

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

桜島火山における火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測のための総合的観測研究

(3) 関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

火山

(4) 火山現象の解明とモデル化

ア. 火山現象の定量化と解明

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(4) 中長期的な火山活動の評価

ア. 火山噴火の長期活動の評価

イ. モニタリングによる火山活動の評価

5 研究を推進するための体制の整備

(2) 総合的研究

エ. 桜島大規模火山噴火

(5) 総合的研究との関連：

桜島大規模火山噴火

(6) 平成30年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

密接に関連する研究課題の「桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究」の成果について以下に述べる。

昭和火口の噴火の9割について前駆した山体膨張と噴火に伴った収縮が観測された。前駆地盤変動量と継続時間、噴火に伴った地盤変動量の統計解析を行い、前駆継続時間と膨張量・収縮量比の頻度が対数正規分布することが明らかになった。前駆の山体膨張は噴火直前に一定時間停止して噴火する 경우가多く、山体膨張停止時に噴火に前駆する地震が発生する場合がある。前駆地震エネルギーが加速的に増加する性質があり、噴火発生時刻の予測が可能な場合があることが分かった。噴火に伴った収縮は、指数関数的に時間経過とともに減速し、停止する。時間関数から噴火は圧縮性流体の放出過程で解釈された。

2006年の噴火にて始まり、2009年に発生頻度が上昇し、2017年まで継続した昭和火口噴火活動に先行した地震活動の活発化と始良カルデラおよび桜島の地盤変動を検出した。この期間に3回の顕著な地盤変動が観測され、始良カルデラ直下の深さ10 kmの増圧源、桜島北岳直下の深さ4 kmの増圧源に

より説明出来た。顕著な地盤変動の観測時期（マグマ貫入期）に火山灰放出量の増加していた。昭和火口噴火活動では始良カルデラ直下の深さ10 kmの圧力源の増圧が継続したことから、昭和火口噴火活動ではマグマ放出量は始良カルデラ直下のマグマ蓄積量より小さいことが分かった。

2009年から桜島北東部において反射法探査を繰り返し行い、始良カルデラから桜島へのマグマ供給路の変化に対応した地下構造の時間変化の検出を検出した。桜島北東部直下の深さ5 kmにおいての2009年から2010年の地震波反射強度の増加および2010年以降の反射強度減少をシル状マグマ溜まりにおける速度低下および上昇にて説明できた。また、地震波干渉法にて地下構造の変化の検出を試みたところ、山頂に近い観測点のペアで2012年に波形相関が低下したことが分かった。波形相関の低下が見られた時期は地盤変動観測からマグマ貫入速度が増加した時期と対応していることが分かった。さらに、繰り返し海底地震観測から、始良カルデラ内の地震の震源決定精度が向上し、より高精度の速度構造が得られた。

前述の顕著な地盤変動が観測された時期に前後して物質化学的变化が検出された。2009年のマグマ貫入期に先行して観測井内のガス中の二酸化炭素と水素の濃度上昇が検出された。2009年から2010年と2015年のマグマ貫入期には、火山灰の組成の二酸化ケイ素成分の低下が見られ、玄武岩質マグマの貫入増加が示唆された。2011年のマグマ貫入期以降に二酸化硫黄放出率の増加が見られた。火山灰付着の水溶性ガス成分の時間変化を2006年以降について調べたところ、2006年～2007年と2010年以降に塩化/硫酸のイオン比が高い値を示し、昭和火口噴火活動期において熱水系卓越からマグマ卓越へ変化したことが分かった。

桜島火山についてマグマ貫入速度を分岐条件とする噴火事象分岐論理を構築した。噴火様式に対応してマグマ貫入速度が変化しており、南岳噴火活動では、ブルカノ式噴火>連続火山灰噴火>ストロンボリ式噴火の順にマグマ貫入速度が対応しており、昭和火口のブルカノ式噴火はさらにマグマ貫入速度が小さい。また、溶岩流出を伴った昭和噴火および大正噴火のマグマ貫入速度を推定した。

#### (7) 本課題の5か年の到達目標：

火山性流体の貫入・噴出の量やその時間変化率などに着目し、噴火先行現象、噴火発生、噴火規模・様式の変化など、先行現象から噴火終息までの一連の活動推移をモデル化する。現在のデータや試料だけでなく、過去のデータや資料・試料を解析・分析することで、大正噴火クラスの大規模噴火の事象分岐条件も含めた火山活動推移モデルの構築を進め、火山噴火予測手法の高度化をする。

#### (8) 本課題の5か年計画の概要：

桜島の火山活動推移モデルを構築し、事象分岐条件に各観測および調査から得られるパラメータを付与し、そして予測につなげるために、前計画研究課題「桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究」実施の観測の継続をする。5か年通じて以下の連続観測および調査を実施する。

- ・桜島および南九州における稠密連続地震観測
- ・桜島および南九州における稠密連続GNSS観測
- ・桜島における地殻変動連続観測
- ・MT連続観測
- ・絶対重力計もしくは超伝導重力計による重力連続観測
- ・光学式ディストロメータを用いた火山灰連続観測
- ・温泉ガス連続観測
- ・土壌二酸化炭素放出率観測
- ・火山灰の現地サンプリング調査と岩石組成および付着ガス成分分析
- ・二酸化硫黄放出率観測

また、5か年通じて以下の繰り返し観測を実施する。

- ・重力測定（毎年10月実施）
- ・水準測量（毎年11月実施）
- ・稠密GNSS観測（毎年11月実施）

そのほか、年度毎に以下の観測を実施する。

・令和元年（2019年）度においては、人工地震探査を12月第一週に実施する。桜島北部において2014年と2016年実施と同じ測線（爆破6カ所）にて、南側において2013年実施と同じ測線（爆破4カ所）にて探査を実施する。

- ・令和2年(2020年)度においては、鹿児島湾においてキャンペーン海底地震観測を実施する。
- ・令和3年(2021年)度においては、これまで継続してきた絶対重力連続観測から超伝導重力連続観測へ移行する。また、鹿児島湾においてキャンペーン海底地震観測を実施する。
- ・令和4年(2022年)度においては、2019年度実施の人工地震探査と同じ測線と爆破点に人工地震探査を行い、時間変化の検出を試みる。新しく開発する小型拡散放出二酸化炭素率測定装置の設置を行う。
- ・令和5年(2023年)度においては、鹿児島湾においてキャンペーン海底地震観測を実施する。拡散放出二酸化炭素率観測を実施する。

上記は観測実施項目であるが、1980年代からの過去データおよび、大正噴火および昭和噴火の当時の資料・試料を活用して、桜島の火山活動推移モデルを構築と事象分岐条件へのパラメータを付与に役立てる。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久、井口正人、為栗健、山本圭吾、大見土朗、山田大志  
他機関との共同研究の有無：有  
北海道大学大学院理学研究院（青山裕）  
東北大学大学院理学研究科（西村太志、山本希、太田雄策）  
東京大学大学院理学系研究科（森俊哉）  
東京大学地震研究所（今西祐一、大湊隆雄、西山竜一）  
東京工業大学理学院（野上健治、神田径）  
富山大学都市デザイン学部（堀田耕平）  
名古屋大学大学院環境学研究科（前田裕太）  
京都大学大学院理学研究科（大倉敬宏、横尾亮彦、風間卓仁）  
九州大学大学院理学研究院（松島健、相澤広記）  
鹿児島大学大学院理工学研究科（中尾茂、八木原寛）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：火山活動研究センター  
電話：099-293-2058  
e-mail：nakamiti@svo.dpri.kyoto-u.ac.jp  
URL：http://www.svo.dpri.kyoto-u.ac.jp/svo/

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中道治久  
所属：京都大学防災研究所火山活動研究センター