



シンポジウム

「火山噴火の中長期的予測に向けた研究の現状と今後の課題」

令和5(2023)年12月23日(土) 09:30~17:30



## パネルディスカッション参考資料

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 内閣府技術動向検討グループでの検討：前野 深

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題
  - 噴火履歴（発生頻度、発生年代-噴出量（規模）関係）のデータの充実化 = データセットを揃える
  - データが充実した火山におけるマグマ噴火の可能性の統計的な評価手法の開発
  - 物質科学データ（温度、深度、含水量等）や観測が充実した火山におけるマグマ蓄積状況（過程）の把握
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - 噴火履歴データとマグマ蓄積状況を踏まえたマグマ噴火の可能性の統計的評価
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由
  - 伊豆大島、富士山、桜島など噴火履歴データセットがある程度揃いつつある火山

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 地質学や地下構造研究を融合した、中長期的な火山活動度の定量的指標に関する技術開発 高木朗充（気象研究所）

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題  
短期的な噴火可能性評価（噴火警報）を確実なものにするため、中長期的な活動度を定量的に評価する指標を提示する技術開発。地質学や地下構造を融合した研究アプローチ。とくに地質学的手法は業務的には気象庁の所掌にないため、期待が大きい。
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果  
網羅的に取り組むのは困難であるので、対象火山を絞り込み、地質学的に得られている噴火履歴と、既往研究による地下構造結果を合理的に解釈するような概念モデルやシナリオを更新・提示できないか、検討を進める。
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由  
最初の2年で取り組み、地質学・構造探査とともに既往研究の成果が豊富な火山。第4次噴火予知計画以降に行った構造探査等の実施火山かつ火山地質図完成火山の中で、2000年以降、噴火発生がない火山。  
候補火山：富士山、岩手山、伊豆大島、雲仙岳等

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 階段図形状の意味と将来予測性：小山真人

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題

噴火年代と噴出量をできる限り正確に測定するとともに、精密な地殻変動観測によってマグマの貫入量やドレインバック量を推測し、貫入量やドレインバック量も含めた（真の）階段図を描く。それと並行して噴出したマグマの特徴からマグマ供給系の内部で生じた変化を探り、地殻応力場の影響も考慮しながら階段図形状の意味を正確に解釈することによって次の噴火の時期と噴出量を予測する。

- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果

すでに観測・調査体制が整ったいくつかの火山において、上記研究の見通しが立ち、次の噴火の時期と噴出量についてのある程度の予測が可能となる。

- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由

上記研究の実現条件は（1）すみやかなデータ蓄積と実証を可能とする頻繁なマグマ噴火・貫入事件の発生履歴を有するとともに、それが今後も見込まれる火山において、（2）地表調査などによる噴出量の高精度推定、（3）噴出物の採取と物理・化学分析によるマグマ供給系の内部過程のモニタリング、（4）機器観測による貫入量・ドレインバック量・地殻応力場の高精度モニタリング、が実施可能な体制となっていること。

これらが短期間に実現可能な火山として、有珠山・浅間山・伊豆大島・三宅島・霧島火山群・桜島が挙げられる。

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 文科PJで進めている階段図作成とその活用：中川光弘

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題

提案されている中長期噴火予測手法（火山PJ）の評価と高度化

- (1) 各火山の階段図から、活動期や静穏期の有無、長期的な噴出率の変化を検討。
- (2) マグマの長期的な変遷と階段図との関連を検討。
- (3) 噴火履歴とマグマ変遷から現在の火山深部のマグマ系の状況を推定。
- (4) これらの地質学のおよび物質科学的情報に、現在の地球物理学のおよび地球化学的観測結果を加味して、中長期噴火予測を行う。

- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果

複数の火山でのマグマ供給系の進化過程と現況について高精度でモデル化でき、その地物・地化的手法による検証へと進展する

- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由

活動的で地物・地化的観測研究が進展しており、かつ地質学的研究が進んでいる火山。マグマタイプも加味して選定する。

- A. 玄武岩質マグマ主体の火山：伊豆大島
- B. 安山岩質マグマ主体の火山：浅間、霧島（全域）
- C. 珪長質マグマ主体：屈斜路ー摩周・アトサヌプリ

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 詳細な階段図の事例紹介と階段図の限界：安井真也

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題  
中小規模噴火の情報を記録した火山灰土壌を用いた活動履歴復元と活動評価
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - 現在進行形の活動から過去100年ぐらいまでの活動で形成された火山灰土壌の性質の把握と、火山観測開始以降の観測データとの照合により、その火山の中小規模噴火の活動パターンを探る。
  - 堆積物からさらに古い時代まで遡って特徴が把握できれば、大規模噴火との関連を含めた、その火山の長期的な活動履歴復元が可能となる。こうしたデータセットが整えば、現在その火山がどのような状態にあるかを把握した上で将来予測につなげられることも期待される。
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由  
桜島（阿蘇、諏訪瀬なども対象火山の可能性）  
理由：現在、活動期にあり観測データも蓄積されている

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

地質学的記録に基づく火山活動評価の高度化:三浦大助・奥野 充

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、  
5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題  
高精度年代測定法を援用し完新世噴火史データの精度向上とDBの整備・充足  
(火山活動評価には不可欠)
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - 噴火休止期間の高精度な決定、噴火年代とマグマ形成年代の推計
  - マグマ溜まり形成・成長モデルへ活用する物理・化学的知見の蓄積
  - 合理的な火山活動評価示標の提案
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由  
樽前山（支笏）：  
珪長質・苦鉄質マグマの両方で爆発的噴火が発生  
過去1万年間に徐々に平均噴出率が増加  
近傍に重要な社会施設（新千歳空港・道央道や苫東火力発電所など）が存在  
噴火規模と風向により大都市札幌に降灰の可能性（Ta-a噴火の例）

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 「噴火予測のための簡単なマグマ供給系モデル」の階段図によるパラメタ推定：安田 敦

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題

### 「簡単なマグマ溜まりモデル」の中長期の噴火予測への拡張

「簡単なマグマ溜まりモデル」は本来は短期予測を念頭において、物理観測等と連携してリアルタイムにパラメタ推定を行い噴火の規模や推移を予測するために開発中のものであるが、場の状態（破壊強度や応力状態など）を時代変化する確率変数として組み込むことによって、中長期の噴火予測につなげられる可能性がある。

- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果

階段図に噴出物の組成情報も加える。

マグマの分化程度（密度、揮発性成分量）と実際の噴出量や噴火間隔を合わせて検討することにより、噴火未遂（マグマ溜まりからは出たが地表に到達していない）のマグマの量と長期的な場の状態との関連を明らかにできる可能性がある。

- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由

### 「富士山」

マグマ供給系が単独のマグマ溜まりの活動で近似可能で噴火の回数も多い。噴出物組成や噴火時期については、産総研や富士山研に情報の集積があり、「簡単なマグマ溜まりモデル」の噴火予測への有効性を検証するのに適している。



# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 階段図(供給率変化)とマグマ供給系：山元孝広

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題

カルデラ火山を対象とした噴火履歴調査と地球物理学的観測結果の融合

- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果

課題進展のためにはカルデラ地下構造のイメージングが不可欠である。  
ただし2～3年では、大きな進展は期待できない。

- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由

### 十和田火山

- カルデラ形成噴火の中長期評価をどのように実施するのかモデルケースとなる対象が必要
- 噴火履歴から今後を評価するために、本火山の地物観測を推進するべき

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 階段図を用いたマグマ活動の評価指標の提案：伊藤順一

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題
  - a) 国内活火山に対する階段図データの整備
  - b) 階段図を用いた短期的噴火予測に向けた事例研究
  - c) 階段図形状とマグマシステムの関連解明に向けた事例研究
  
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - a) 国内活火山の基礎情報として階段図情報を整備する
  - b) 継続的な噴火イベントに対する噴出物量・地物観測データの統合解析
  - c) 岩石・鉱物学的データを充実させたマグマ情報と階段図と関連性の検討
  
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由
  - a) 長期的平均マグマ噴出率が高いが、比較的近年(1万年未満)のマグマ噴出率が不明な火山
    - ・ 新潟焼山, アトサヌプリ, 秋田駒ヶ岳, 焼岳 (長期噴出率が高いが、短期的噴出率が不明)
    - ・ 御嶽山, 岩木山, 妙高山 (噴出率推定の時間分解能が粗い)
  - b) 比較的頻繁に噴火を繰り返している火山を対象とする事例研究  
桜島, 阿蘇, (今後発生する噴火に対し日単位でマグマ噴出率と地物データの関係性を検討)
  - c) 富士山・伊豆大島(玄武岩質), 浅間山(安山岩質), 有珠山(珪長質)

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 岩石・鉱物学的手法による中長期火山活動予測：下司信夫

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題
  - ⇒ 微量化学組成の時間追跡、とくに複数の揮発性成分の高精度分析、大規模噴火前後を対象
  - ⇒ 1万年～数10万年までの高分解能の噴出物年代直接測定
  
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - ⇒ 高い時間分解精度でのマグマ溜まり熱—化学組成進化過程
  
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由
  - ⇒ 屈斜路カルデラ・阿多カルデラ  
(post or intracaldera volcanic activityが顕著、時間推移が追跡可)
  - ⇒ 阿蘇中岳・桜島・諏訪之瀬島  
(continuous eruption from open vent)

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 火山性流体観測に基づく活動評価・予測：森 俊哉

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題
  - ・ 熱水系火山ガス⇔マグマ性火山ガスの変遷を確実にとらえるための高頻度観測および測定技術の高度化
  - ・  $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比や希ガス組成比の連続または高頻度測定法の開発と実現
  - ・ 適切なモニタリングサイト選定に向けた土壌ガス（濃度・放出率）調査と定常的なモニタリング手法の高度化
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - ・ トータル硫黄フラックス測定の確立、いくつかの火山での事例蓄積
  - ・ オンサイトで $^3\text{He}/^4\text{He}$ を測定できる装置の確立
  - ・ 土壌ガスモニタリング手法の高度化
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由
  - ・ 口永良部島、草津白根山、箱根山  
熱水系ガスからマグマ性ガスの変化またはその逆の変化のデータの蓄積ができそう
  - ・ 新たに水蒸気噴火を起こした火山  
水蒸気噴火にマグマ性の火山性流体が関与していたかの把握
  - ・ 有珠山、伊豆大島、三宅島  
二酸化炭素土壌拡散放出の実績あり、どのような変化がみられるかの再検証

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 地殻変動観測に基づく活動評価・予測：宗包浩志

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題
  - チャンバー形状・地形・構造を適切に取り入れたdecadal scaleの体積変化の推定手法の確立
  - 物理モデルに基づいた多項目観測の同時インバージョン法の確立  
→ データ同化に基づく予測への深化
  
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - いくつかの火山におけるマグマだまりの標準モデルおよび体積変化時系列の提示
  - 物理モデルに基づいた多項目観測の同時インバージョン法のプロトタイプ(タイプ毎?)
  
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由
  - 有珠山  
(観測網が充実している；噴火が近い；非火山性の地殻変動が複雑で除去手法のテストフィールドとして適している)
  - 浅間山  
(力源モデルが分かっている；観測網が充実している)
  - 伊豆大島  
(観測網が充実している；噴火が近い；周期的な体積変化という特異現象がある)

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 地震観測等の物理モニタリングに基づく活動評価・予測：青山 裕

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、  
5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題
  - (地震) 深部低周波地震活動やマグマだまりより深部(中部～下部地殻)におけるマグマ供給系からの地震波放射活動を高精度に把握する技術の開発
  - (熱) 人工衛星データを用いた山体スケールでの微小地温変化把握手法の開発および高度化と定常モニタリングへの導入
  
- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果
  - (地震) 現状の一元化震源処理よりも精度の高い火山性深部低周波地震活動の把握とモニタリング対象火山の増加、活動事例の蓄積
  - (熱) バックデータを用いた微小地温変化把握の精度検証
  
- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由
  - (地震) 全国各地の深部低周波地震活動域
  - (熱) 伊豆大島, 十勝岳, 草津白根山  
静穏期ながら次期噴火が想定される。活動のタイプが異なる。噴火事象がある。

# 噴火可能性評価手法の開発に向けた研究課題の提案

## 地下構造探査を中長期のマグマ噴火可能性評価にどう使うか：橋本武志

- 1) 中長期(数10～100年程度)における噴火の可能性を評価する手法の開発に向けて、5～10年の研究期間を想定した場合に達成可能な研究課題

比較的大きなマグマ供給系を有する火山を対象とした、各種観測に基づくマグマ溜まりの状態推定、および時間発展予測スキームの開発

- 2) 上記の研究実施後2～3年で、期待される進展や成果

いくつかの火山でのパイロット研究

- 3) 上記の研究を進める上で適切な対象火山とその選択理由

支笏一樽前	(ある程度比抵抗探査がされており、岩石学的知見もある)
阿寒一屈斜路	(同上)
伊豆大島	(中長期的な先行現象がある。比抵抗探査がされている)
阿蘇山・霧島連山	(火山活動に消長があり好機。比抵抗探査がされている)