

InSAR 解析でみた諏訪之瀬島の火山活動に伴う地殻変動

Ground deformation of Suwanose-jima volcano

inferred from InSAR

及川 純, 青木 陽介(東大・地震研)

Jun Oikawa, Yosuke Aoki [ERI, Univ. of Tokyo]

諏訪之瀬島は、鹿児島市の南南西約 240km にある、東西 5.5km, 南北 7.5km の楕円形の火山島である。19 世紀以降の噴火記録が残っているが、最近では 1957 年から噴火活動が頻発し始め、現在までほぼ連続的に噴火を繰り返している。国内で最も火山活動が活発な火山の 1 つである。現在の噴火口は、島の東側に広がる馬蹄形カルデラ内にあり、カルデラ壁から見下ろせる位置にある。山頂爆発の発生機構としては、広帯域地震観測から、火口直下のゆっくりした増圧の後に減圧を伴って発生していることが示されている(井口・他, 2004)。また、山頂火口近傍における傾斜観測からは、やはり、火口直下における噴火直前の圧力変動過程が捉えられている(西村・他, 2010 年日本地球惑星科学連合大会)。しかしながら、観測点維持の困難さ等から全島的な地殻変動観測が行われておらず、山頂活動の源であるマグマの上昇過程、マグマ蓄積過程は全く不明である。火山学としては、50 年以上も活発な火山活動を続けている諏訪之瀬島のマグマ供給系を明らかにすることは、火山噴火過程の研究において最も重要なテーマの 1 つである。そこで、本研究では、諏訪之瀬島直下のマグマ上昇過程を明らかにする目的で地殻変動を捉えるため、ALOS/PALSAR データを用いた干渉 SAR 解析を行った。

図1は、京都大学防災研究所火山活動研究センターによってまとめられた爆発(上)、火山性微動(下)の発生頻度である。ALOS/PALSAR データが取得されたのは 2006 年-2011 年であるが、火山活動としては、2002-2003 年の活動と比較するとやや弱いものの、やはり火山活動は活発であったことがわかる。2006 年-2008 年のデータを用いた時系列解析では、全体的に見て、ほぼ 1cm 程度の精度で系統的な変動は見られなかった(及川・他, 2009 年日本地球惑星科学連合大会)。今回は、ALOS/PALSAR が撮った諏訪之瀬島の最後のデータ(2011 年 3 月 22 日)を含めた 2010 年後半から 2011 年のデータ解析を行なった。図2は、2010 年 11 月 4 日と 2011 年 3 月 22 日のデータを干渉解析したもので、図左が干渉画像、図右は解析の正否を表すコヒーレンスである。コヒーレンスは黄色がよく干渉して

いることを表す部分で、ほぼ全島でよい干渉が得られていることがわかる。山頂部分に干渉性が悪い部分があるが、これは、噴火が頻発しているためと考えられる。干渉画像からは、何かイベントを表すような系統的な地殻変動は見られない。他のペアによるデータの解析でも、同様の結果が得られている。また、諏訪之瀬島に配置されている GPS 観測点の基線長解析からも、長期変動は捉えられていない(図3, 太田・他, 2011)。これらの結果より、現在の諏訪之瀬島では、山頂の噴火活動を支えるマグマは、地殻変動を伴わず定期的に供給されていると考えられる。

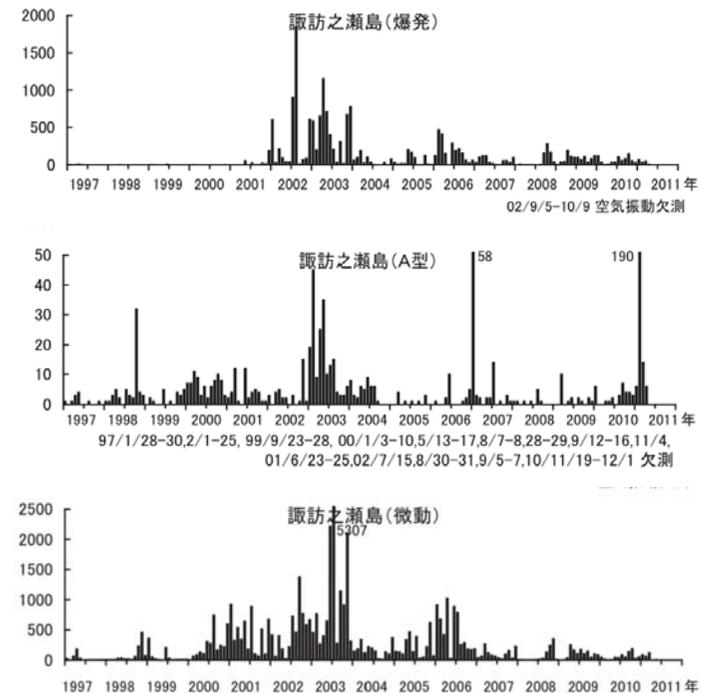


図1. 京都大学防災研究所によってまとめられた諏訪之瀬島における火山活動。上から爆発、火山性地震、火山性微動の日別頻度を表す。

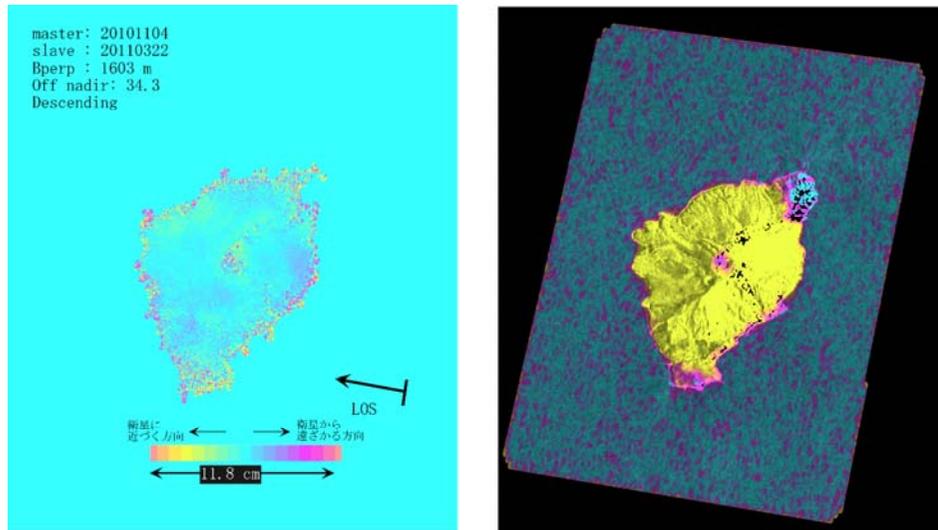


図2. 2010年11月4日と2011年3月22日のデータを干渉解析した結果. 図左が干渉画像, 図右はコヒーレンス.

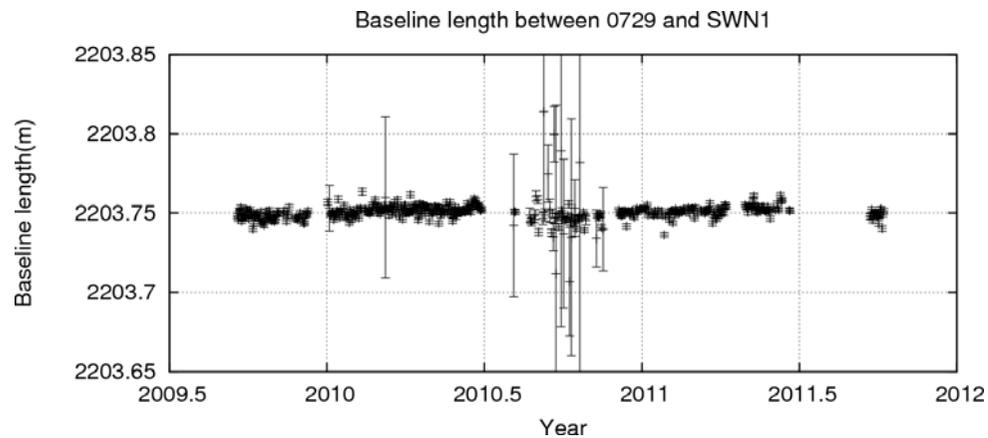


図3. 諏訪之瀬島の南側山腹及び麓にあるGPS観測点間の距離の時間変化. 縦棒は誤差. 有意な変動は見られない. (太田・他, 2011)

InSAR解析でみた諏訪之瀬島の火山活動に伴う地殻変動

及川純¹・青木陽介¹・古屋正人²・井口正人³・綿田辰吾¹

¹：東京大, ²：北海道大, ³：京都大

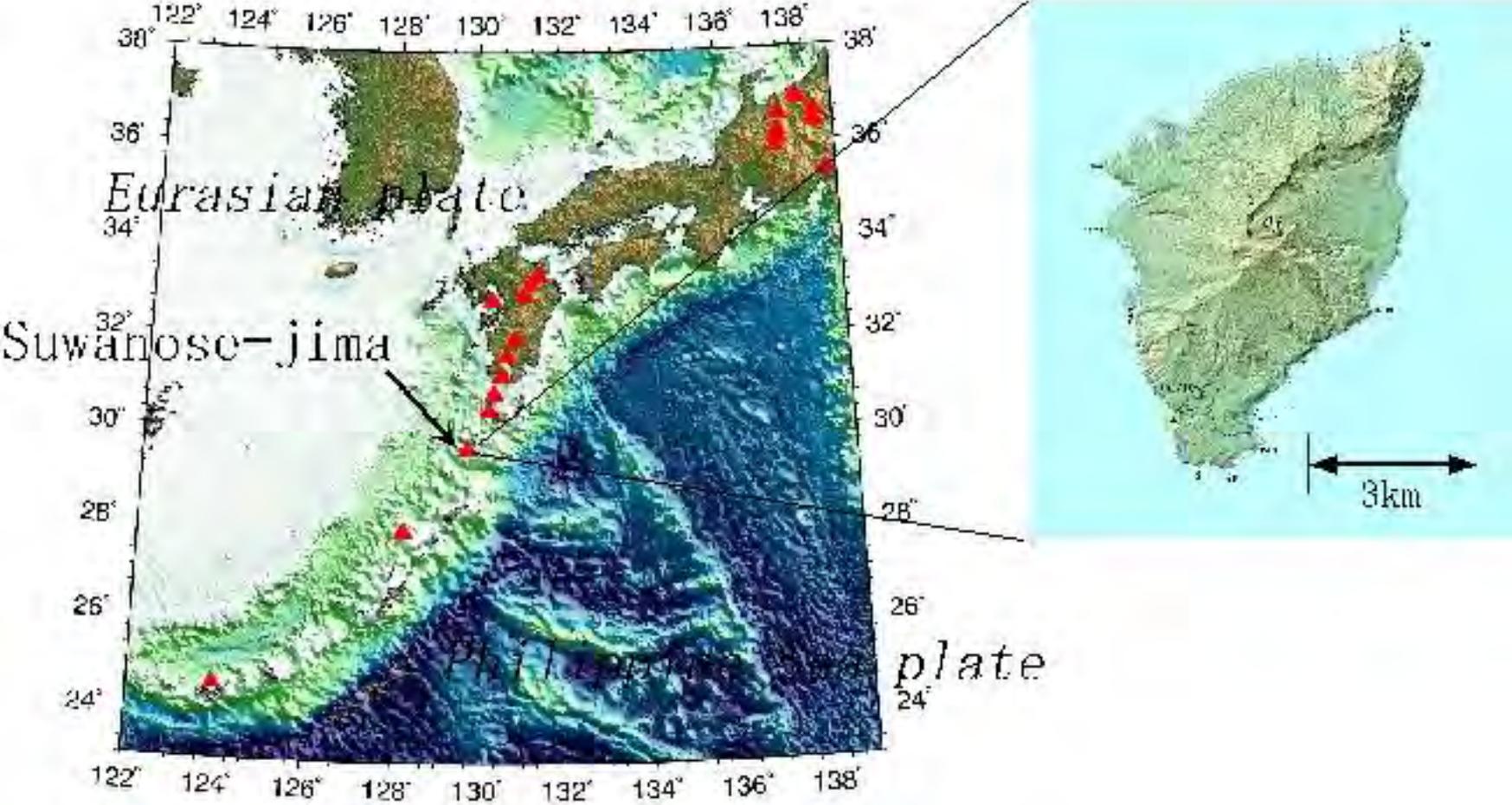
Ground deformation of Suwanose-jima volcano inferred from InSAR

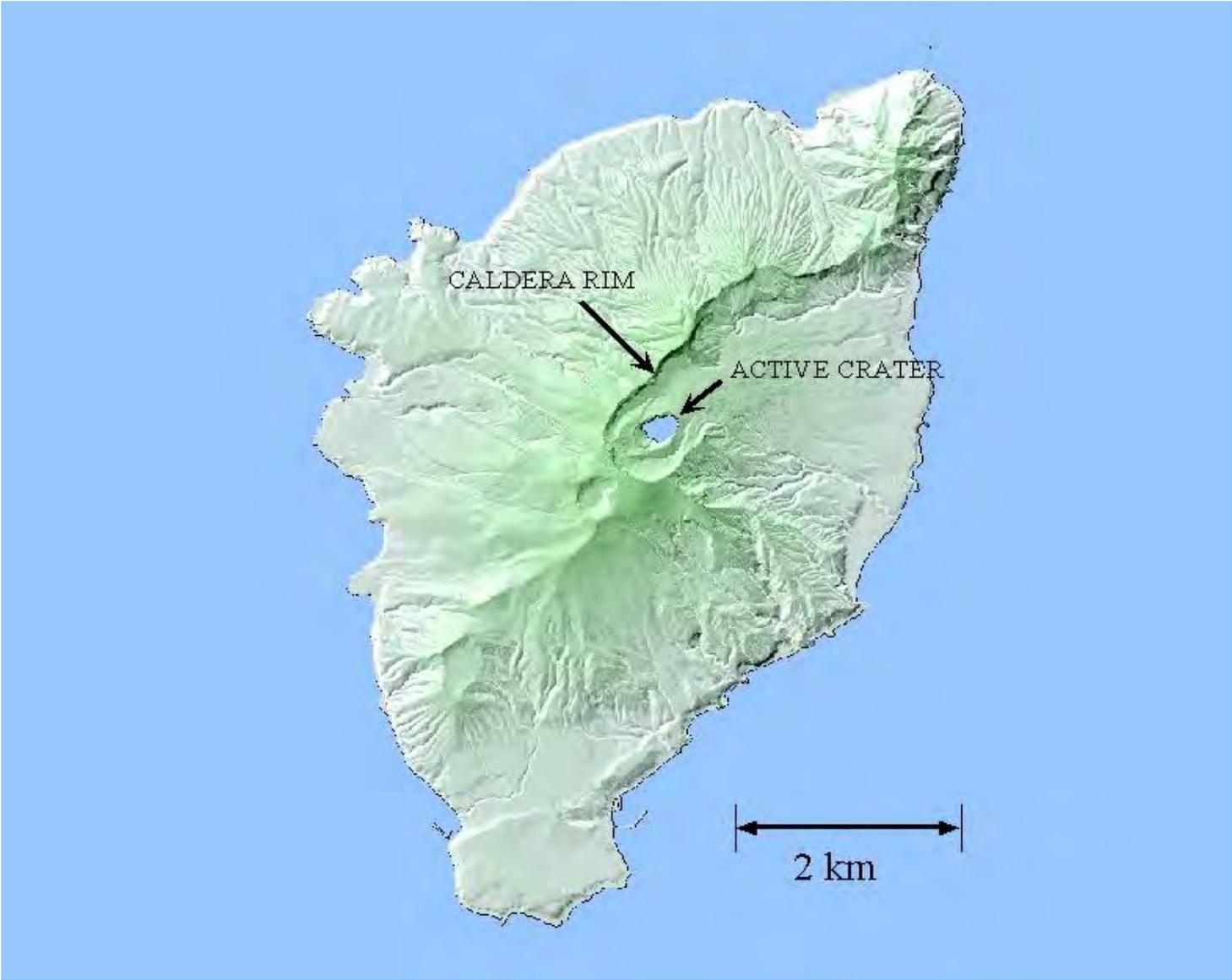
Jun Oikawa¹, Yosuke Aoki¹, Masato Furuya², Masato Iguchi³

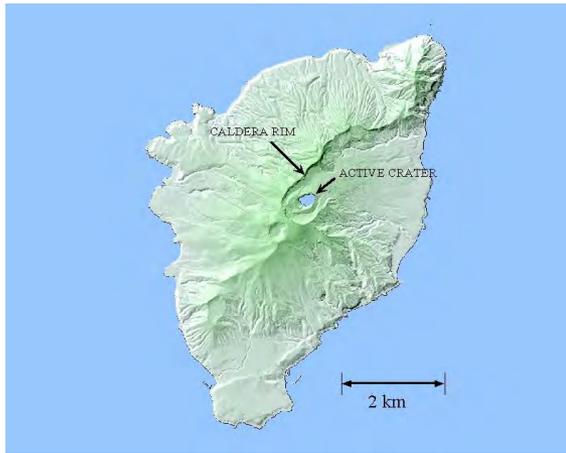
Shingo Watada¹

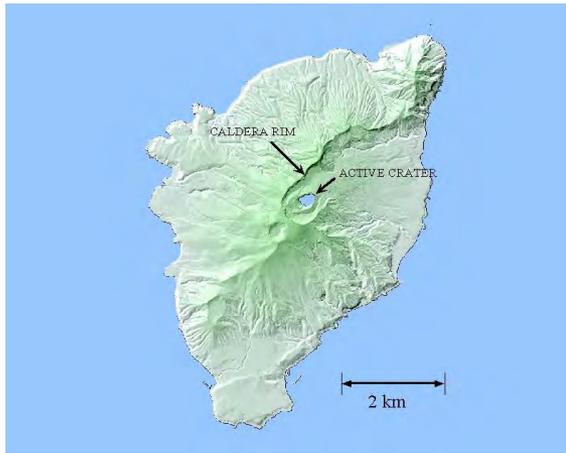
¹ : Univ. of Tokyo, ² : Hokkaido Univ., ³ : Kyoto Univ.

Suwanose-jima Volcano



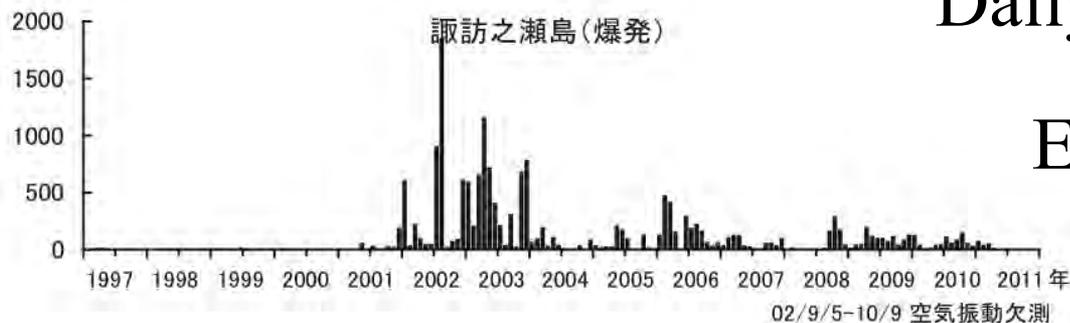




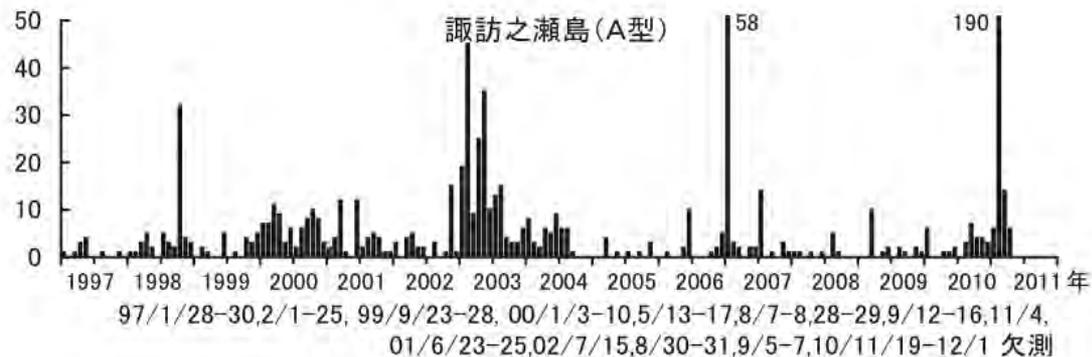


Volcanic Activity at Suwanose-jima (1997~2011)

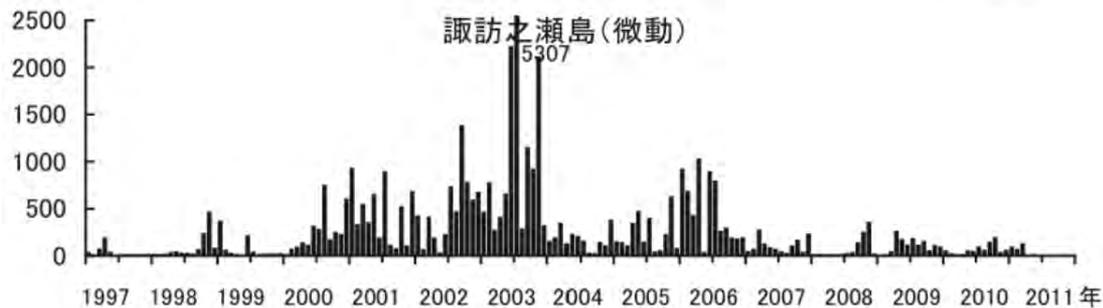
Daily number of
Explosion Earthquake



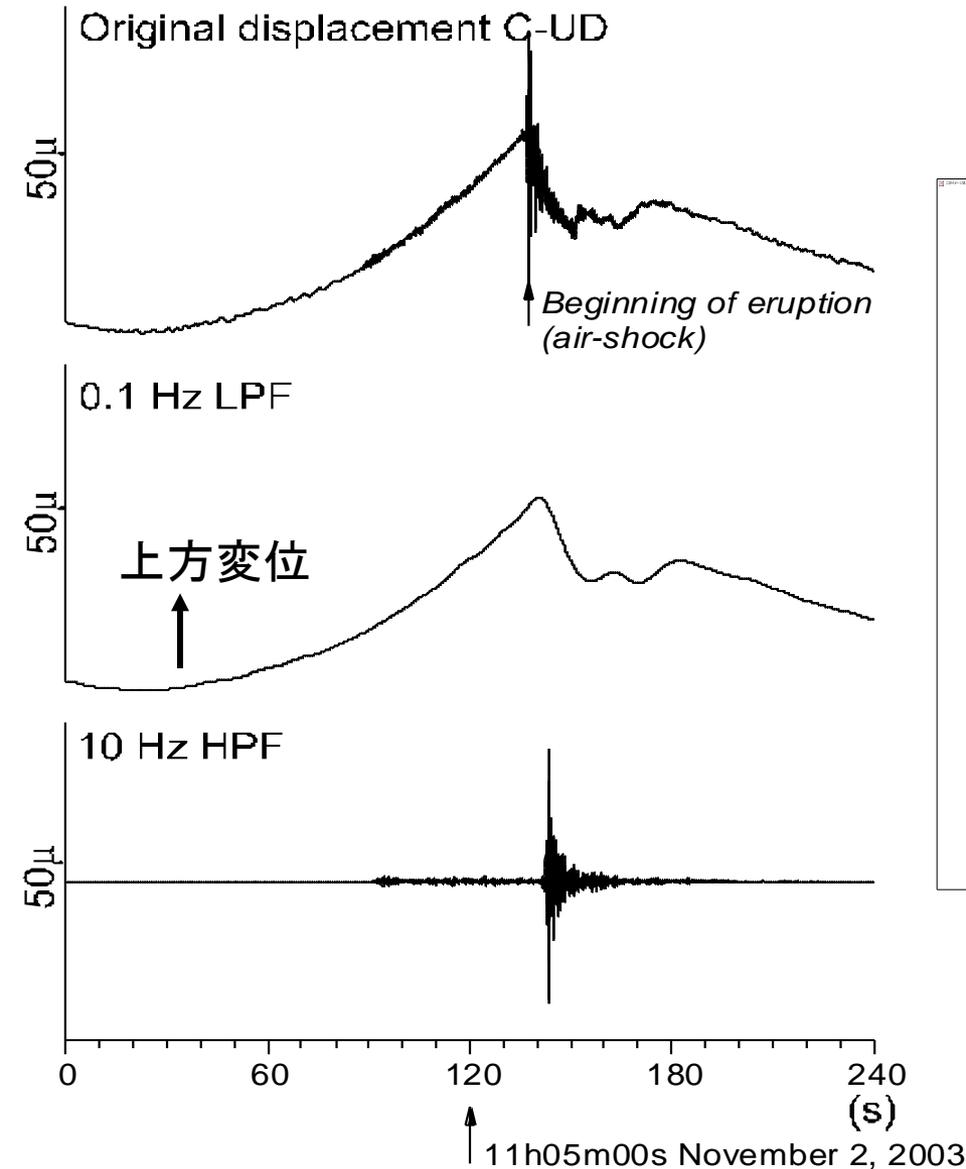
VT Earthquake



Volcanic Tremor



諏訪之瀬島における膨張—収縮過程

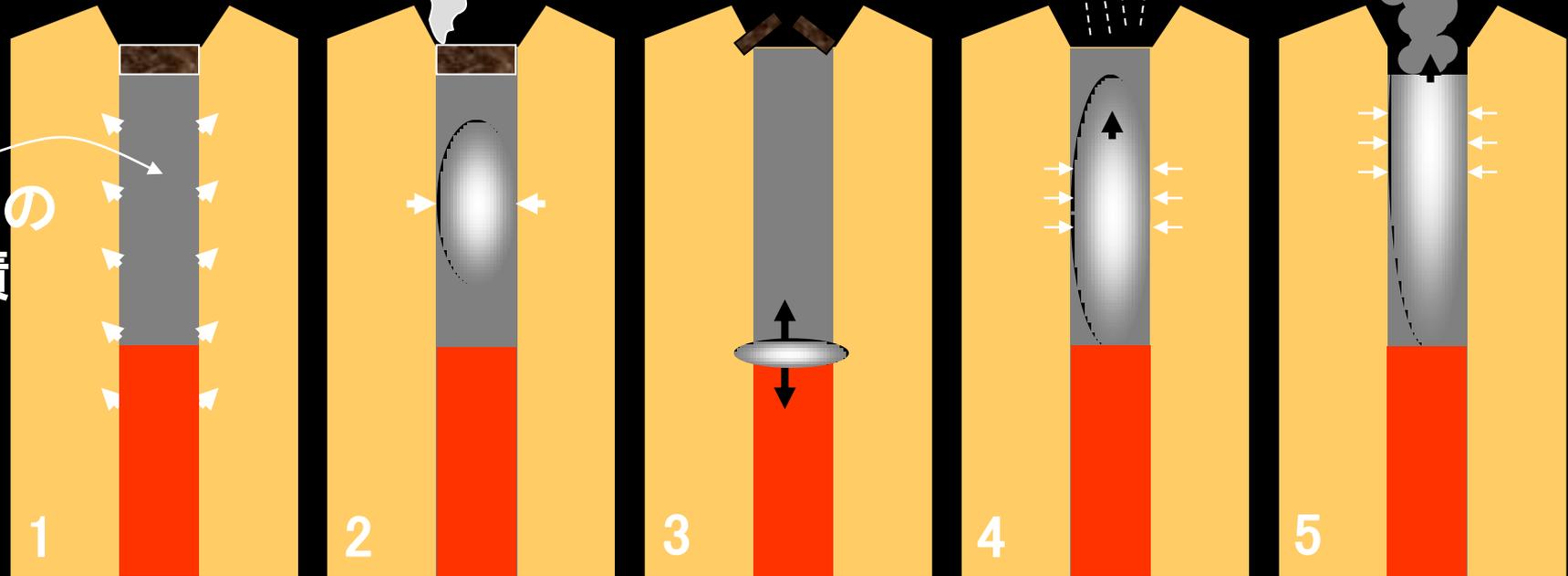


井口・他, 2005
為栗・他, 2007

諏訪之瀬島 噴火の力学過程

弱いガス漏れ

ガスの蓄積



PD 150m
等方収縮

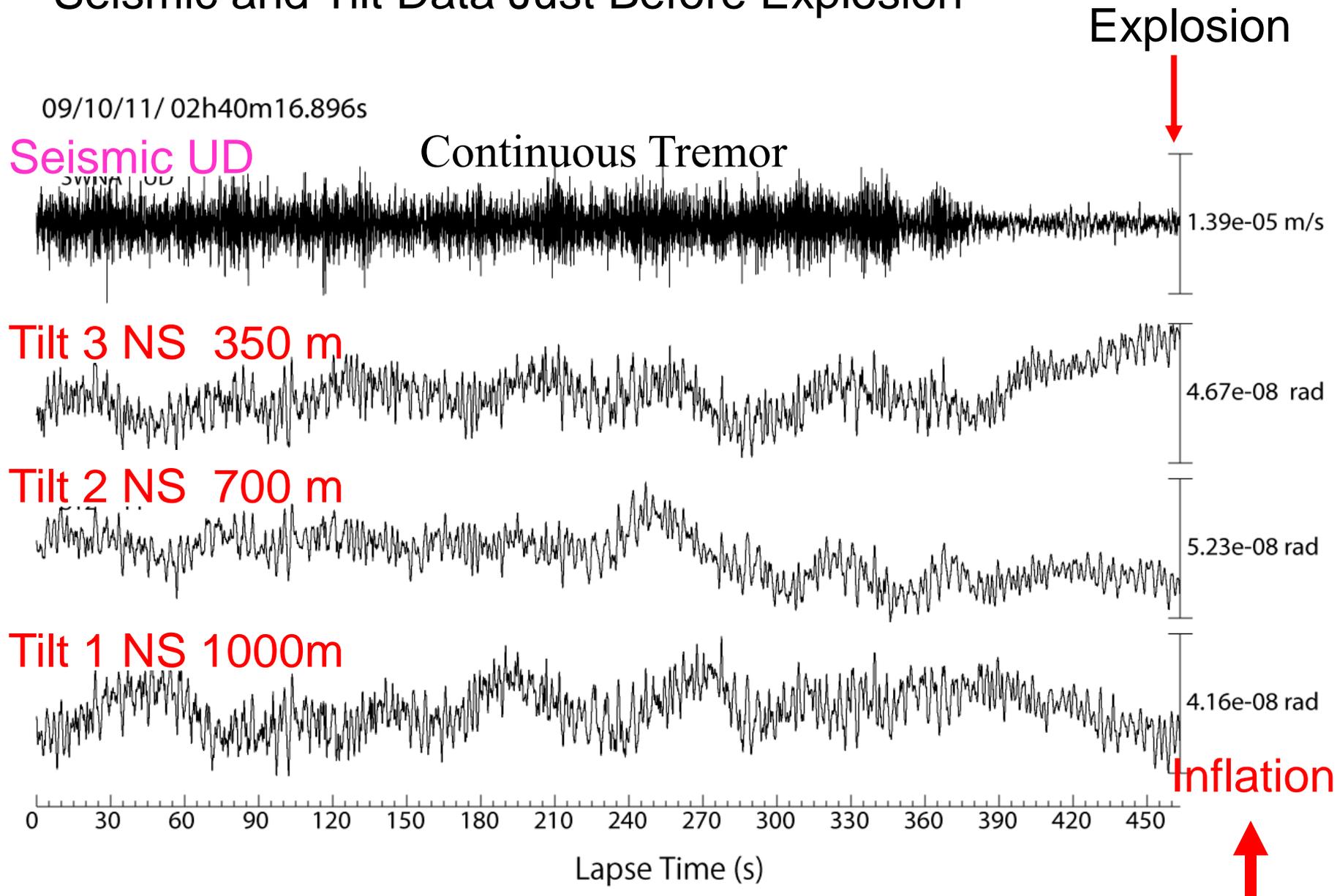
PC 300m
鉛直膨張

井口・他(2005)に加筆
為栗・他(2007)による

Pressure increase
50-90s

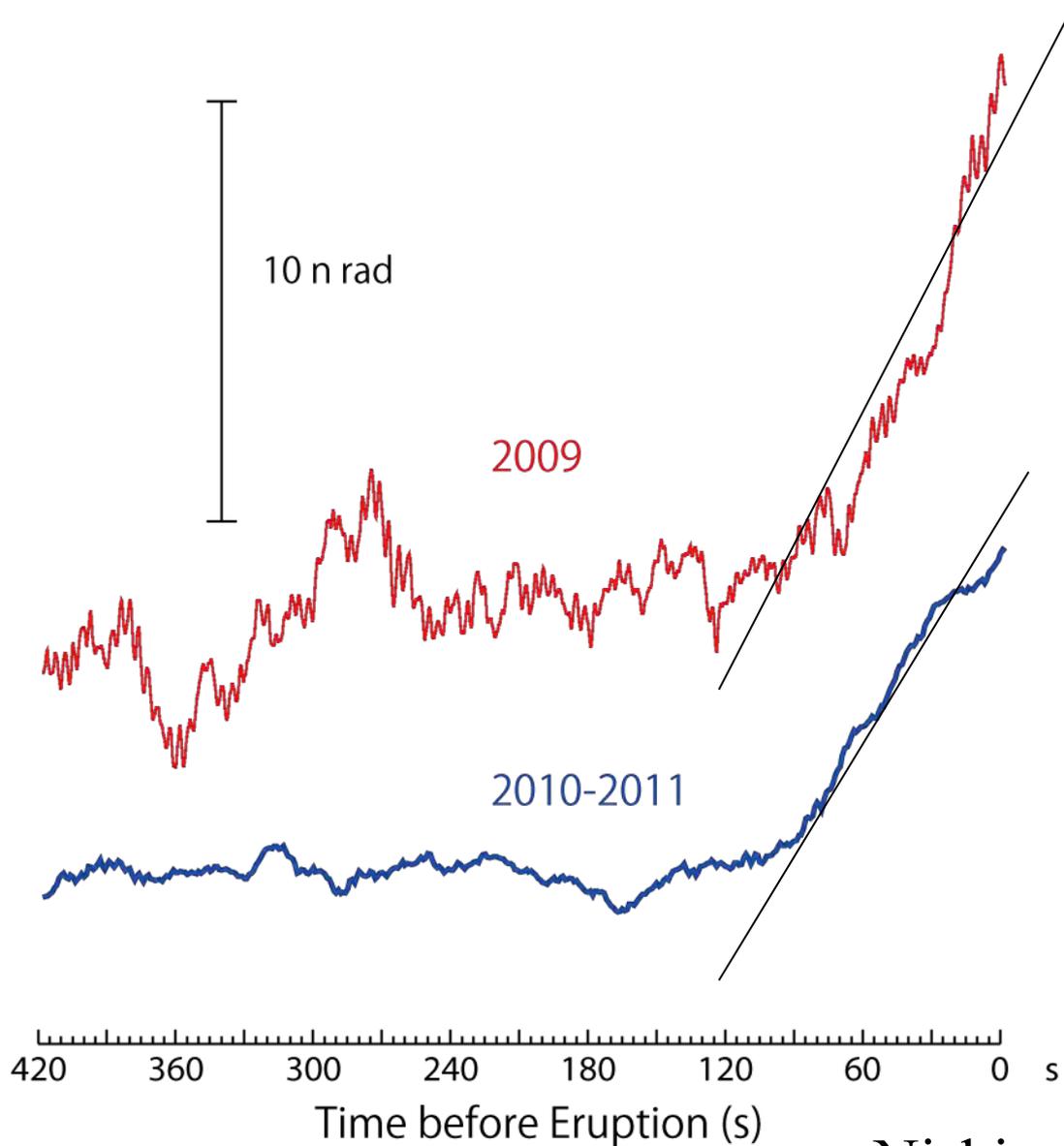
Pressure decrease 20-30s

Seismic and Tilt Data Just Before Explosion



Nishimura et al., AGU, 2011

Stacked Tilt Records

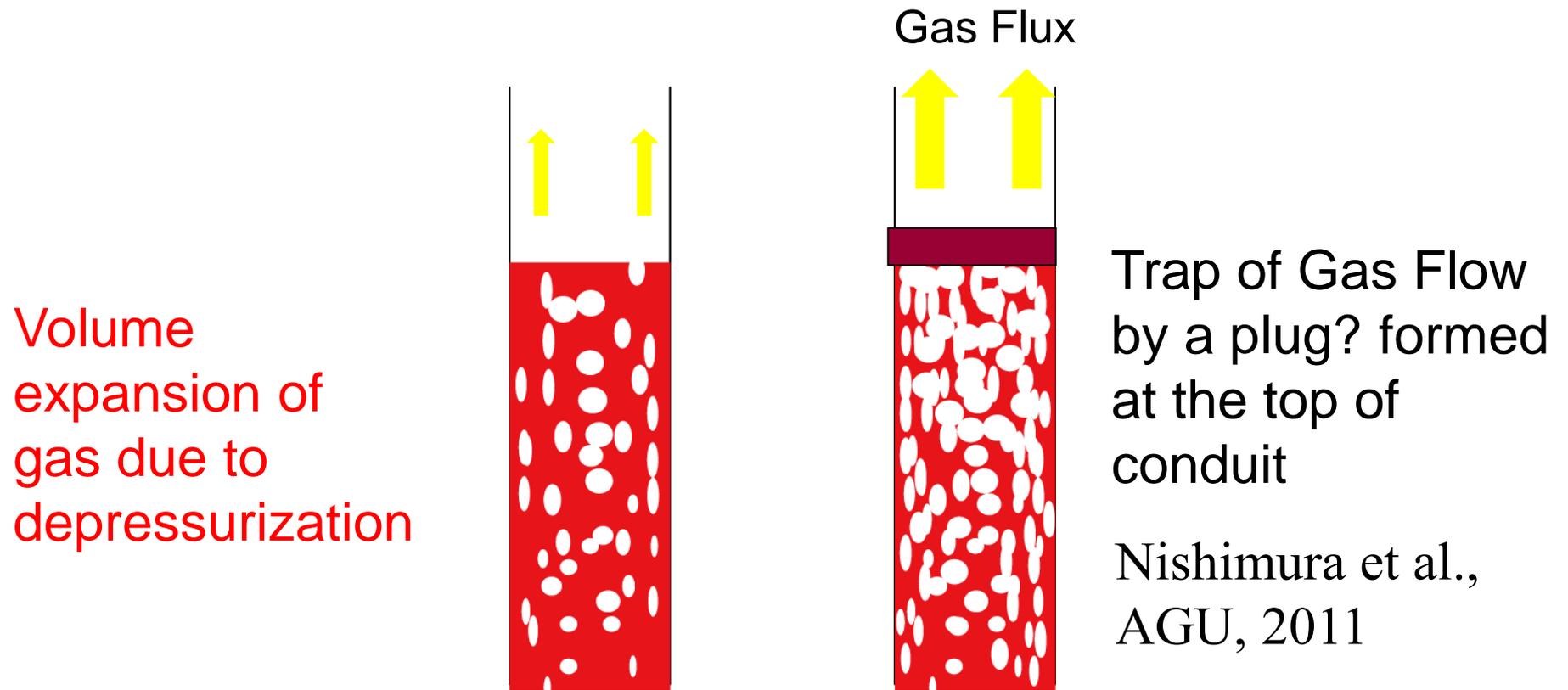


Volcano Inflates about 60-100 s before eruption

Acceleratedly

Constantly

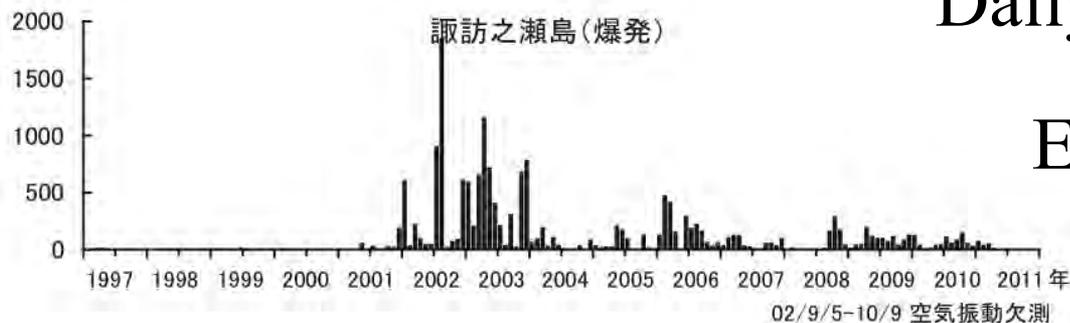
Vulcanian/Strombolian	Accelerated Inflation	Stop of Tremor
Suwanose-jima	Yes, No	Yes
Semeru	Yes	No
Sakurajima	?	Yes
Stromboli	Yes	No?



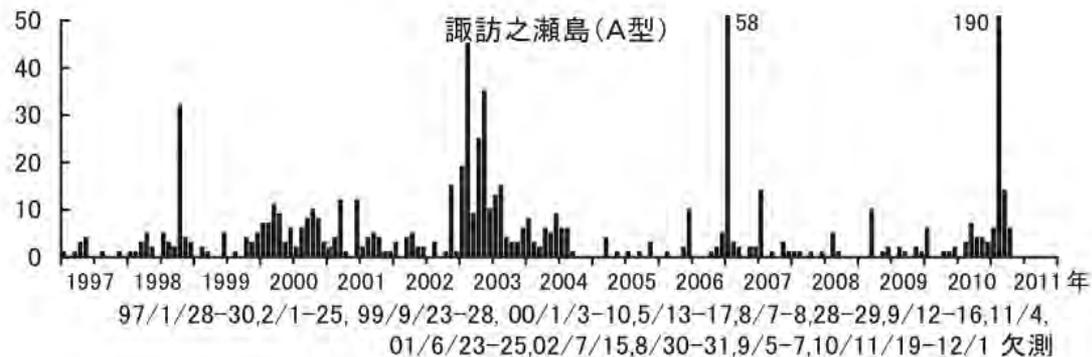
Inflation accelerates, when the gas flux is small

Volcanic Activity at Suwanose-jima (1997~2011)

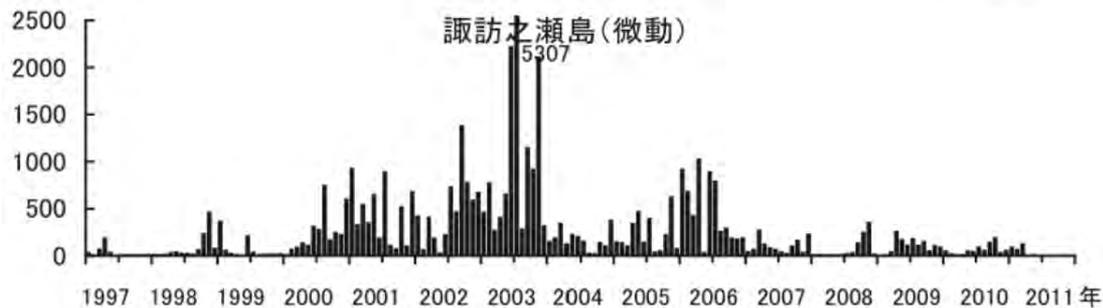
Daily number of
Explosion Earthquake



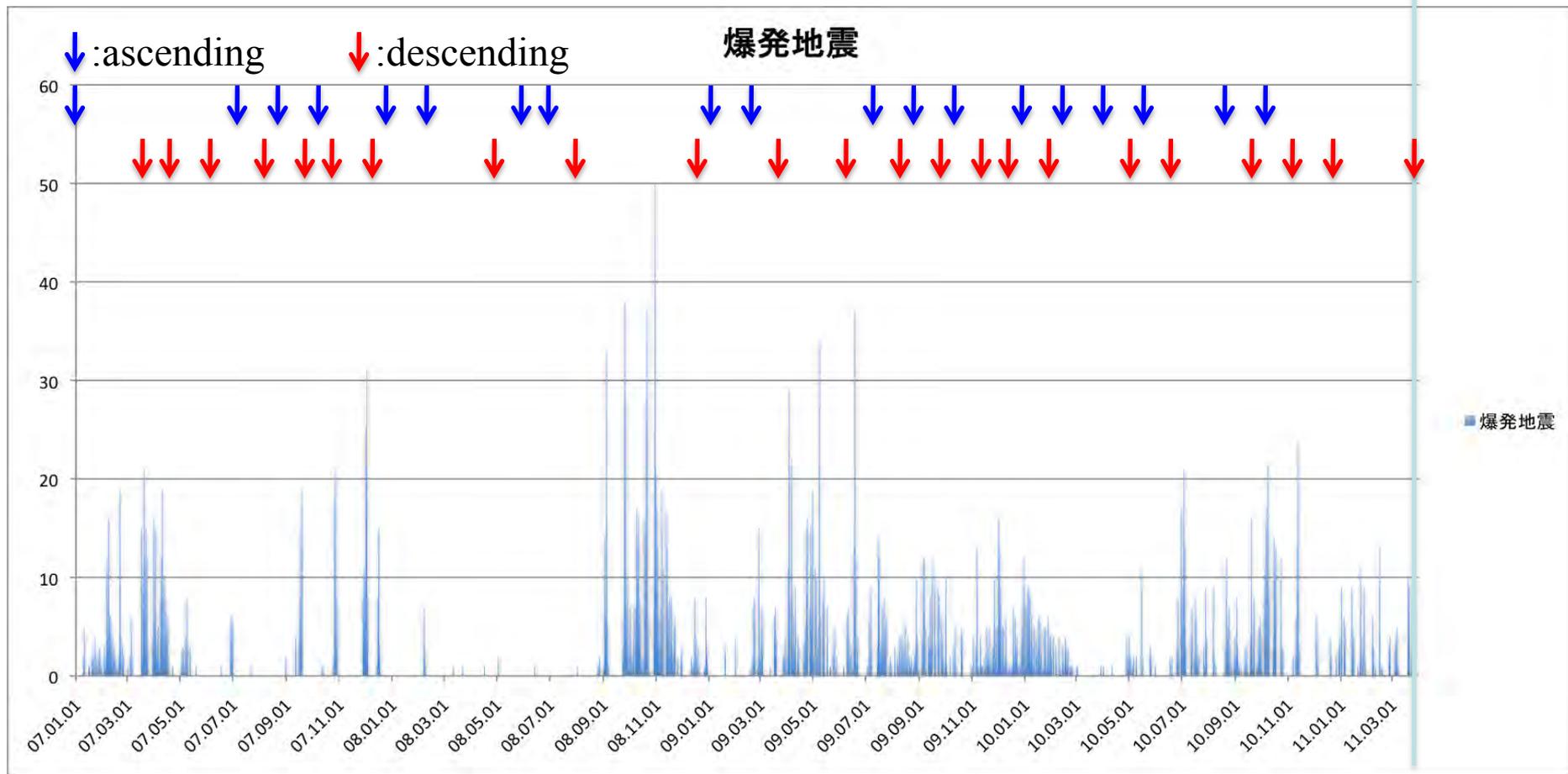
VT Earthquake

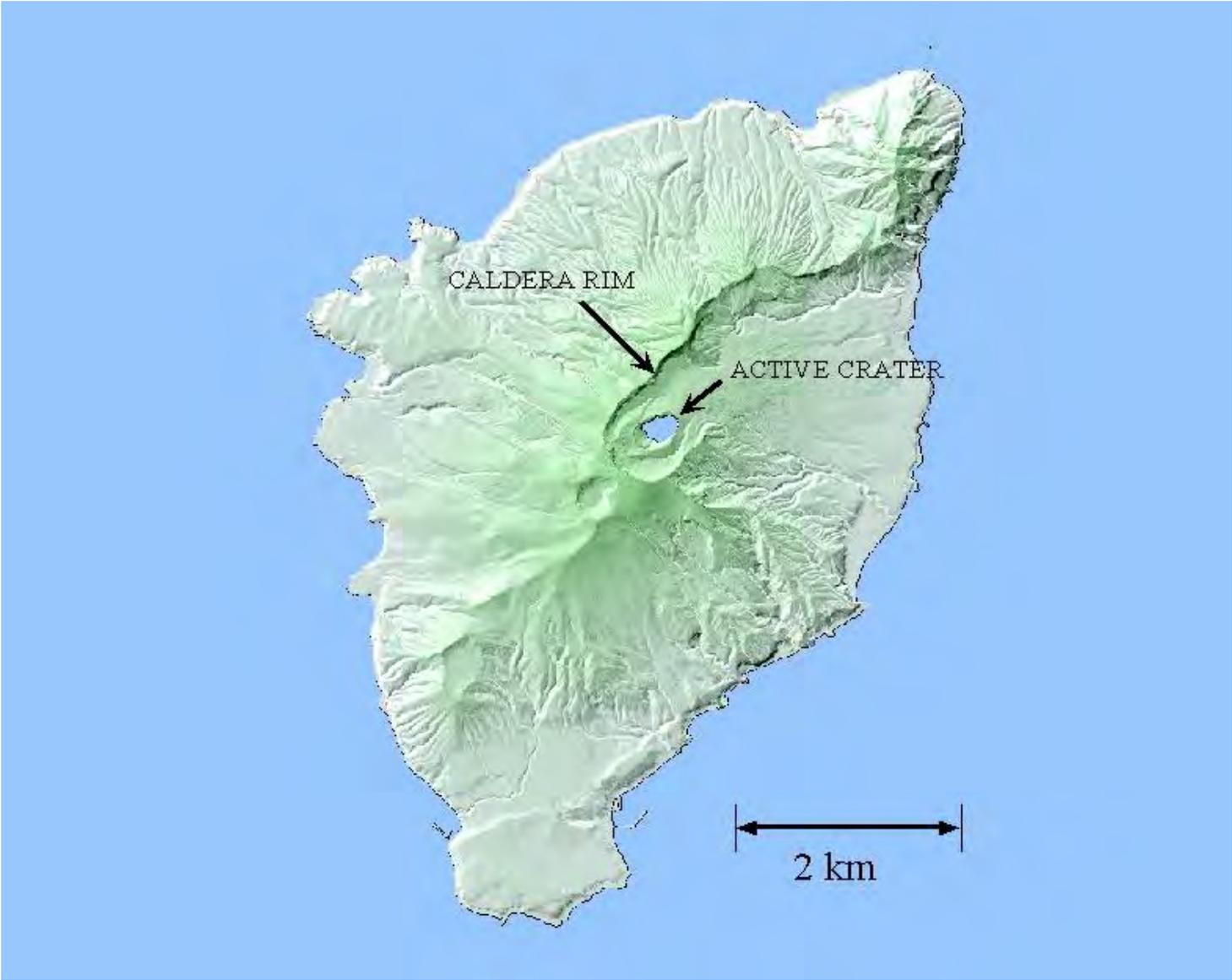


Volcanic Tremor

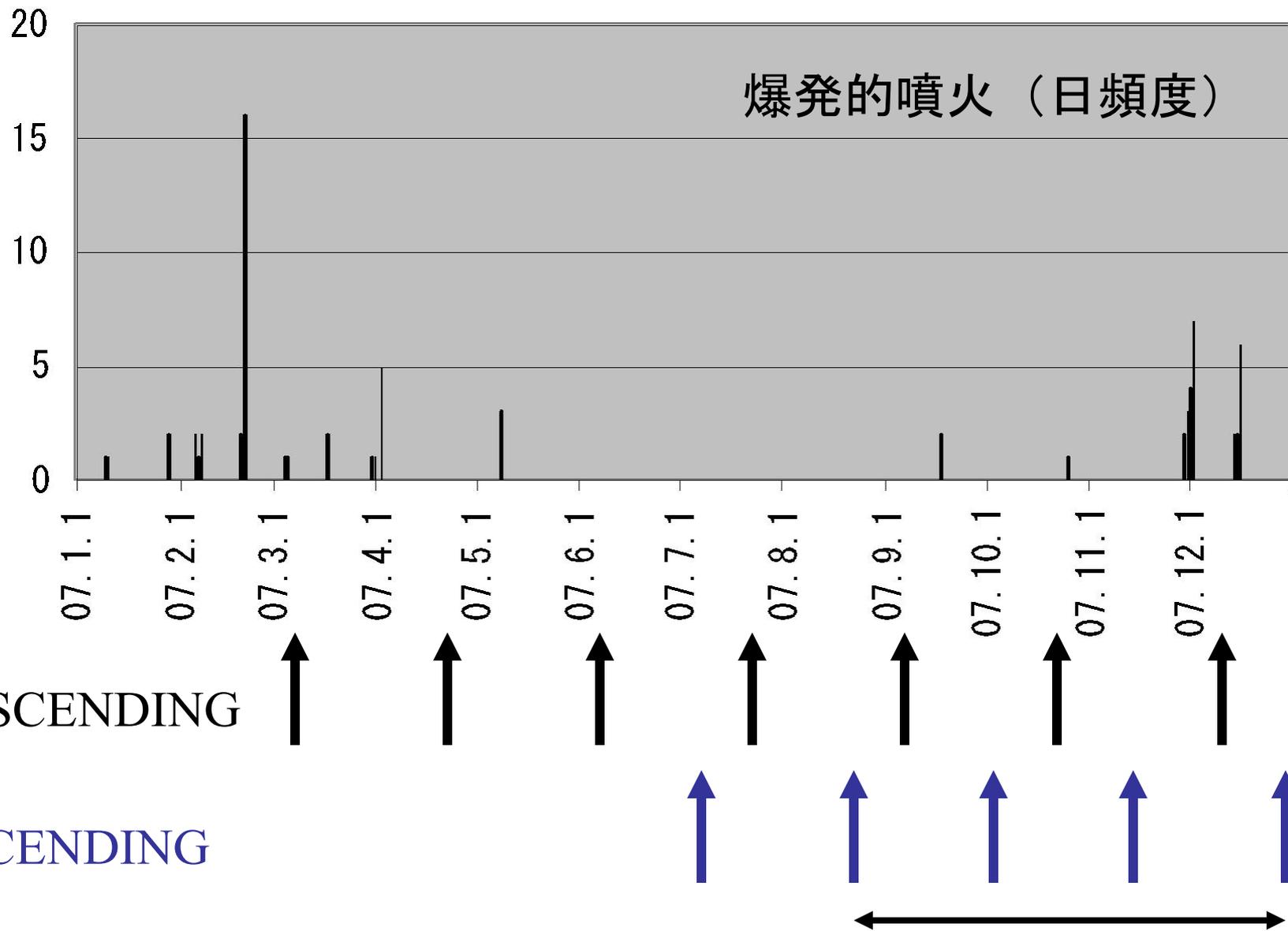


諏訪之瀬島の撮影日

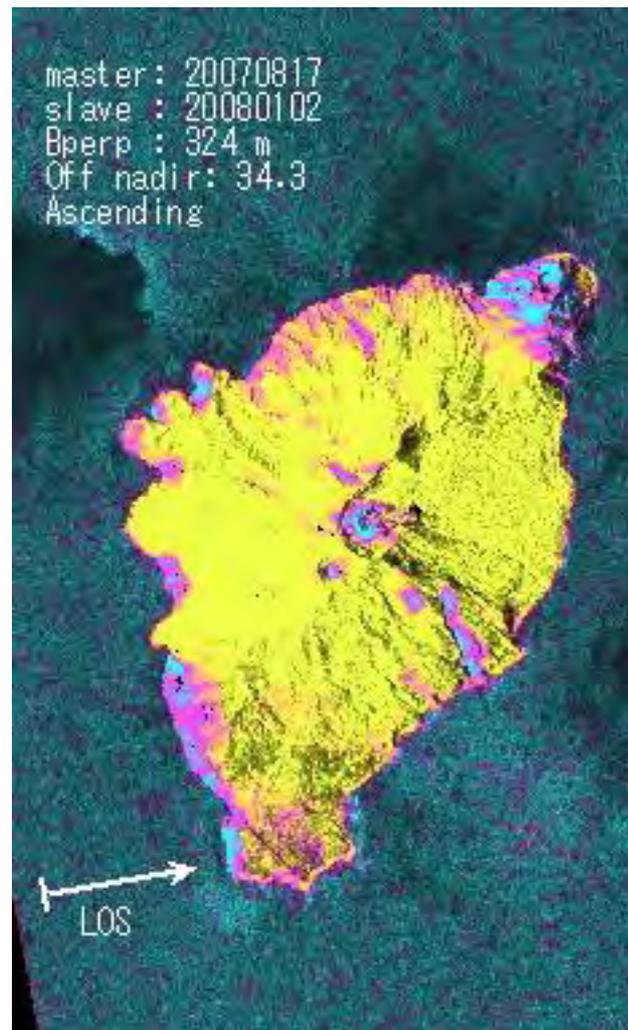
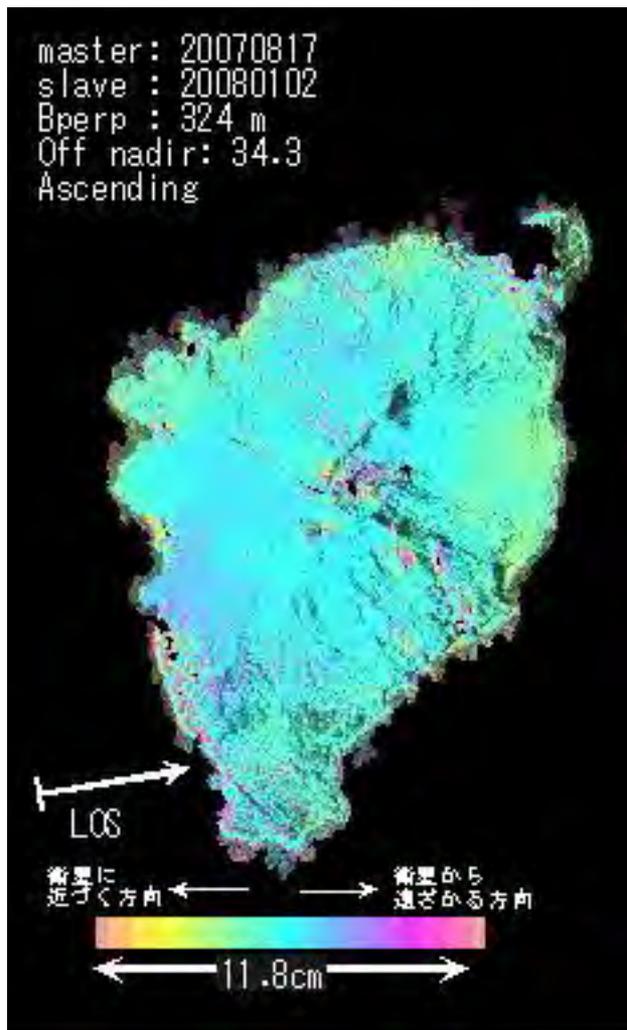




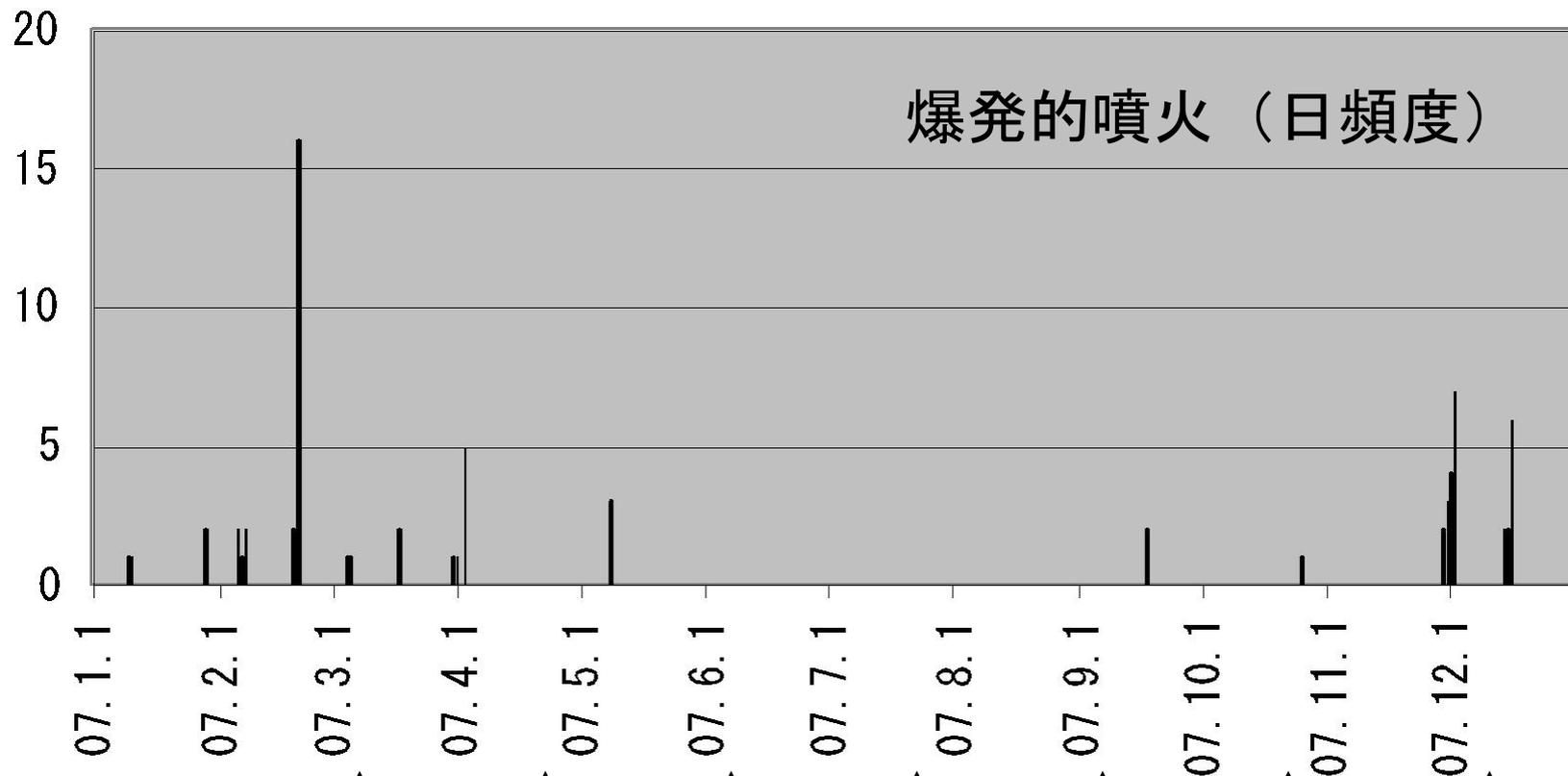
シーン撮影の日時



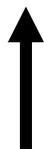
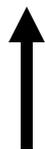
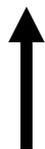
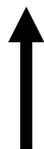
20070817-20080102



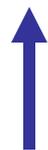
シーン撮影の日時



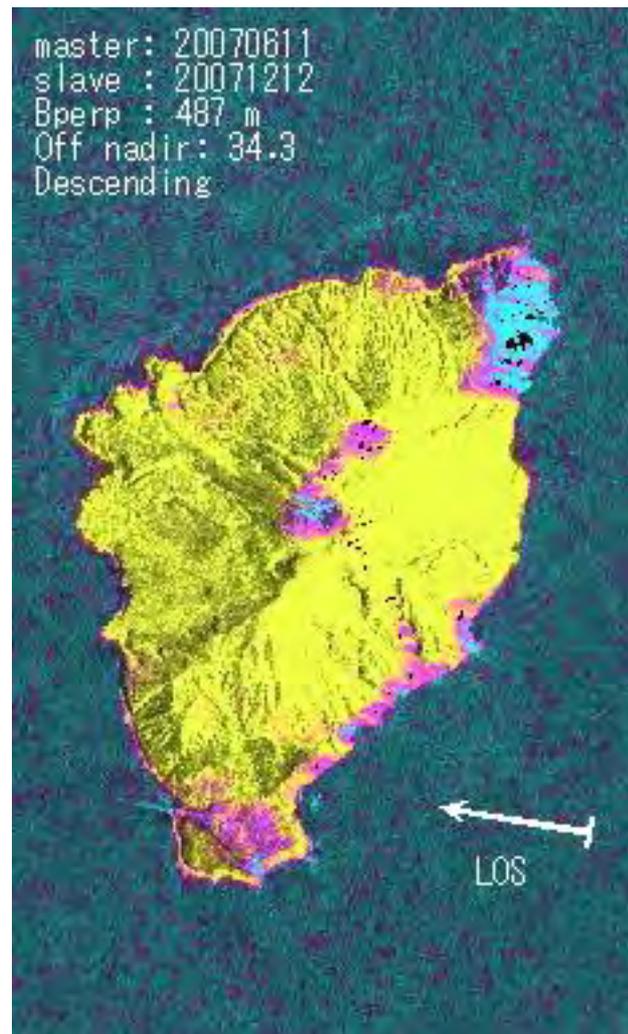
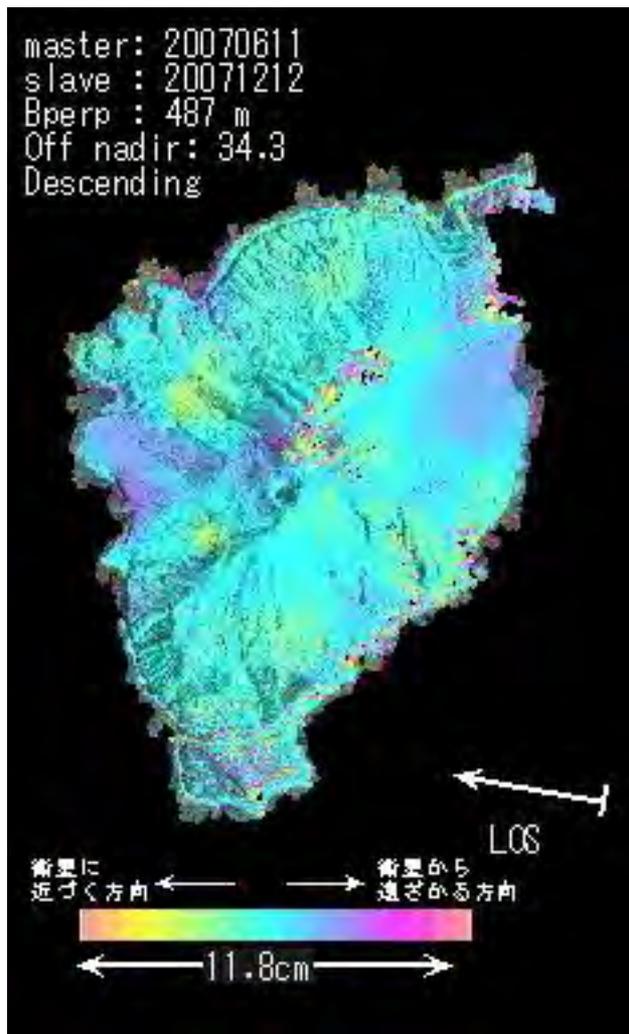
DESCENDING



ASCENDING



20070612-20081212

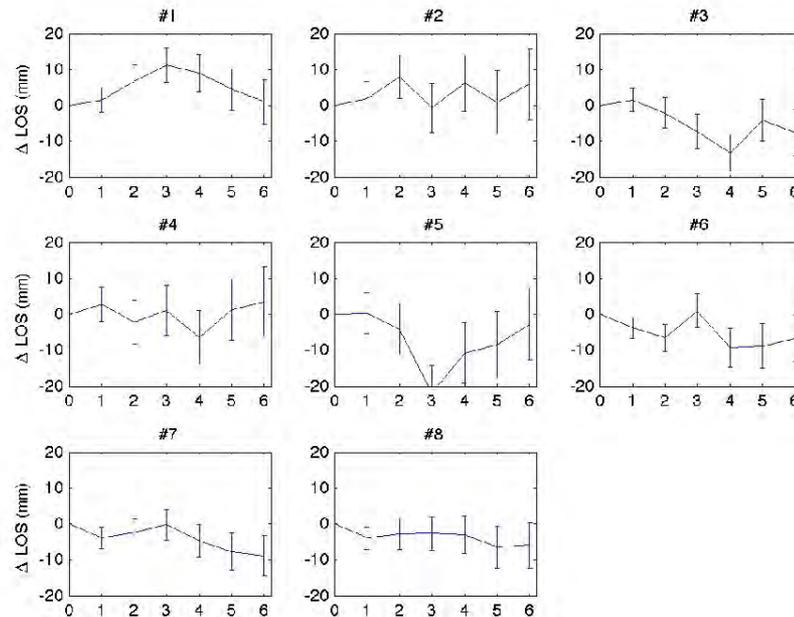


解析結果：DESCENDING

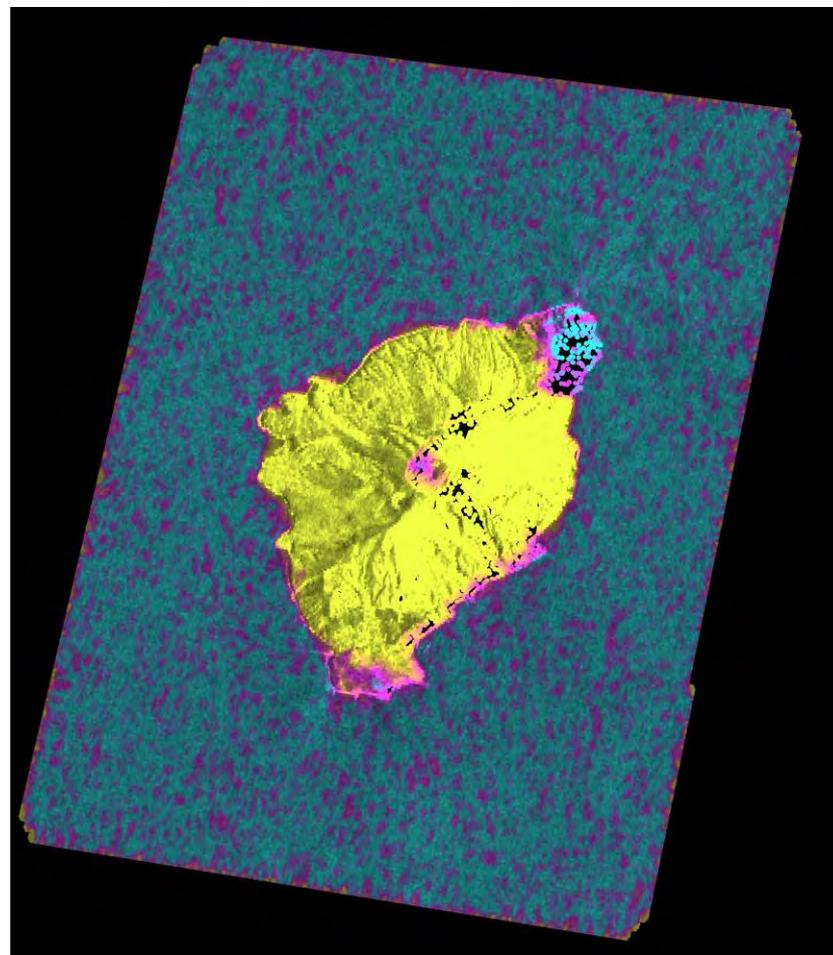
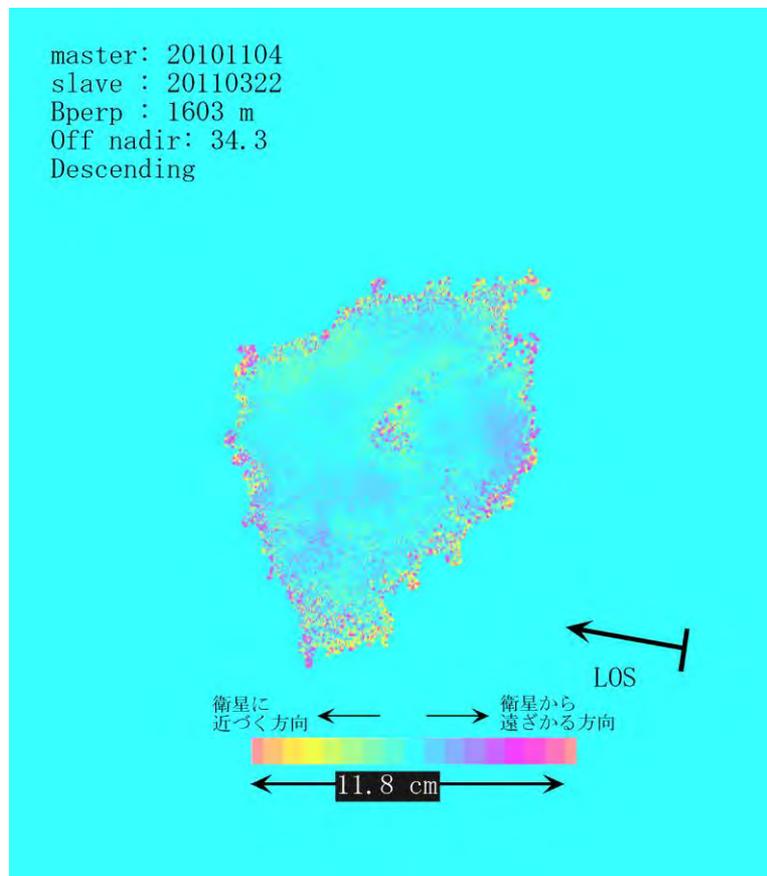
Time series of LOS ground deformation at #1 - #8



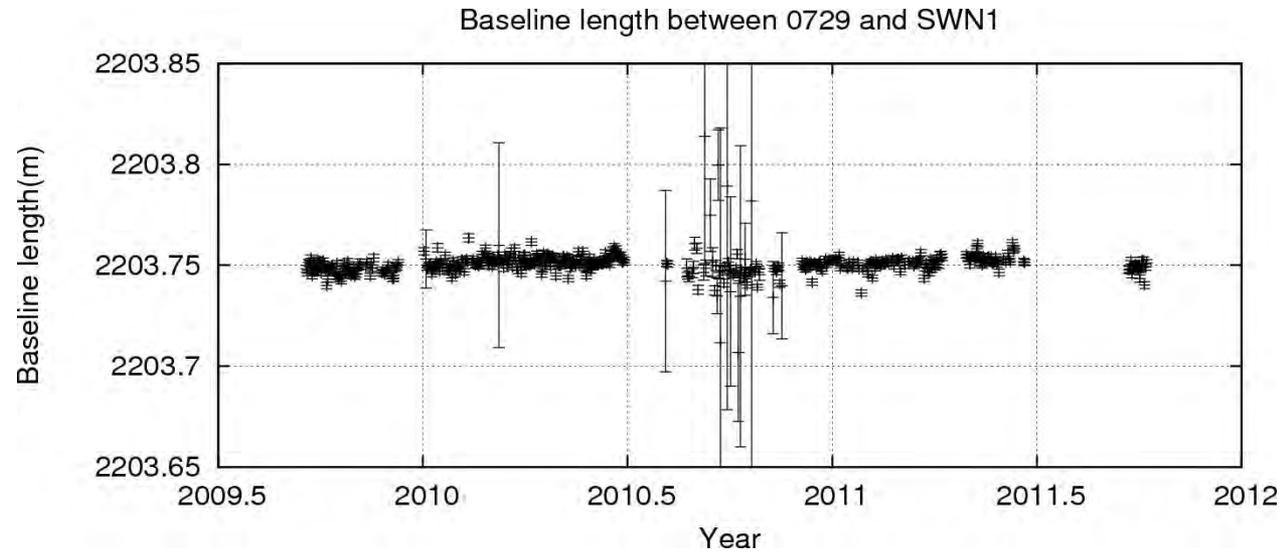
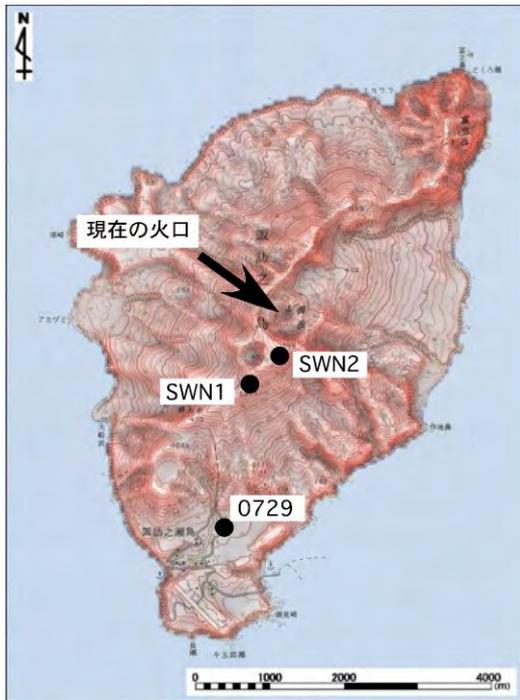
0: 2007/03/11
1: 2007/04/26
2: 2007/06/11
3: 2007/07/27
4: 2007/09/11
5: 2007/10/27
6: 2007/12/12



20101104-20110322



GPS observation [Y. Ohta et al., 2011]



地殻変動観測

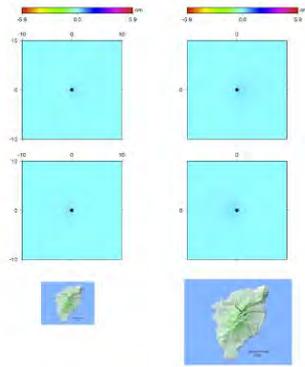
→ 時定数の長い変動は観測されない

→ 火山活動は活発なのになぜ？

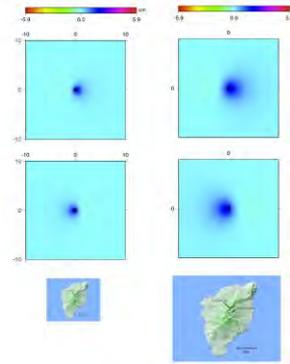
Ground deformation by spherical source

Depth=1 km

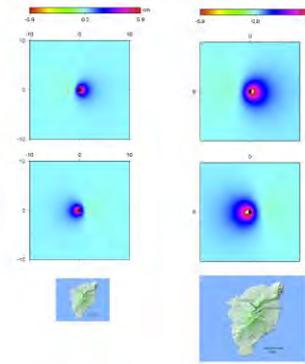
$$dV=1 \times 10^{-5} \text{ km}^3$$



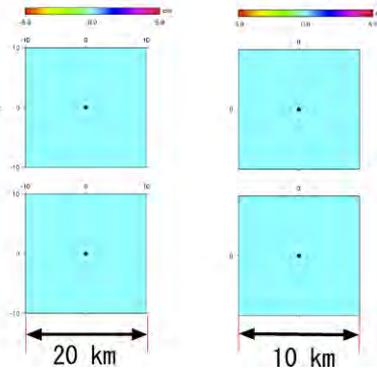
$$dV=1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$$



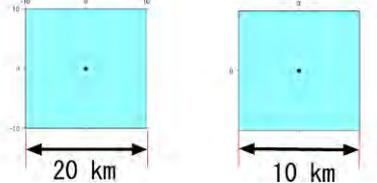
$$dV=3 \times 10^{-5} \text{ km}^3$$



Descending →



Ascending →



Ground deformation by spherical source

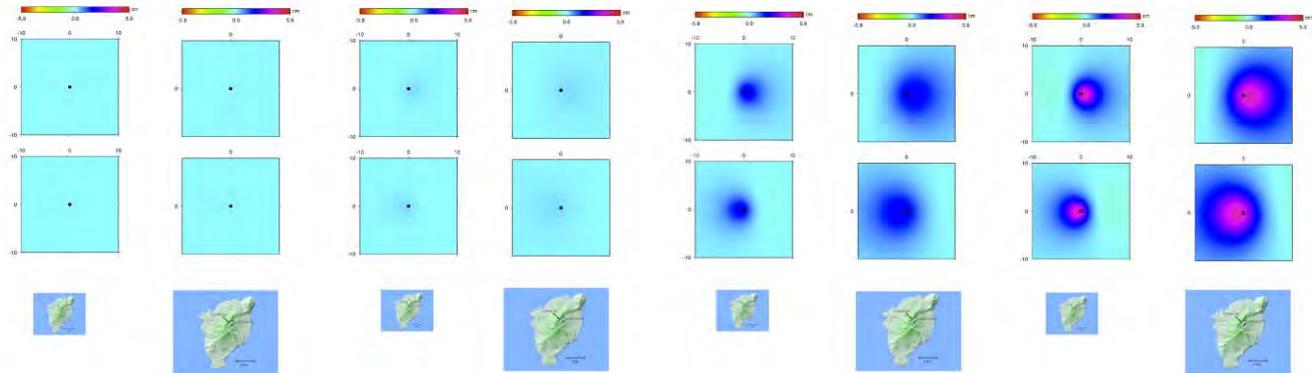
$dV=1 \times 10^{-5} \text{ km}^3$

$dV=1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$

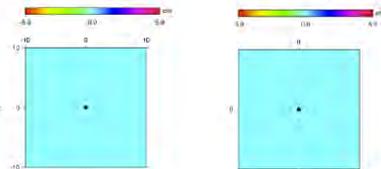
$dV=1 \times 10^{-3} \text{ km}^3$

$dV=2 \times 10^{-3} \text{ km}^3$

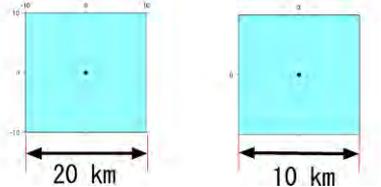
Depth=3 km



Descending →



Ascending →



Ground deformation by spherical source

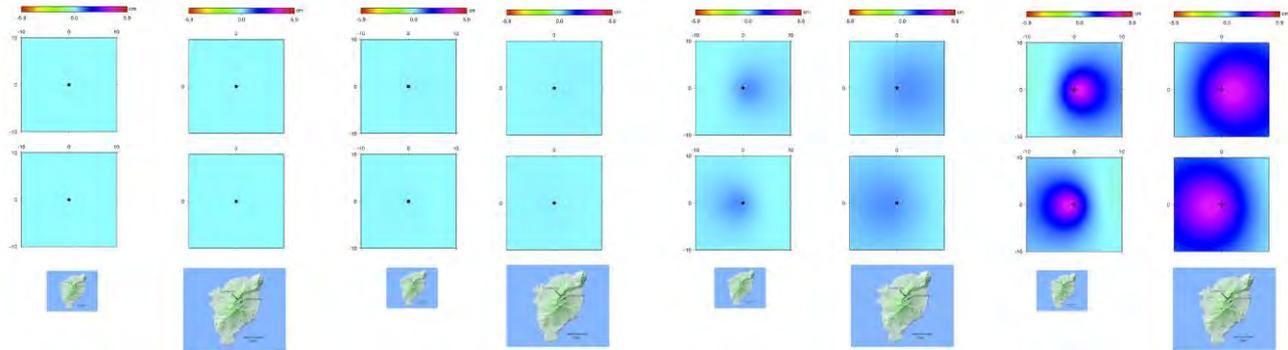
Depth=5 km

$dV=1 \times 10^{-5} \text{ km}^3$

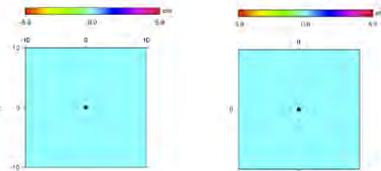
$dV=1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$

$dV=1 \times 10^{-3} \text{ km}^3$

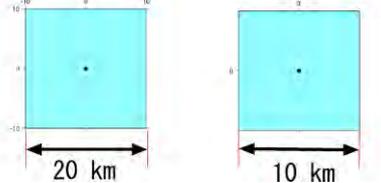
$dV=5 \times 10^{-3} \text{ km}^3$



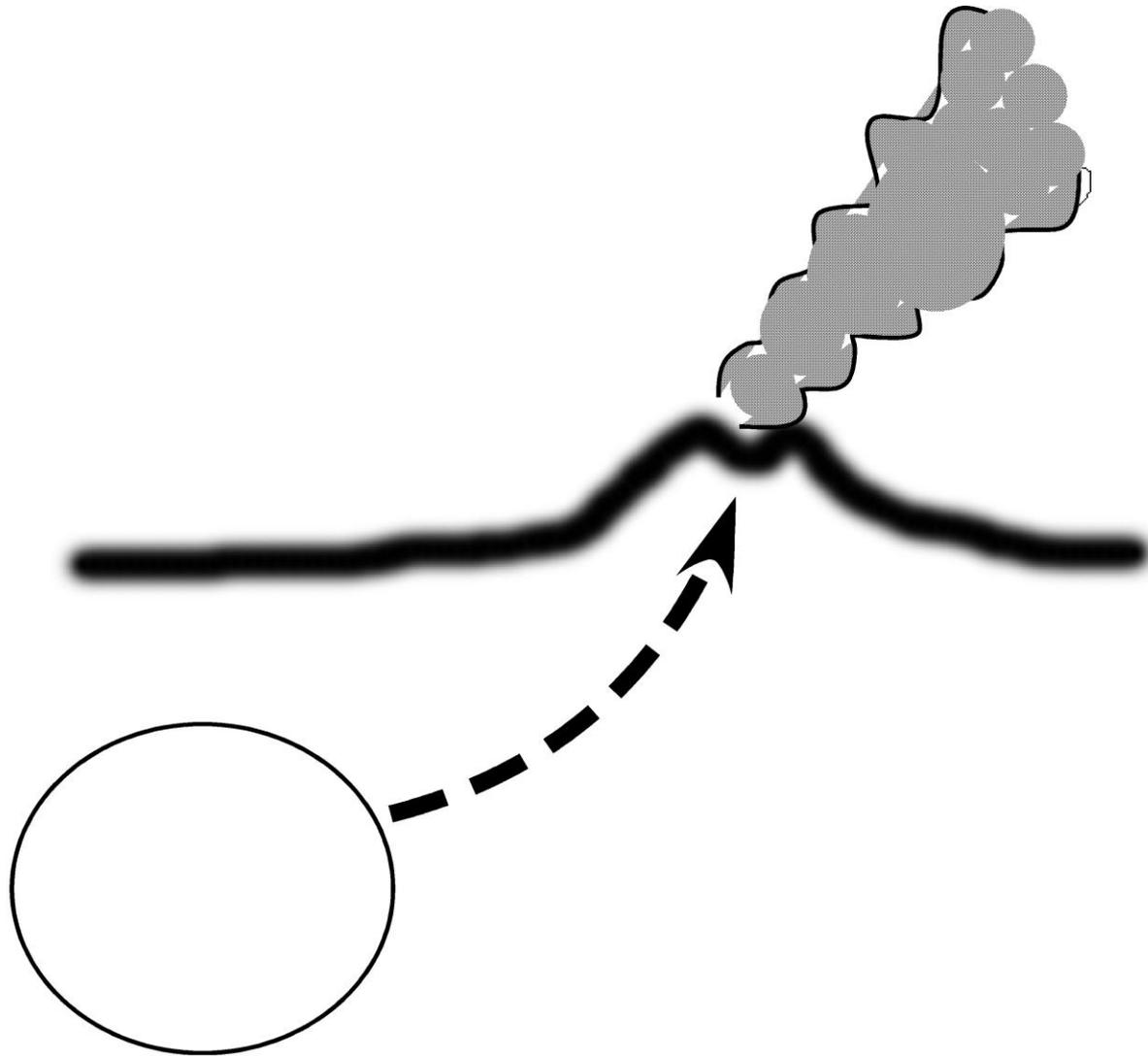
Descending →



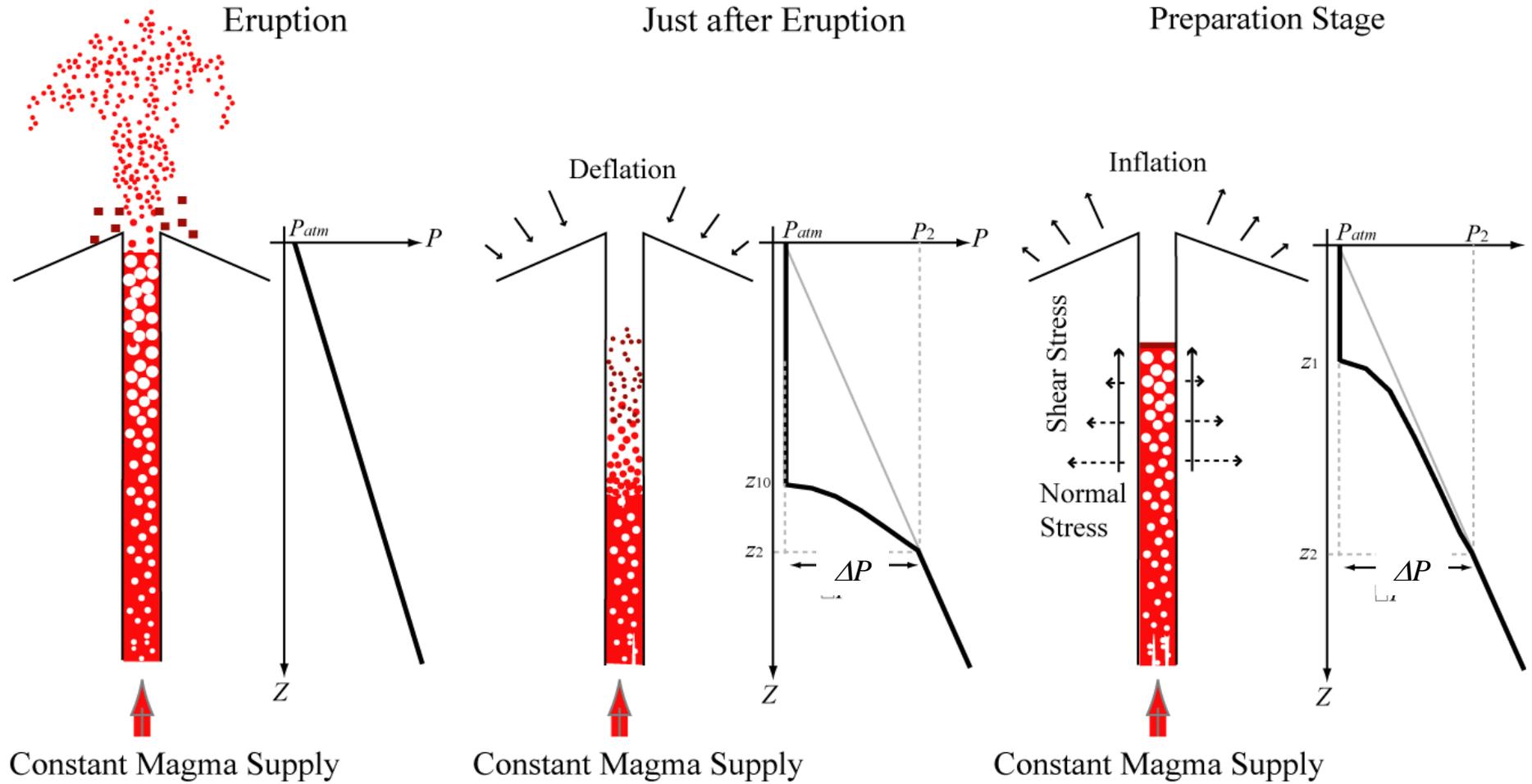
Ascending →



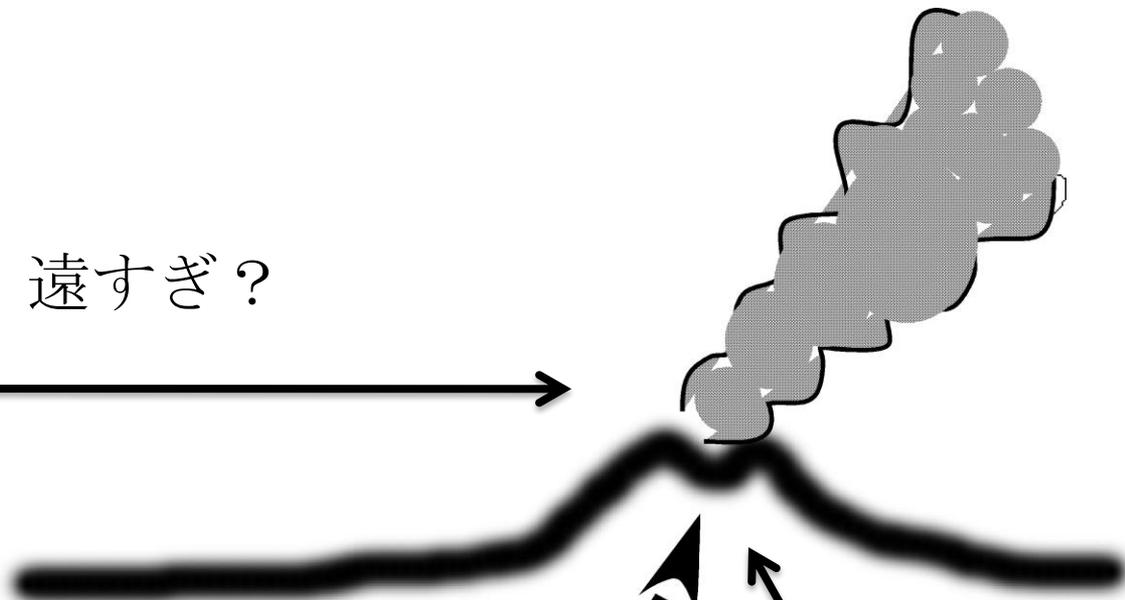
magma reservoir



Repetitive Volcanic Eruption from an Open Conduit



遠すぎ？



深すぎ？



開口型火道系の特徴？

ゆっくり過ぎ？

magma reservoir

まとめ

- 活発な噴火活動を続ける諏訪之瀬島に関する PALSAR データで InSAR 解析を行った.
- 目立った地殻変動は見られなかった.
 - 大きな地殻変動を生じさせるような地下構造
→ の変化が起こっていない (見えない).
 - 地下浅部：開口系火道の特徴 (一般的?)
 - 地下深部のマグマ溜まり：観測領域 (島) が小さすぎる, 海域にある, 深すぎる, ゆっくりしたマグマ蓄積 (時間分解能?)

謝辞：InSAR解析にはGAMMA Softwareを用いた。DEMは国土地理院発行の数値地図10mメッシュを用いた。解析に用いたPALSARデータは東京大学地震研究所とJAXAとの協定に基づいて提供され、PIXELグループとして共有しているデータである。PALSARデータの所有権は経済産業省およびJAXAにある。