

浅间山火山ハザードマップの解説

平成30年5月

浅间山火山防災協議会

火山ハザードマップと火山防災マップの違い

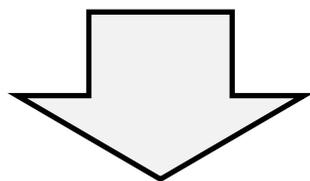
■ 火山ハザードマップとは

- ◆ 各火山災害要因(大きな噴石、火砕流、融雪型火山泥流等)の影響が及ぶおそれのある範囲を地図上に特定し、視覚的に分かりやすく描画したもの。

■ 火山防災マップとは

- ◆ 火山ハザードマップに、防災上必要な情報(避難計画に基づく避難対象地域、避難先、避難経路、避難手段等に関する情報のほか、噴火警報等の解説、住民や一時滞在者等への情報伝達手段等)を付加して作成したもの。

出典: 火山防災マップ作成指針



今回作成したのは「**火山ハザードマップ**」

◆平成15年作成 浅間山火山防災マップ



大規模噴火のハザードマップの概要

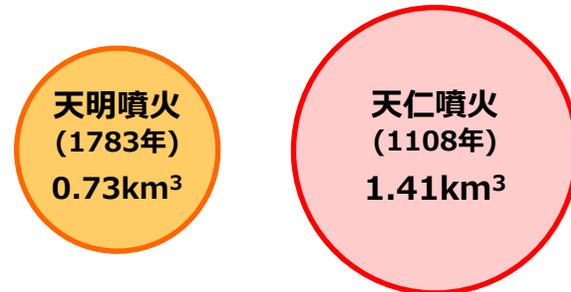
■ 対象現象として下記の4現象を検討

- ◆ 大きな噴石
- ◆ 降下火砕物（降灰）
- ◆ 溶岩流
- ◆ 火砕流・火砕サージ

■ 平成15年マップとの違いは噴火規模

- ◆ 平成15年は、主に天明噴火を対象
- ◆ 今回は**天仁噴火**を対象とし、一部天明噴火を参考

天明噴火と天仁噴火の規模 (噴出物量の比較)



出典：産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）（2017）
1万年噴火イベントデータ集（ver. 2.3）。

| | | 平成15年マップ | 今回作成のマップ |
|---------------|----|-----------------|--------------------|
| 大きな噴石 | 規模 | 初速250m/s、直径1.5m | 初速250m/s、直径1.5m |
| | 手法 | 数値シミュレーションと実績 | 数値シミュレーションと実績 |
| 降下火砕物 (降灰) | 規模 | 天明噴火 | 天仁噴火 |
| | 手法 | 天明噴火の実績値から推定 | 数値シミュレーション |
| 溶岩流 | 規模 | 天明噴火・天仁噴火 | 天明噴火 |
| | 手法 | 実績を表示(平成7年版と同じ) | 数値シミュレーション |
| 火砕流・ 火砕サージ | 規模 | 天明噴火(吾妻火砕流) | 天仁噴火(追分火砕流) |
| | 手法 | 数値シミュレーション | 数値シミュレーション |

大きな噴石の検討条件

■ 火山防災マップ作成指針に示されている井口・加茂(1984)の手法により想定。

■ 大きな噴石とは

- ▶ 爆発的な噴火によって火口から吹き飛ばされた岩石等が落下してくる現象である。
- ▶ 特に、直径約50cm以上の大きな噴石は、風の影響を受けずに火口から全方向に弾道を描いて飛散して、短時間で落下する。



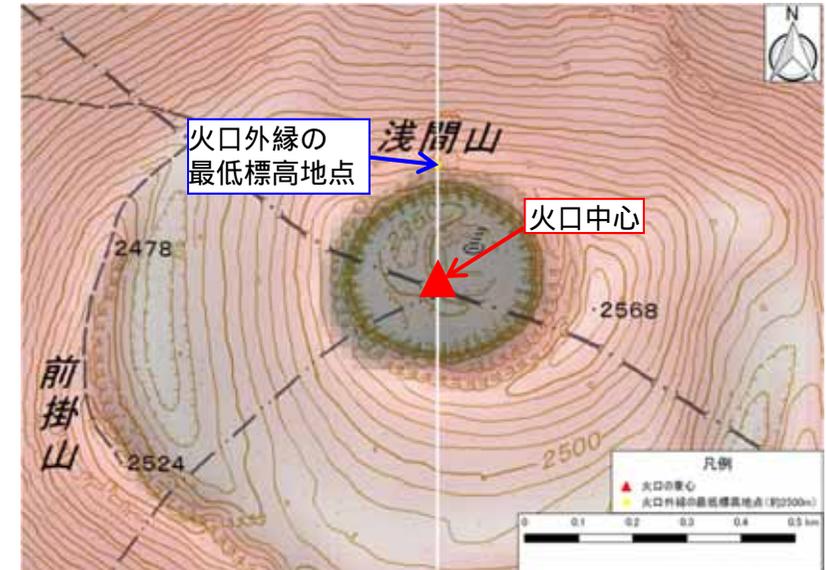
浅間山の噴石(平成17年8月4日)
(出典:気象庁ホームページ)

◆ 計算条件

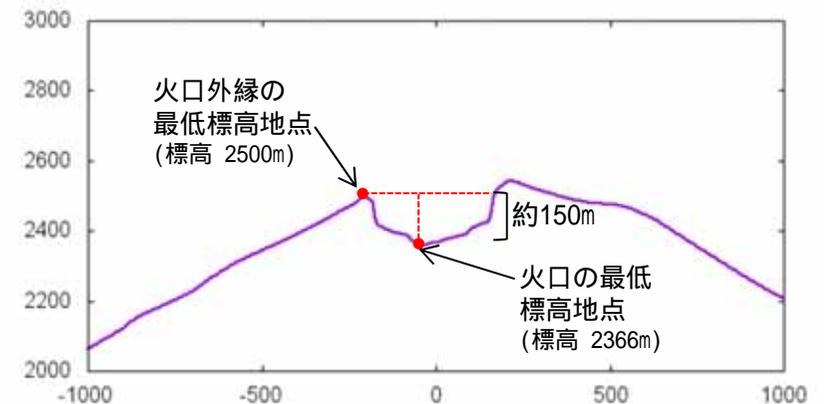
- 火山防災マップ作成指針等を基に、北から1度単位の断面を作成(360ケース)して、数値シミュレーションを実施。
- 火口位置は釜山火口の中央付近。
- 火口標高は現在の火口位置および火口外縁の高さを設定
火口が溶岩で満たされた場合を仮定し、火口外縁の高さでも計算を実施

| パラメータ | 値 | 根拠等 |
|-------|-----------------------|-------------|
| 初速度 | 250m/s | 火山防災マップ作成指針 |
| 射出角 | 63° | 火山防災マップ作成指針 |
| 岩塊直径 | 0.5m、1.0m、1.5m | |
| 火口標高 | 2366m、2500m | |
| 岩塊の密度 | 2500kg/m ³ | 井口・加茂(1984) |
| 抗力係数 | 0.2 | 火山防災マップ作成指針 |

◆ 設定した火口位置



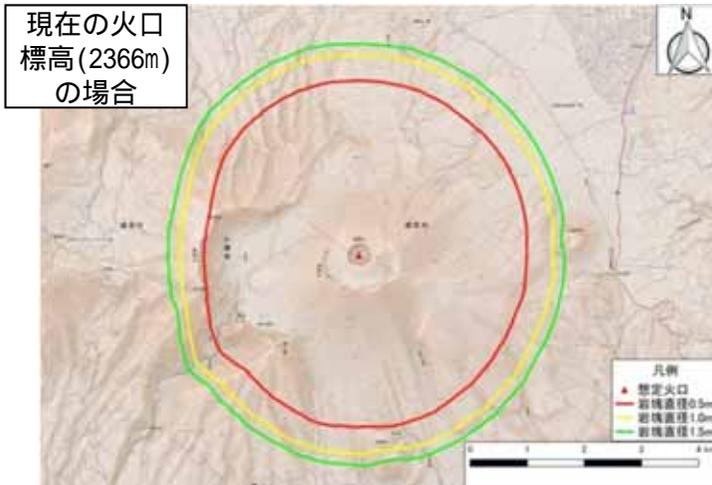
◆ 設定した火口位置を通る断面図(南北方向)



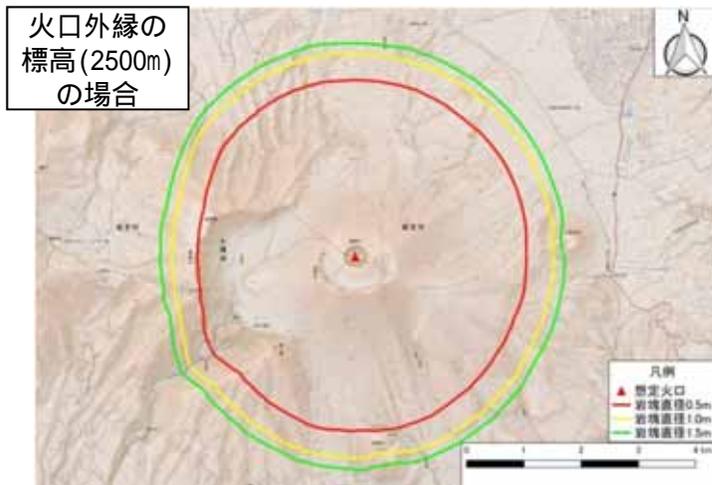
大きな噴石の影響範囲

■ 噴石の最大到達距離は、3.7km程度。

◆ 大規模噴火時の大きな噴石の影響範囲を、釜山の中心から半径4kmと設定

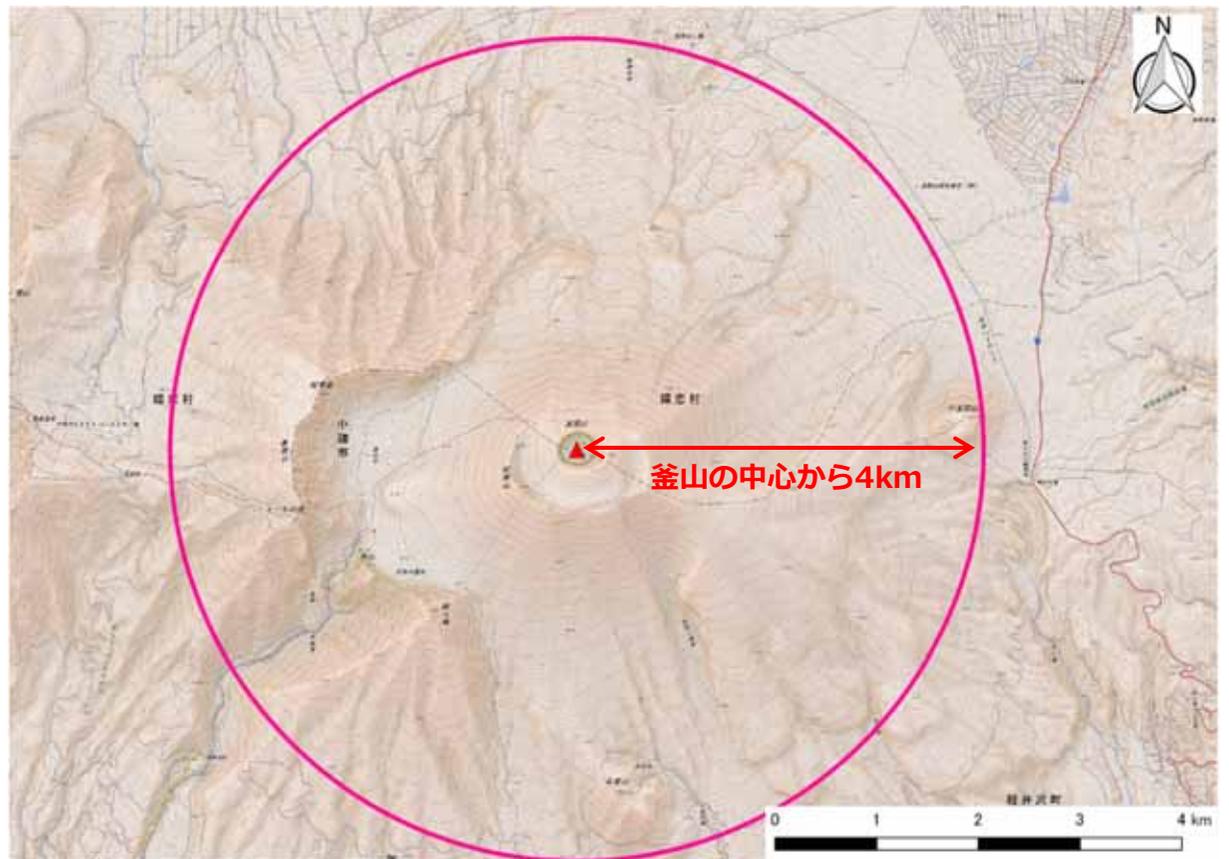


岩塊直径 0.5m 最大到達距離 3.02km
岩塊直径 1.0m 最大到達距離 3.47km
岩塊直径 1.5m 最大到達距離 3.66km



岩塊直径 0.5m 最大到達距離 3.06km
岩塊直径 1.0m 最大到達距離 3.52km
岩塊直径 1.5m 最大到達距離 3.71km

◆ 大きな噴石の影響範囲



大きな噴石の注意点

- 天明の噴火では、数十cm程度の岩塊が4km以上の遠方まで到達した実績がある。
- 大規模噴火時には同様の現象が発生する可能性がある。

荒牧(1969)の記述

8月5日に噴火が終了するまでに、軽井沢宿には厚さ約1.2mの軽石が堆積し、雪が積もったような景色であった。降下する岩塊の中には、直径50cmに達する、特別に大きなものがあり、落下と同時に割れて、高温に保たれていた内部が露出し、建物等がそのために発火することがしばしば起こった。このため、軽井沢宿の162戸のうち、52戸が火災で焼失し、83戸が堆積した軽石の重みで倒壊した。

日野・都司(1993)の記述

降下物の粒径については、火口から約15kmの碓氷峠で「四方1尺5、6寸位（45～48cm）の大石に火付てながら焼飛来り」（信濃浅間山大変日記）、火口から約30kmの妙義町菅原で「一、石大きき1寸（3cm）四方より3寸5、6分（10.5～10.8cm）四方まで」（浅間山大焼一件記）、火口から約50kmの藤岡市下日野で「大豆5、6粒あるいは2、3粒合わせたるその内にも1寸2寸四方の焼石時々交る、もっとも細かなる砂交る」（明和安永記）とある。

降下火砕物(降灰)の検討概要

- 天仁噴火規模を対象とし、過去50年間の毎日の風データを用いた数値シミュレーションを実施し、最大到達範囲を設定。

■ 降下火砕物(降灰)とは

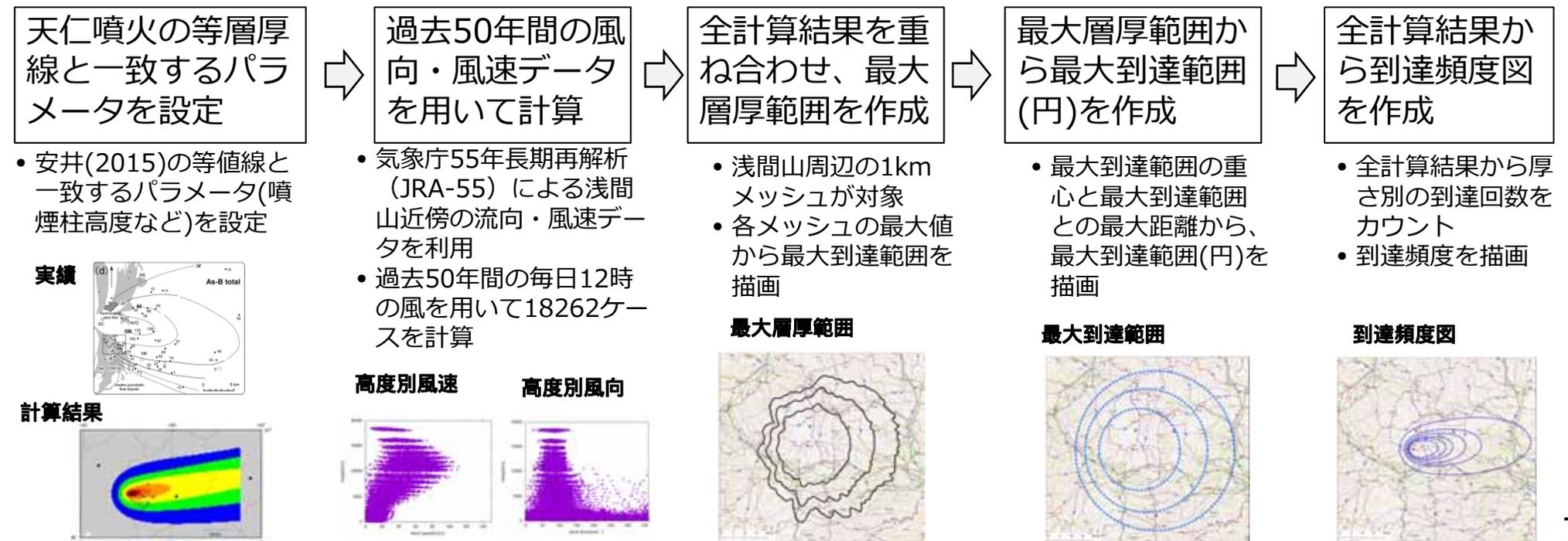
- 噴火により噴出した小さな固形物のうち直径2mm以上のものを小さな噴石(火山れき)、直径2mm以下のものを火山灰と呼ぶ。これらを総称して降下火砕物と言う。
- 粒径が小さいほど火口から遠くまで風に流されて降下する。
- 小さな噴石は、火口から10km以上遠方まで風に流されて降下する場合もある。
- 火山灰は、時には数十kmから数百km以上運ばれて広域に降下・堆積する。



桜島2013年噴火 上空の風により火山灰が拡散する様子 (提供: アジア航測)

◆ 検討の流れ

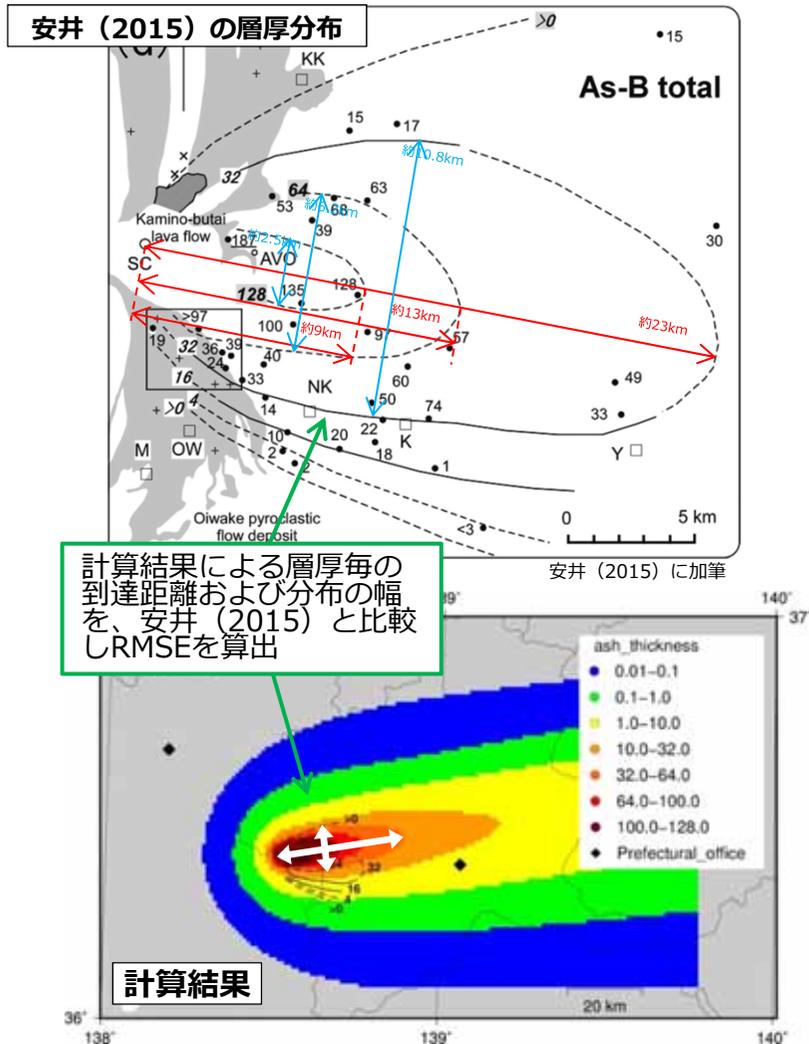
・数値シミュレーションには移流拡散モデル(Tephra2)を用いた。



降下火砕物(降灰)の検討条件 1 (計算条件)

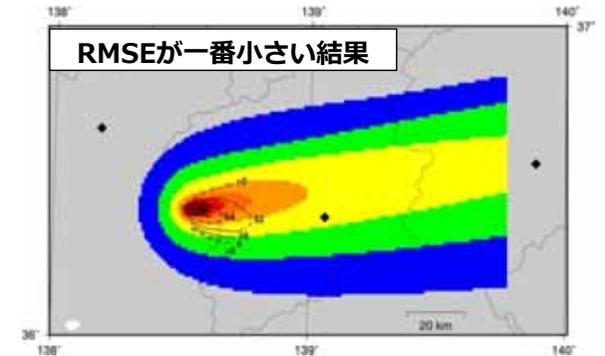
- 再現計算を実施し、天仁噴火の等層厚線と一致するパラメータを設定した。

◆ 検討方法



◆ 検討結果

- 安井 (2015) と比較し、到達距離および分布の幅が最も一致したのは下表の時である。
- この条件を天仁噴火のパラメータとして採用した。



| パラメータ | 値 | 備考 |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Plume height | 20,000 | 噴煙柱の海面からの高さ (m) |
| Eruptive mass | 4.0×10^{11} | 噴出量総量 (kg) |
| Max grain size | -11 | 粒子の最大径 (ϕ) |
| Min grain size | 13 | 粒子の最小径 (ϕ) |
| Median grain size | 0 | 粒子の中央値 (ϕ) |
| STD grain size | 4 | 粒子の標準偏差 (ϕ) |
| Vent easting | 277,889 | 給源火口の位置 (UTM54直交座標系 : x) (m) |
| Vent northing | 4,031,875 | 給源火口の位置 (UTM54直交座標系 : y) (m) |
| Vent elevation | 2,568 | 給源火口の標高 (z) (m) |
| Eddy const | 0.04 | 渦拡散係数 (m^2/s^2) |
| Diffusion coefficient | 7,500 | 拡散係数 (m^2/s^2) |
| Fall time threshold | 100,000 | 落下時間 (s) |
| Lithic density | 1,000 | 岩片密度 (kg/m^3) |
| Pumice density | 1,000 | 軽石密度 (kg/m^3) |
| Col steps | 100 | 計算間隔 (s) |
| Plume model | 0 | |
| Plume ratio | 0.1 | 噴煙注の上部9割から粒子が放出 |

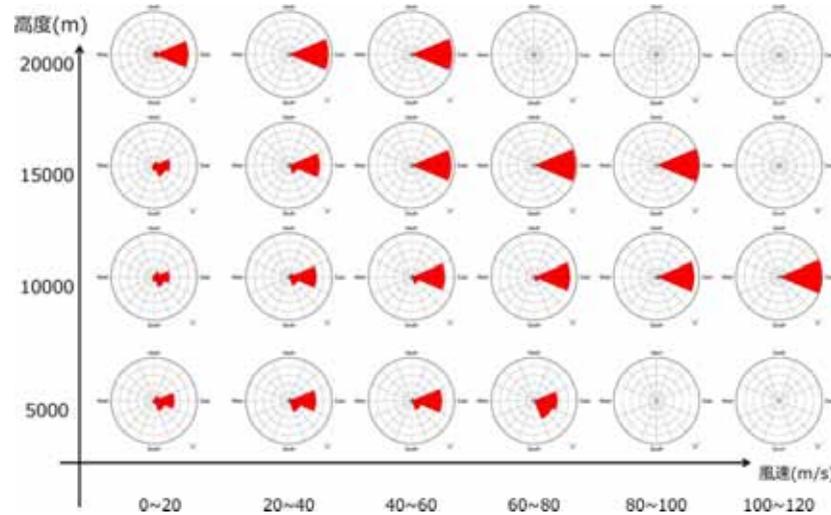
降下火砕物(降灰)の検討条件2 (風データ)

■ 気象庁55年長期再解析 (JRA-55) による浅間山近傍の風のデータを利用 (過去50年間(1965~2014年)の毎日12時の風)

◆ 風配図 風下方向の頻度を示した図

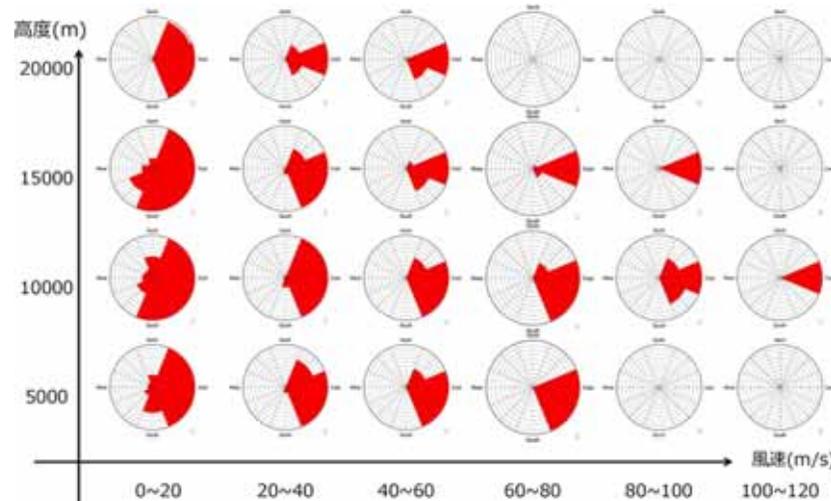
全データ

全体的に西風が多い傾向にある



0~10%を拡大

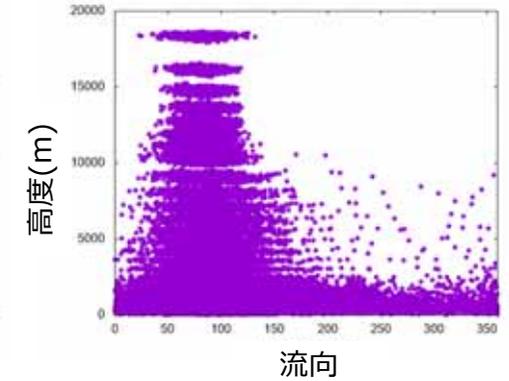
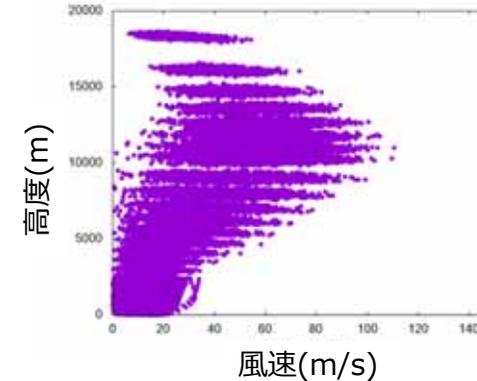
頻度は小さいが、西・北・南方向にも分布する



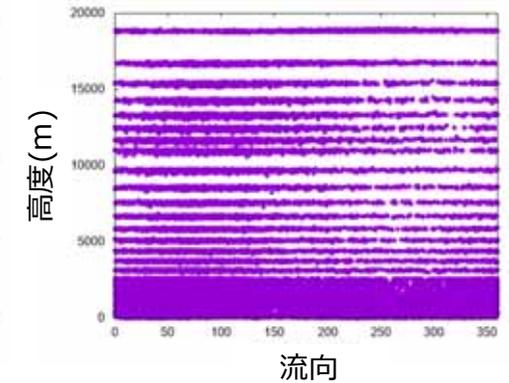
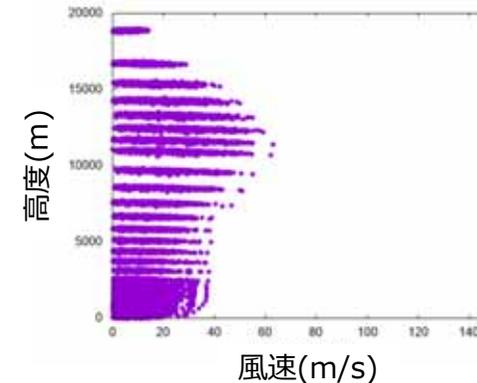
◆ 高度と風速・流向の関係の特徴 ※流向は風下方向を示す。

- 1月は風速が大きく、西風が多い傾向にあるため、降下火砕物は東側に分布しやすい。
- 8月は風速が小さく、風の流れる方向はばらつきが多いため、降下火砕物は全方向に分布する。

過去50年間の1月の風速と流向



過去50年間の8月の風速と流向



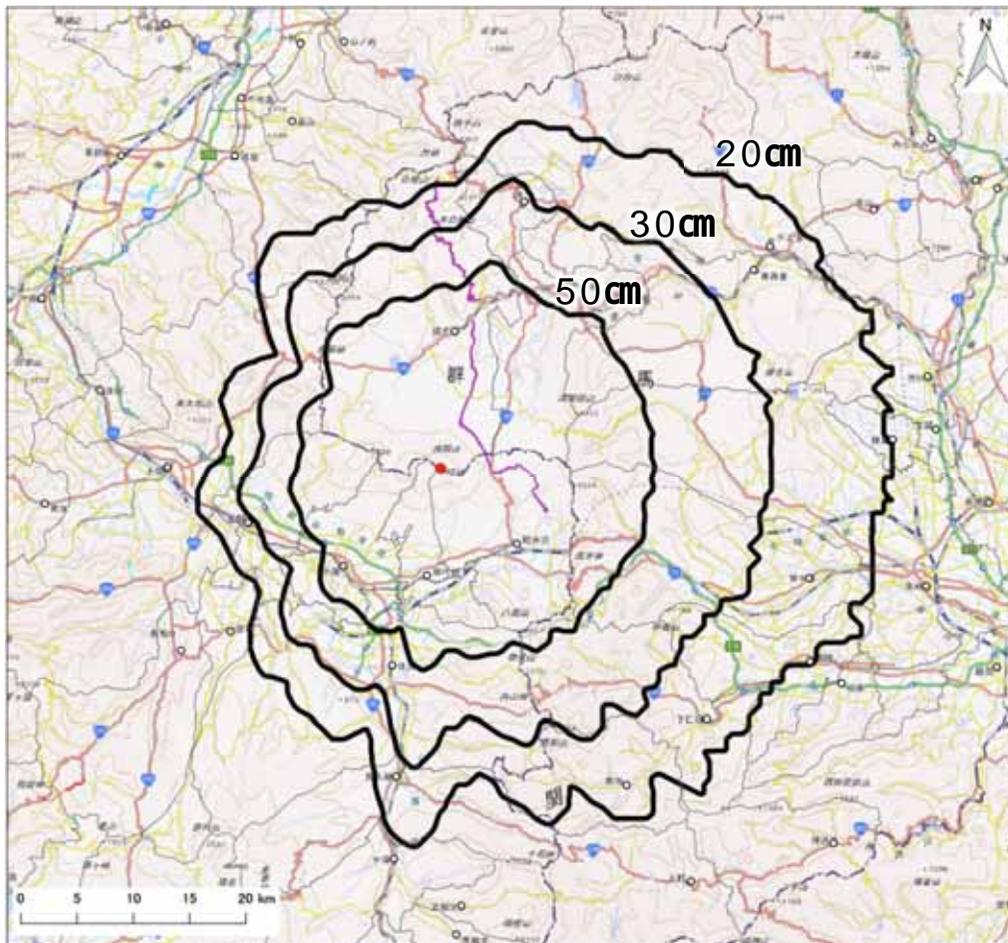
※流向は南風が0度、西風が90度、北風が180度、東風が270度

降下火砕物(降灰)の影響範囲 1

■ 全計算結果を重ね合わせ、最大層厚範囲を作成

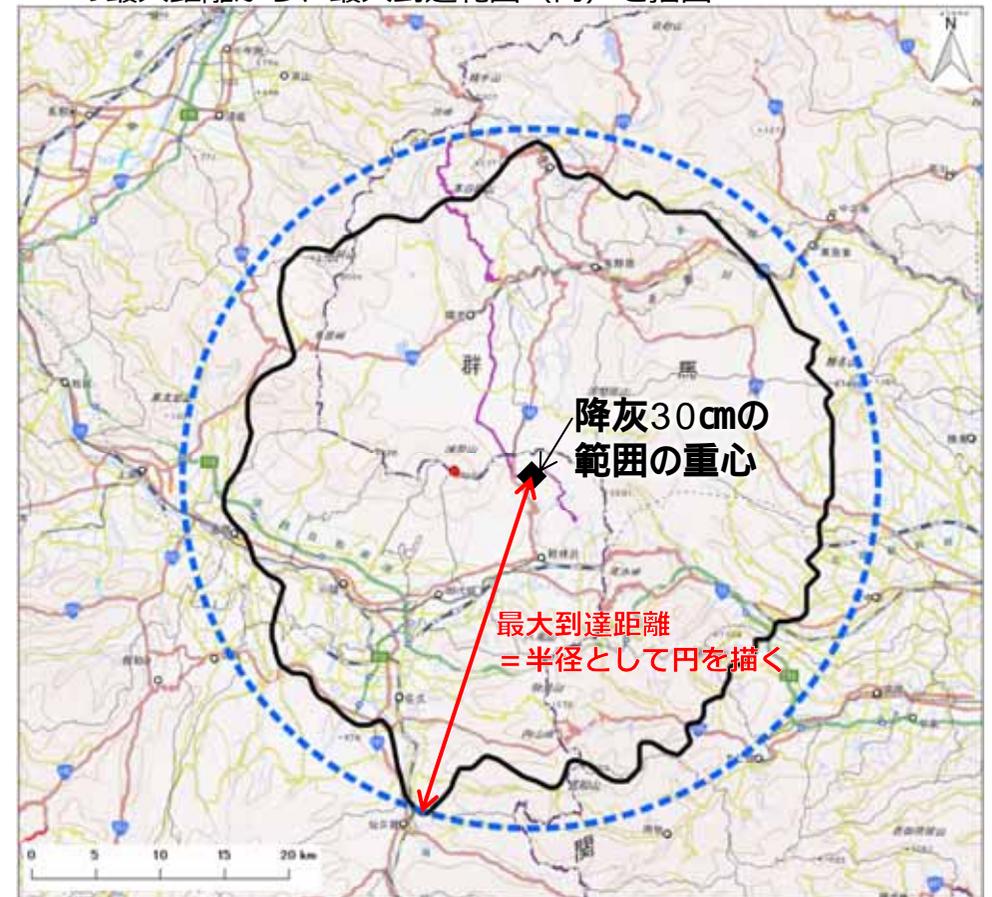
➤ 最大層厚範囲から最大到達範囲 (円) を作成した

◆ 降下火砕物(降灰)の最大層厚の範囲



◆ 降下火砕物(降灰)の最大到達範囲(30cmの例)

- 降灰30cmの最大到達範囲の重心と、重心と最大到達範囲との最大距離から、最大到達範囲 (円) を描画



降下火砕物(降灰)の影響範囲 2

■ 最大到達円を「降下火砕物(降灰)が積もるおそれのある範囲」として設定

◆ 降下火砕物(降灰)が積もるおそれのある範囲

- 過去50年間の風データを用いて計算し、それぞれの厚さの最大到達範囲を示した。
- 1回の噴火でこの範囲全てに降下火砕物(降灰)の影響が及ぶわけではない。

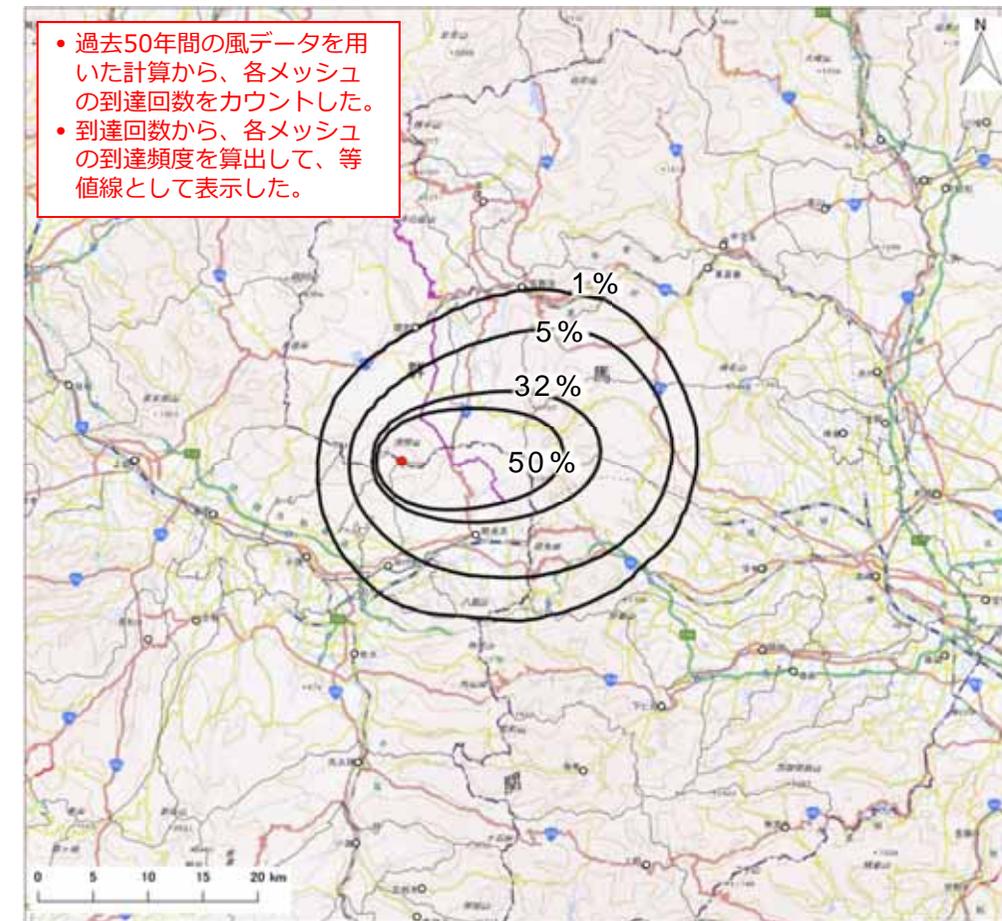


降下火砕物(降灰)の影響範囲 3

■ 全ケースの半分が到達する範囲(頻度50%)を「偏西風の影響を受けて降下火砕物(降灰)が積もりやすい範囲」として設定

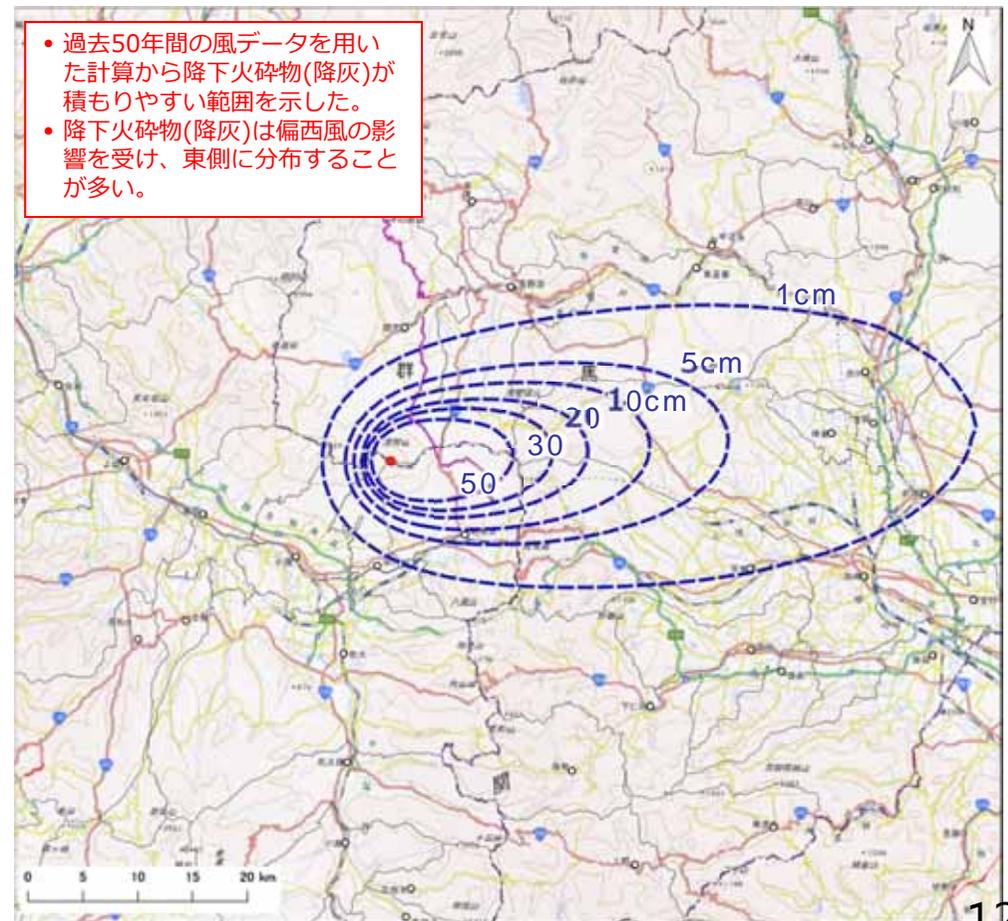
◆ 降下火砕物(降灰)の到達頻度(厚さ30cmの例)

- 計算した18262ケースのうち、各メッシュで厚さ30cm以上となる回数をカウントし、頻度を求めた。
- 西風が多いため、東側に広がる形となる。
- 全ケースの半分が到達する範囲(頻度50%)を降下火砕物(降灰)が積もりやすい範囲として抽出。



◆ 偏西風の影響を受けて降下火砕物(降灰)が積もりやすい範囲

- 厚さごとに到達頻度50%の範囲を表示した。
- この範囲を「降下火砕物(降灰)が積もりやすい範囲」として設定した。



溶岩流の検討条件

- 天明噴火規模を対象とし、鬼押出溶岩の再現計算結果を用いた数値シミュレーションを実施し、影響範囲を設定。

■ 溶岩流とは

- マグマが火口から噴出して高温の液体のまま地表を流れ下る現象
- 地形や溶岩の温度・組成にもよるが、流下速度は比較的遅く基本的に人の足による避難が可能。



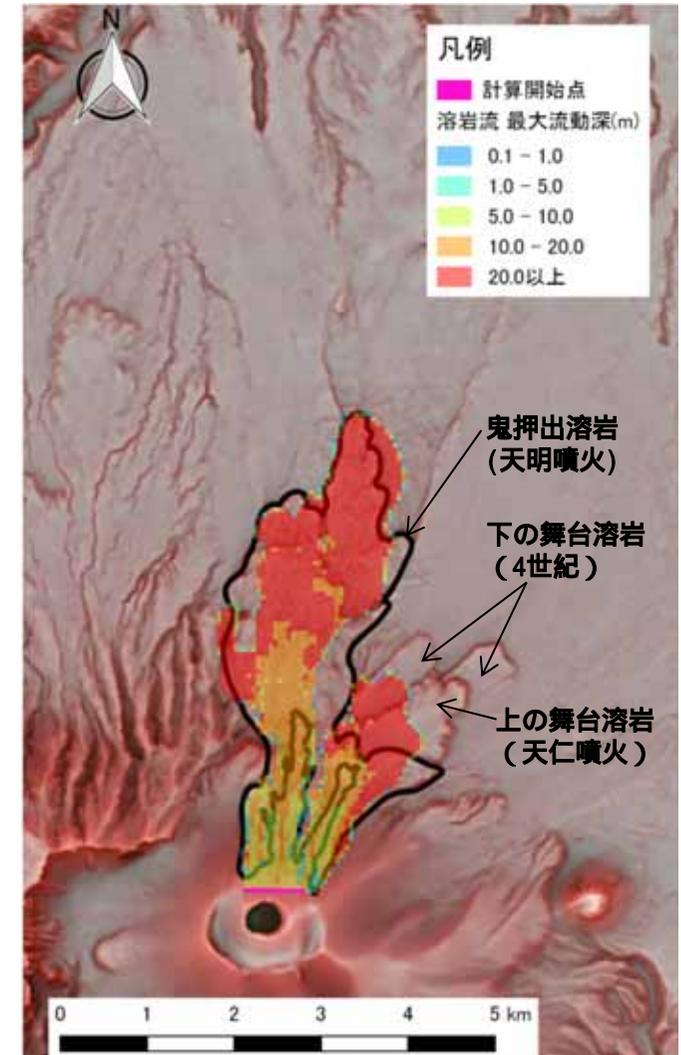
浅間山 鬼押出溶岩
(提供: アジア航測)

◆ 計算条件

- 天明噴火(鬼押出溶岩)の噴火前の地形データを作成し、再現計算を実施。
- 再現計算を基にパラメータを決定
- 釜山火口の北側と北東側に流下することを想定して数値シミュレーションを実施
- 数値シミュレーションにはJ-SASモデルを使用した。

| パラメータ | 値 | 設定根拠 |
|---------|--------------------------|-------------|
| 溶岩の初期温度 | 1000℃ | 萩原ら (1946) |
| 粘性係数kv | 26.67 | 火山防災マップ作成指針 |
| 流出率 | 1000 m ³ /sec | 再現計算から設定 |
| 噴出総量 | 0.17km ³ | 荒牧 (1979) |
| ハイドログラフ | 噴出率一定の矩形 | |

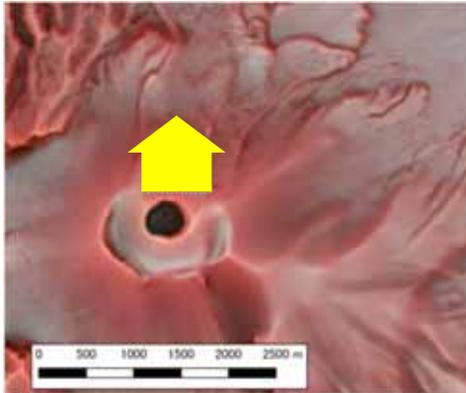
◆ 鬼押出溶岩の再現計算 (流出率1000 m³/sec)



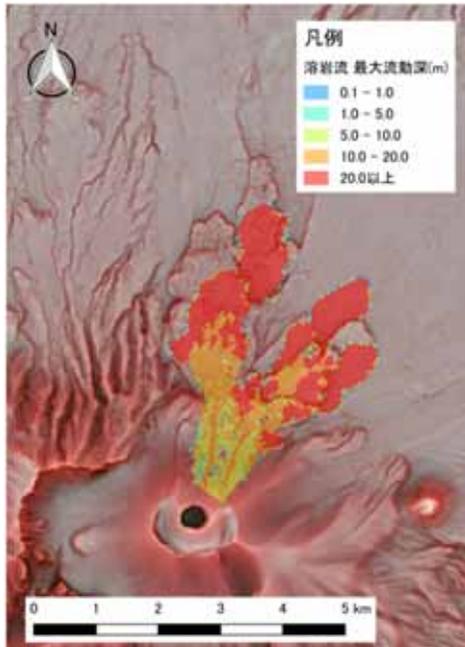
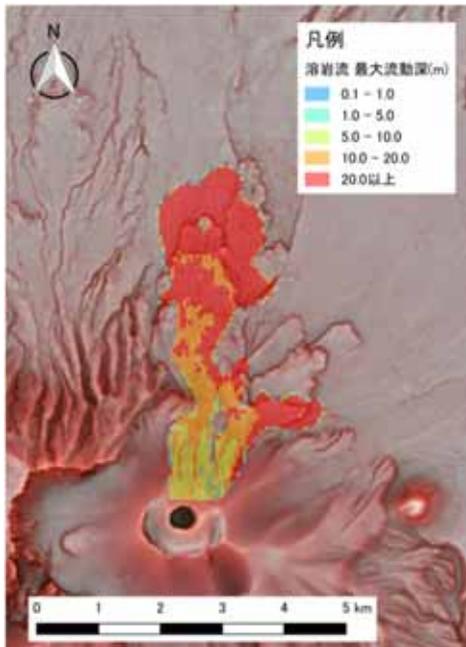
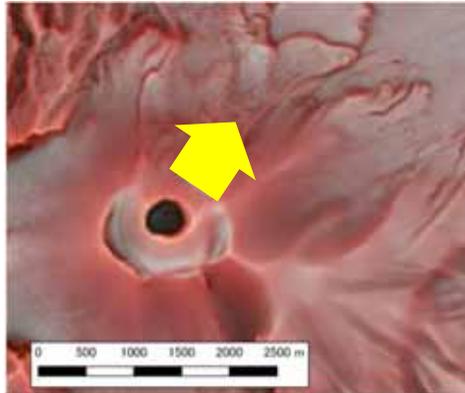
溶岩流の影響範囲

■ 北側は最大で5.5km、北東側最大で4.2kmまで到達する。

◆北方向に流下

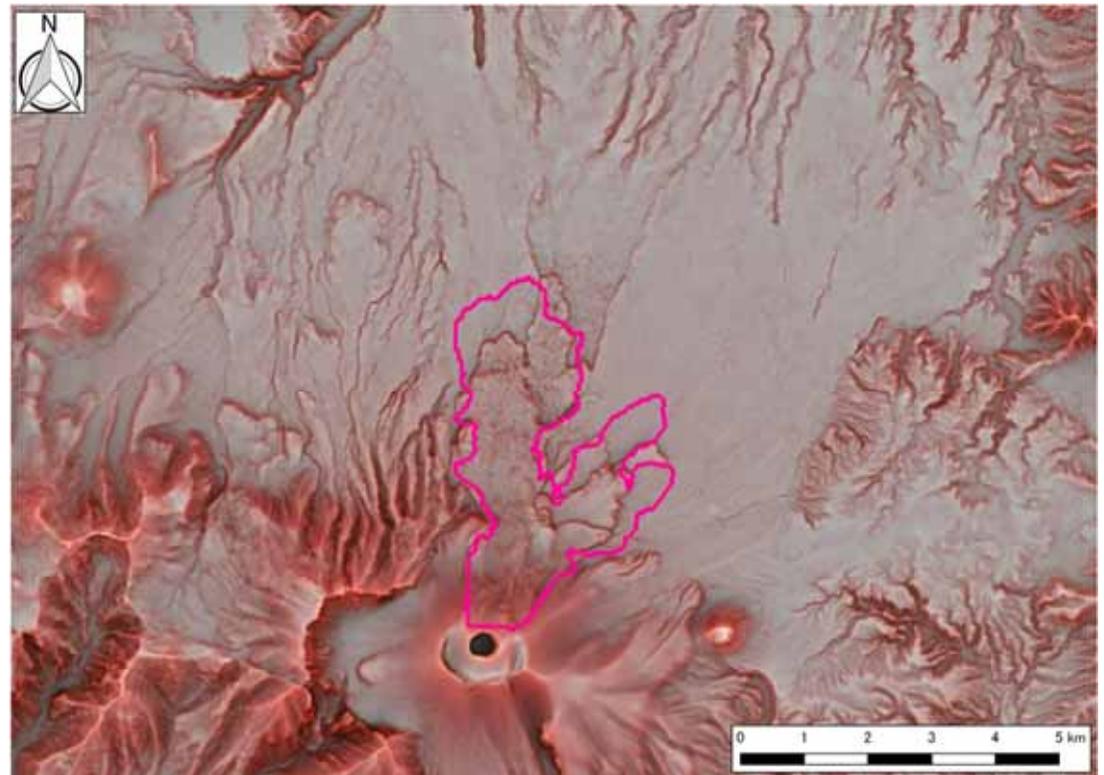


◆北東方向に流下



◆溶岩流の影響範囲

- 北方向と北東方向の数値シミュレーション結果を重ね合わせ到達範囲を設定した。



火砕流の検討条件

- 天仁噴火規模を対象として数値シミュレーションを実施し、火砕流の影響範囲を設定。火砕サージは火砕流の影響範囲から1km外側の範囲を設定。

◆計算開始点の位置

■火砕流とは

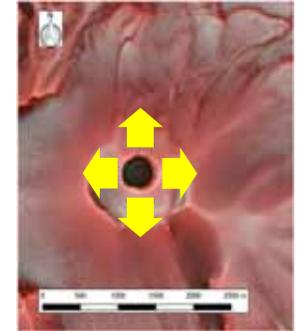
- 高温の火山灰や岩塊、空気や水蒸気が一体となって急速に山体を流下する現象。
- 大規模な場合は地形の起伏にかかわらず広範囲に広がる。
- 流下速度は時速数十kmから百数十km、温度は数百℃にも達する。



雲仙岳の火砕流(平成6年6月24日)
出典: 気象庁ホームページ

◆火砕流の計算条件

- 既存文献や既存検討資料を基に、パラメータを決定
- 計算開始点は、釜山の周囲4方向（東西南北）に設定。噴出量を4等分して4方向に流下させた。
- 地形データは、建物や構造物を考慮していない。
- 数値シミュレーションにはJ-SASモデルを使用した。



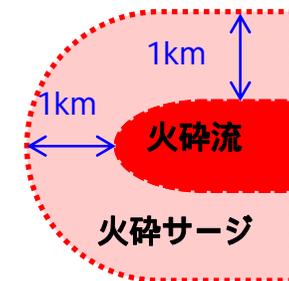
| パラメータ | 値 | 根拠等 |
|---------|-------------------------|--|
| 総噴出量 | 2.4億 m ³ | 荒牧 (1968) |
| 流出率 | 20,000m ³ /s | 山田ら (1991) |
| 粒子間摩擦係数 | 0.15 | エネルギーコーンモデルの結果より設定 |
| 平均粒径 | 15 cm | 天仁噴火(1108年)の追分火砕流の粒度分析結果 (平成3年度火山砂防計画検討) |
| 火砕物密度 | 2.6 g/cm ³ | 一般値 |
| 間隙部分の密度 | 1.2 g/cm ³ | 一般値 |
| 堆積土砂濃度 | 0.6 | 雲仙普賢岳など、他火山の事例を参考 |
| ハイドログラフ | 噴出率一定の矩形 | |

■火砕サージとは

- 火砕流の周辺に発生する低密度の火砕物と火山ガスの流れ。
- 火砕サージの密度は火砕流と比較してはるかに小さいが、その威力は、砂嵐程度のものから建物を破壊するようなものまである。

◆火砕サージの設定条件

- 平成15年マップと同様に火砕流の影響範囲の1.0km外側として設定した。

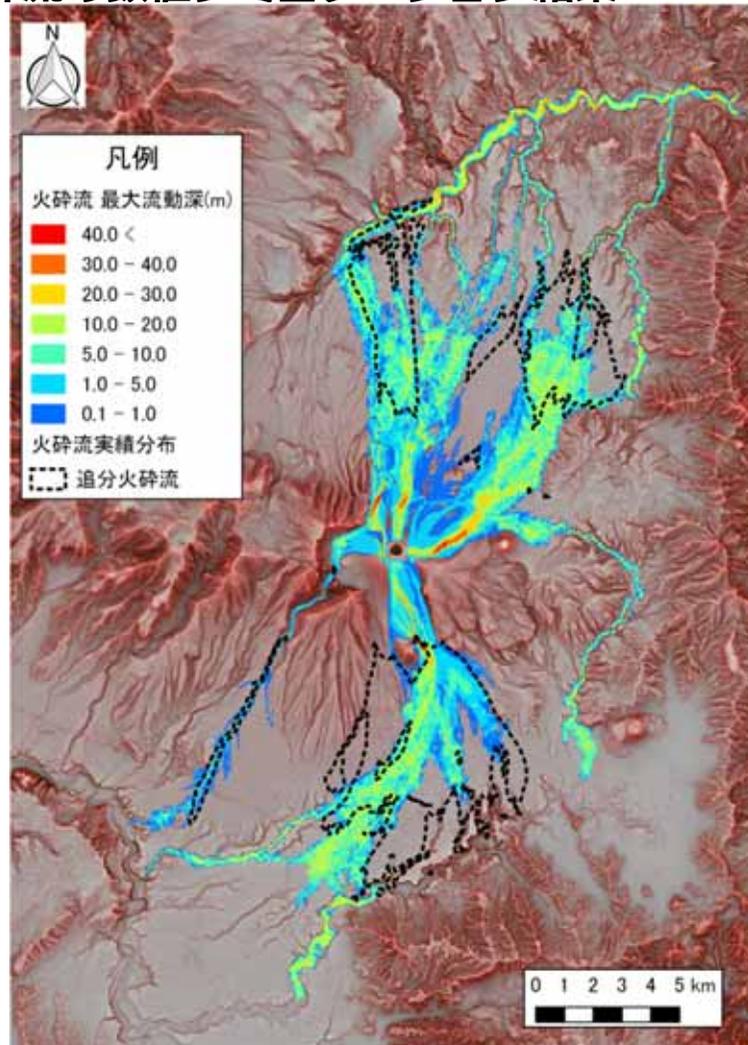


火砕流・火砕サージの影響範囲

- 火砕流・火砕サージは天仁噴火(1108年)で発生した追分火砕流の到達範囲を網羅し、浅間山の周辺に広く分布する。

ある条件を仮定した計算であり、実際の噴火では到達範囲が変わる可能性がある

◆火砕流の数値シミュレーション結果



◆火砕流・火砕サージの影響範囲

