

# D-InSARにより検出された伊豆大島島内の局地的地殻変動

## Local Deformations in Izu-Oshima Detected by D-InSAR

奥山 哲、竹本 修三(京都大学)、村上 亮、飛田 幹男、  
藤原 智、中川 弘之、矢来 博司(国土地理院)

Satoshi OKUYAMA, Shuzo TAKEMOTO(Kyoto Univ.) Makoto MURAKAMI, Mikio TOBITA,  
Satoshi FUJIWARA, Hiroyuki NAKAGAWA, Hiroshi YARAI(GSI)

Email: okuoku@kugi.kyoto-u.ac.jp

# はじめに

## 伊豆大島

- 1986年に噴火。火口はA(三原山山頂)、  
B(山頂の北、カルデラ内)、C(山頂の北西、カルデラ外)。

## 噴火後の地殻変動

- GPS: 島全体の膨張 / 水準測量: 島の北東部・  
C火口列付近で局所的沈降



高い水平分解能を持つSARで詳細を調査



さらにメカニズムの解明

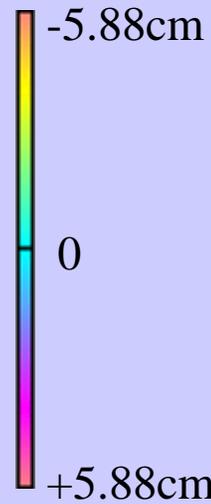
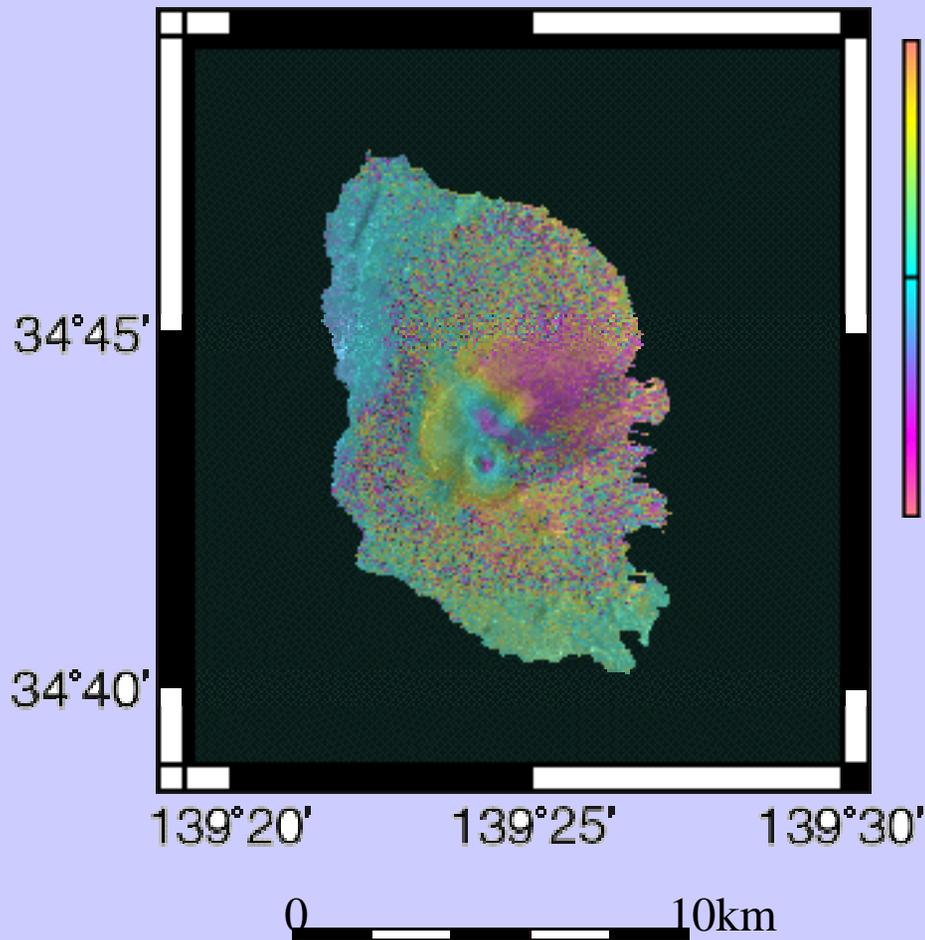


## 使用データ

観測データ: JERS-1 SARのデータから1992年～1998年までの23ペア  
解析ソフトウェア: GSISAR (国土地理院)  
地形データ: 50mメッシュ数値地形地図 (国土地理院)

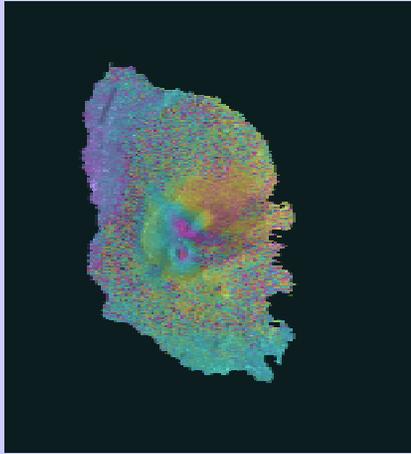
以上のデータを用いて2-Pass D-InSARを適用

## 得られた変動画像



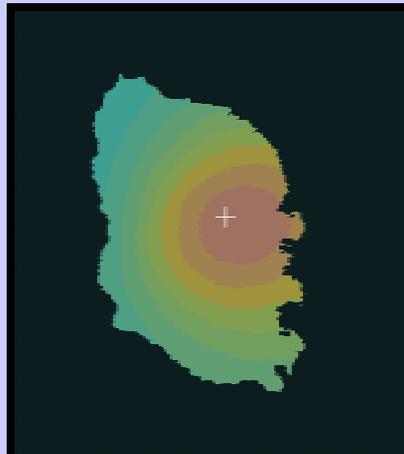
- 島全体の膨張
- カルデラ内に局所的沈降
- カルデラ外にも沈降が及ぶ
- 島の南東部には沈降を示す  
フリッジ無し

# 茂木モデルによるシミュレーション



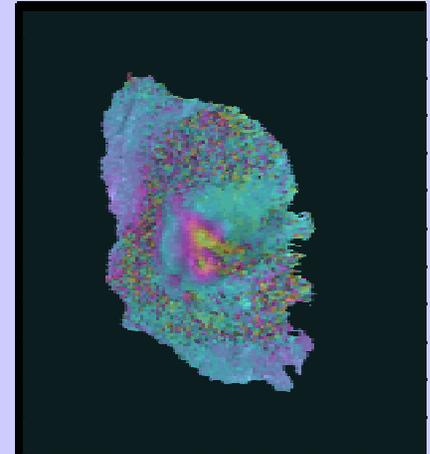
**Interferogram**  
(Aug.1994-Sep.1997)

-



**Simulated Image**  
(Source depth=4.0km  
Max upheaval=8.5cm)

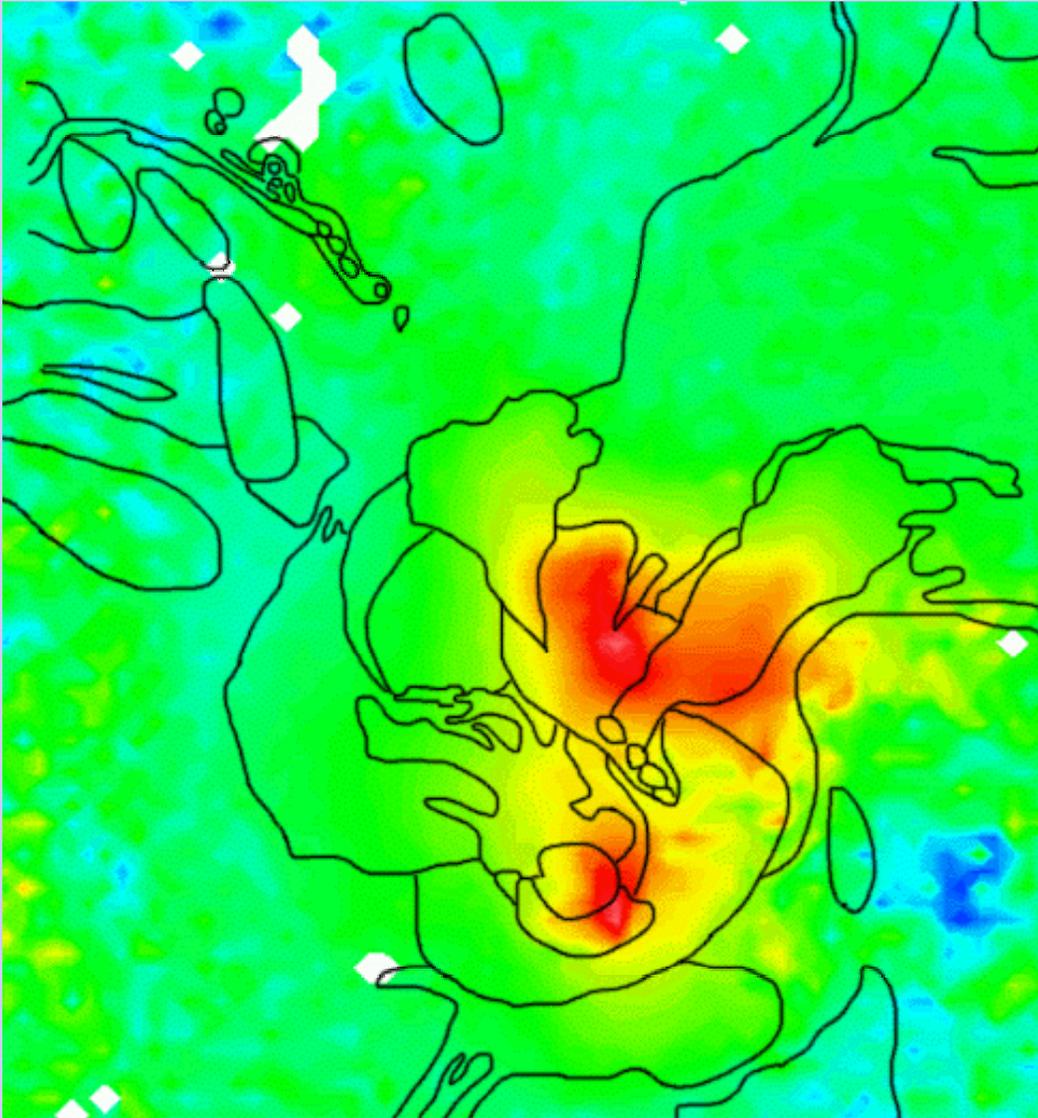
=



**Residue**

- 膨張源の位置は山頂北部やや東
- 島全体の膨張を示すFRINGEはほぼ除去できる

# カルデラ内の局所的沈降



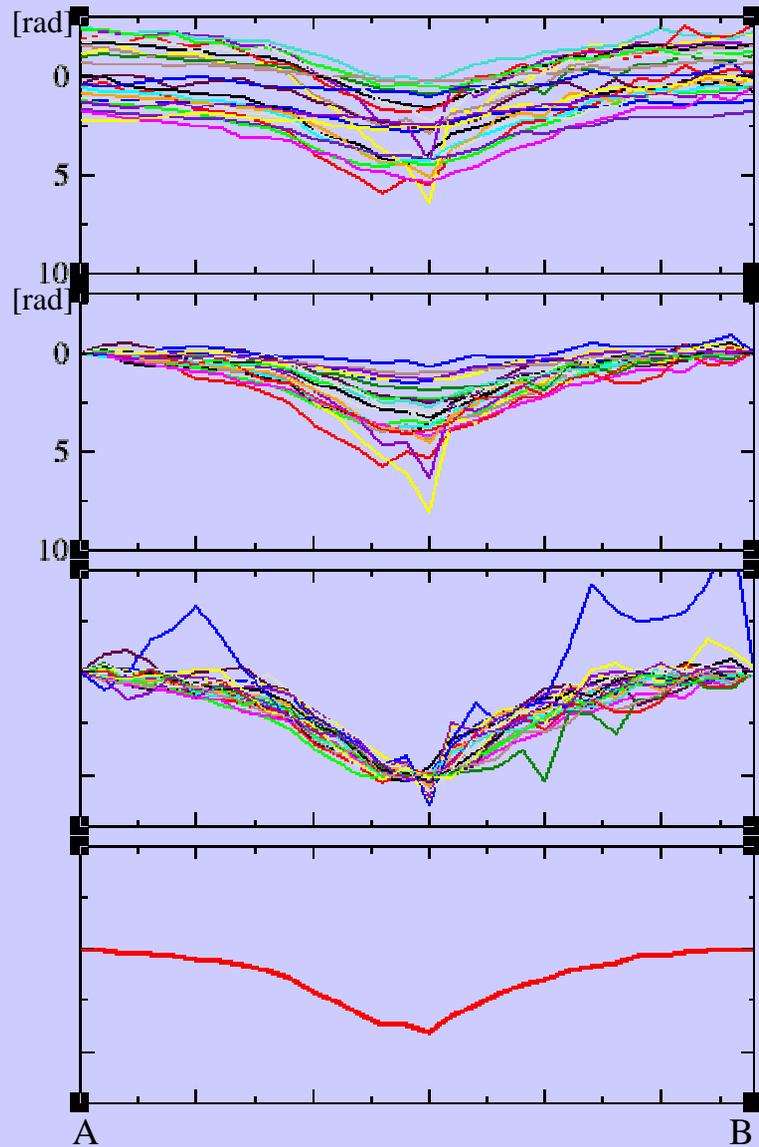
変動 + 地質の境界

## 沈降点:

- A火口のやや東
- 1986年スコリア丘
- 1986年溶岩流

(地質調査所, 1998)

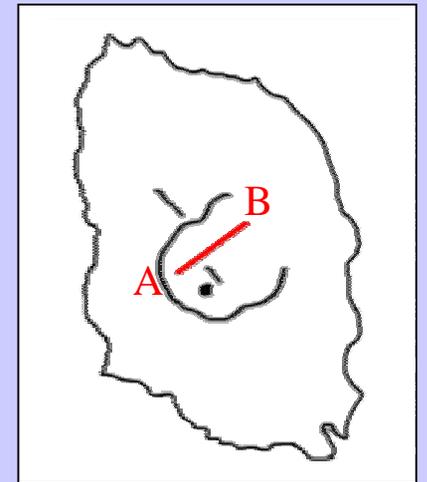
# カルデラ内の局所的沈降



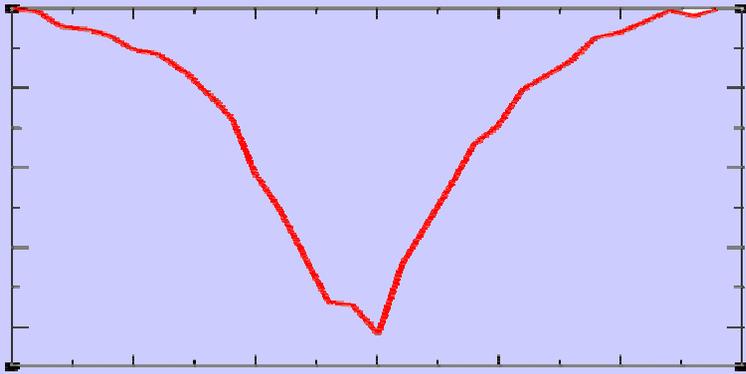
両端が0になるように線形補正

正規化

平均



# カルデラ内の局所的沈降

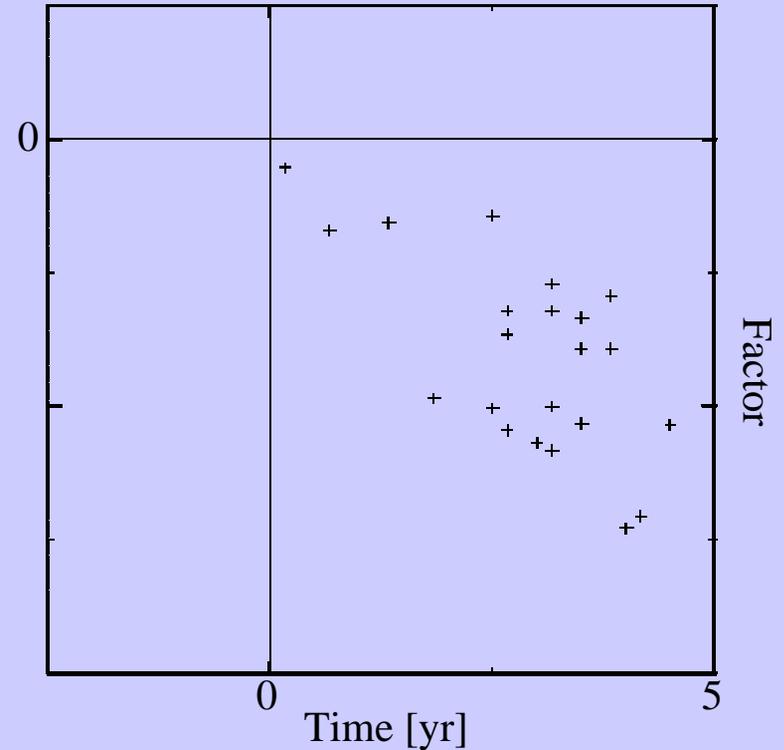


平均に係数をかけて個別のプロファイルにFitting



各ペアの変動の大きさを表す指標となる

得られた係数と観測期間との関係



- 相関係数0.66

**ほぼ一定のスピードで変動**

- 変動スピード1.54cm/yr (視線方向)

1.89cm/yr (鉛直方向)

# カルデラ内の局所的沈降

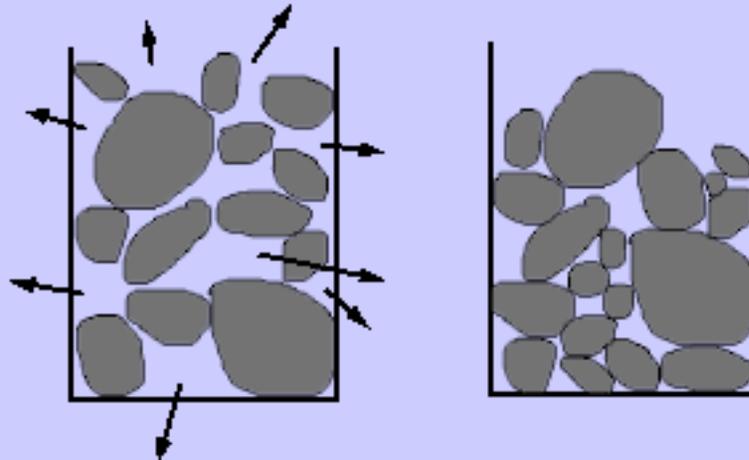
原因は火山噴出物の圧密か？ それとも島全体の膨張による影響か？

火山噴出物起源説     Terzaghiの理論を適用

島全体の膨張起源説     簡単なモデルでシミュレーション

得られたパラメーターの値から妥当性を判断

# Terzaghiの1次元圧密理論



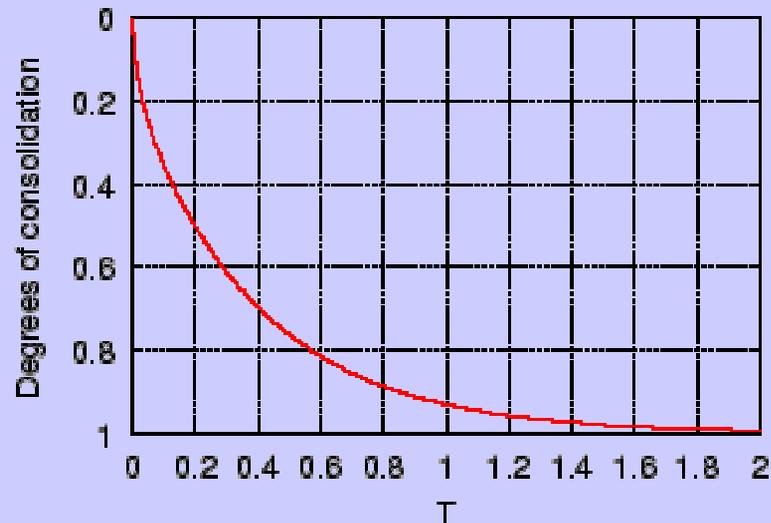
- ・「土」は骨格としての土粒子とその間を埋める間隙水からなる
- ・圧密現象とは荷重によって引き起こされる間隙水の排水の結果起こる体積減少である
- ・1次元圧密現象は、

$$\frac{\partial u}{\partial T} = C_v \frac{\partial^2 u}{\partial Z^2}$$

で表される。但し $u$ 、 $T$ 、 $Z$ はそれぞれ間隙水圧、時間、深さであり $C_v$ は係数。

# Terzaghiの1次元圧密理論

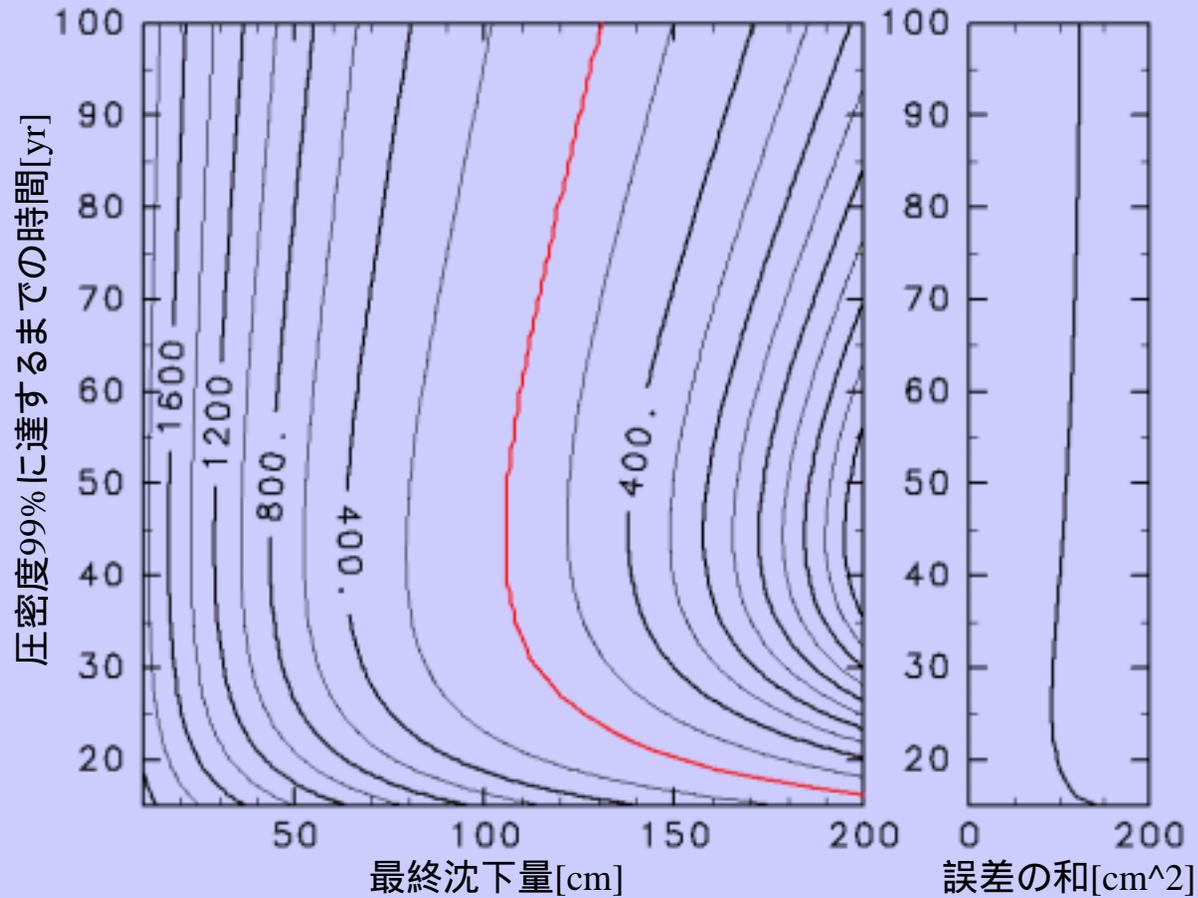
Terzaghiの理論による解



最終沈降量と時間係数を変化させて観測値にfitting

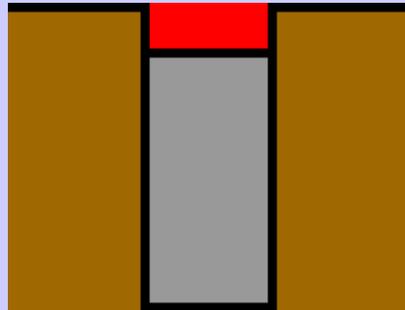
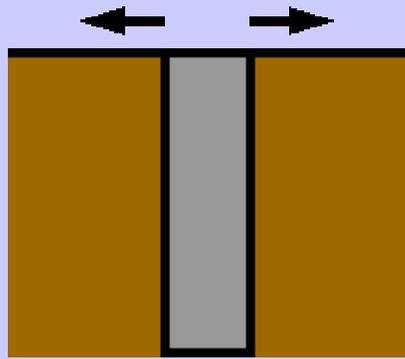
得られた解と実際の噴出物のパラメーターを比較

# Terzaghiの1次元圧密理論



約25年、最終沈下量125cmで誤差最小

# 島全体の膨張起源



茶色:地盤  
灰色:ダイク  
赤:体積減少

島全体の膨張

割れ目(噴火の際の貫入ダイク)の開口

保持力の低下

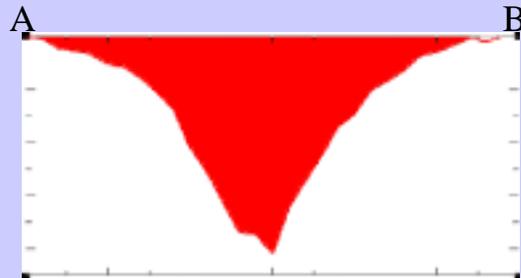
ダイク構成物質の崩落、再配置

島全体の膨張によるクラックの開口を $dx$ 、ダイクの深さを $D$ とすると体積増加は $D \cdot dx$ .

ダイク構成物質が非圧縮だとすると体積増加(左図下赤色部)は沈降体積に等しい.

$dx$ は茂木モデルのシミュレーションから既知なので、これから $D$ が計算できる

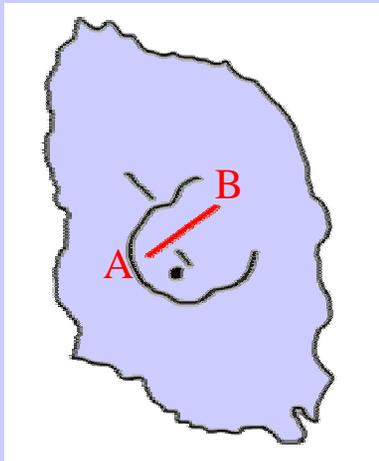
# 島全体の膨張起源



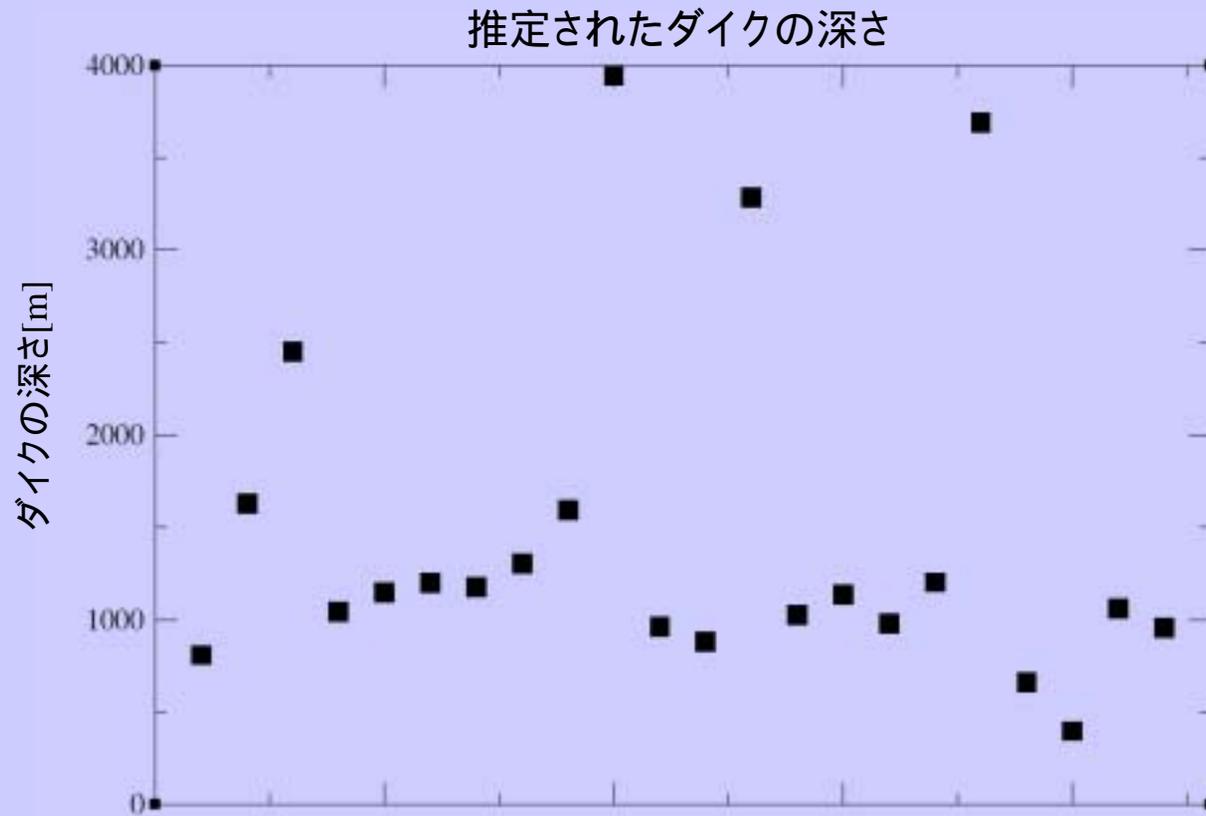
観測データとしての体積減少量

dx 茂木モデルから計算

左図赤色部  
を使用



# 島全体の膨張起源



いくつかの誤差の大きい点を除くとほぼ1000mで安定

## まとめ

- ・GPSにより観測されている島全体の膨張は全てのペアについて確認でき、茂木モデルにより変動パターンを説明可能。
- ・島全体の膨張のパターンを除去した後に残るカルデラ内の沈降パターンは、ペア毎にその大きさは異なるものの、同じ形である。
- ・カルデラ内の沈降が火山噴出物の圧密によるものであり、Terzaghiの1次元圧密理論に従うとすると、沈降が終息するまでにかかる時間25年、最終沈降量125cmとすると最も観測データとよく一致する。
- ・カルデラ内の沈降が島全体の膨張によるダイクの開口だとすると、ダイクの「底」の深さは約1000m。

## 問題点

- ・得られたパラメーターを各説の妥当性の判断の基準として用いるならば妥当性の判断に使えるような他の観測手段による観測結果があるか？
- ・得られたパラメーターを何らかの地球物理学的なパラメーターとして提案する場合、これらのパラメーターは地球物理学的にどんな意味を持つか？