

# 富士山の大規模噴火時の 降灰分布の推計手法について

平成30年9月11日

大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ

## 被害想定を進め方

- 首都圏等を含む広い地域における降灰の影響を想定することを目的に、風向等の複数ケースで降灰分布のシミュレーションを実施する。
- シミュレーション結果の中から、降灰対策の検討ケースとして用いるのに適切なケースを抽出し、直接被害・間接被害の想定を行う。

## 1. 推計を行う想定ケース

- ・降灰対策の検討を行うための降灰分布を抽出するために、どのような条件設定で推計すべきか

## 2. 推計を行う要素

- ・降灰対策の検討を行うための降灰分布の推計として、出力すべき要素はなにか

## 3. 推計を行う手法と用いるパラメータ

- ・推計に用いるツールと、主要なパラメータの与え方は妥当か

# 降灰分布の推計を行うパターンの検討

降灰分布に大きく影響を与える総噴出量、噴出期間について、宝永噴火の実績を基本に設定する。

項目	特徴	案		
噴出率 (総噴出量, 噴出時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 小さいと堆積速度は遅く、粒径の粗い粒子の到達距離が短く、噴火期間は長い。</li> <li>✓ 大きいと堆積速度が速く、粒径の粗い粒子の到達距離が長く、噴火期間は短い。</li> </ul>	総噴出量	7億DREm <sup>3</sup> *1 (1800億kg)	宝永噴火規模※ (宮地・小山, 2002)
			(参考) 14億DREm <sup>3</sup> (3600億kg)	宝永噴火規模の2倍
		噴出時間	16日間	1707年宝永噴火の実績 (総噴出量14億DREm <sup>3</sup> の時は32日間)
			(参考) 24時間	桜島の大正噴火のように 短時間で噴出する場合

\*1 DREm<sup>3</sup>: マグマ換算体積。噴火したときマグマは発泡したり、砕けたりして、見かけの容積が増える。これを元のマグマの容積に換算したもの。

## ※噴火規模について

### 噴火規模の考え方について

- 災害実績が詳細に把握されている火山の場合は、総噴出量の内訳(火山災害要因ごとの噴出量)を基に火山ハザードマップを作成する。
- 災害実績が詳細に把握されている火山の場合
  - ①最近の噴火規模
  - ②過去1万年間で最頻の噴火規模
  - ③過去1万年間で最大の噴火規模
  - ④過去1万年間の特徴的な噴火の規模

「火山防災マップ作成指針」(2013年)より



- ・富士山における、最近の山頂噴火及び山腹噴火の活動時期である須走-b期以降(5,600年前~\*2)では、最大の火砕物噴火が宝永噴火である。
- ・降灰(降下火砕物)のシミュレーションでは、宝永噴火の噴出量を基本とする。
- ・噴出量の変化による堆積分布の変化の参考のため、噴出量を2倍としたときの分布も算出する。

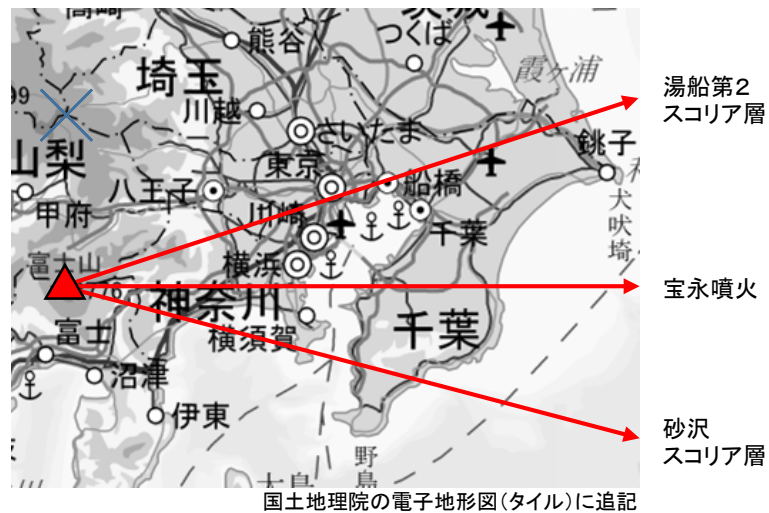
\*2 富士火山地質図第2版(高田ほか、2014)

# 降灰分布の推計を行うパターンの検討

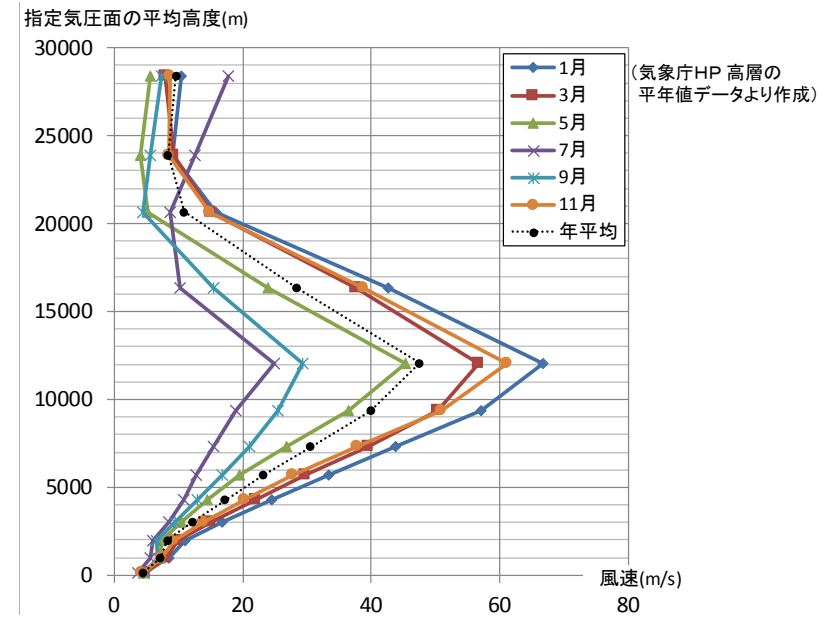
風向・風速については、季節等により変動が大きいことから、過去数年分の毎日の風データを用いて計算を行う。

項目	特徴	案
風向 風速	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 風向の主軸方向(風下側)に、粗粒の粒子が多く堆積し、堆積量も多くなる。</li> <li>✓ 風速が大きいほど、堆積量が多い領域が主軸方向に伸び、主軸と直角方向の幅が狭くなる(堆積厚分布の楕円の長径が伸び、短径が短くなる)。粗粒の粒子の到達距離も長くなる。</li> </ul>	過去数年分の館野の高層の風向・風速データを用いてシミュレーションを実施。

(参考)過去の噴出物の主軸の方向



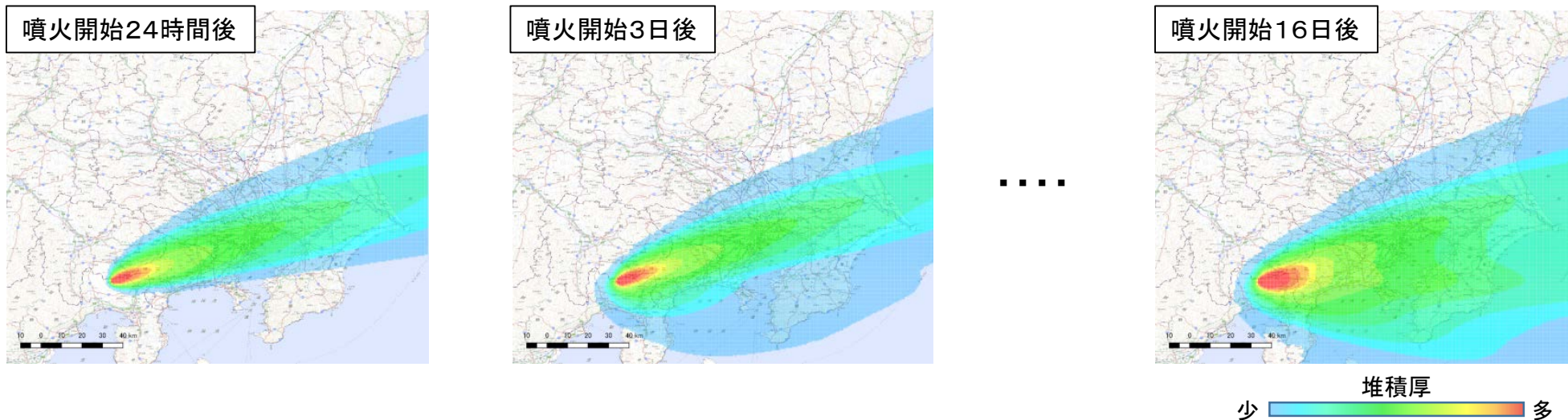
(参考)館野における高層の風速の平年値



## ①降下火砕物の堆積厚の空間分布

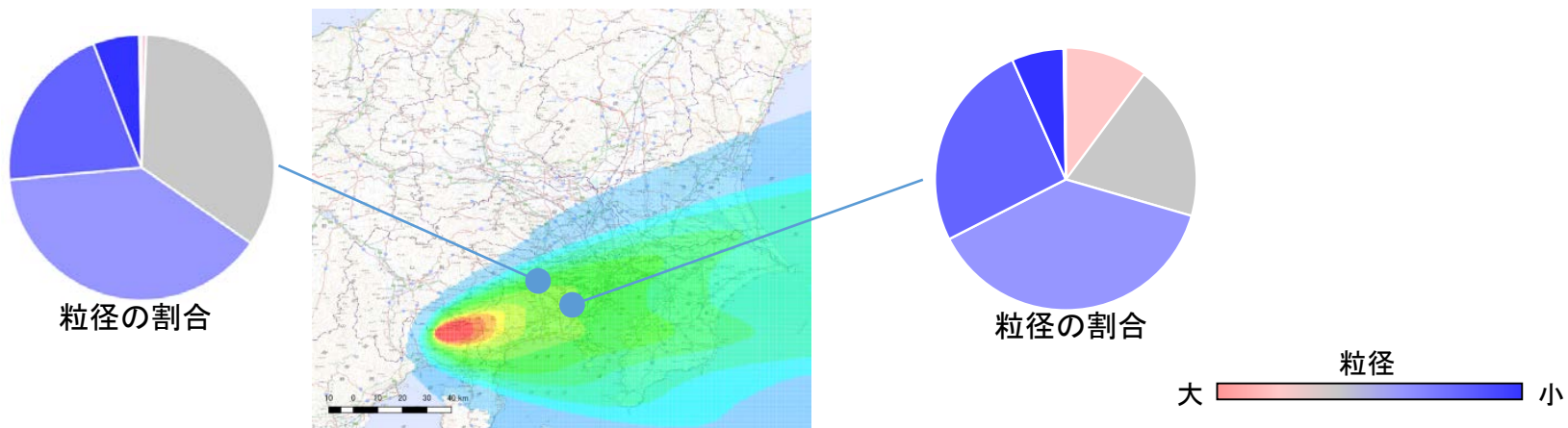
面的な分布として、堆積厚を時系列で推計

図は出力のイメージ



## ②降下火砕物の粒径分布

粒径ごとの堆積厚分布



## ○降灰分布の推計で用いる手法

- ・堆積厚さ、及び粒径分布を簡易的に推計するため、「火山防災マップ作成指針」(2013)で紹介している、2次元の移流拡散モデル(Bonadonna et al., 2005)に基づき単純化したシミュレーションであるTephra2を用いる。
- ・一定時間(計算ステップ)ごとに噴出量、噴煙高度、密度、高層風等の条件を設定して繰り返し計算し、各計算ステップの計算結果を加算して、噴火開始からの経過時間ごとの推計結果を算出する。

### <Tephra2の特徴と限界>

- ・初期粒径分布をガウス分布で仮定。
- ・噴煙柱内では、粒径は均質に混合していると仮定。
- ・大気は風向きと風速が各高度範囲で一定と仮定。垂直方向の拡散は考慮されない。
- ・火口近傍の堆積状況をよく再現できない。
- ・噴煙柱の傘型領域からの落下は表現できない。

## ○設定が必要な主な条件 (火山防災マップ作成指針 別冊資料より)

### (1) 噴火パラメータ

- ・火口位置(UTM座標、標高)
- ・噴出量
- ・初期粒径分布
- ・噴煙高度

### (2) 粒子パラメータ

- ・落下時間の閾値
- ・拡散係数
- ・小さな噴石の見かけ密度(g/cm<sup>3</sup>)
- ・火山灰の見かけ密度(g/cm<sup>3</sup>)

### (3) 大気パラメータ

- ・高度別の風向・風速(m/s) ※高度ごとに一定

### (4) グリッドデータ

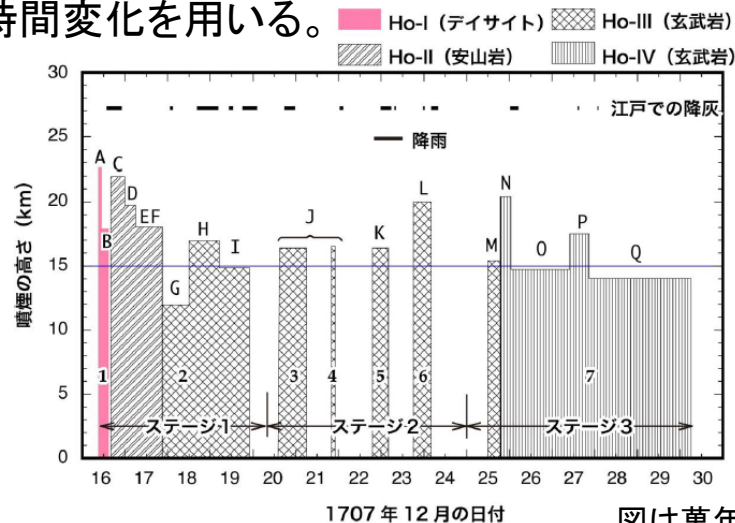
- ・堆積範囲の地形データ(グリッドごとの標高)

# (参考)その他のパラメータ設定

## ○噴煙高度

噴出時間: 16日間、32日間の場合

Miyajiほか(2011)による宝永噴火の噴煙の高さの時間変化を用いる。



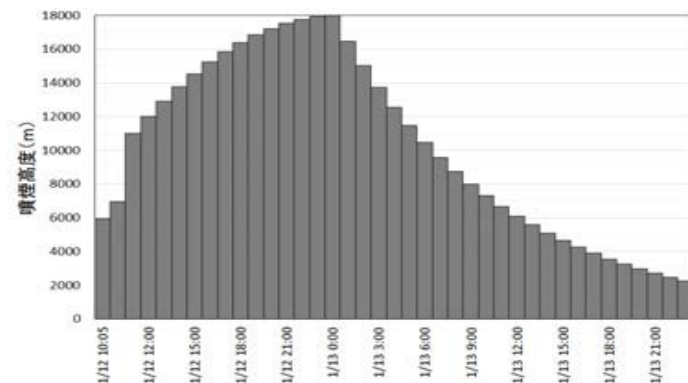
※ 噴煙の高さと噴出率の関係はSparks et al (1997)の経験式を用いる

図は萬年(2012)より  
(Miyajiほか(2011)の和訳図)

(参考)噴出時間: 24時間の場合

井口(2014)などに基づき、桜島大正噴火を想定した噴煙高度の時間変化の变化率を用いる

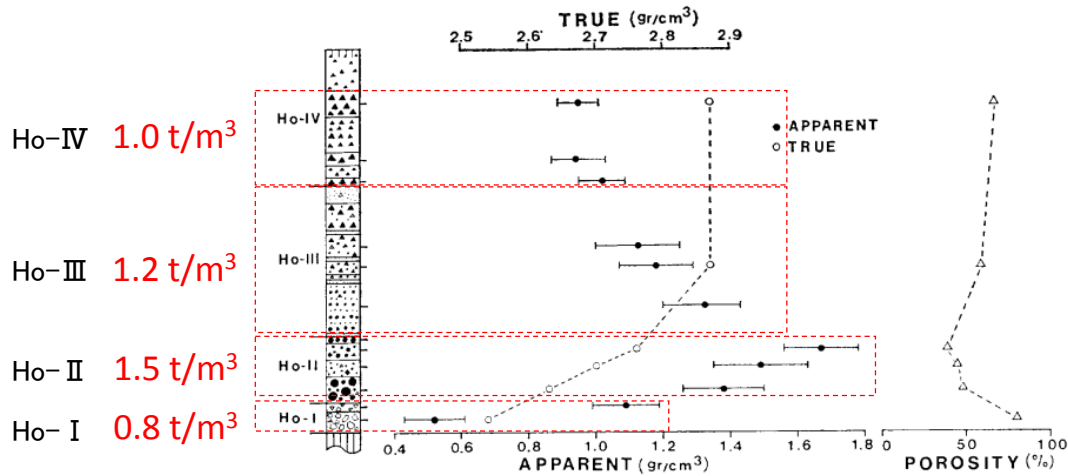
桜島大正噴火を想定した噴煙高度の時間変化



井口(2014)を参考に設定された、1914年桜島噴火を想定した噴煙高度の時間変化(新堀・他(2014)より)

## ○密度

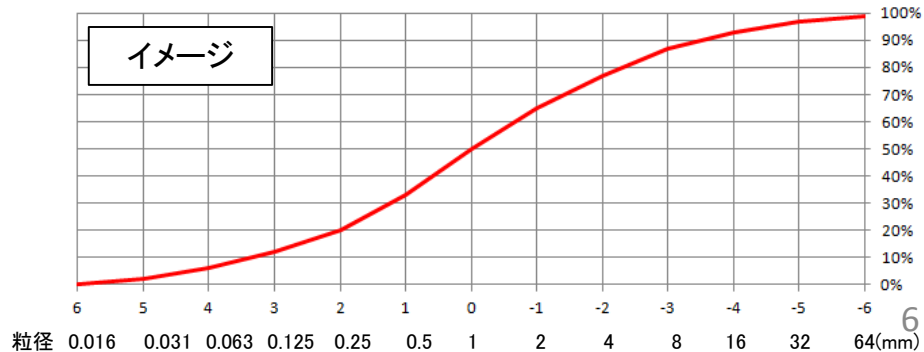
宮地(1984)による見かけの密度を用いる。



宮地(1984)に加筆

## ○全粒径分布

中央粒径4mm(Ho- II ~IVは1mm)の正規分布を基に、宮地(1984)等により合致するように調整。



# (参考)火山灰輸送モデルの比較

モデル	FALL3D	JMA-GATM	JMA-RATM	PUFF	Tephra2
機関	イタリア国立地球物理学火山学研究所, バルセロナスーパーコンピューティングセンター	気象庁/気象研究所		アラスカ大学フェアバンクス校 アラスカ火山観測所	南フロリダ大学
運用	プエノスアイレスVAAC※ イタリア国立地球物理学火山学研究所 等	東京VAAC	気象庁	アンカレッジ, ダーウィン, ウェリントンVAAC アラスカ火山観測所 イタリア国立地球物理学火山学研究所 等	イタリア国立地球物理学火山学研究所
プロダクト	航空路火山灰情報, ハザードマップ	航空路火山灰情報	降灰予報	航空路火山灰情報	ハザードマップ
モデルの表現	オイラー	ラグランジュ		ラグランジュ	オイラー
<b>プロセス</b>					
移流	水平方向	三次元風		三次元風	二次元一定風
	垂直方向				-
拡散	水平方向	濃度勾配		ランダムウォーク	ガウシアンパフ
	垂直方向			濃度勾配	-
重力落下	終端速度	Ganser(1993)	Suzuki(1983)+カニンガム補正	拡張Stokes law	Bonadonna and Phillips(2003)
	粒子密度	任意	1,000-2,400kg/m <sup>3</sup>	2,000kg/m <sup>3</sup>	任意
	粒子形状	任意	Wilson and Huang(1979)	球形	球形
湿潤の影響	考慮	考慮		-	-
初期分布	線源/Suzuki(1983)/浮力ブルーム	Suzuki(1983) /他	Suzuki(1983)	線源	線源/傘型/Suzuki(1983)/ 他
ソース	オープン	-	-	オープン	オープン
主な出力要素	堆積厚、濃度	堆積厚、最大粒径		三次元大気中の降灰分布 地上堆積厚	堆積厚、粒径分布

※ VAAC: 航空路火山灰情報センター

新堀(2016)を基に内閣府作成



# (参考) 館野高層観測 月別風向出現頻度

気象庁HP高層の風の観測データを用いて描画  
(2008~2017年)

## 300hPa (約10,000m)

## 500hPa (約5,500m)

