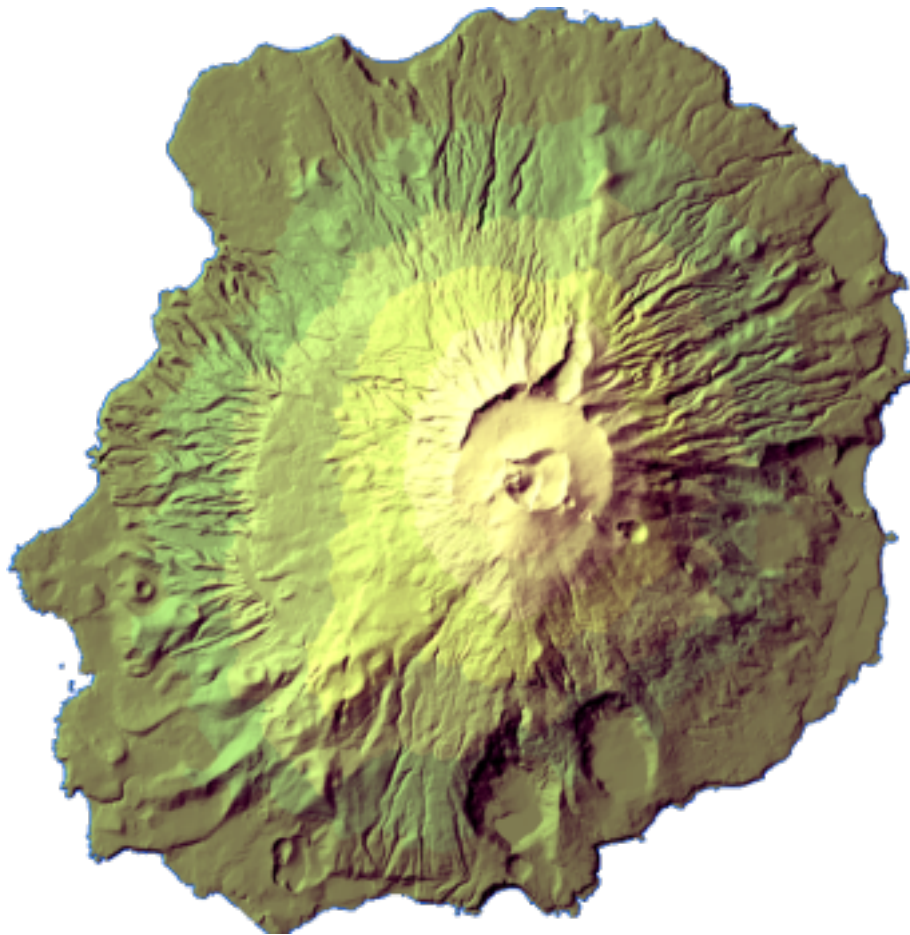
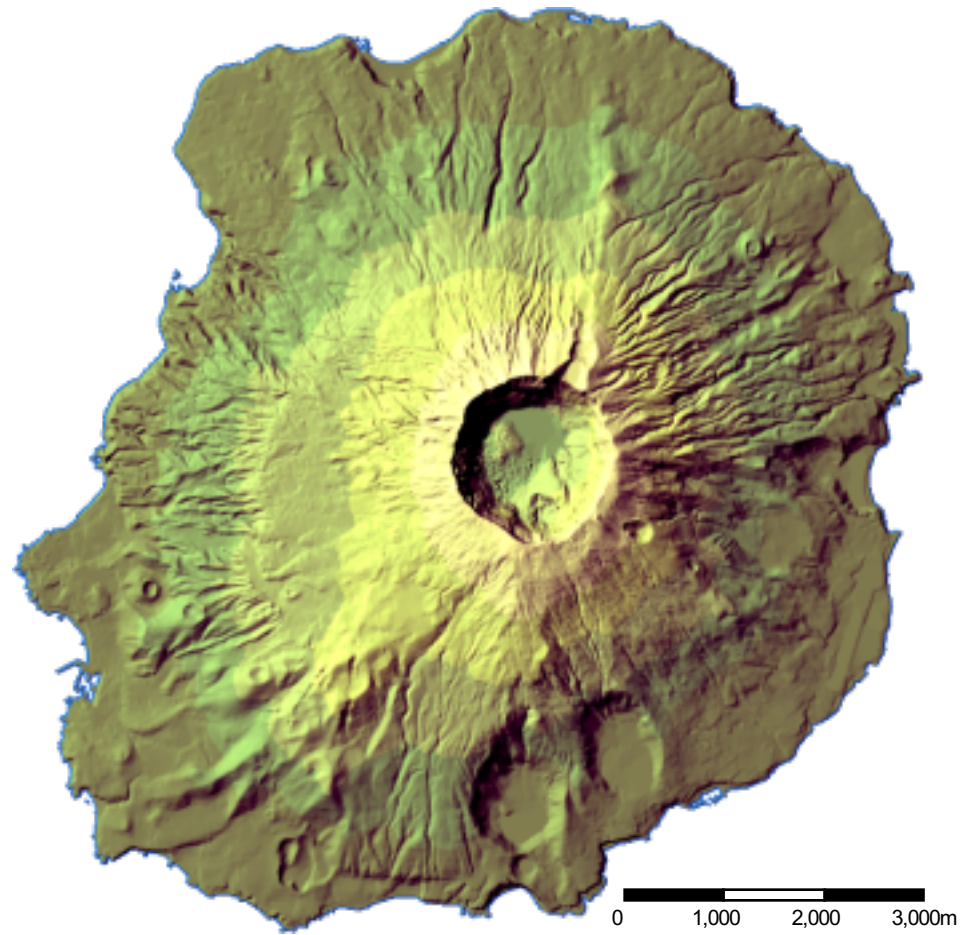


2000年三宅島噴火における 泥流発生シミュレーション

首都大学東京
都市環境科学研究科
地理環境科学域
中山大地



噴火前の標高データ(1983年の
火山基本図を元に作成)



2000年11月の標高データ

はじめに

- 三宅島は、2000年6月27日に17年ぶりに噴火活動を再開
 - 大きく5回の噴火が発生
 - これ以前の噴火とは様式を異にする
側噴火による溶岩流出から山頂噴火による火山灰噴出に変化
 - <三宅島2000年噴火の特徴>
 - 山頂に陥没口が形成
 - 噴火活動の終息後も多量の火山ガスを放出
 - 全島的に火山灰が降下，雄山斜面に厚く堆積・・・約850年ぶり
- 島内の各地で降雨による泥流が頻発
 - 大きく6回の泥流イベントが発生

2000年三宅島噴火の状況



北側からみた8月10日の噴煙
撮影時刻は12時45分

アジア航測株式会社HPより

<http://www.ajiko.co.jp/bousai/miyake/0810-ob-1-1280.jpg>



中腹部林内の泥流・火山灰の堆積



中腹部村営牧場の泥流・火山灰の堆積





土石流・泥流の発生により橋が崩落

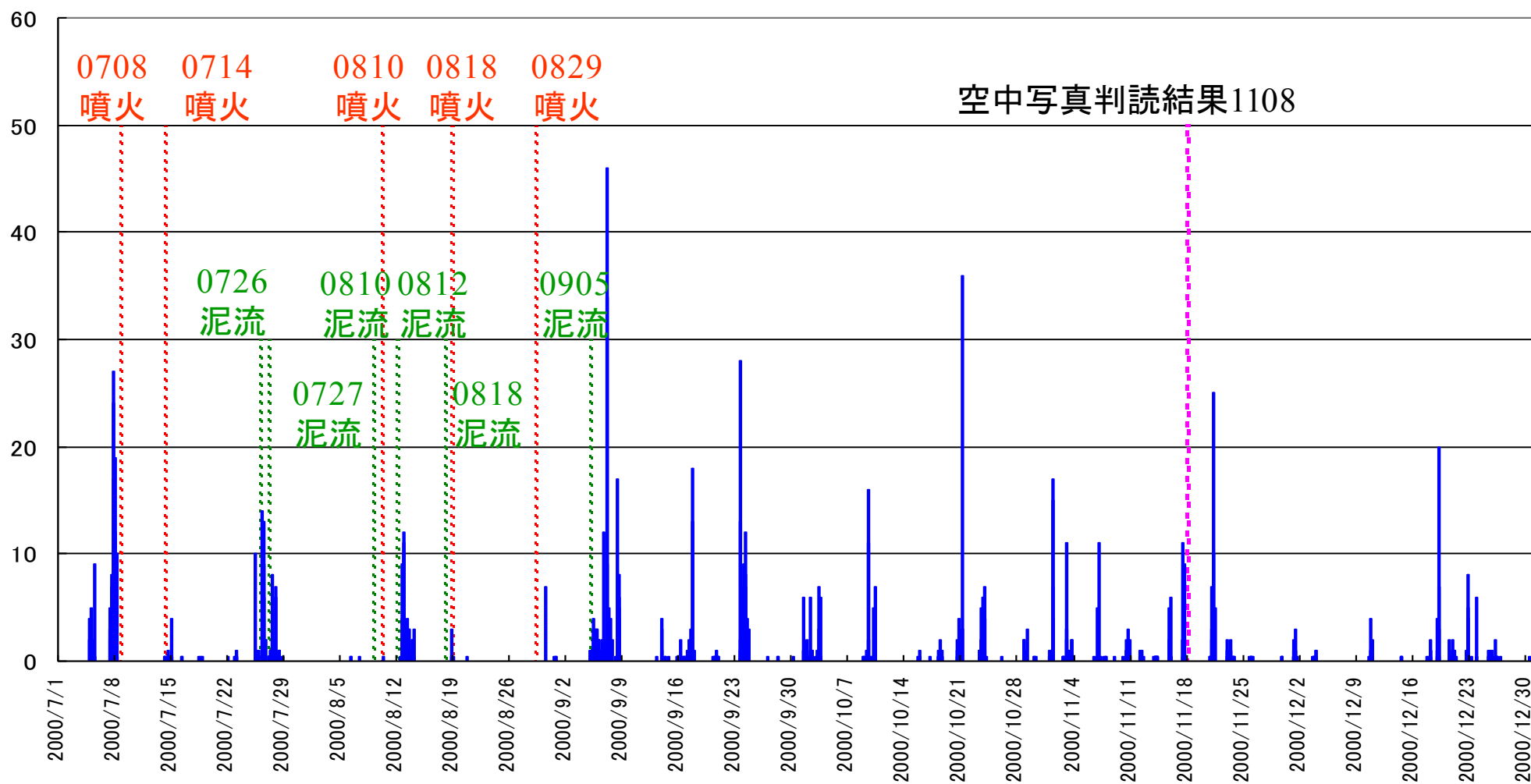


土石流・泥流が堆積

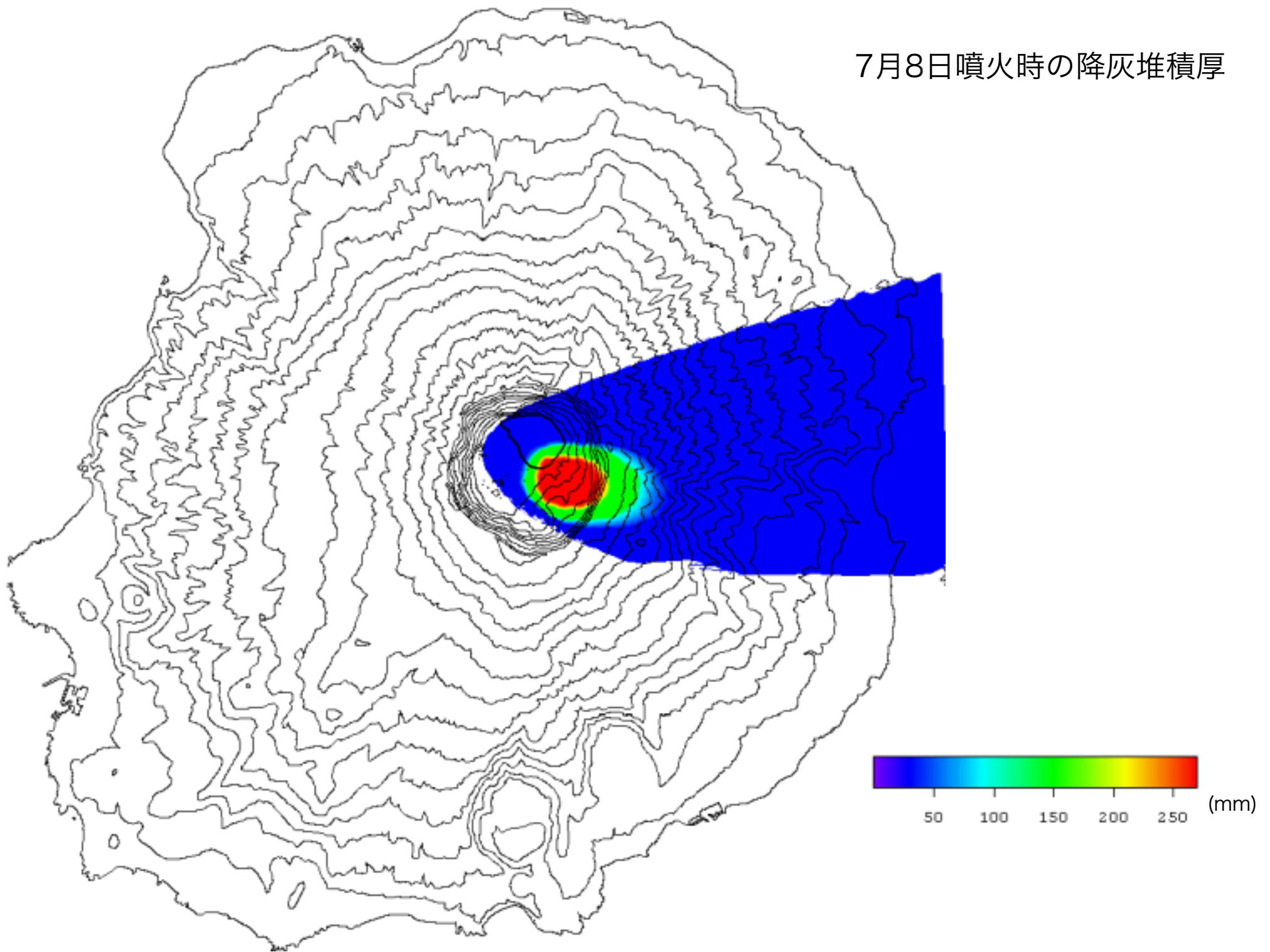


大島における雨量（解析雨量）と噴火および泥流イベントの時系列

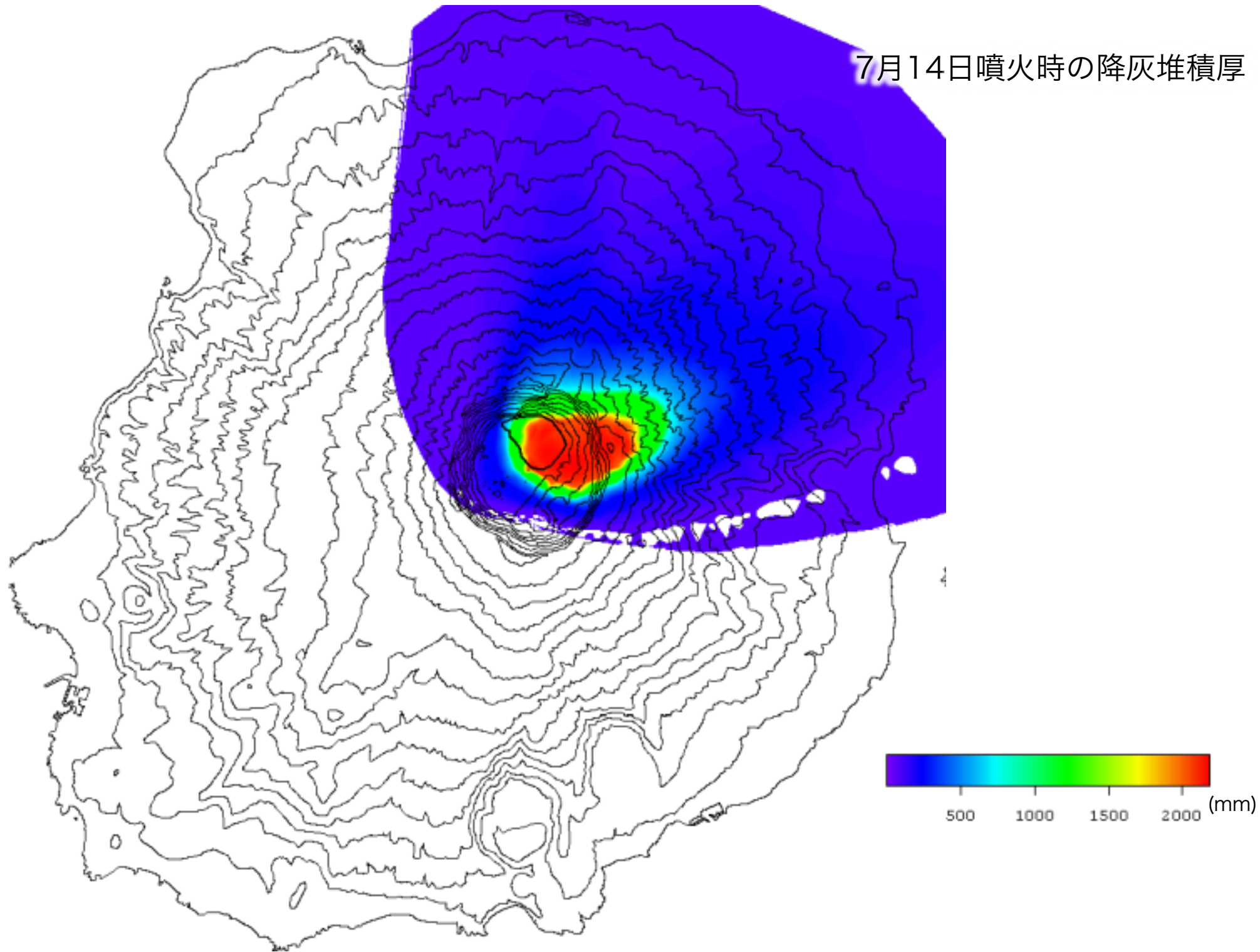
降水量(mm)



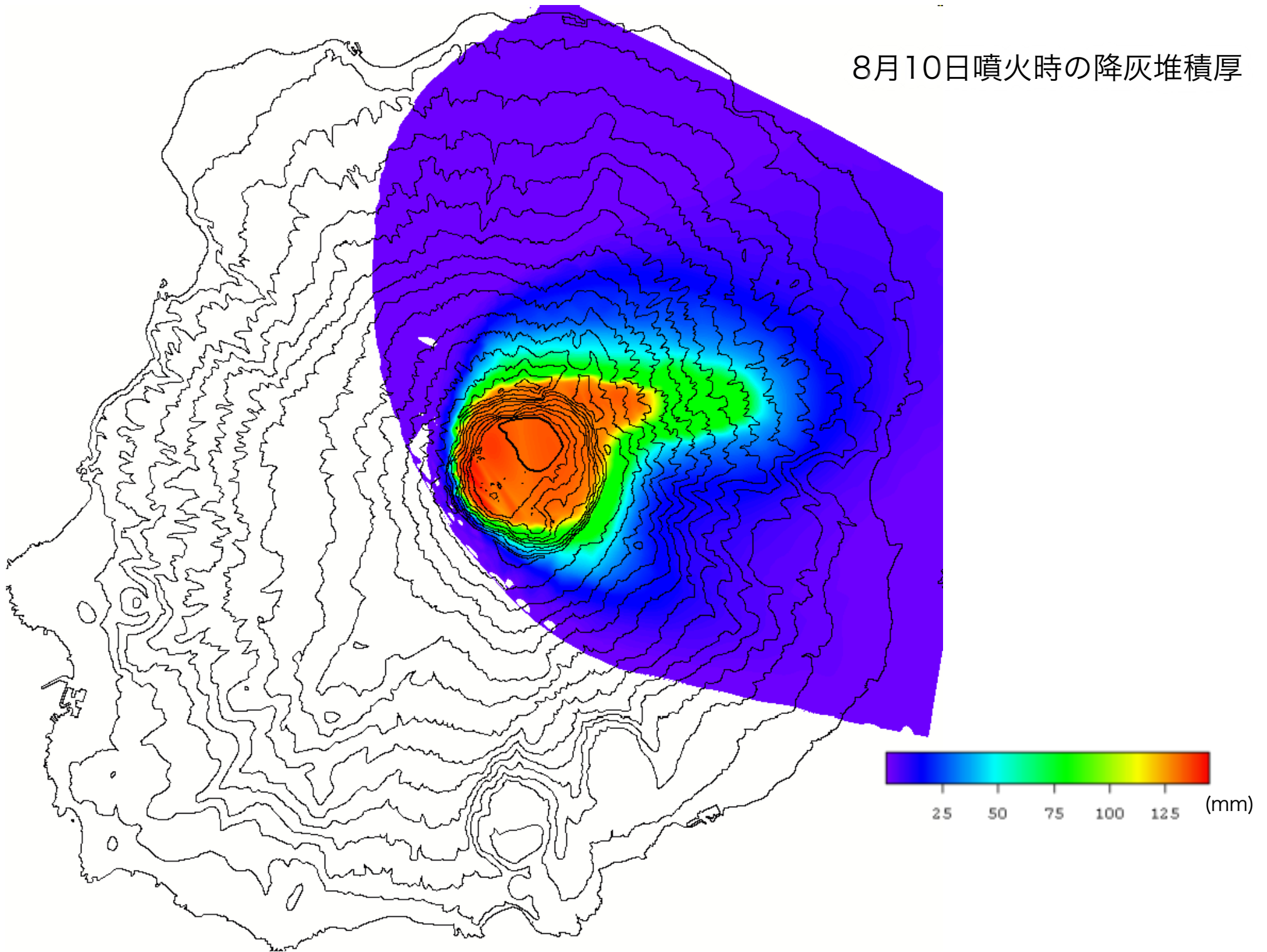
7月8日噴火時の降灰堆積厚



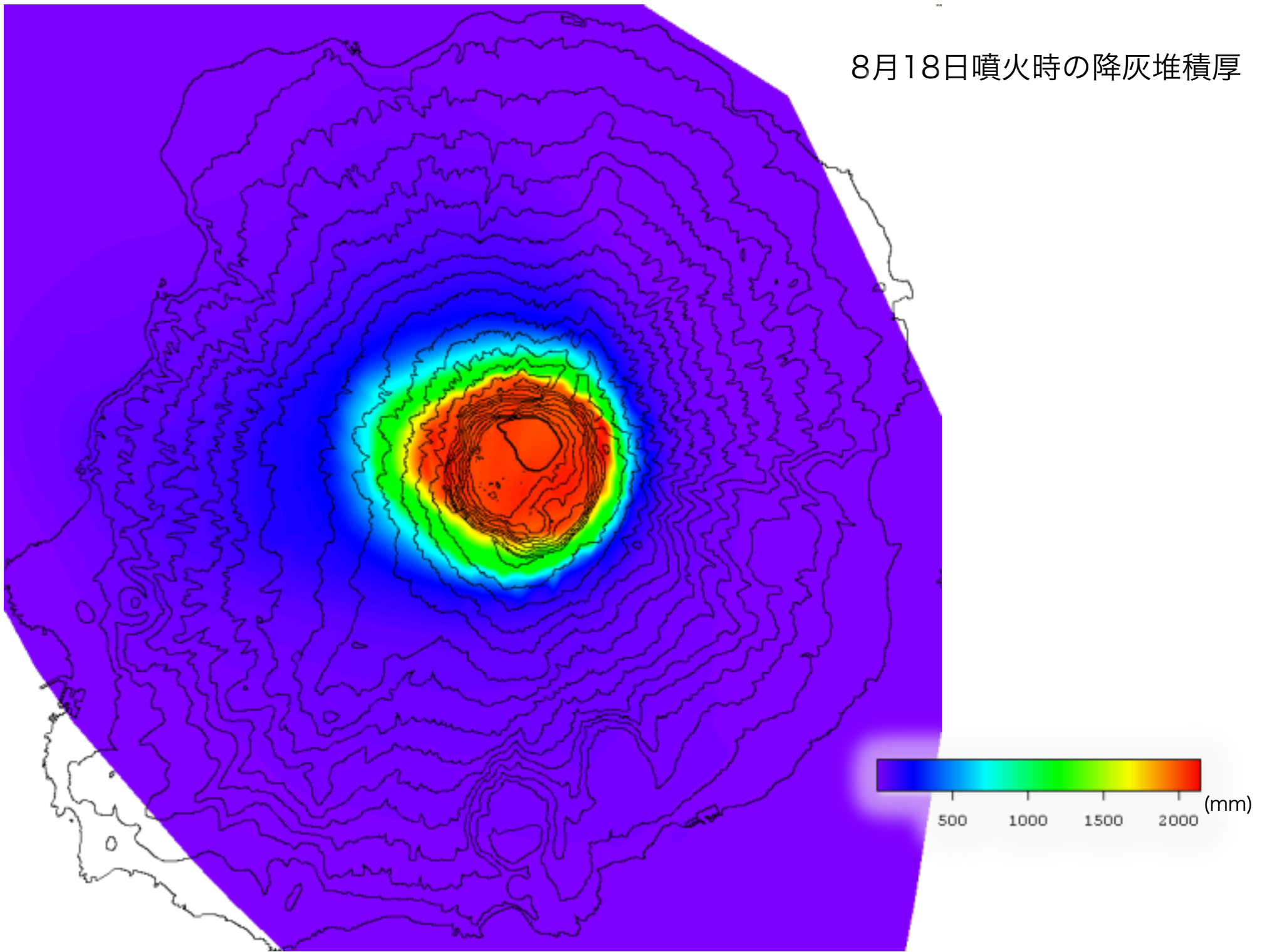
7月14日噴火時の降灰堆積厚



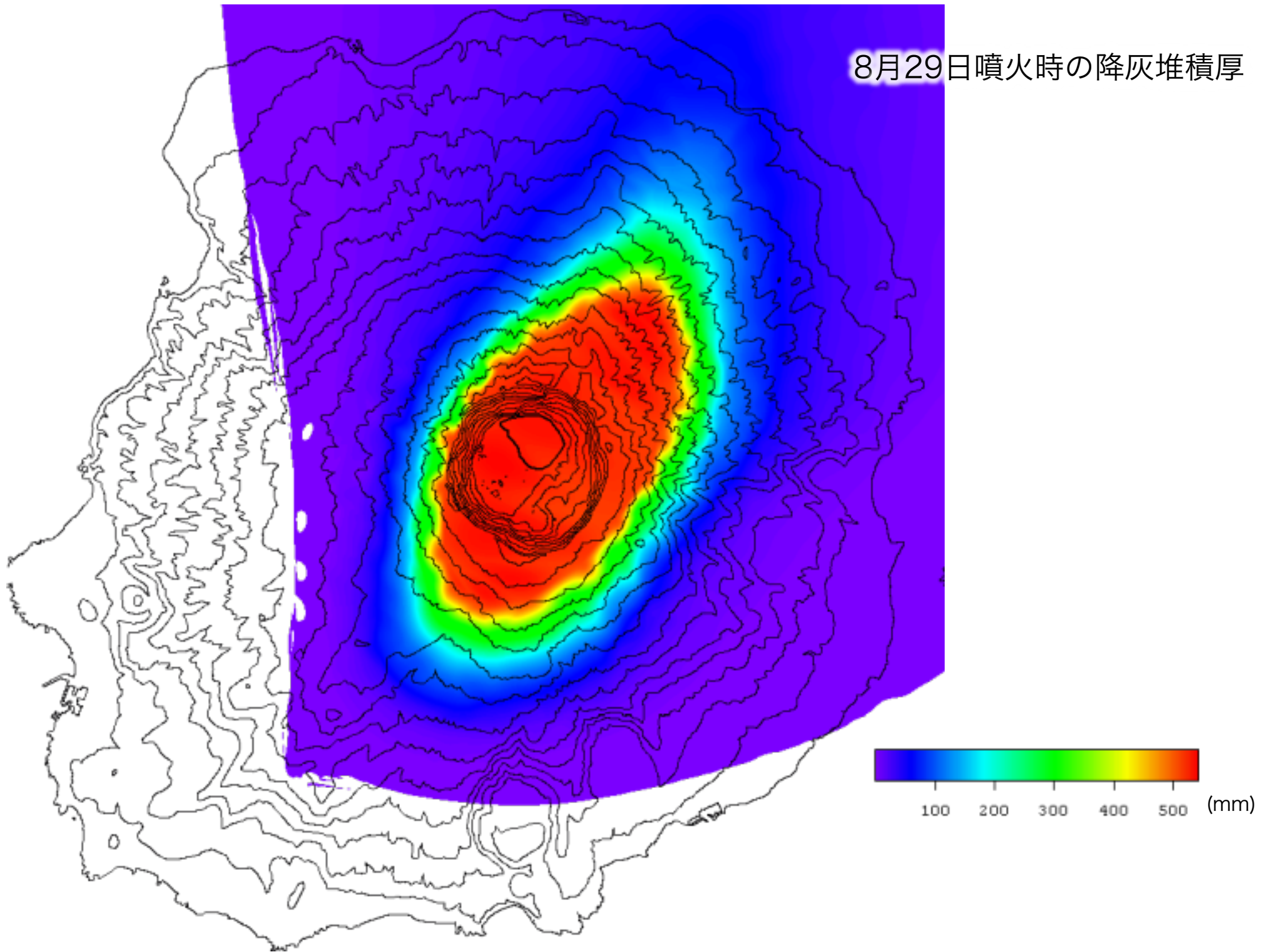
8月10日噴火時の降灰堆積厚



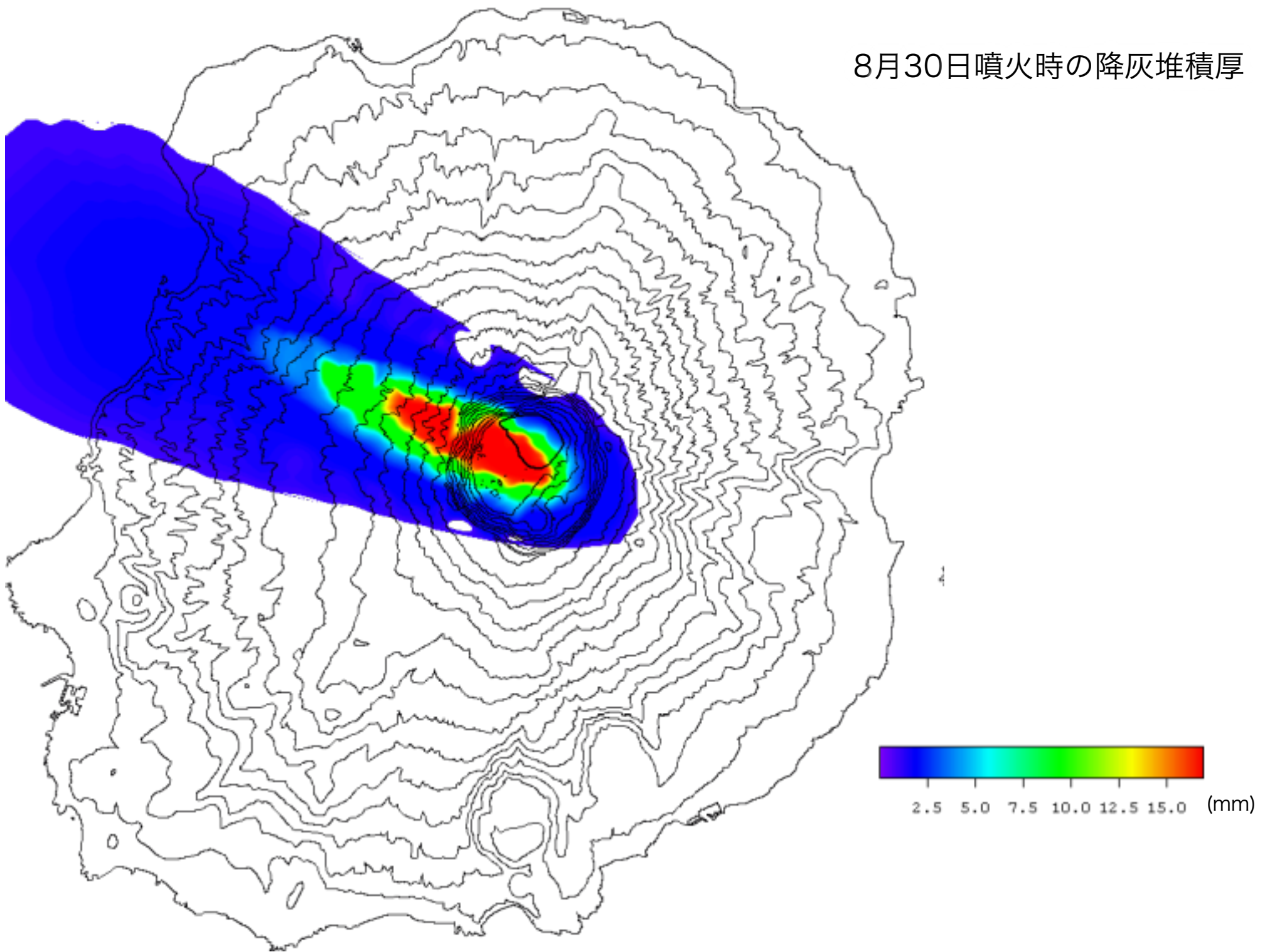
8月18日噴火時の降灰堆積厚



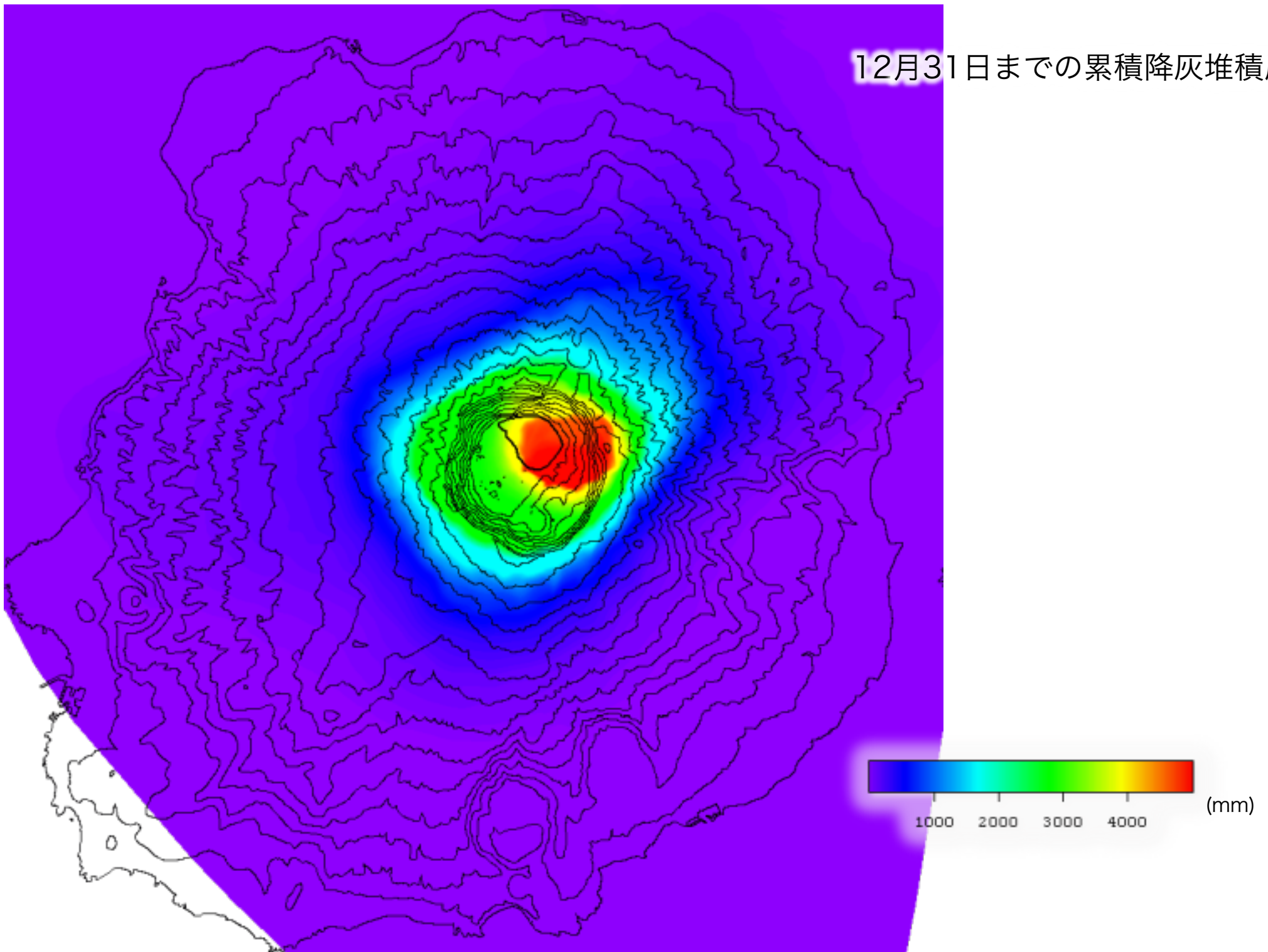
8月29日噴火時の降灰堆積厚



8月30日噴火時の降灰堆積厚



12月31日までの累積降灰堆積厚



目的

- 発生した泥流により島内の各地で被害が発生していることから、泥流の発生地域を把握することは重要
- そこで本研究では、以下の指標を用いて泥流発生地域の把握および、泥流による堆積域および侵食域の推定を行った

泥流発生地域の把握

泥流による堆積域および侵食域の推定



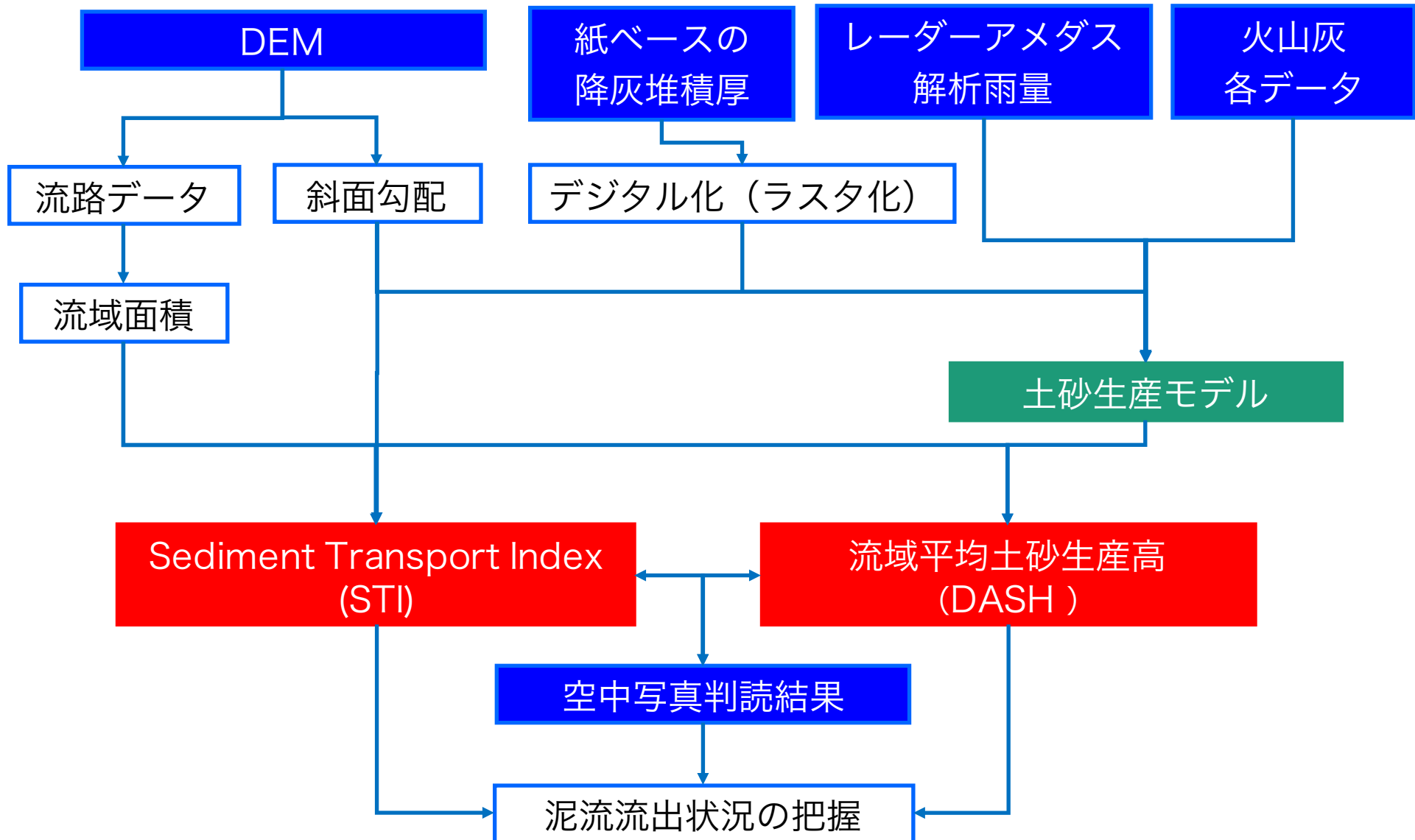
流域平均土砂生産高
(DASH)

Sediment Transport
Index (STI)

使用データ

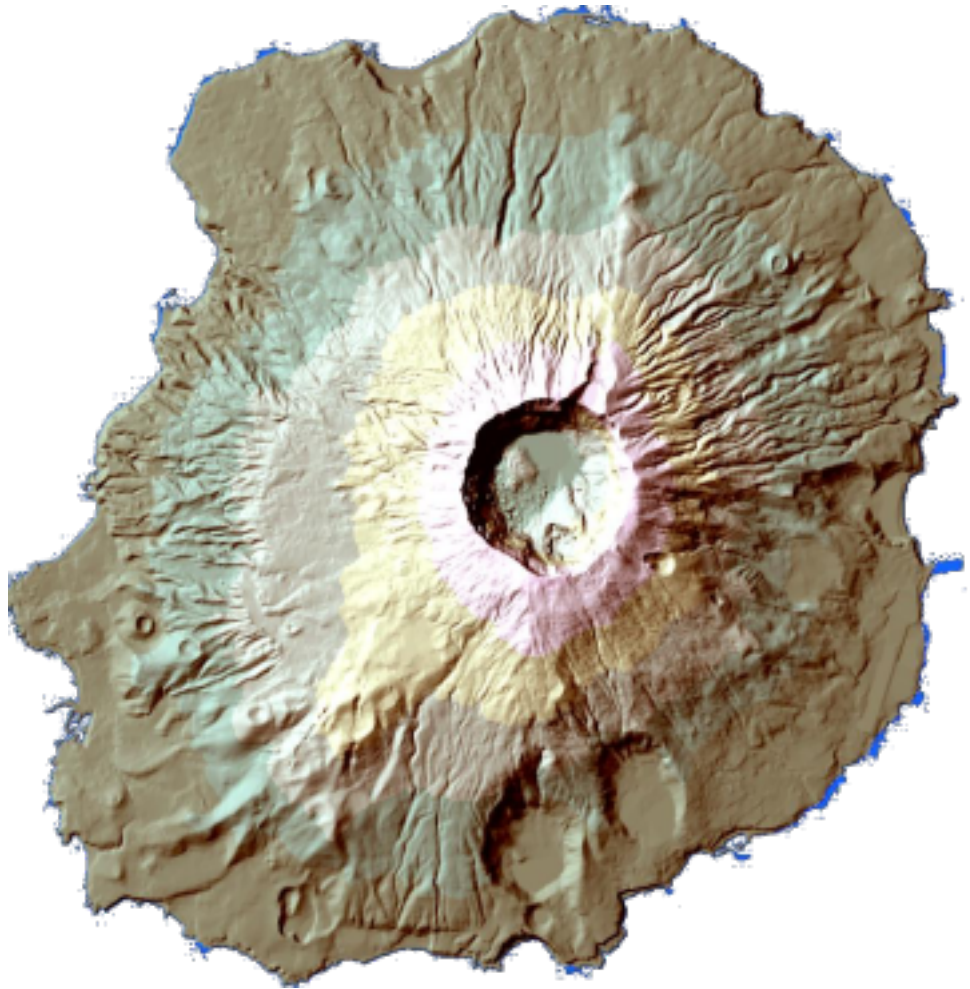
- 10mメッシュ数値標高モデル (DEM)
 - 国土地理院より入手
- レーダーアメダス解析雨量 (5kmメッシュ)
 - 2000年7月1日~12月31日・・・解析期間
- 三宅島2000年噴火における降灰堆積厚
 - 2000年7月8日, 7月14日, 8月10日, 8月18日, 8月29日, 8月30日
 - 三宅島2000年噴火降灰量調査報告書のアイソパックを元に作成
- 火山灰の各データ (透水係数・空隙率)
 - 透水係数1cm/秒, 空隙率50%で計算を行った.
- 堆積域および侵食域の空中写真判読結果
 - 2000年11月8日撮影の空中写真を使用 (中山・黒田 2002)

解析フロー

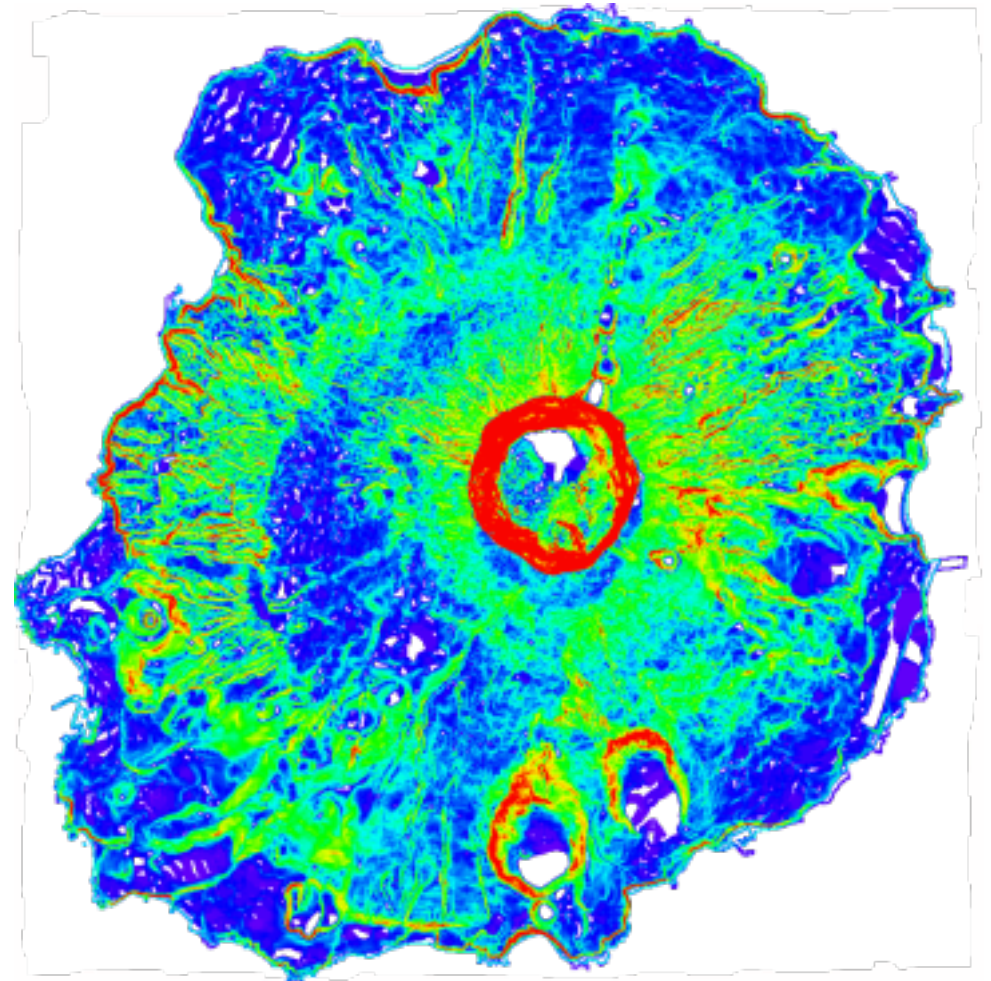


標高データから求めた斜面勾配

標高データ

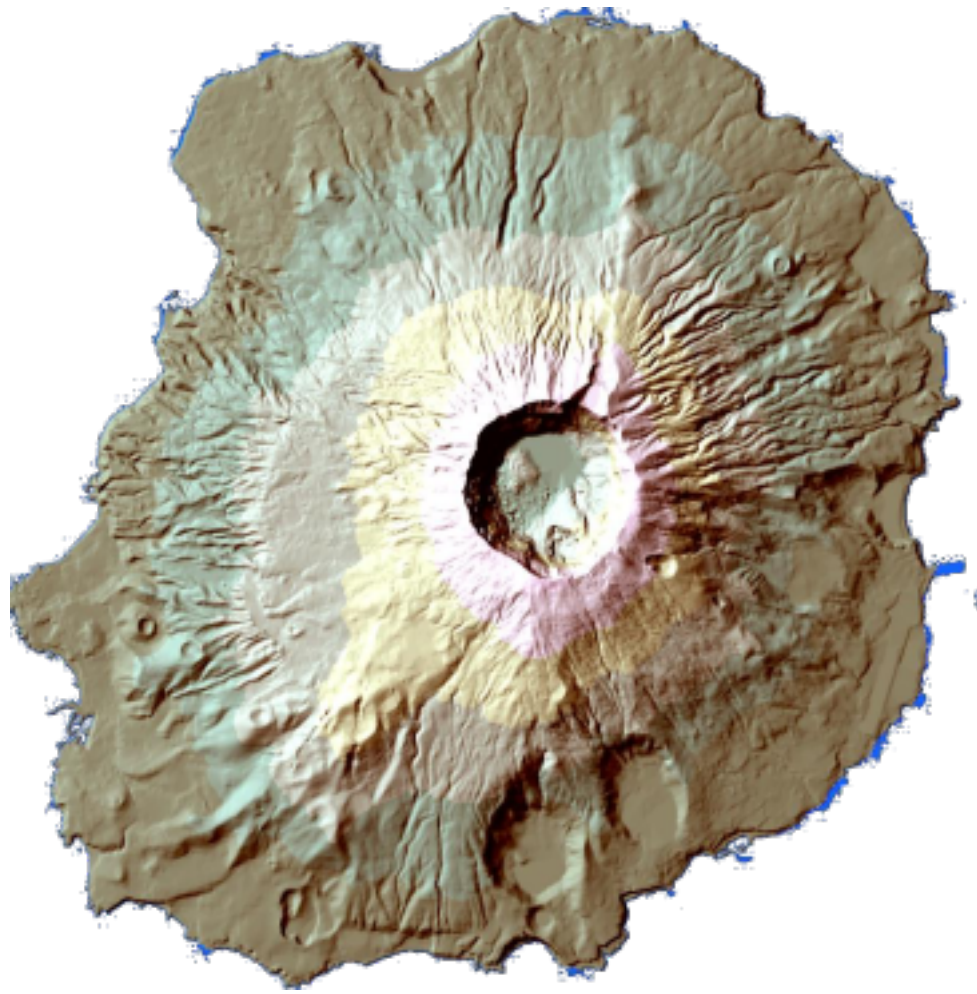


斜面勾配

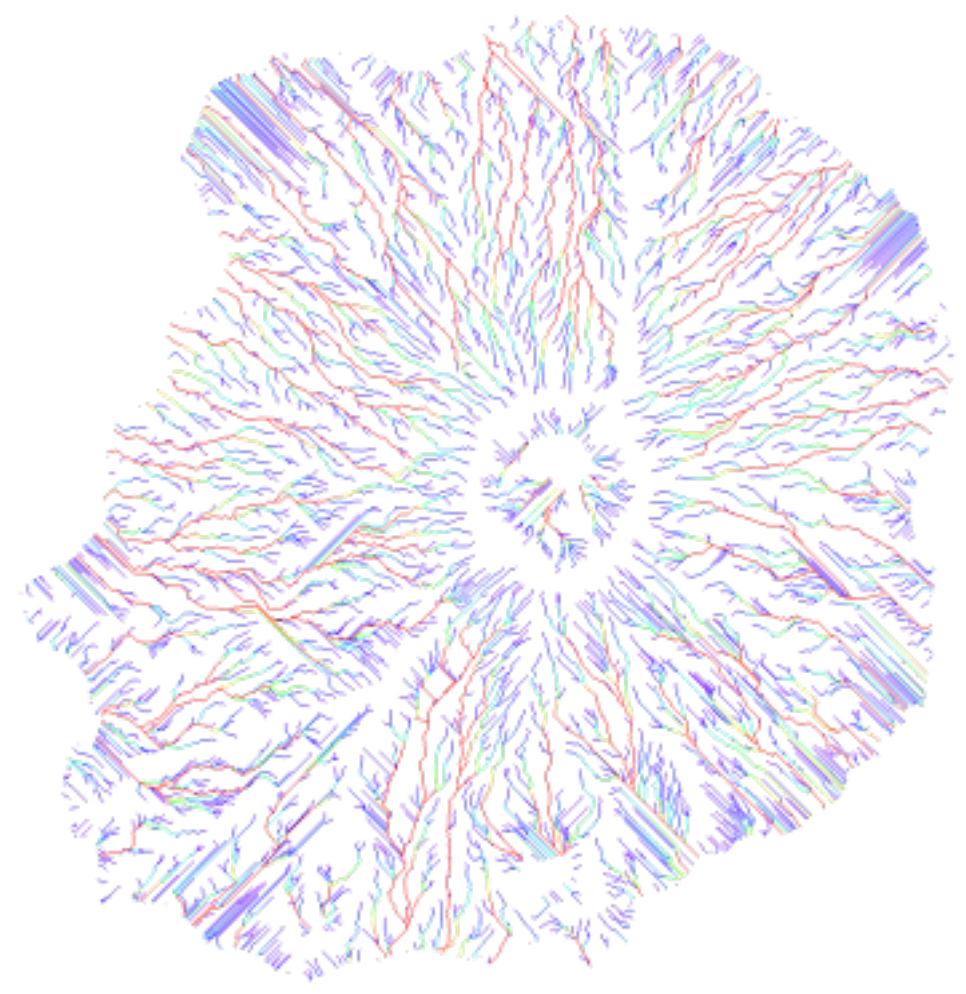


標高データから求めた流路網

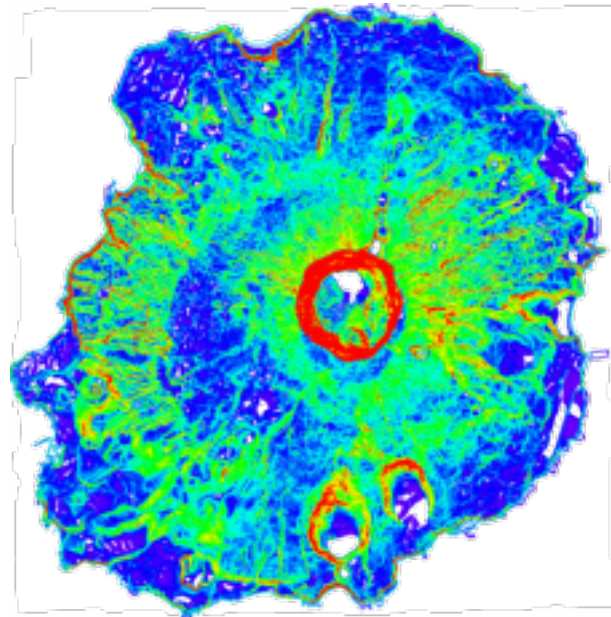
標高データ



流路網



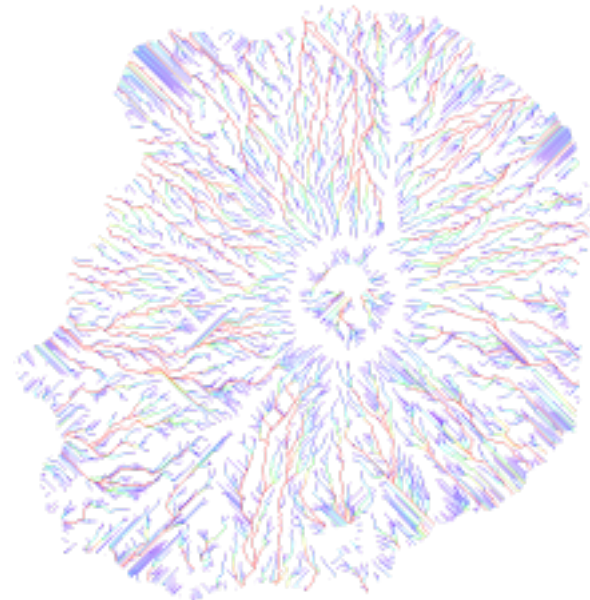
標高データから求めた斜面勾配と流路網



セル分布型
土砂生産モデル

STI

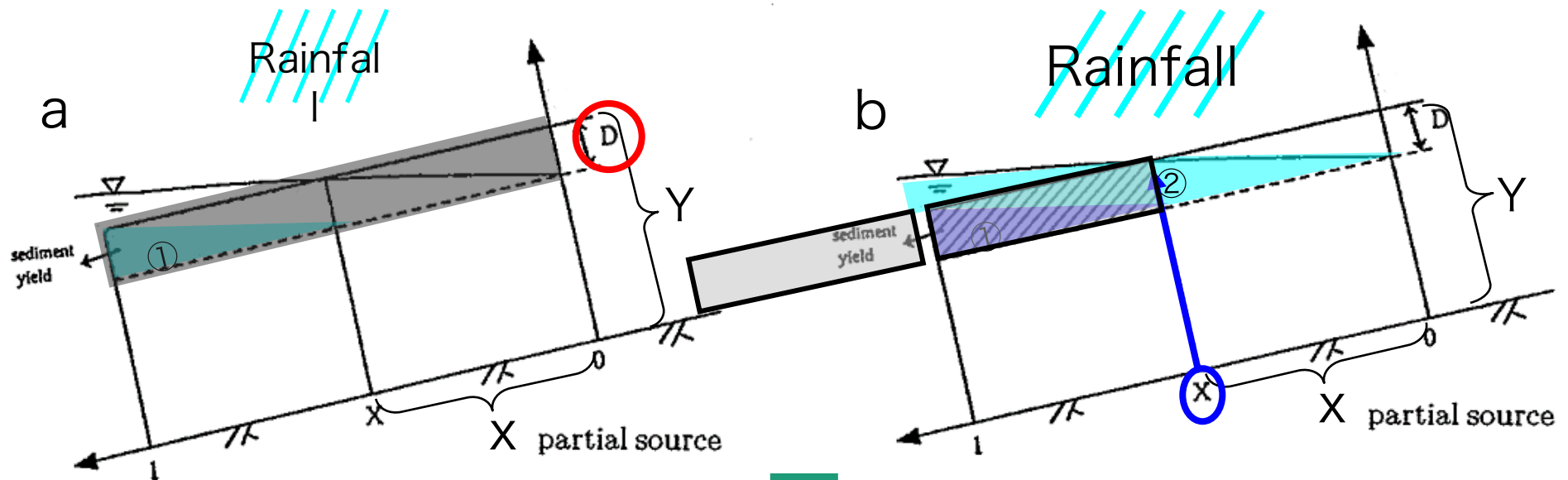
DASH



セル分布型土砂生産モデルの概念

堆積した火山灰から降雨により生産される土砂をセルごとに求める。

- 厚さ D の火山灰=透水層と仮定
- 降雨→火山灰層内に雨が浸透→飽和により表面流発生→土砂生産



TAKARA(1999)のFig.8を一部改変

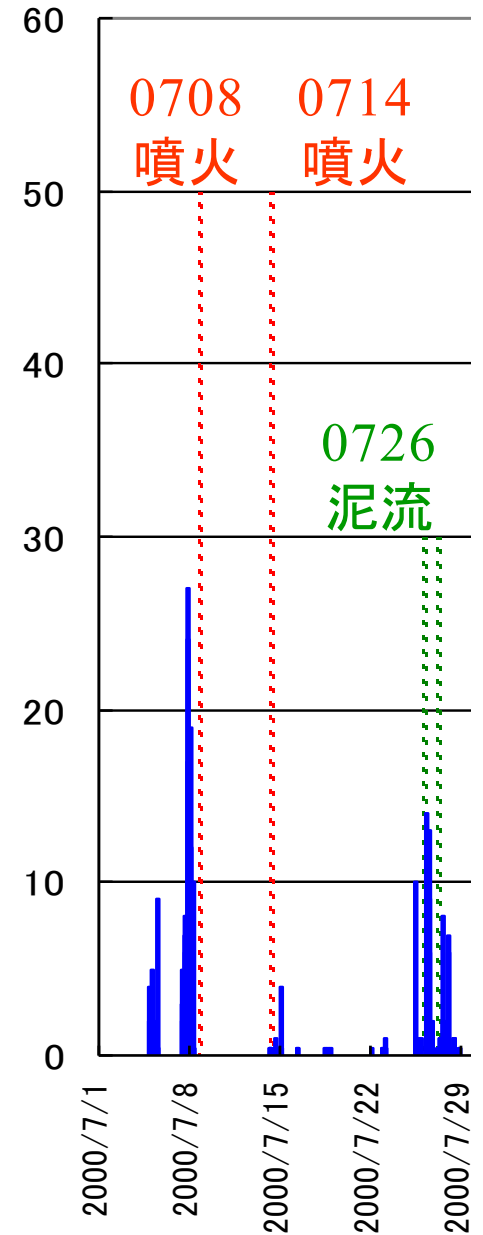
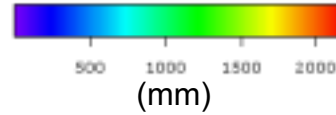
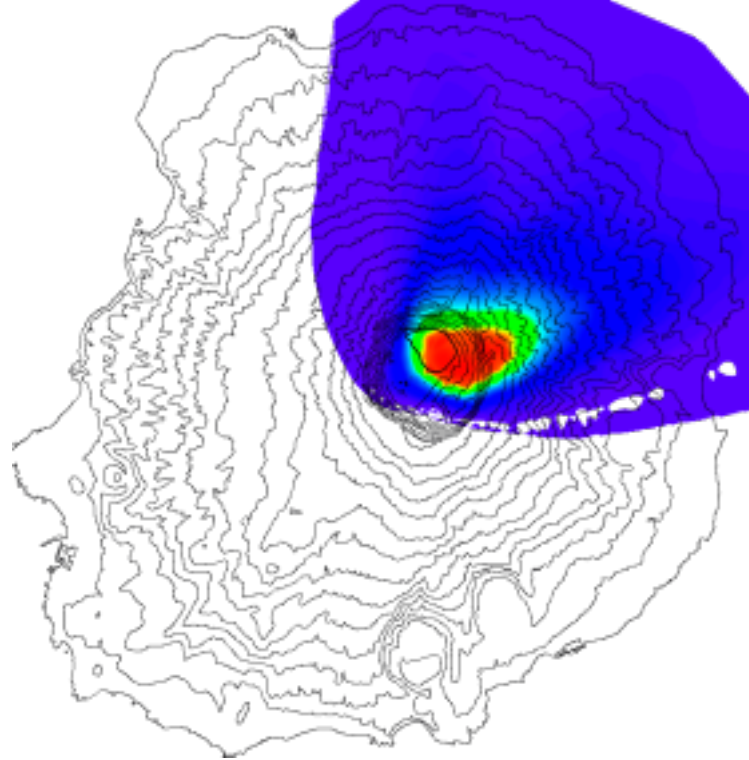
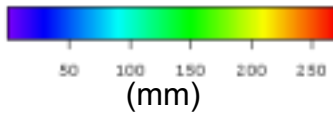
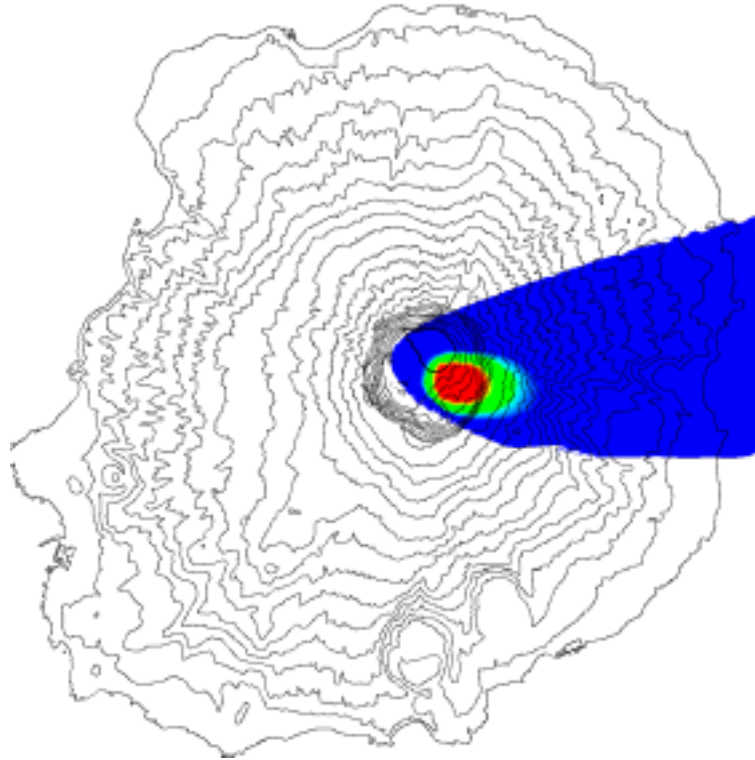
流域平均土砂生産高 (DASH) のインプットデータ

セル分布型土砂生産モデルの計算

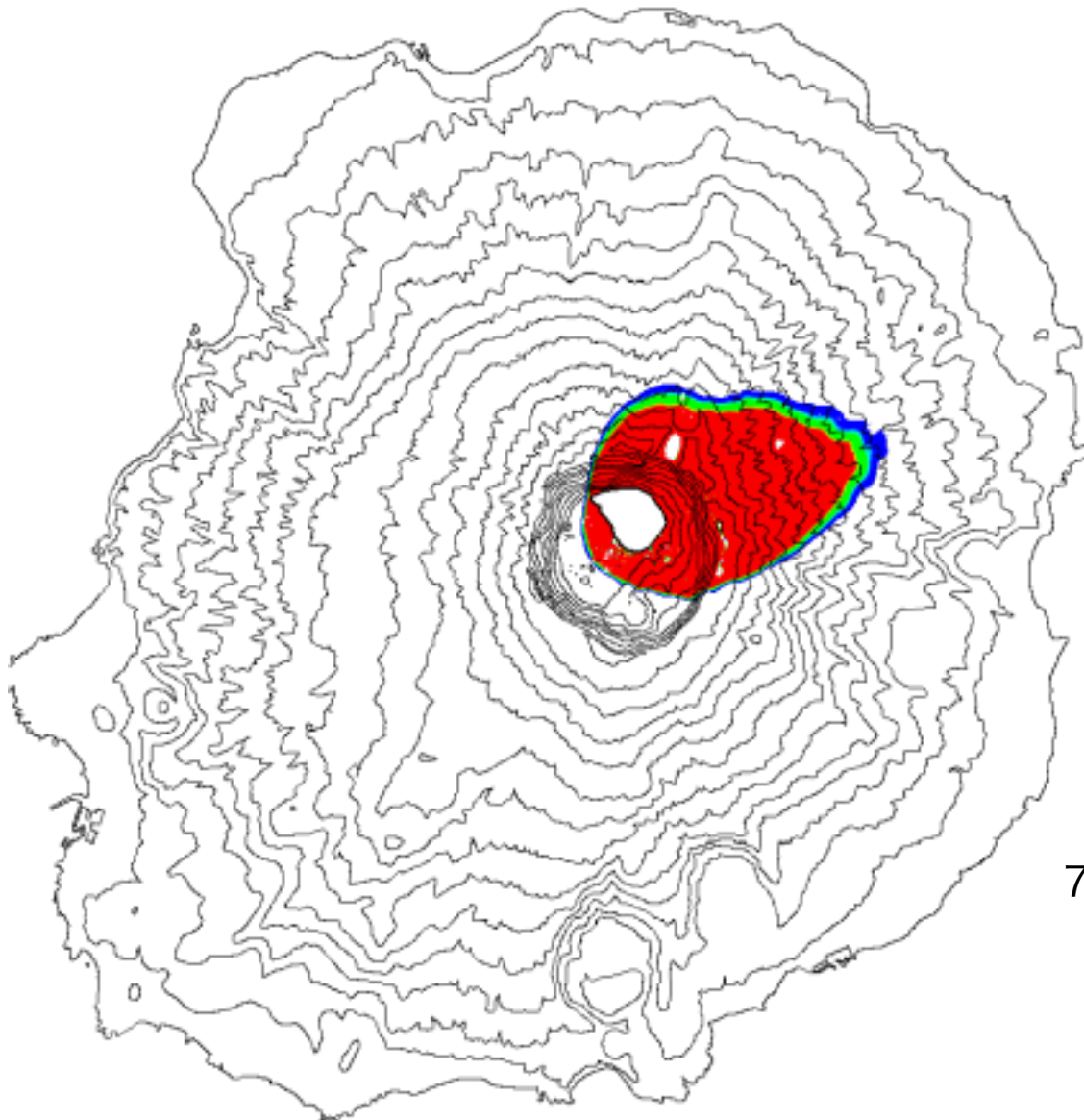
降水量 (mm)

7月8日噴火時の降灰堆積厚

7月14日噴火時の降灰堆積厚

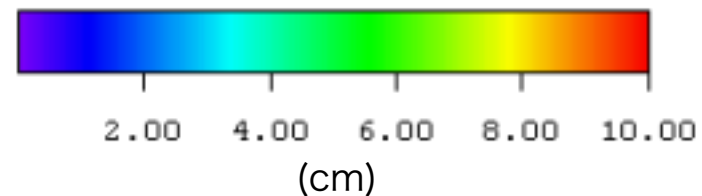


セル分布型土砂生産モデルによる土砂生産量

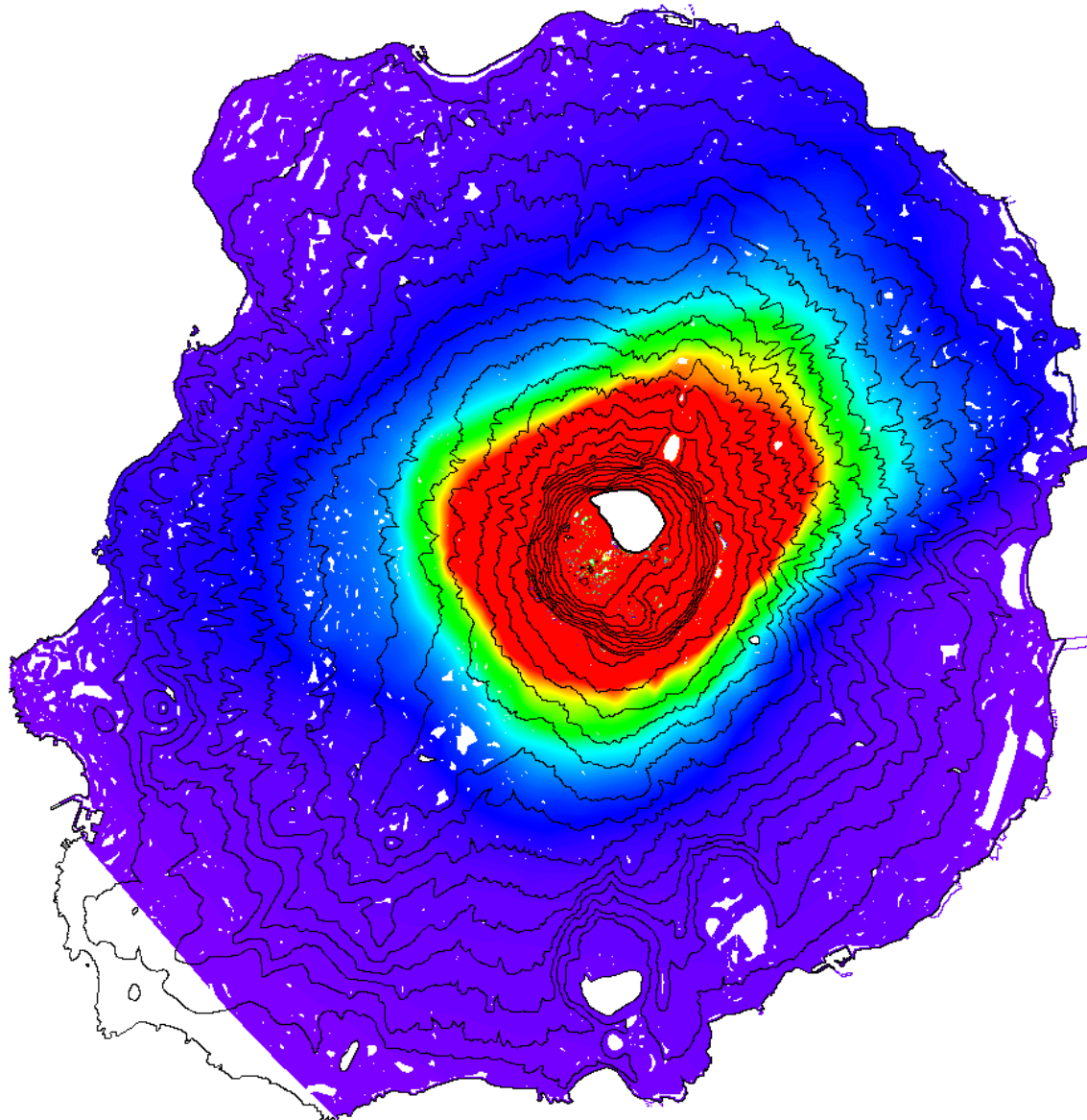


- 火山灰の分布に沿った土砂生産を示している
- 斜面下部の火山灰がこのイベント以前に流出してしまっている
- レーダーアメダス解析雨量の誤差と思われる値に敏感に反応

7月26日（第1回目の泥流イベント）の土砂生産量



セル分布型土砂生産モデルによる土砂生産量



- 火山灰の分布および堆積状況に沿った土砂生産を示している

→長期間の解析では、累計の土砂生産量となるため、降雨に対する敏感さが解消され、単日に比較して良い結果が得られた

12月31日までの累計土砂生産量



25

50

75

(cm)


流域平均土砂生産高 (DASH)

- **DASH** (Drainage-basin Average of Sediment-yield Height)

$$\text{DASH} = \frac{\text{任意の流域の総土砂生産量【土砂生産モデル】}}{\text{流域面積【DEM】}}$$

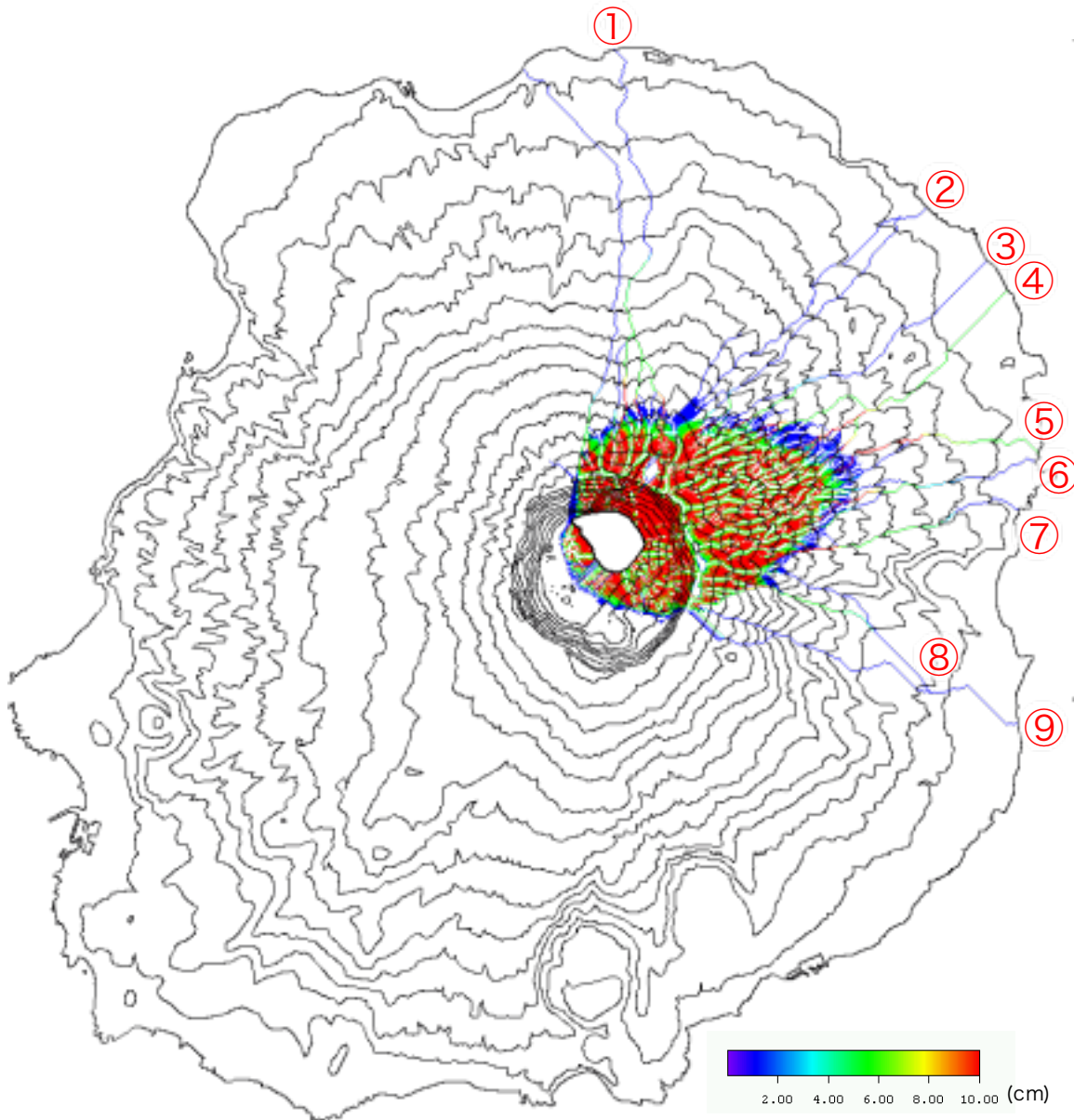
・・・単位面積あたりの土砂生産量を示す

- DASH大 ≫流域面積に比して土砂生産量が多い
- DASH小 ≫流域面積に比して土砂生産量が少ない



DASHが大ききな値（単位面積あたりの土砂生産量が多い）の流域では、その谷筋において泥流が発生しやすいと考えられる

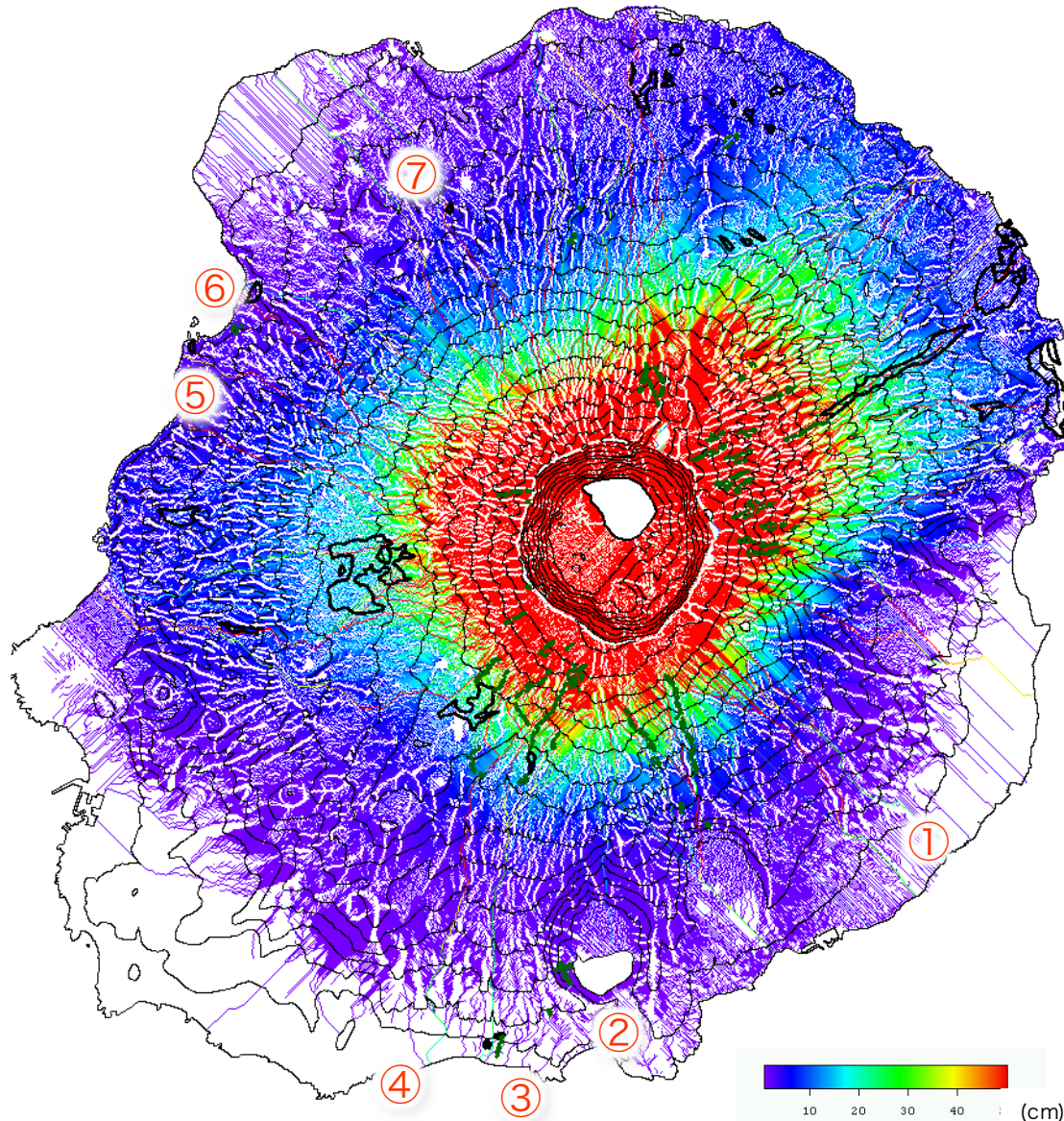
DASH (7月26日泥流イベント)



- 7月26日泥流イベント時のDASHについて、東京都三宅支庁土木課・アジア航測株式会社(2000)などを用いて各谷筋の目視判読を行った。
- 雄山上部の土砂生産域から、複数の谷筋で値の大きいセルが連続している。
 - この谷筋を含む流域では流域面積に比して土砂の生産高が大きいことを示す

イベント時に泥流発生が確認されている谷筋と、本数・流下方向ともほぼ一致した

DASH（12月31日までの累計） および 泥流による侵食域・堆積域



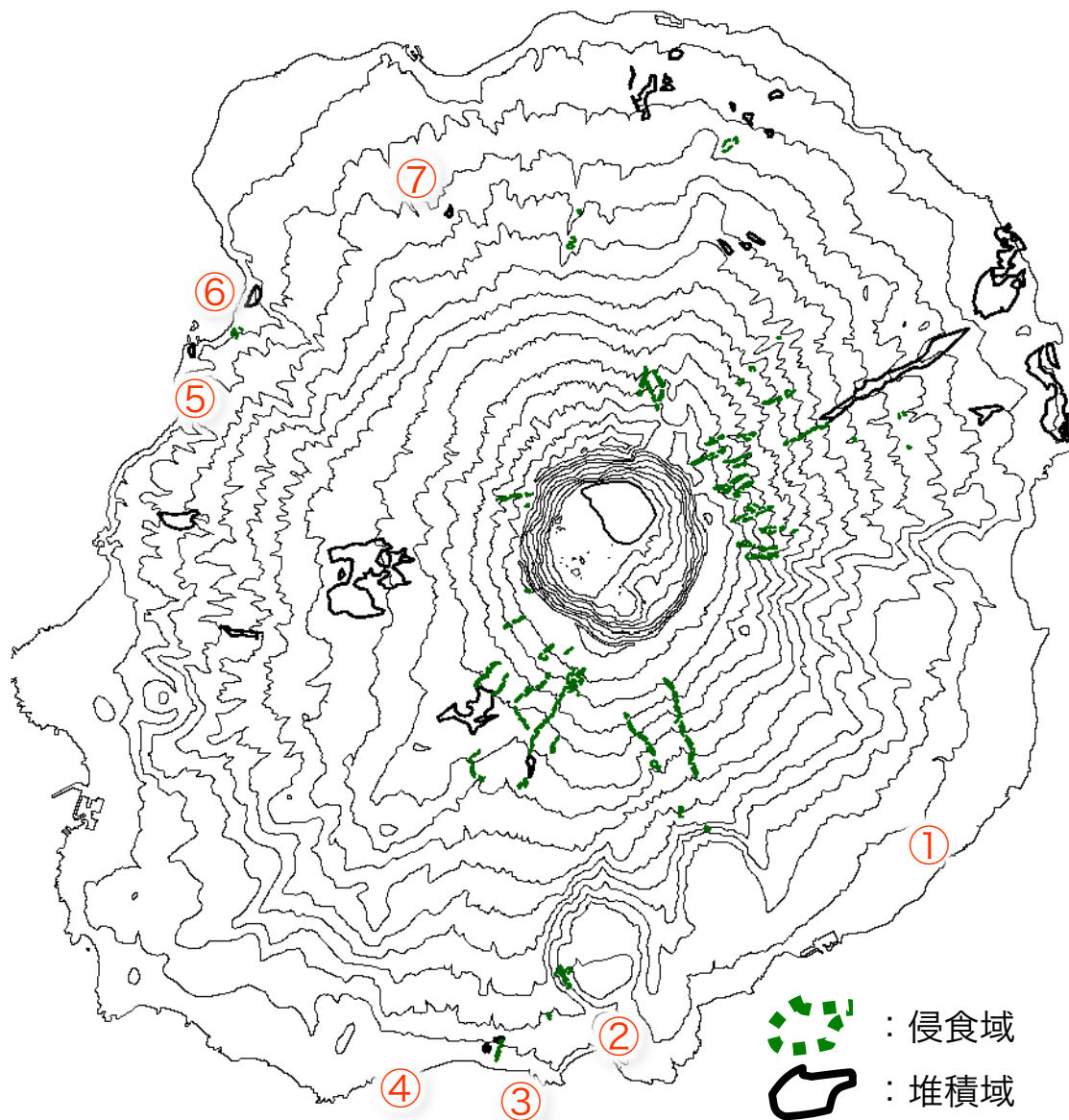
火山灰が全島に分布しているため、DASHも全島的に現れている。

7月26日のDASHで表された谷筋以外にも、島内の各地のDASHが大きな値を示す谷筋が見られる

①大長井地区、②芦穴沢、③立根、④角屋敷、⑤伊ヶ谷沢、⑥平山沢、⑦姉川砂防ダム

砂防・地すべり技術センター（2001）で報告されている、泥流発生の痕跡が確認されている谷筋がほぼ再現された。

DASH（12月31日までの累計） および 泥流による侵食域・堆積域



12月31日までの累計DASHについても、前スライドと同様に各谷筋の目視判読を行い、さらに、泥流による堆積域および侵食域を重ねることにより、泥流の発生した谷筋を推測した。

DASHはセル分布型で表すことにより、火山灰の分布および堆積状況に即した、泥流の流出分布を把握できる指標であると考えられる。

Sediment Transport Index (STI)

- DASH : ○どの谷筋で泥流が発生するか
×谷筋内の堆積域および侵食域の位置

STIを用いて堆積域および侵食域の位置の推定を行った

Sediment Transport Index (Burrough and McDonnell 1998)

$$STI = \left(\frac{A_s}{22.13} \right)^{0.6} \times \left(\frac{\sin \beta}{0.0896} \right)^{1.3} \quad A_s = \text{流域面積}, \beta = \text{傾斜角}$$

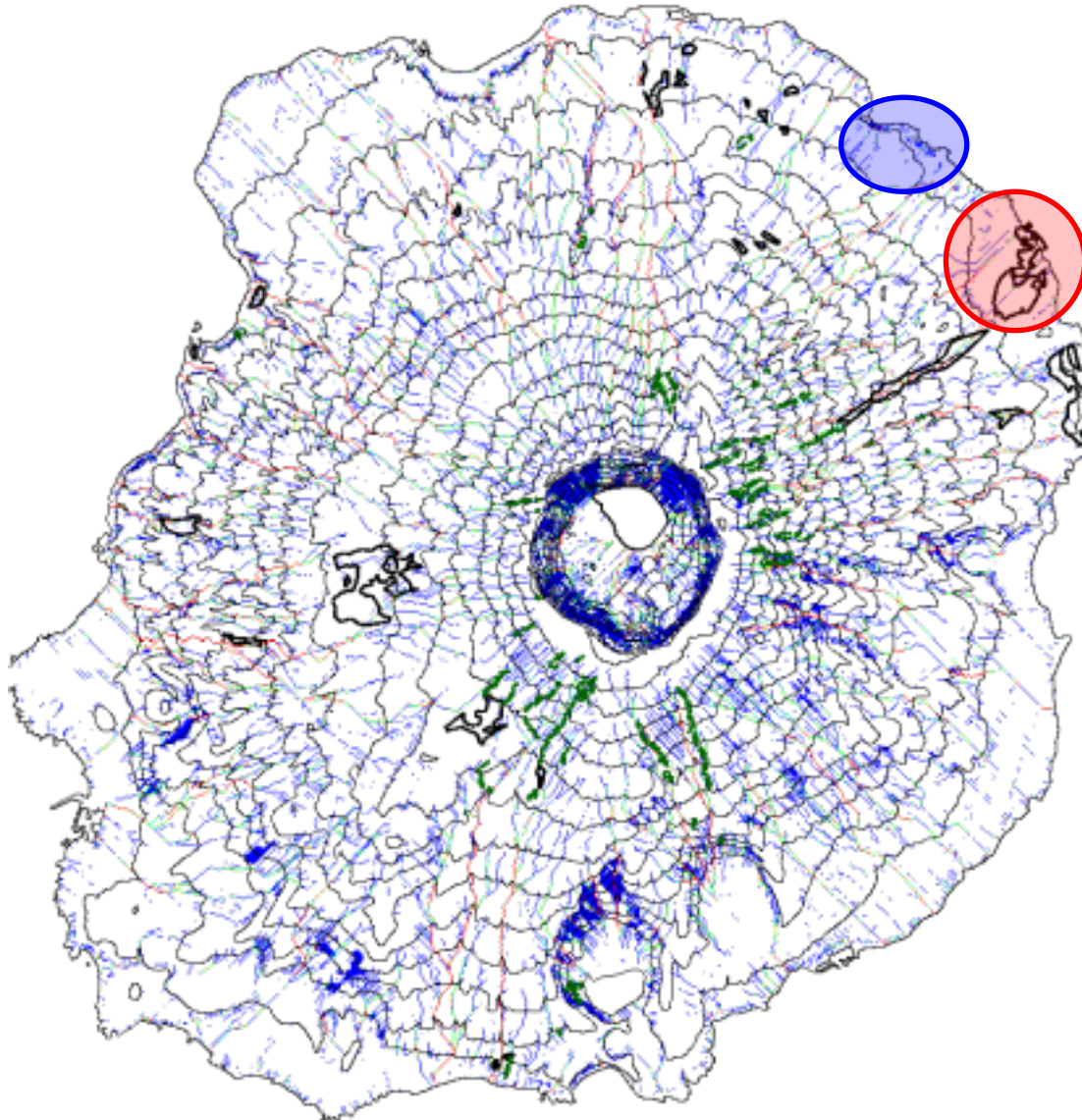
…各セルにおける土砂の輸送力のポテンシャルを示す。

- STI大 》土砂の輸送力が大
- STI小 》土砂の輸送力が小

STIが大きい値のセルでは土砂の輸送が行われやすく、小さい値のセルでは輸送が行われにくいと考えられる

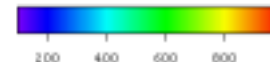
STIについて

STI \geq 100

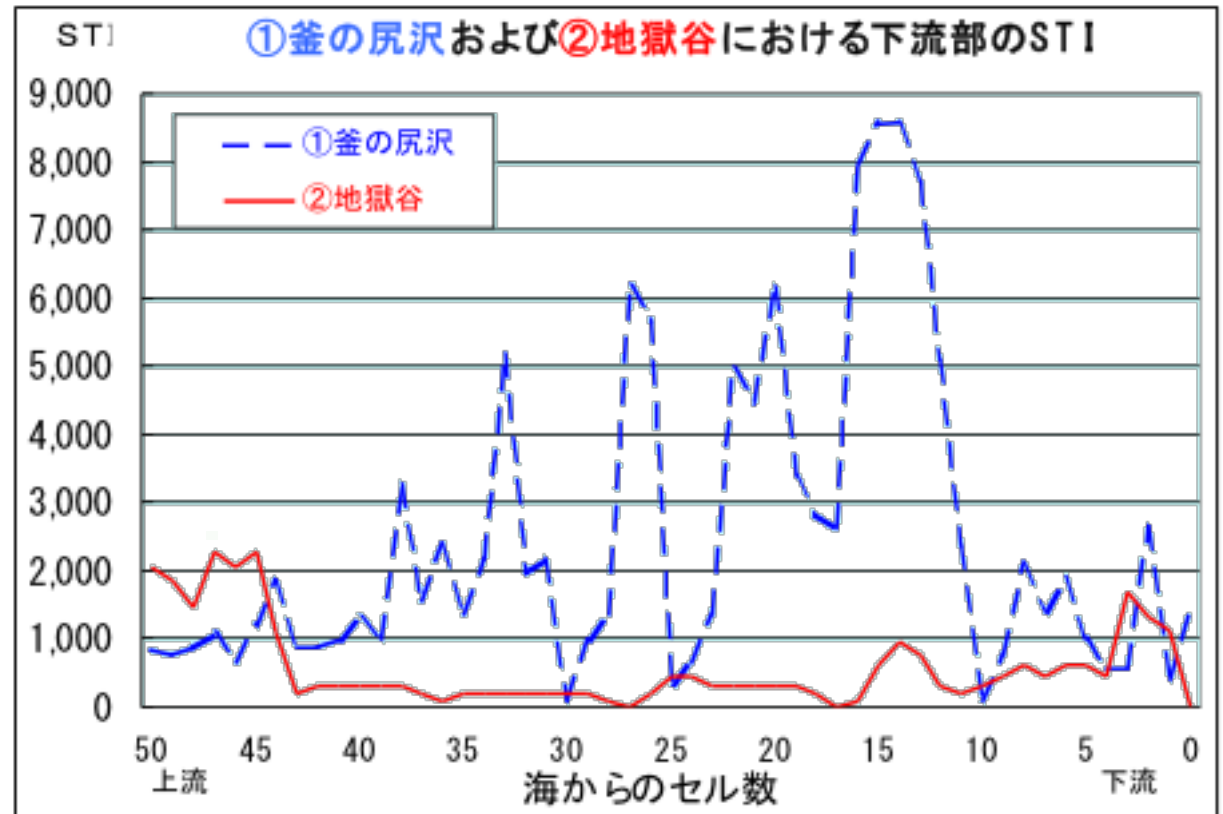
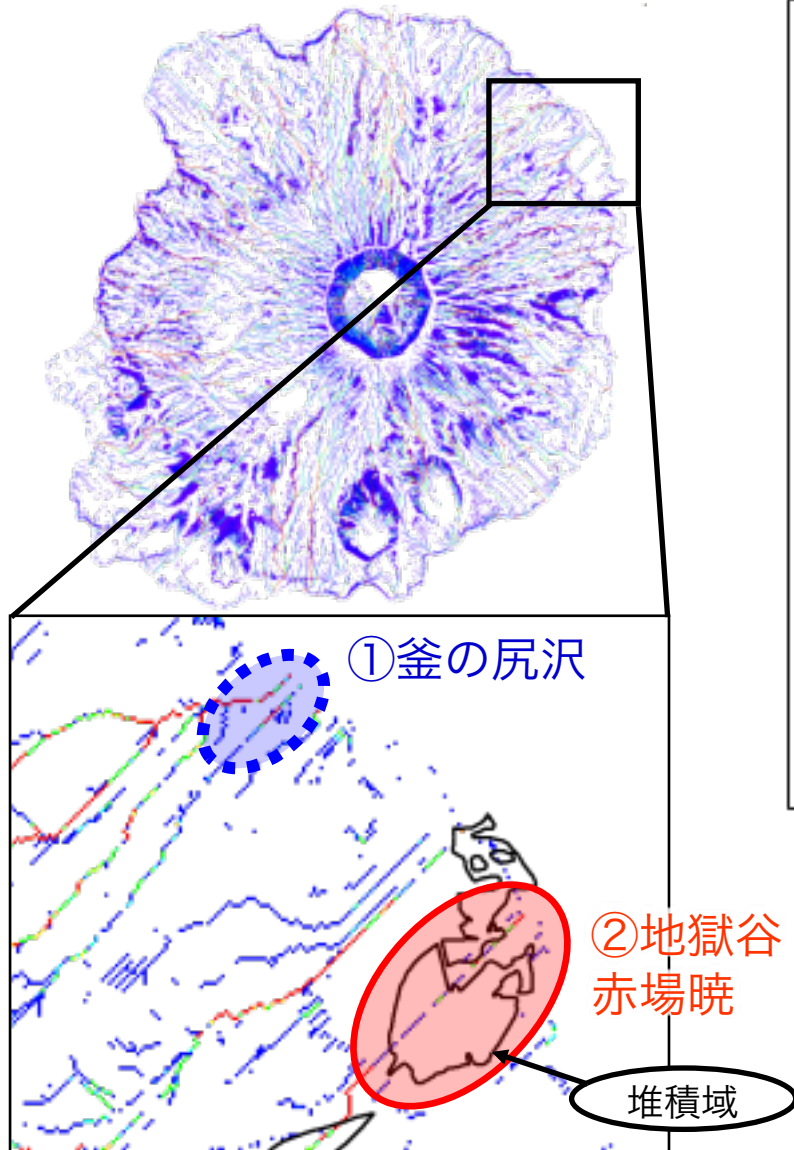


- 実際に泥流が発生した谷筋で値が大きく，特に谷筋中流部での値が大きい
 - 谷筋の上流部で土砂生産，中流部で運搬，下流部で堆積，という過程がうかがえる
- 泥流の発生している各谷筋の下流部で，堆積域の有無に相違が見られる
 - (赤丸：堆積域あり，青丸：堆積域なし)

 : 侵食域
 : 堆積域



STIを用いた泥流堆積域について



- ①釜の尻沢においては、STIの減少が少ないため堆積域は存在しない。泥流は海まで流下したと考えられる。
- ②地獄谷・赤場暁においては、STIが急減し、値の小さいセルが連続するため運搬力が低下し、堆積域が存在する。



地獄谷

土石流・泥流の発生により橋が崩落



赤場暁

土石流・泥流が堆積



結論

- 土砂生産モデルは，長期間の解析では，累計の土砂生産量となるため，降雨に対する敏感さが解消され，単日に比較して良い結果が得られた。
- 分布型で表示したDASHからは，泥流の流出の確認された谷筋だけでなく，痕跡のみが確認された谷筋での泥流流出も再現できた。
 - DASHは降下火山灰の分布および堆積状況に対応した，泥流流出を示す。
- 分布型で求めたSTIを用いることにより，堆積域の存在の有無の理由が確認できた。
 - STIは泥流の流出による堆積域の位置の推定に用いることができる。

今後にむけて

- 土砂生産モデルのアルゴリズム改良
 - 物理素過程を組み込んだ泥流シミュレーションモデルの開発
- 噴火前後の詳細な地形データの入手
 - 噴火後の航空レーザー測量の実施
- 火山灰の物理特性の把握
 - 浸透係数, 空隙率など
- 降灰シナリオの策定
 - 既往噴火の詳細な調査・データベース化