性値では再現が難しい範囲まで土石流が流下する事例が確認された。
- ◆ 平成24年の「第3回　雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及び対策検討委員会」での検討において、噴火後の1993年4月28日に発生した土石流は内部摩擦角を12.4°とすることで、再現性が向上することが確認されている。




内部摩擦角12.4°を採用した1993.4.28土石流再現計算(最大流動深)

## 2.7. 影響範囲検討を踏まえた対象現象と規模

### ＜水蒸気噴火における対象現象と規模＞

| 現 象 | 規模 | 影響範囲想定結果 | 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 | 250万m³ | 月別平均、頻度マップともに対象渓流数も少なく、降灰後の土石流のハード対策で対応可能<br>→対象とする規模についてご意見をいただきたい | × | ○（降灰調査） | ○ | ○ |
| | 1000万m³ | 月別平均、頻度マップともに対象渓流数が多く、降灰後の土石流のハード対策での対応が困難<br>→対象とする規模についてご意見をいただきたい | × | ○（降灰調査） | △ | ○ |
| 火砕流 | 13万m³ | いずれも気象庁により想定された現象に整合的<br>→火砕流自体の影響範囲に加えて、火砕流後の土石流の対象範囲を踏まえつつ、対象とする規模についてご意見をいただきたい | × | ○ | ○ | ○ |
| | 27万m³ | | × | ○ | ○ | ○ |
| | 50万m³ | | × | ○ | ○ | ○ |
| | 250万m³ | 気象庁により想定された現象を超過しており、想定規模として不適当と考える。 | | | | |
| 融雪型火山泥流 | - | （発生の想定なし） | | | | |

## 2.7. 影響範囲検討を踏まえた対象現象と規模

### ＜マグマ噴火における対象現象と規模＞

| 現 象 | 規模 | 影響範囲想定結果 | 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 | 4500万m³ | 降灰の影響範囲としては妥当と考えるが、月別平均、頻度マップともに対象渓流数が非常に多く、降灰後の土石流のハード対策は対応が困難 | × | ○（降灰調査） | × | × |
| 火砕流 | 1000万m³ | ● 火砕流自体の影響範囲に加えて、火砕流後の土石流の対象範囲を踏まえつつ、対象とする規模についてご意見をいただきたい<br>● 火砕流後の土石流をハード対策の対象とすべきかどうかについてご意見をいただきたい | × | ○ | ? | ○ |
| | 2000万m³ | | × | ○ | ? | ○ |
| | 4500万m³ | 影響範囲が広く、ソフト対策においても対応が困難と考えられる。 | × | △ | ? | ○ |
| 融雪型火山泥流 | 火砕流1000万m³ | 想定する火砕流の規模及び積雪深によってはハード対策が可能と考えられる<br>→ハード対策の対象とすべきかどうかについてご意見をいただきたい | ? | ○ | | |
| | 火砕流2000万m³ | | ? | ○ | | |
| | 火砕流4500万m³ | 火砕流の影響範囲が広く、ハード対策は困難 | × | ○ | | |

# 3. 対策方針（案）

## 3.1.計画対象現象

＜ハード・ソフト対策の対象現象＞

- 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とする。
- 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。

| 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。 |
| 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。 | ソフト対策の対象とする。 |
| 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、ハード対策の効果を検討する。 | |
| 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。 | |
| 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。 | |

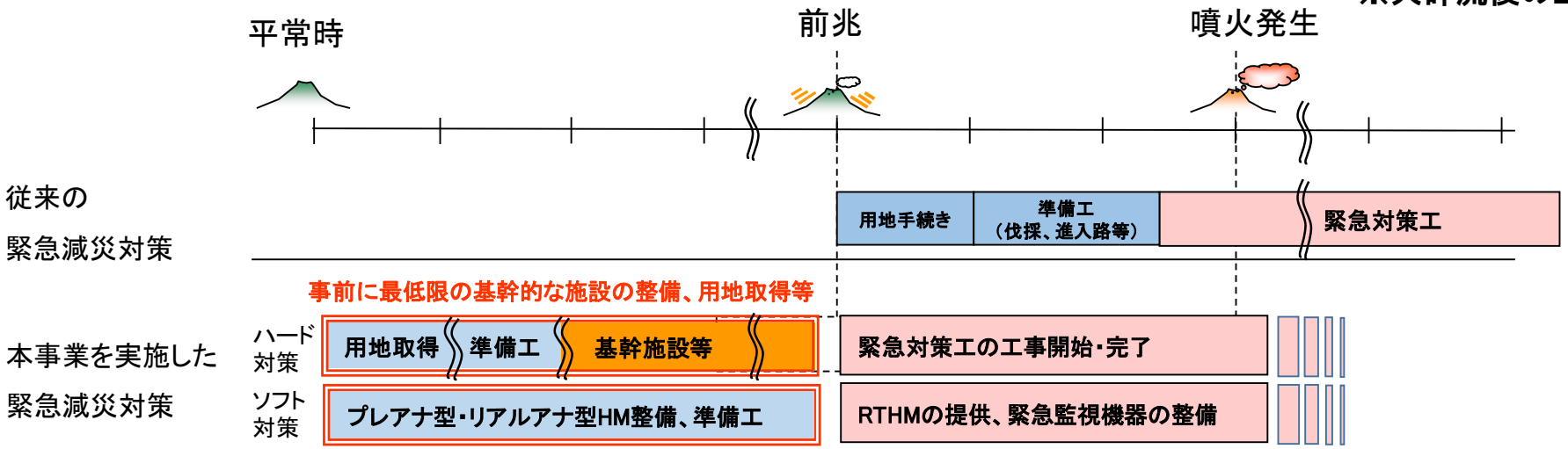
※降灰後の土石流に対するハード対策が、融雪型火山泥流に対して何らかの減災効果を発揮することは考えられる。

# 3. 対策方針（案）

## 3.2.対策の基本方針

- 火山噴火に伴う土砂災害対策は、降灰後の土石流※に対して、基本対策と緊急対策を組み合わせて対応する。
- 平常時には基本対策の整備、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。
- マグマ噴火等の大規模な噴火時における降灰後の土石流※は、ソフト対策の対象とする。

※火砕流後の土石流も含む



## 3.2.対策の基本方針

＜対象規模＞

- 既存の渓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渓流内での流下面積を乗じる。

## 3.2.対策の基本方針

＜緊急減災対策（基本対策・緊急対策）の基本方針＞

◆ 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の土石流を捕捉または安全に下流に導流するための施設の新規整備あるいは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。

◆ 火砕流、溶岩流、融雪型火山泥流および降灰後の土石流に対して、工事従事者の安全管理及び観光客・住民の警戒避難支援のための情報収集及び提供を行う。

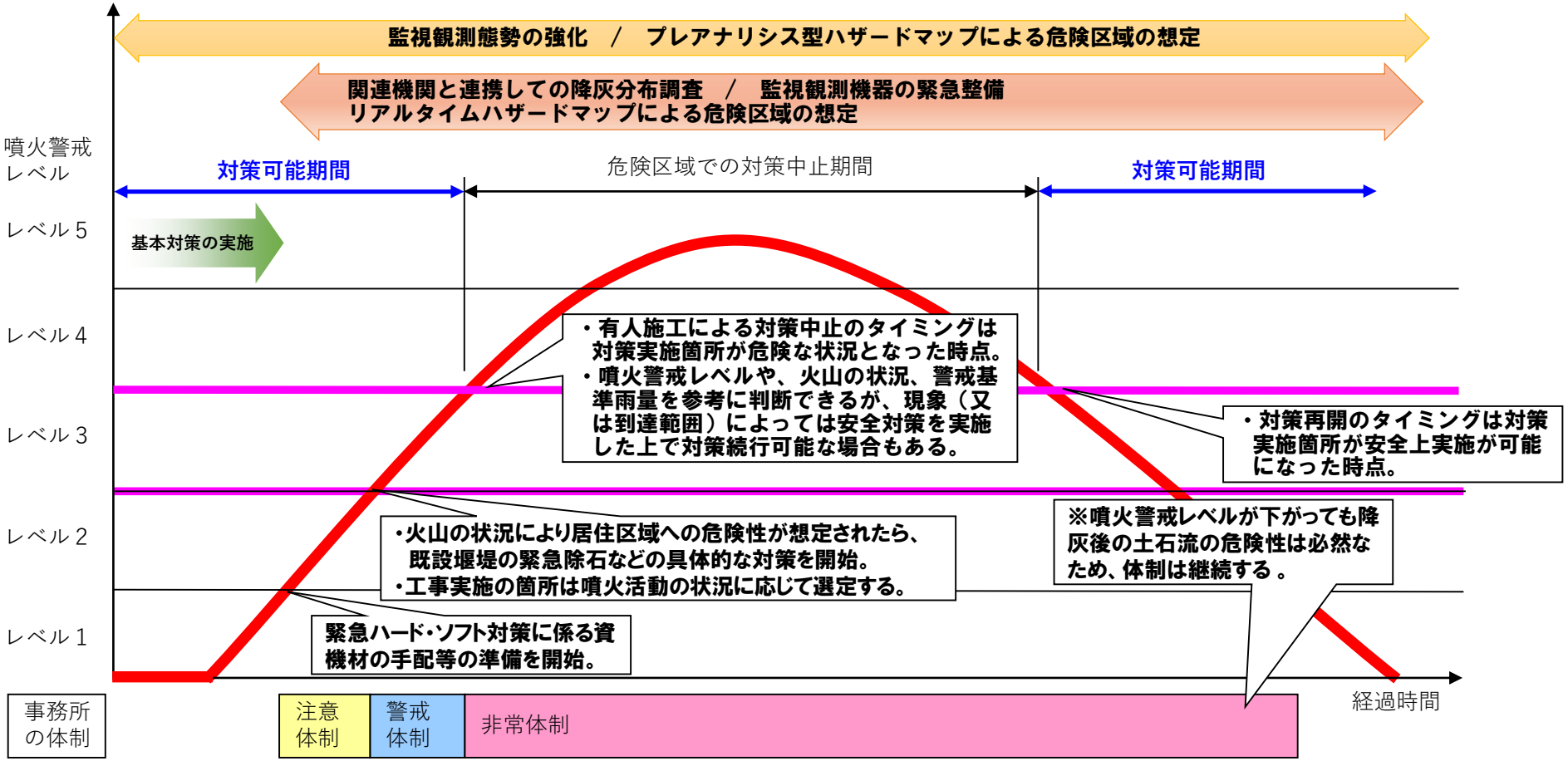
＜基本事項＞

- 本白根山における緊急減災対策の主な保全対象は、草津温泉及び万座温泉である。
- 本白根山の噴火時には志賀草津ルートが通行規制となるため、避難路あるいは噴火後の復旧対策路の確保の観点から、主要道路の保全も考慮する必要がある。

## 3.3.緊急対策の基本方針

**＜対策のタイミング＞**

- ◆ 対策開始等のタイミングは、噴火警戒レベル、火山活動・降灰の状況から総合的に判断する。
- ◆『レベル2（火口周辺規制）』では、緊急対策に係る資機材の確認等の準備を開始する。
- ◆『レベル3（入山規制）』で、ハード、ソフト対策を開始する。



## 3.4.緊急ハード対策方針

＜緊急ハード対策の方針＞

- 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。
- 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。
- 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、コンクリート及び鋼管を利用する場合には、腐食対策などの酸性対策を講じる。

- 対策可能期間は、1ヶ月～3ヶ月程度を想定してハード対策を複数検討する。
- 施工の途中段階で噴火(対象とする土砂移動現象)が発生しても、何らかの効果を発揮するような工種・工法や施工計画を検討する。

## 3.4.緊急ハード対策方針

### □ 工種・工法の一例

①除石工

- 緊急除石工は、既往施設の施設効果量の増加や機能回復を目的として、既往施設の堆砂敷の掘削を実施する。
- なお、除石した土砂は化学的性質（酸性土壌）を強く帯びていることが十分予測されるため、他流域への搬出は行わず、大型土のうの中詰材への転用など、できるだけ流域内での活用を検討する。

②導流堤工

- 渓床との保全対象までの比高が小さく、保全対象に対して直接的な土石流被害が想定される場合に土のう積みによる導流を行う。
- 対象渓流は強酸性を示す流域が多いことから耐候性土のうを基本とする。

③土石流捕捉工

- 土石流捕捉工は、短期間で施工が可能なコンクリートブロックの活用も検討する。
- また、除石した土砂を有効に活用することを目的に、現地発生土によるソイルセメントの利用も検討する。

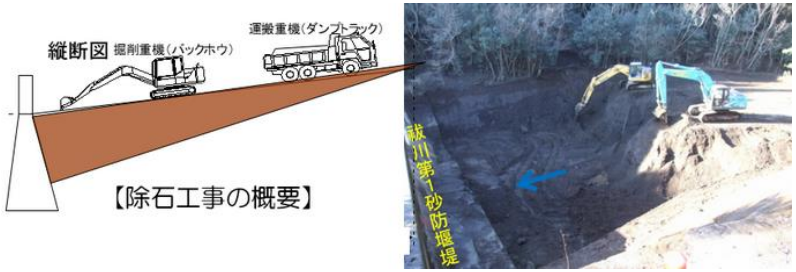



図　既存砂防堰堤における緊急除石の例
国土交通省　九州地方整備局
宮崎河川国道事務所管内　祓川（高原町）

図　連結土のうによる土砂堆積工の施工事例
国土交通省　近畿地方整備局
紀伊山地砂防事務所管内　北股地区

コンクリートブロックによる不透過型砂防堰堤の施工事例
国土交通省　中部地方整備局
多治見国道事務所管内　鹿ノ瀬川

## 3.5.緊急ソフト対策方針

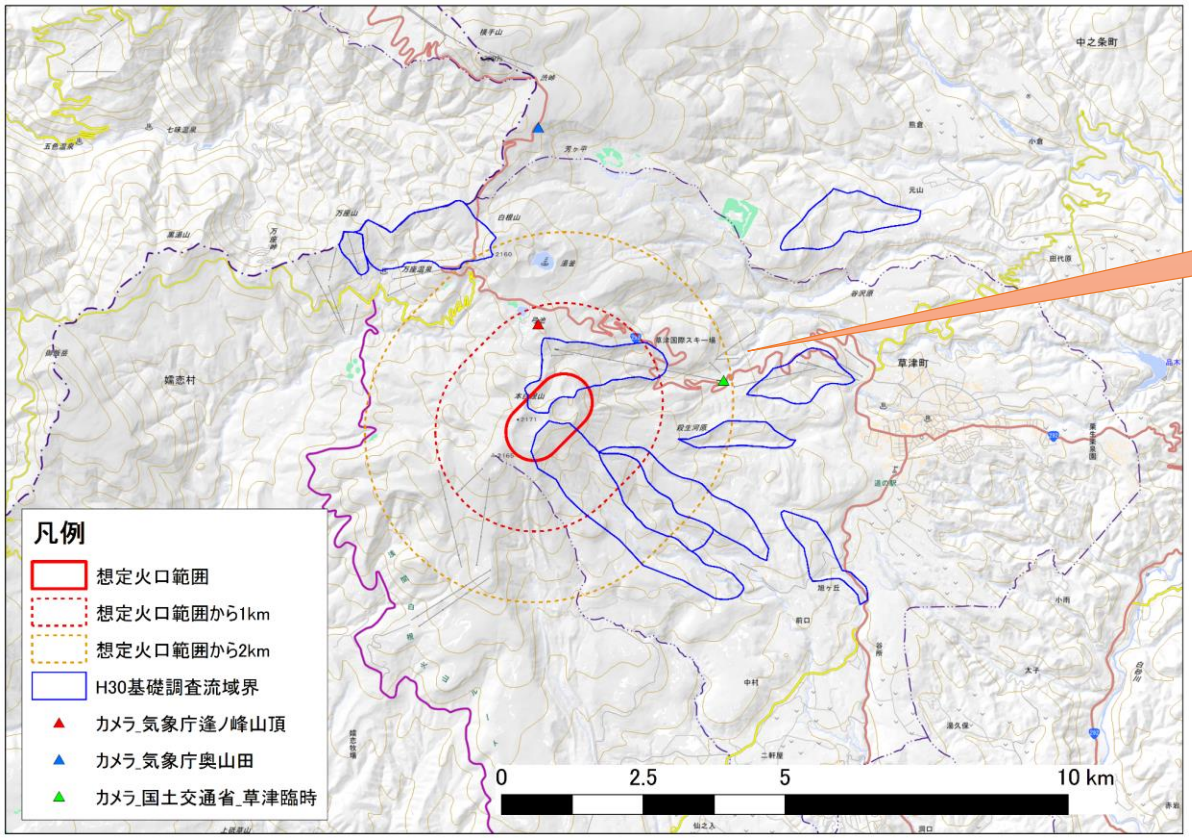
＜緊急ソフト対策の方針＞

- 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。

## 3.5.緊急ソフト対策方針

### □ 火山監視機器の緊急的な整備

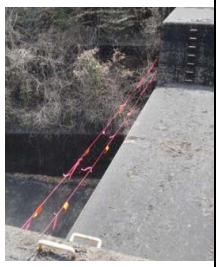
- 本白根山、および草津白根山が噴火した場合の立ち入り規制区域外において、火山監視機器の緊急的な整備を行う。
- 直接的に土砂移動を監視する機器を、緊急ハード対策の対象渓流の上流に設置する。
- 火山噴火に伴う土砂移動現象の規模等を推定するための気象観測機器を設置する。




立ち入り規制区域外(想定火口範囲から2km外など)において、火山監視機器等の緊急的な整備を行う

## 3.5.緊急ソフト対策方針

### □ ソフト対策として設置する監視機器の候補

| 目的 | 直接的に土砂移動を監視する | | | | 土砂移動現象の規模・範囲・方向を推定するために、気象状況等を観測する | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工種 | 監視カメラ | ワイヤーセンサ | 振動/音響センサ | 水位 / 濁度 / 流速計 | 地上雨量計 | 積雪計 | 自動降灰量計 | 風向/風速計 |
| イメージ | |  | | | | | | |
| 機能 | 火山活動の変化の把握<br>噴煙の方向から降灰エリアの把握<br>土砂移動の発生確認 | 土砂移動の発生と規模確認 | 土砂移動の発生と規模確認 | 土砂移動の発生と規模確認 | 土石流発生基準雨量の把握 | 積雪深の把握<br>融雪水量の把握 | 火山灰の降灰厚把握 | 火山灰の降灰予測 |
| 施工のしやすさ | ○ | ○ | △<br>（平常時からの機器準備が必要） | △<br>（平常時からの機器準備が必要） | △<br>（平常時からの機器準備が必要） | △<br>（平常時からの機器準備が必要） | △<br>（平常時からの機器準備が必要） | △<br>（平常時からの機器準備が必要） |
| 維持管理のしやすさ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ |
| 緊急減災時の留意点（共通：通信系の確保） | 設置基礎の準備が必要 | 施工時の安全確保 | 施工箇所の用地確保 | 施工箇所の用地確保 | 施工箇所の用地確保 | 施工箇所の用地確保 | 施工箇所の用地確保<br>設置基礎の準備が必要 | 施工箇所の用地確保 |

※これ以外にも、対象現象の特徴や設置箇所の状況を考慮して、新しい監視機器やドローン・リモートセンシング技術等の活用に取り組む

## 3.5.緊急ソフト対策方針

### ハザードマップの提供　①ハザードマップの種類

**プレアナリシス型**

・降灰後の土石流、溶岩流等の火山噴火に起因する土砂災害の影響範囲を想定し、火山ハザードマップや火山防災マップの作成に活用

・事前に様々な条件でシミュレーション計算を行っており、噴火時には条件に最も近いものを抽出して提供可能

・噴火から被害発生までの時間的余裕が無い場合でも有効

・噴出物による地形の変化や、想定外の位置の火口からの噴火では活用できない場合もある

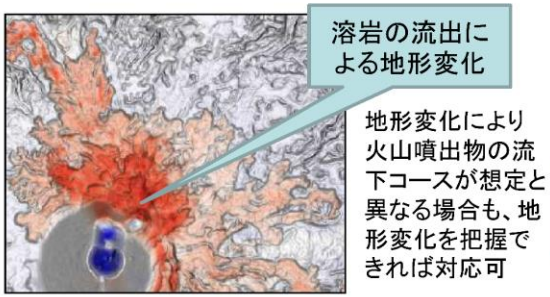
**リアルタイムアナリシス型（新たなシステムを用いて作成）**

・想定と異なる火口位置や地形変化も柔軟に取り入れて計算するため、緊急時において、より実現象を反映した氾濫範囲を想定することが可能

・実際の噴火状況に応じた被害範囲想定が可能なため、実現象を反映した避難計画等の検討が可能

リアルタイムアナリシス型の活用が有効と考えられる具体例

想定外の火口出現により流下開始位置や流下方向が想定と異なる場合も、火口位置を把握できれば対応可




地形変化により火山噴出物の流下コースが想定と異なる場合も、地形変化を把握できれば対応可

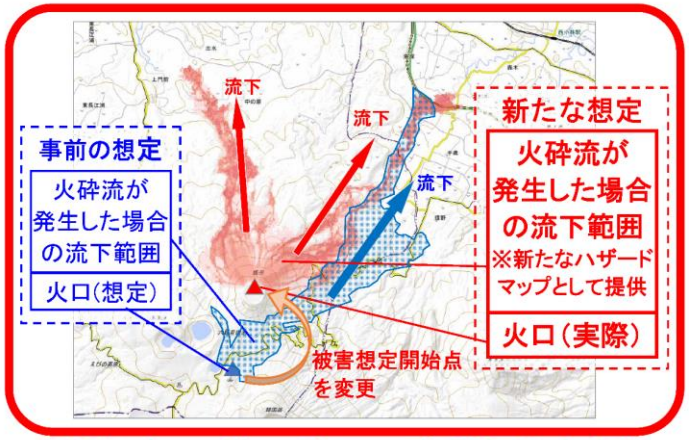
出典：砂防NEWS（国土交通省　水管理・国土保全局 砂防部砂防計画課、平成30年9月19日）

## 3.5.緊急ソフト対策方針

### □ ハザードマップの提供　②リアルタイムハザードマップステムの整備

国土交通省では、実際の火山活動状況を速やかに反映させたハザードマップを緊急的に作成するシステムを開発した。想定と異なる噴火活動が発生しても、本システムによるハザードマップを活用して住民の避難を支援する。

- 火山噴火においては、新たな火口からの噴火など想定と異なる現象が起こる場合もあるため、必ずしも事前の想定のみで十分対応できるとは限らない。
- そのため、国土交通省では、様々な噴火現象に臨機応変に対応するため、噴火後の土砂災害の範囲を緊急に計算する「火山噴火リアルタイムハザードマップシステム」を開発した。
- 新たなシステムで作成するハザードマップは、火山関係の防災機関で構成される火山防災協議会等を通じて市町村等に提供され、住民の迅速な避難誘導等に活用される。




新たなハザードマップが有効な例

本システムのポイント

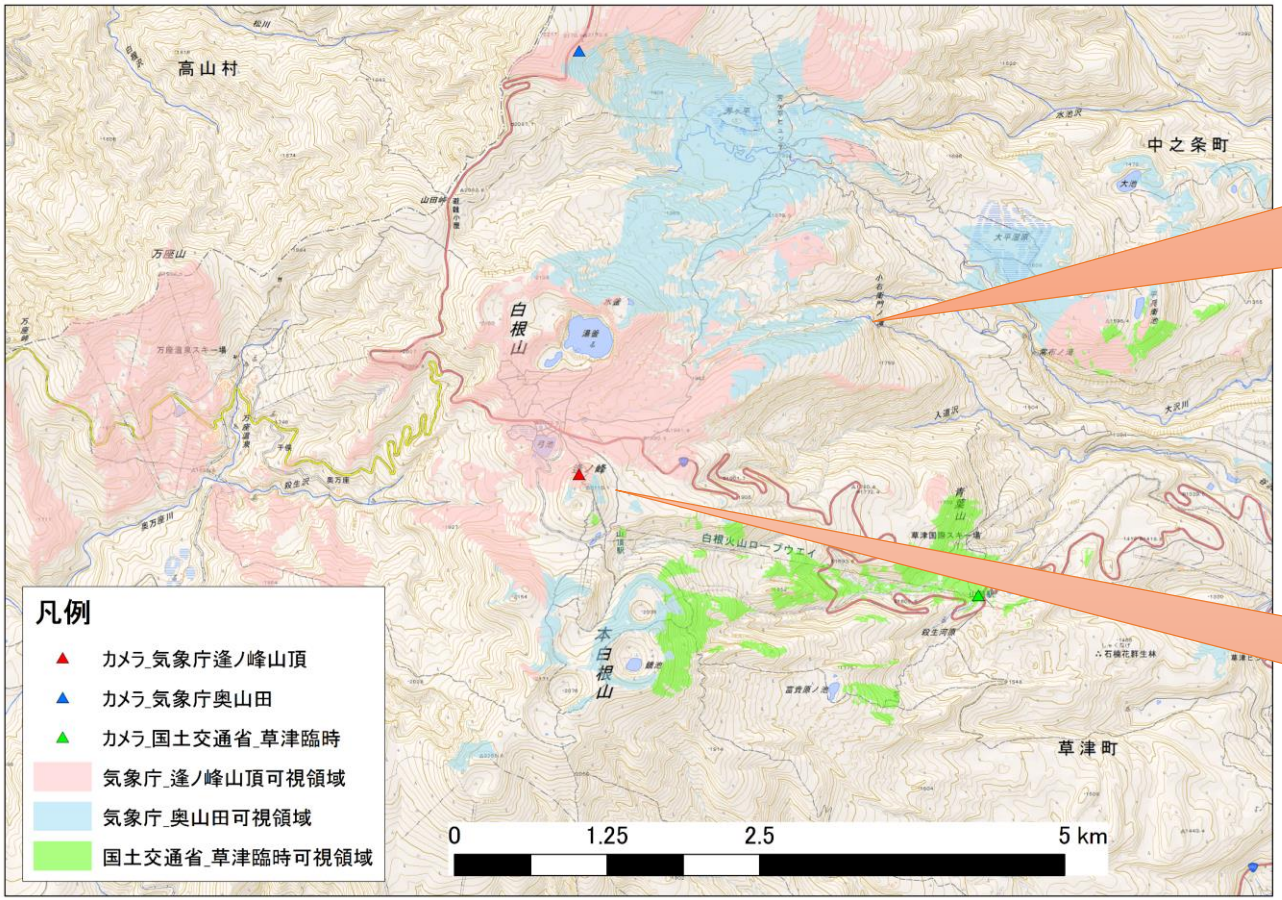
- ✓ 状況に応じて被害想定開始点の変更や地形変化の反映が可能
- ✓ 速やかに新たなシミュレーションを行うことが可能
- ✓ 計算結果の提供により臨機応変な避難誘導の支援が可能

出典:砂防NEWS(国土交通省　水管理・国土保全局 砂防部砂防計画課、平成30年9月19日)

## 3.5.緊急ソフト対策方針

### □ 観測情報の連続性を確保するための体制

- 緊急時に整備する火山監視機器は、既存機器のバックアップを考慮して配置を検討する。
- 火山噴火時でも情報の取得が可能な箇所と、山頂に近い箇所の相関分析等を平常時から実施しておくことで、緊急時にも山頂付近の降水量を推定できる体制を整える。




- 本白根山全周を網羅するようにカメラを緊急的に整備
- 立ち入り規制区域内のカメラのバックアップを検討

平常時において、本白根山山頂に近い場所に雨量計を設置して観測を行う

# 4. 今後の予定

- 第3回委員会を 12/18 に開催予定。
- 検討事項は以下の通り

①緊急ハード対策ドリル案
②緊急ソフト対策ドリル案
③「本白根山火山噴火緊急減災対策砂防計画(素案)」

緊急減災対策砂防計画の検討項目

1.計画策定の基本事項
- 現状の把握
- 土砂移動シナリオの作成
- 影響範囲と被害の把握

2.対策方針の設定
- 対策を検討する噴火シナリオのケースの抽出
- 対策方針の前提条件の検討
- 対策方針の設定

3.平常時・緊急時に実施する対策の検討
- 基本ハード対策・緊急ハード対策
- 基本ソフト対策・緊急ソフト対策

第1回委員会(8/7)
- 2018年噴火における対応
- 本白根山の概要
- 検討課題と検討方針の把握

第2回委員会(10/16)
- 想定する現象とその影響範囲
- 対策可能期間・規模
- 対策方針(案)の提示

第3回委員会(12/18)
- 計画書のとりまとめ