



新しい降灰予報と 2015年口永良部島噴火の事例

気象庁 気象研究所 新堀 敏基

火山課 林 洋介・菅井 明・黒木 英州

内 容

1. はじめに—新しい降灰予報について
2. 2015年口永良部島噴火の降灰予報
 - 5月29日爆発の事例
 - 6月18日噴火の事例
3. 風の影響を考慮した噴煙モデル*の試行
 - 6月18日噴火の事例
4. 今後の課題

* 本発表では、火山灰移流拡散モデルの初期値の供給源モデルの意味で用いる

1. はじめにー新しい降灰予報について

- 気象庁では、2015年3月から**新しい降灰予報** (Hasegawa *et al.*, 2015)を開始
 - 降灰予報の改善に向けたニーズ調査(2013年3月, 気象庁)
 - 降灰予報の高度化に向けた検討会(2013年12月, 地震火山部)を踏まえて
- 従来の降灰域のみの予報から,
予想降灰量と火山礫の落下範囲も含めた予報へ
 - 降灰量は, 多量(厚さ1mm 以上), やや多量(1~0.1 mm), 少量(0.1 mm未満)の3階級
- 噴火前の**定時**, 噴火直後の**速報**, その後の**詳細**の3種類に
 - 定時は3時間ごと18時間先, 速報は噴火から1時間先, 詳細は6時間先までの予報
- 対象は**市町村単位**, 従来のPDFに加え**XML電文**でも配信
- 予測計算は, 気象庁領域移流拡散モデル(JMA-RATM)に基づく
 - 初期値は, Suzuki (1983, 1990) の噴煙柱モデル←**風の影響が入っていない**
 - 入力値は, 気象庁メソモデル(MSM, 5 km)および局地モデル(LFM, 2 km)のGPVs

気象庁HP

<http://www.jma.go.jp/jp/ashfall/index.html>から

火山名 桜島 降灰予報 (定時)

平成27年12月01日08時00分
気象庁地震火山部発表

現在、桜島は噴火警戒レベル2（火口周辺規制）です。1日9時から2日3時までに噴火が発生した場合には、以下の方向・距離に降灰及び小さな噴石の落下が予想され、1日09時から12時までは火口から東方向、1日21時から24時までは火口から北西方向に降灰が予想されます。

噴煙が高さ2000mまで上がった場合の火山灰及び小さな噴石の落下範囲を示しています。噴火発生時、小さな噴石の落下が予想される範囲内では、屋内や頑丈な屋根の下などに移動してください。

01日09時から12時まで

方向：東（鹿屋市輝北方向）
降灰の到達距離：20 km



小さな噴石の到達距離：1 km



01日12時から15時まで

方向：東（鹿屋市輝北方向）
降灰の到達距離：20 km



小さな噴石の到達距離：1 km



01日15時から18時まで

方向：東（鹿屋市輝北方向）
降灰の到達距離：20 km



小さな噴石の到達距離：1 km



01日18時から21時まで

方向：北西（鹿児島市吉野方向）
降灰の到達距離：30 km



小さな噴石の到達距離：1 km



01日21時から24時まで

方向：北西（鹿児島市吉野方向）
降灰の到達距離：50 km



小さな噴石の到達距離：3 km



02日00時から03時まで

方向：北西（鹿児島市吉野方向）
降灰の到達距離：50 km



小さな噴石の到達距離：3 km



○：降灰の範囲
○：小さな噴石の落下範囲

桜島の降灰予報(定時)の例

ホーム > 防災情報 > 降灰予報

降灰予報

印刷 再読込

説明へ

降灰予報(速報・詳細)

現在、降灰予報(速報・詳細)を発表していません。

降灰予報(定時)

火山名	発表時刻
阿蘇山	平成27年12月01日08時00分
桜島	平成27年12月01日08時00分
口永良部島	平成27年12月01日08時00分
諏訪之瀬島	平成27年12月01日08時00分

降灰予報(定時)発表中の火山

平成27年12月01日08時00分現在



[降灰予報の説明](#)
[過去に発表された降灰予報](#)

[このページのトップへ](#)

再読込ボタンかブラウザの更新ボタンをクリックして最新の情報をお使いください。

- [気象警報・注意報](#)
- [気象情報](#)
- [海上警報](#)
- [台風情報](#)
- [指定河川洪水予報](#)
- [土砂災害警戒情報](#)
- [土砂災害警戒判定メッシュ情報](#)
- [竜巻注意情報](#)
- [大津波警報・津波警報・津波注意報・津波情報・津波予報](#)
- [地震情報](#)
- [東海地震関連情報](#)
- [噴火警報・予報](#)
- [噴火速報](#)
- [降灰予報](#)
- [天気予報](#)
- [天気分布予報 / 時系列予報](#)
- [週間天気予報](#)
- [海上予報](#)
- [異常天候早期警戒情報 / 季節予報](#)
- [解析雨量・降水短時間予報](#)
- [天気図](#)
- [レーダー・ナウキャスト\(降水・雷・竜巻\)](#)
- [高解像度降水ナウキャスト](#)
- [気象衛星](#)
- [気象衛星\(高頻度\)](#)
- [アメダス 地図形式 / 表形式](#)
- [空港の気象](#)
- [ウインドプロファイラ\(上空の風\)](#)
- [黄砂情報 実況図 / 予測図](#)
- [紫外線情報](#)
- [潮位観測情報](#)
- [波浪観測情報](#)

2. 2015年口永良部島噴火の降灰予報

● 降灰予報の発表状況とその設定

噴火時刻	降灰予報	発表時刻	噴煙の高さ H	継続時間 T	入力値	予報時間	備考
5/29 09:59	速報	10:09	8000 m (仮定)	10分	28日21UTC LFM	29日11時 まで	$N=100,000$ $\Delta t=1$ min
〃	詳細1	10:25	9000 m	10分	29日00UTC LFM	29日16時 まで	$N=250,000$ $\Delta t=3$ min
〃	詳細2	11:00	9000 m 600 m	10分 15時まで継続(仮定)	〃	〃	〃
6/18 12:00 (仮定)	定時	11:00	5000 m (仮定)	180分継続(仮定)	17日21UTC MSM	19日06時 まで (3時間ごと)	$N=100,000$ $\Delta t=3$ min

(1) 2015年5月29日発表の降灰予報(速報・詳細)

火山名 口永良部島 降灰予報(速報)

平成27年05月29日10時09分
気象庁地震火山部発表

29日09時59分に口永良部島(新岳)で噴火が発生し、噴煙は火口縁上9000mを超えています。火口から南東方向に火山灰が流れ、1時間以内に屋久島町では多量の降灰があり、降灰は鹿児島県屋久島町まで予想されます。また、火口から南東方向およそ10kmまでの範囲では、小さな噴石が風に流されて降るおそれがあります。

1時間以内に予想される降灰量は各市町村の多いところ次のとおりです。
多量 鹿児島県：屋久島町

多量の降灰が予想される範囲内では、不要な外出を控えてください。やや多量の降灰が予想される範囲内では、傘やマスク等で防灰対策をして、徐行運転を心掛けてください。小さな噴石の落下が予想される範囲内では、屋内や頑丈な屋根の下などに移動してください。

** (参考：降灰量階級 名称・厚さ・キーワードなど) **

【多量】 [1mm以上] 火山灰がまきあげられ視界不良となり地面は完全に覆われる【外出を控える】
【やや多量】 [0.1 - 1mm] 火山灰が降っているのが明らかにわかり路面表示は見えにくくなる【注意】
【少量】 [0.1mm未満] 火山灰が降っているのがようやくわかり地面にうっすら積もる

火山名 口永良部島 降灰予報(詳細)

平成27年05月29日10時25分
気象庁地震火山部発表

29日09時59分に口永良部島(新岳)で噴火が発生し、噴煙は火口縁上9000mを超えています。火口から南東方向に火山灰が流れ、29日16時までに屋久島町では多量の降灰があり、降灰は鹿児島県屋久島町まで予想されます。

29日16時までに予想される降灰量は各市町村の多いところ次のとおりです。
多量 鹿児島県：屋久島町

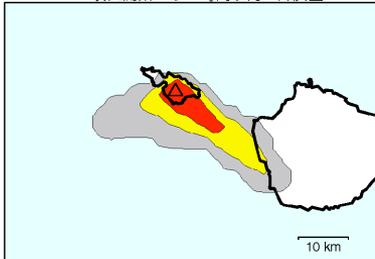
予想される各市町村の降灰開始時刻は次のとおりです。
11時まで 鹿児島県：屋久島町

多量の降灰が予想される範囲内では、不要な外出や車の運転を控えてください。やや多量の降灰が予想される範囲内では、傘やマスク等で防灰対策をして、徐行運転を心掛けてください。

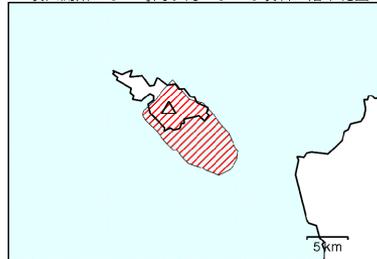
** (参考：降灰量階級 名称・厚さ・キーワードなど) **

【多量】 [1mm以上] 火山灰がまきあげられ視界不良となり地面は完全に覆われる【外出を控える】
【やや多量】 [0.1 - 1mm] 火山灰が降っているのが明らかにわかり路面表示は見えにくくなる【注意】
【少量】 [0.1mm未満] 火山灰が降っているのがようやくわかり地面にうっすら積もる

噴火開始から1時間以内の降灰量



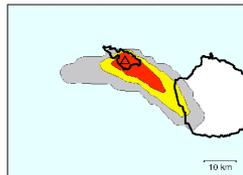
噴火開始から1時間以内の小さな噴石の落下範囲



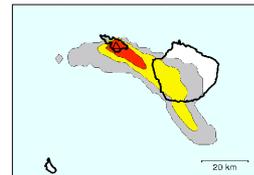
●：多量の降灰
●：やや多量の降灰
●：少量の降灰
太線：降灰が予想される市町村

斜線：小さな噴石の落下範囲

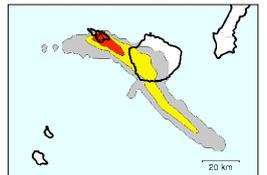
噴火開始から11時までの降灰量



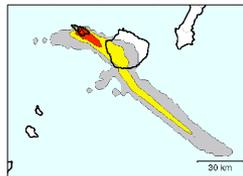
噴火開始から12時までの降灰量



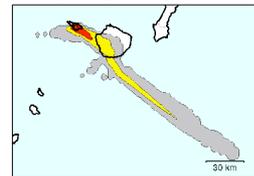
噴火開始から13時までの降灰量



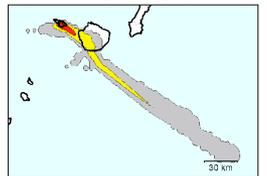
噴火開始から14時までの降灰量



噴火開始から15時までの降灰量



噴火開始から16時までの降灰量



●：多量の降灰
●：やや多量の降灰
●：少量の降灰
太線：降灰が予想される市町村

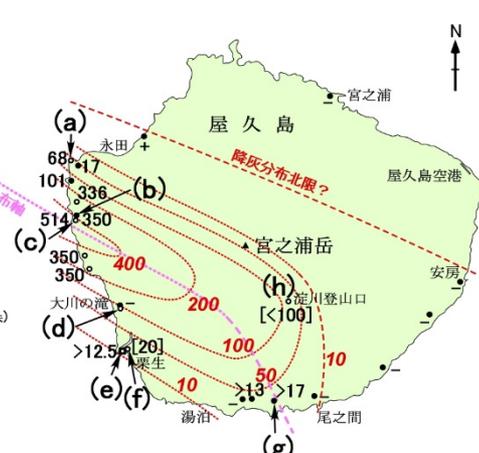
口永良部島

新岳

g/m^2

- 5月29日午後の測定値 (屋久島地学同好会中川正二郎氏提供)
 - 5月30日の測定値 (防災科学技術研究所：三輪学央・長井雅史・小林哲夫)
 - 5月30日の測定値 (鹿児島大学理学部：井村隆介)
- +: 微量の火山灰の堆積が確認できた地点
-: 火山灰の堆積が確認できなかった地点
[]: 写真などからの推定概略値

20km



← 屋久島で観測された降灰分布

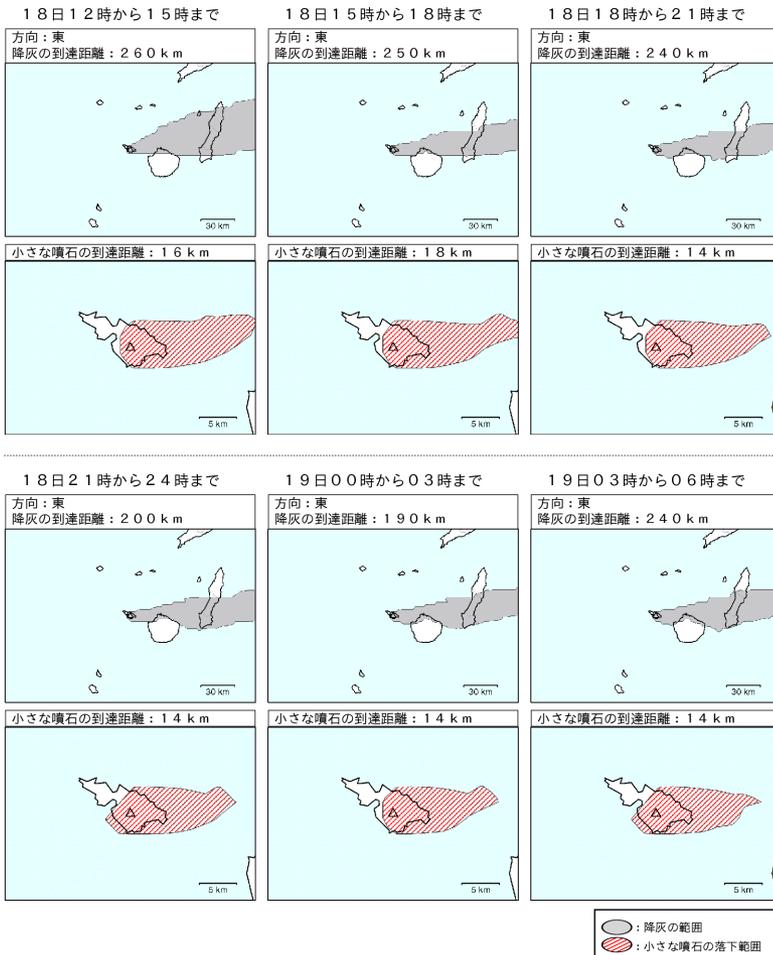
(2) 2015年6月18日11時発表の降灰予報(定時)

火山名 口永良部島 降灰予報(定時)

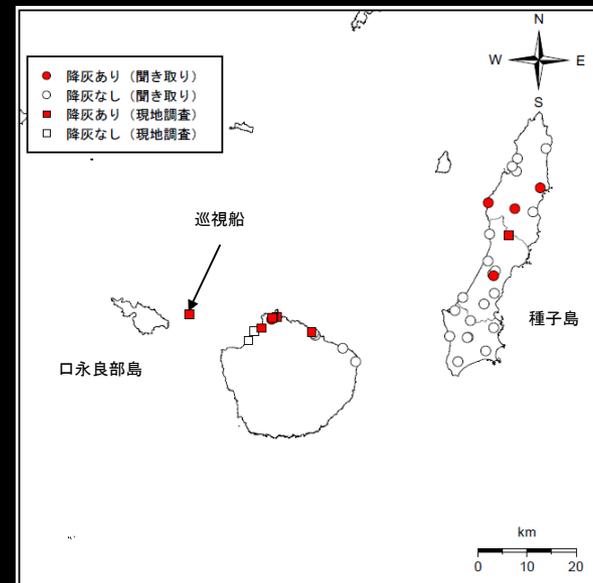
平成27年06月18日11時00分
気象庁地震火山部発表

現在、口永良部島は噴火警戒レベル5（避難）です。18日12時から19日6時までに噴火が発生した場合には、以下の方向・距離に降灰及び小さな噴石の落下が予想され、18日21時から24時までは火口から東方向に降灰が予想されます。

噴煙が高さ5000mまで上がった場合の火山灰及び小さな噴石の落下範囲を示しています。噴火発生時、小さな噴石の落下が予想される範囲内では、屋内や頑丈な屋根の下などに移動してください。強風のため、遠方まで小さな噴石が流されるおそれがあります。



- 噴火発生時刻：12時17分
- 天候不良のため、遠望カメラおよび気象レーダーによる噴煙の高さはともに不明
- 降灰予報(速報と詳細)は未発表
- 噴火警戒レベル=5になった5月29日17時以降、 $H=5000\text{ m}$ を仮定した降灰予報(定時)を発表中(3時間ごと)

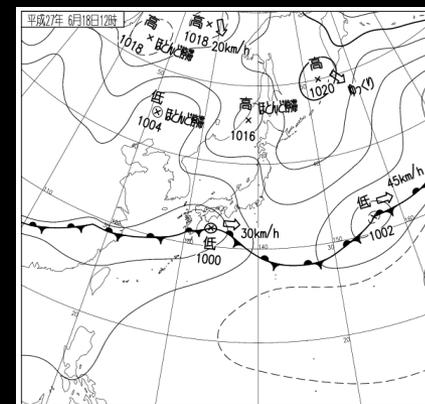


降灰・降礫の観測状況
133回噴火予知連資料より

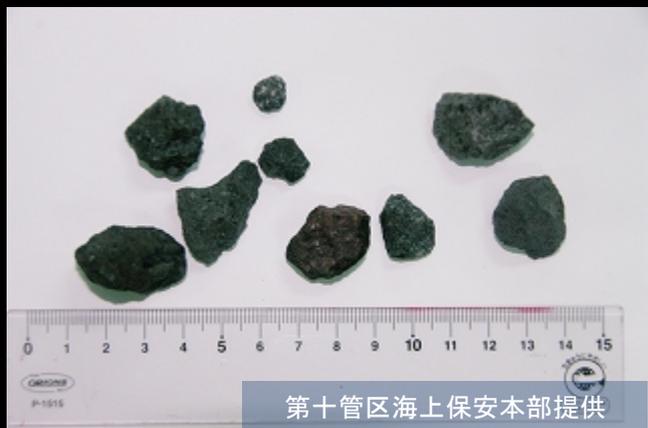
3. 風の影響を考慮した噴煙モデルの試行

2015年6月18日12時17分口永良部島噴火に伴う火山礫

- 12時23分から約3分間にわたり、新岳火口の東海上約9 km地点にいた海上保安庁の巡視船に、大きさは5~25 mmの火山礫が連続的に落下 (133回噴火予知連資料より)



天気図(2015年6月18日12時)

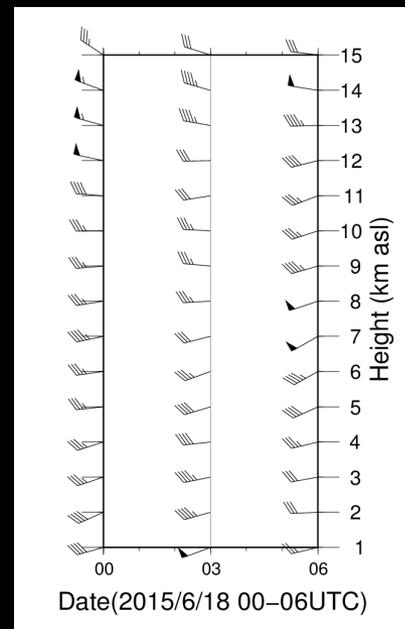


第十管区海上保安本部提供



第十管区海上保安本部提供

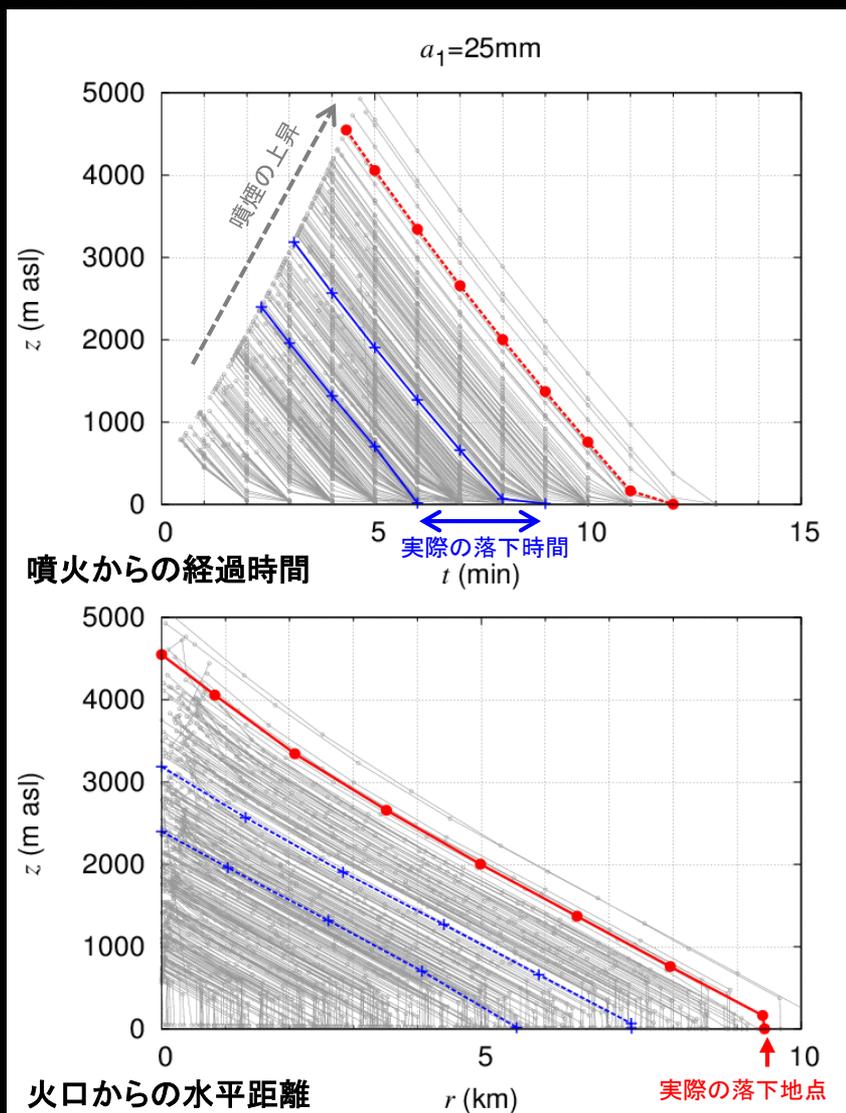
口永良部島東海上の巡視船で確認された火山礫と海域への降灰
第十管区海上保安本部提供 (H27/6/18火山活動解説資料より)



気象庁メソ解析による口永良部島上空の風向・風速(→)

火山礫トレーサーの落下時間と輸送距離

(現行)初期値: $H=5000$ m, 風の影響なし



(グラフの説明)

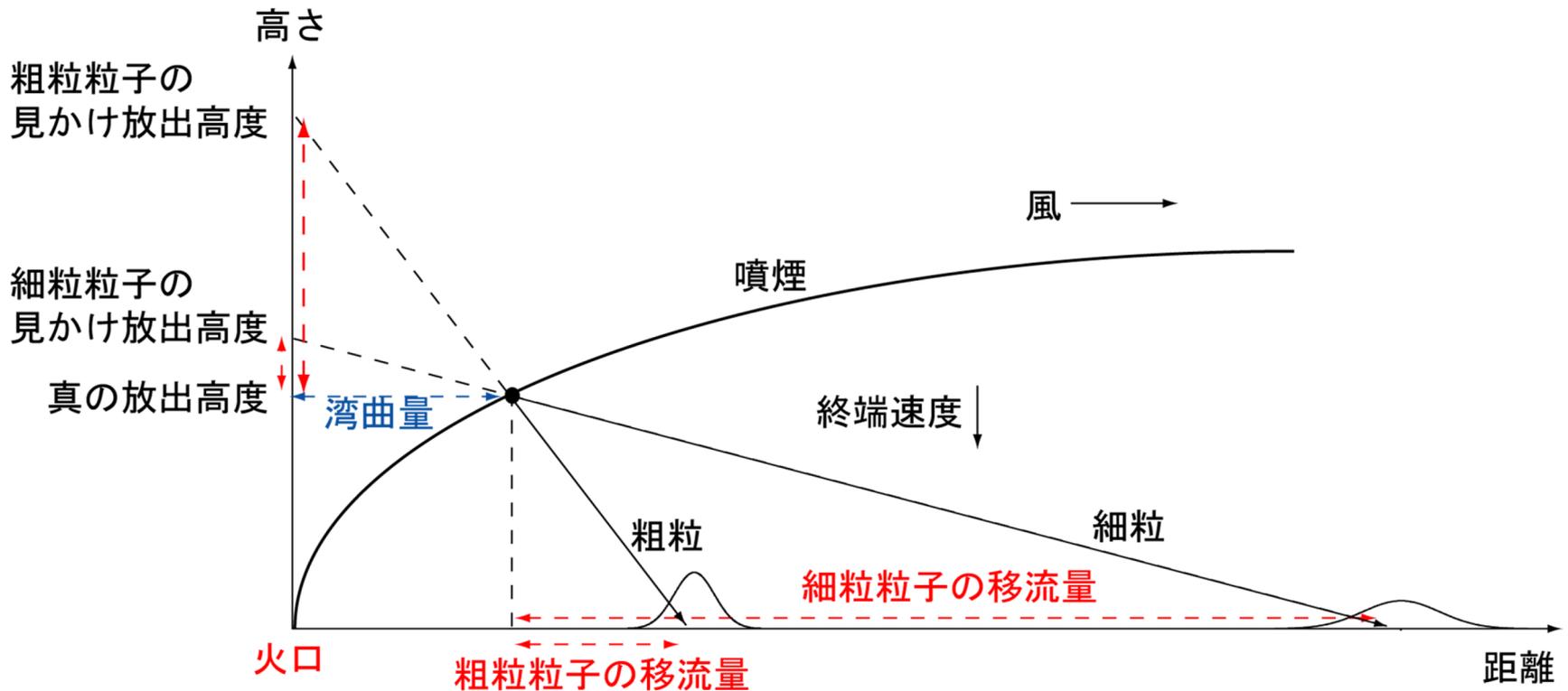
- RATM計算による $\Delta t=1$ minごとの飛跡
- 対象トレーサーの大きさ: 25 mm
- 上昇中の噴煙からの離脱分のみをプロット

✓ 落下時間からは、「噴煙(柱)から大気中へ離脱するまでの時間が妥当であれば」、火口上2000~3000 mから放出

⇕

✓ 落下地点からは、「風の影響がないと仮定した場合」、落下まで11分要す

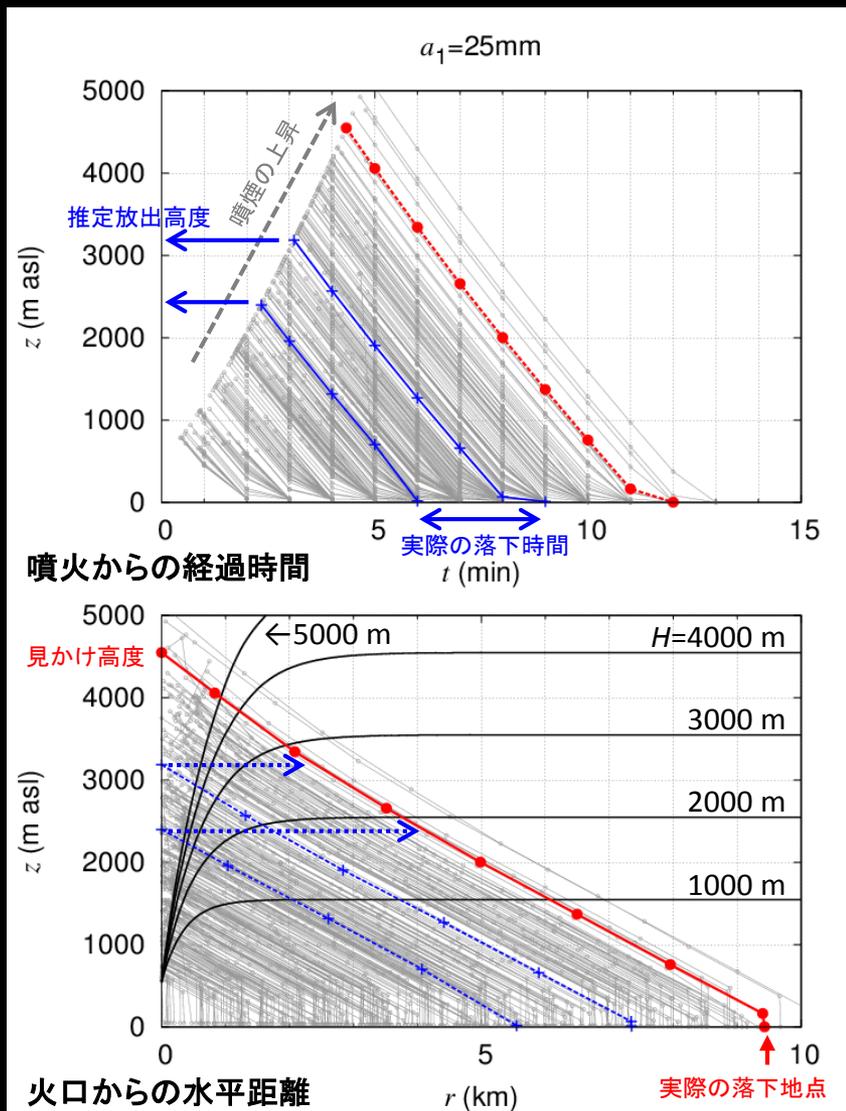
噴煙形状が降灰分布に及ぼす影響



湾曲量の影響は粗い粒径(大きな終端速度), 大きな風速, 弱い噴煙, 高い高度の場合に相対的に大きくなることが定性的にわかる。

火山礫トレーサーの落下時間と輸送距離

(現行)初期値: $H=5000$ m, 風の影響なし



(グラフの説明)

- RATM計算による $\Delta t=1$ minごとの飛跡
- 対象トレーサーの大きさ: 25 mm
- 上昇中の噴煙からの離脱分のみをプロット

➤ GPVの水平風とRATMで仮定している噴煙上昇速度から、噴煙の曲がりを重ね合わせ(詳細は次スライド)

この図からは、「対象の火山礫が噴煙の頂部から放出」されたと仮定すると、

- 見かけの噴煙の高さ: 4000 m相当
- 真の噴煙の高さ: 最高3000 m程度

RATMの初期値に適用するための 風の影響を考慮した噴煙モデル(試行)

- 噴煙の曲がり方をどう表現するか？

方針: 初期値において,

- 水平分布(x_p, y_p)のみ風下へシフト. 噴煙の中心軸からの広がりを変えない
- 鉛直分布(Suzukiの粒子供給率関数), 放出時刻(形成時間)も変えない

プロトタイプでは,

- 水平風(u, v)はGPVの火口上空での値,
- 噴煙の上昇速度は, 噴煙の高さ H に対して, Suzuki関数で使用されている

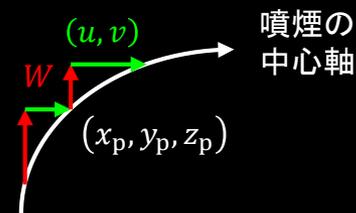
$$W(z) = W_0(1 - z/H), \quad W_0[\text{m/s}] = \sqrt{H[\text{km}]/2.2 \times 10^{-4}}$$

を仮定. 井田(2014):

$$x_p(z) = \int u(z)dt, \quad y_p(z) = \int v(z)dt$$

により噴煙中心の曲がり方を計算

- 曲がり方を計算するタイムステップは1sで試行



試行実験の設定

● 降灰予報の発表状況とその設定

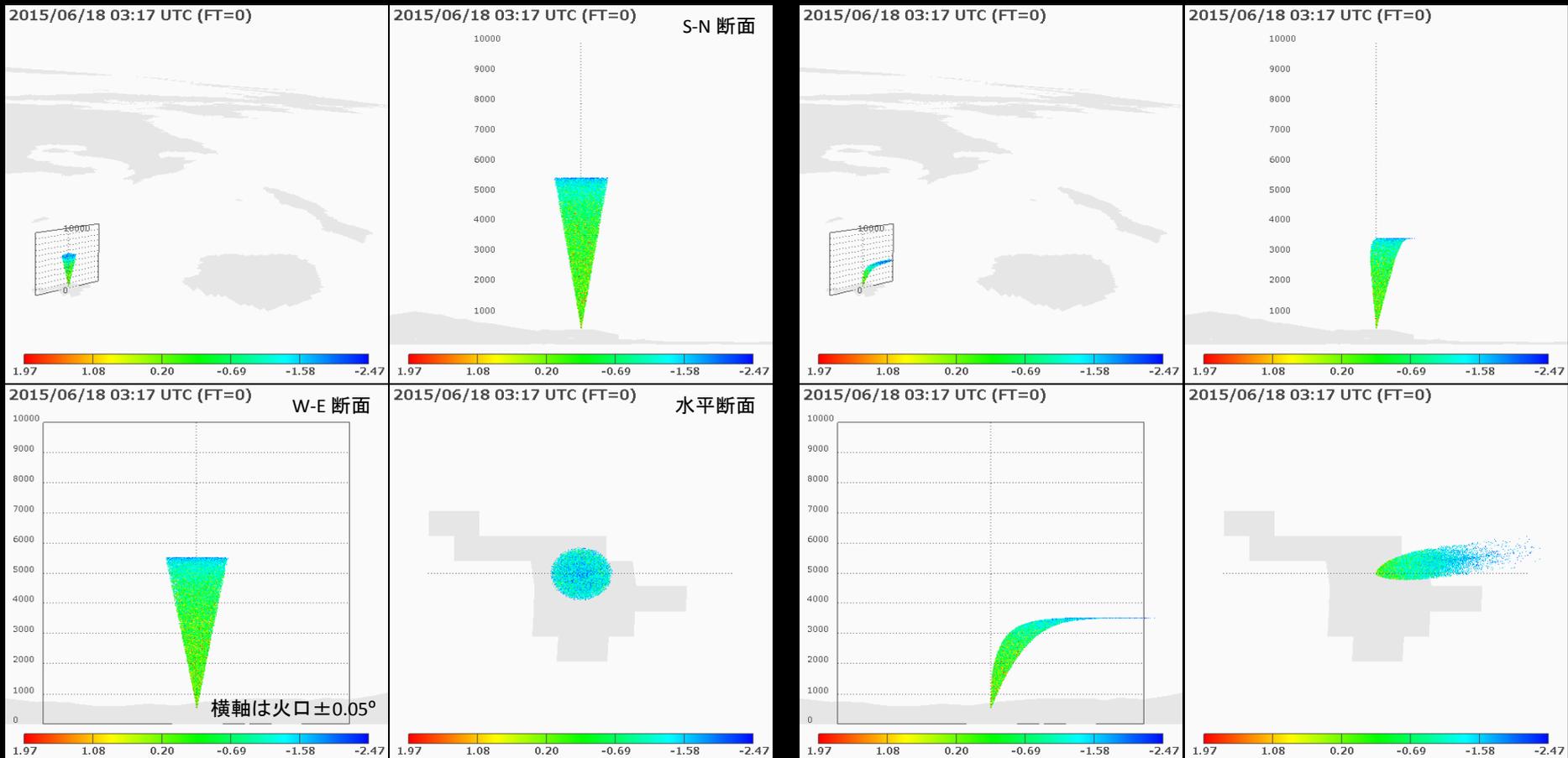
噴火時刻	降灰予報	発表時刻	噴煙の高さ H	継続時間 T	入力値	予報時間	備考
5/29 09:59	速報	10:09	8000 m (仮定)	10分	28日21UTC LFM	29日11時 まで	$N=100,000$ $\Delta t=1$ min
〃	詳細1	10:25	9000 m	10分	29日00UTC LFM	29日16時 まで	$N=250,000$ $\Delta t=3$ min
〃	詳細2	11:00	9000 m 600 m	10分 15時まで継続(仮定)	〃	〃	〃
6/18 12:00 (仮定)	定時	11:00	5000 m (仮定)	180分継続(仮定)	17日21UTC MSM	19日06時 まで (3時間ごと)	$N=100,000$ $\Delta t=3$ min
6/18 12:17	再計算	—	5000 m (風なし) 3000 m (風あり)	30分 (微動継続時間 に基づく)	〃	18日15時 まで	$N=100,000$ $\Delta t=1$ min

RATMのトレーサーの初期分布

2015/06/18 12:17 JST

(現行)初期値: $H=5000$ m, 風の影響なし

(試行)初期値: $H=3000$ m, 風の影響あり

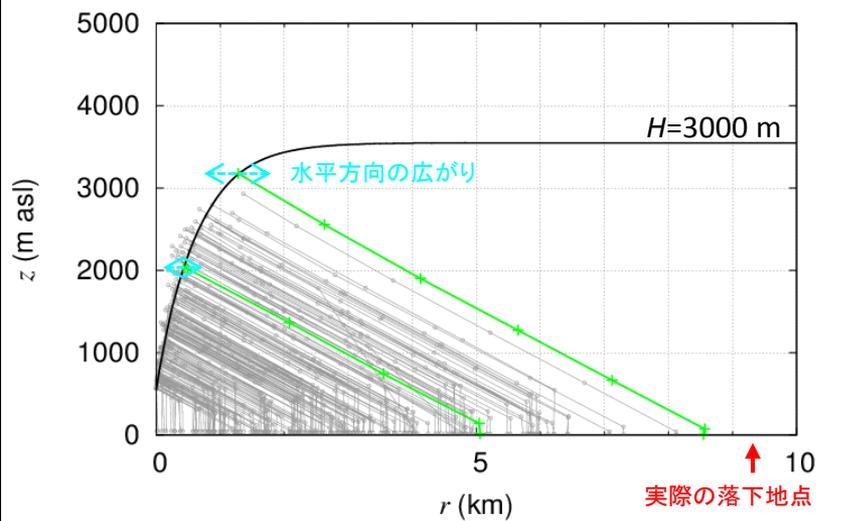
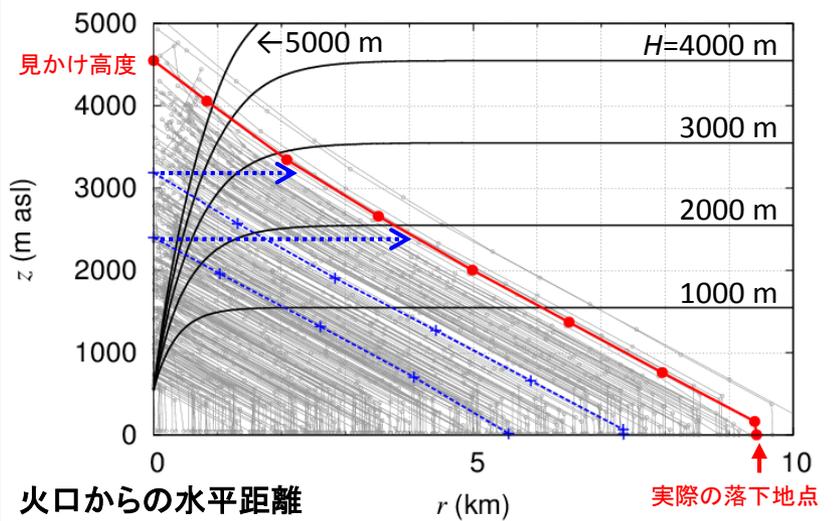
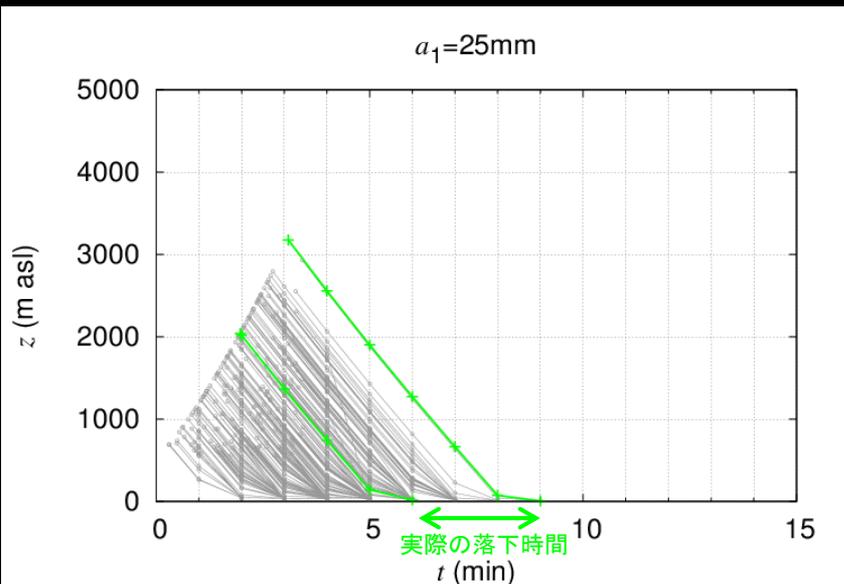
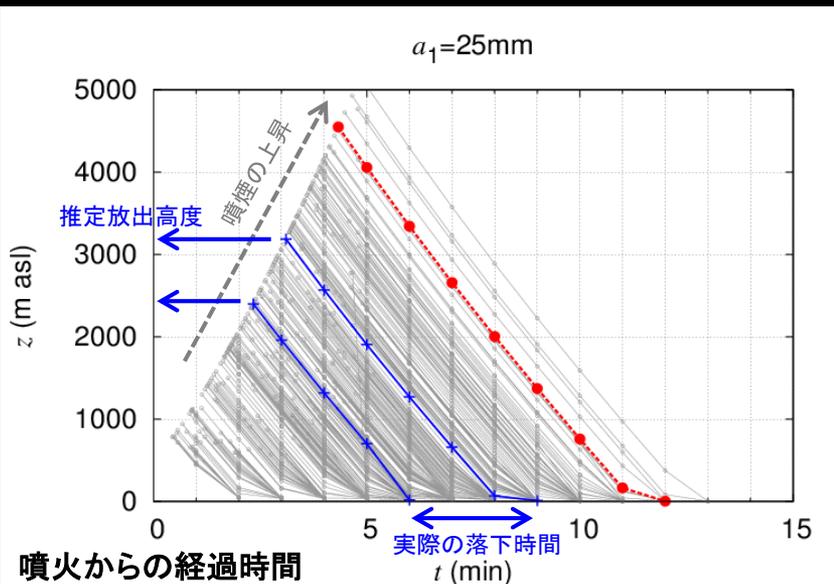


カラーは粒径(10^x mm)¹⁴

火山礫トレーサーの落下時間と輸送距離

(現行)初期値: $H=5000$ m, 風の影響なし

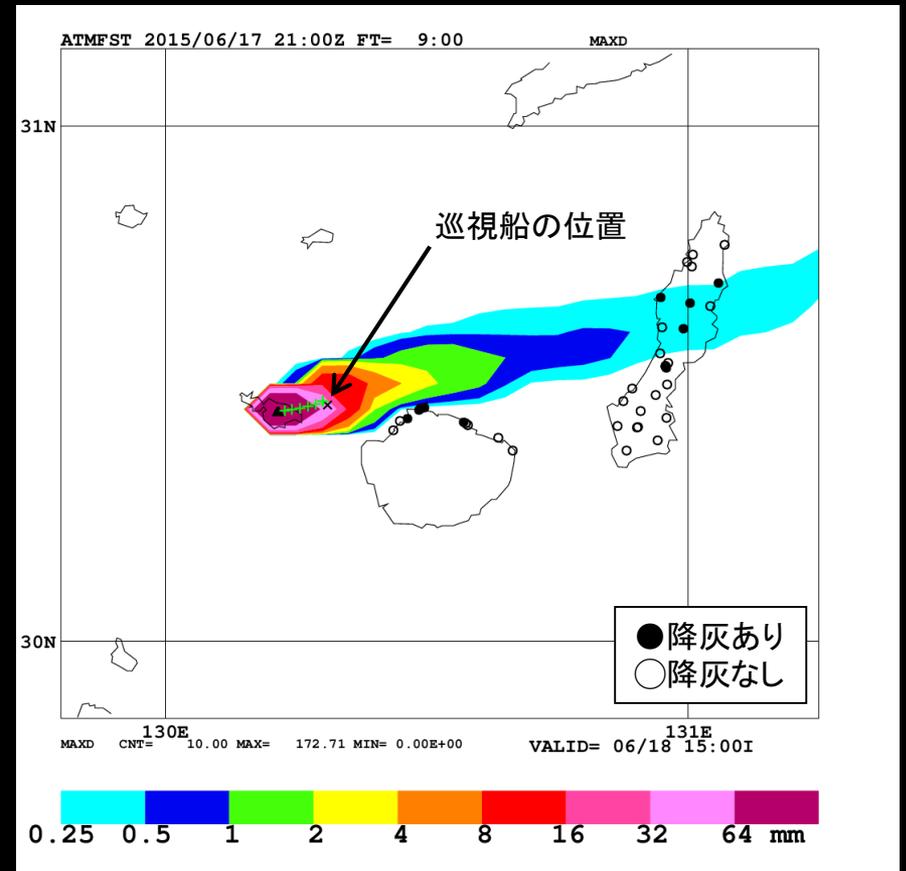
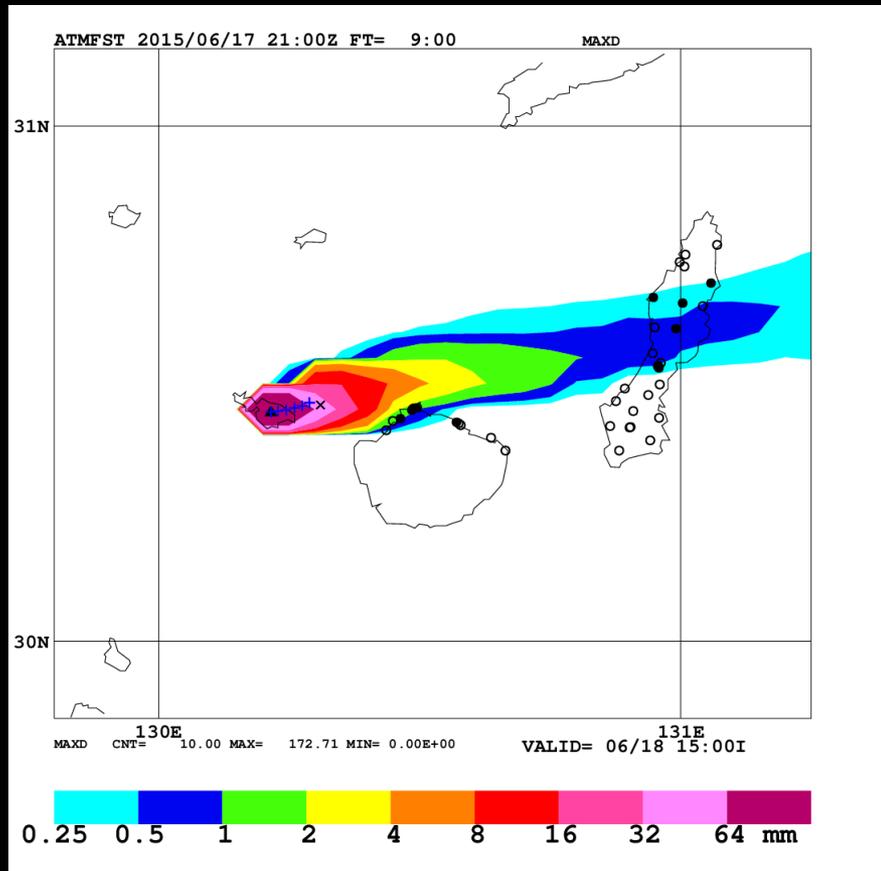
(試行)初期値: $H=3000$ m, 風の影響あり



予想最大粒径

2015/06/18 12:17 JST~15:00 JST

(現行)初期値: $H=5000$ m, 風の影響なし (試行)初期値: $H=3000$ m, 風の影響あり



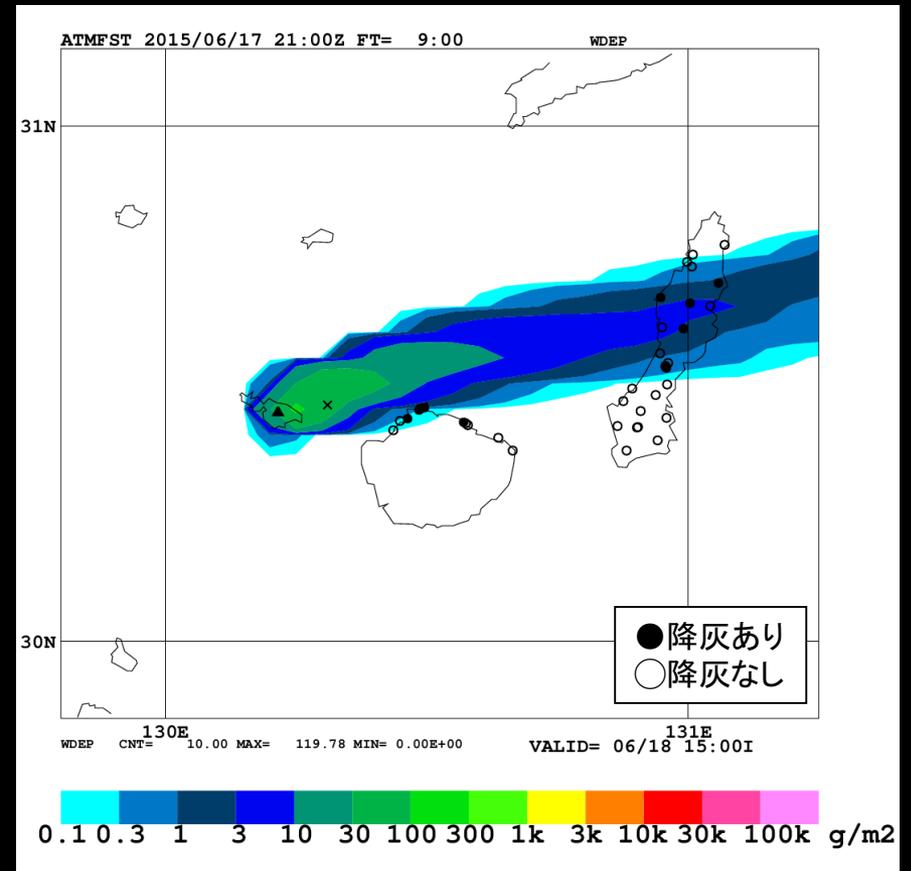
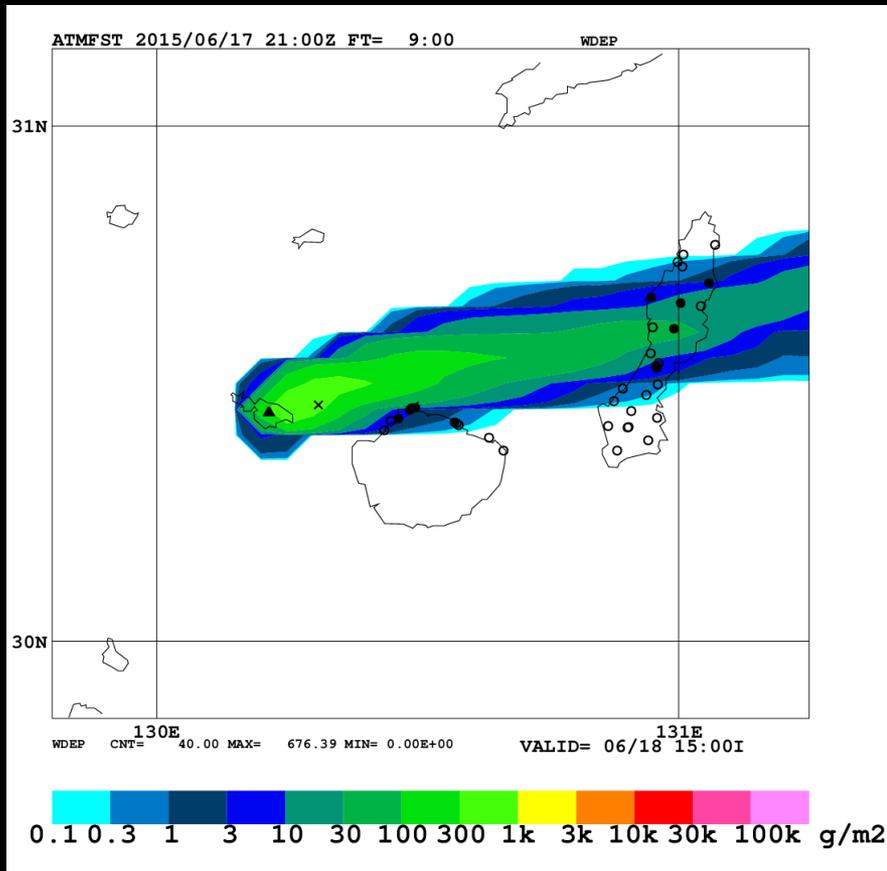
- +印は、噴火時刻+9 minで最遠に落下した、大きさ25 mmのトレーサーの飛跡($\Delta t=1$ minごと)
- 1点観測との比較では、最大粒径の予測は改善

予想降灰量

2015/06/18 12:17 JST~15:00 JST

(現行)初期値: $H=5000$ m, 風の影響なし

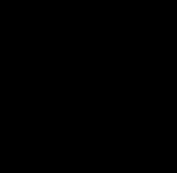
(試行)初期値: $H=3000$ m, 風の影響あり



- 噴煙の高さが異なるので、仮定する総質量および予想降灰量も変化する
- 今事例では、種子島南部の空振りが減るが、屋久島北部の見逃しが増える

4. 今後の課題

- RATMの初期値として、噴煙柱の鉛直1Dモデルは、限られた観測値から即時的に作成するには有用
 - 新しい降灰予報でも継続
- 風の影響を考慮した噴煙モデルの初期値への適用は今後、桜島、新燃岳(2011)などの降灰・降礫事例で検証
 - 噴煙の形成時間や中心軸からの広がりなど、検討事項多々あり
- 3Dモデルなどの成果 (e.g. Suzuki and Koyaguchi, 2015) の、1Dモデルへの還元が現業利用上の課題
 - 噴煙の中心軸からの広がり ← エントレインメント係数の調整など
- (準)リアルタイムで運用可能な火山灰データ同化の開発 (e.g., 3D-Var, 石井・他(2015))
 - 噴煙モデル改良は、データ同化における第一推定値の改善に資する



付 録

降灰予報で使用する降灰量階級表

http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/qvaf/qvaf_guide.html#class

名称	表現例		影響ととるべき行動		その他の影響	
	厚さ キーワード	イメージ※ ¹		人		道路
		路面	視界			
多量	1mm 以上 【外出を控える】	完全に覆われる 	視界不良となる 	外出を控える 慢性の喘息や慢性閉塞性肺疾患(肺気腫など)が悪化し健康な人でも目・鼻・のど・呼吸器などの異常を訴える人が出始める	運転を控える 降ってくる火山灰や積もった火山灰をまきあげて視界不良となり、通行規制や速度制限等の影響が生じる	がいしへの火山灰付着による停電発生や上水道の水質低下及び給水停止のおそれがある
やや多量	0.1mm ≤ 厚さ < 1mm 【注意】	白線が見えにくい 	明らかに降っている 	マスク等で防護 喘息患者や呼吸器疾患を持つ人は症状悪化のおそれがある	徐行運転する 短時間で強く降る場合は視界不良の恐れがある 道路の白線が見えなくなるおそれがある(およそ0.1~0.2mmで鹿児島市は除灰作業を開始)	稲などの農作物が収穫できなくなったり※ ² 、鉄道のポイント故障等により運転見合わせのおそれがある
少量	0.1mm 未満	うっすら積もる 	降っているのが ようやくわかる	窓を閉める 火山灰が衣服や身体に付着する 目に入ったときは痛みを伴う	フロントガラスの除灰 火山灰がフロントガラスなどに付着し、視界不良の原因となるおそれがある	航空機の運航不可※ ²

※1 掲載写真は気象庁、鹿児島市、(株)南日本新聞社による

※2 富士山ハザードマップ検討委員会(2004)による想定