

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：特別研究促進費

研究期間：2015～2015

課題番号：15H05794

研究課題名(和文)2015年口永良部島噴火に関する総合調査

研究課題名(英文)Integrated study on the 2015 eruption at the Kuchinoerabujima volcano

研究代表者

井口 正人(Iguchi, Masato)

京都大学・防災研究所・教授

研究者番号：60144391

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 29,900,000円

研究成果の概要(和文)：2015年5月29日噴火に前駆して火山ガス放出量の増加、地盤膨張、地震活動と地熱活動の活発化が段階的に進行した。火口浅部におけるマグマの効率的な脱ガスと結晶化が進行したと解釈される。噴火に伴う地震は2014年噴火が大きい。噴火の規模(火山灰放出量や空気振動振幅)は2015年噴火が大きい。島外への避難およびその前の計画立案、2014年噴火の経験が極めて重要な役割を果たした。国および自治体は必要な措置を講じたが、住民の避難状態についての意識との乖離が大きい。噴火後の火山活動にはさらに大規模な噴火に発展する兆候はない。本研究における観測結果が、警戒区域の縮小と帰島への判断に生かされた。

研究成果の概要(英文)：Discharge rate of volcanic gas, ground inflation, seismicity and geothermal activity successively increased prior to the eruption on May 29, 2015. Degassing and crystallization of magma proceeded at a shallow part beneath the crater. Explosion earthquake of 2014 eruption was larger than 2015 eruption, however eruption volume and intensity of eruption in 2015 was larger. Evacuation experience in 2014 eruption took an important role for evacuation planning and evacuation operation in 2015 eruption. No phenomena to show increase in volcanic activity were detected by instruments installed after the eruption in this project. Evaluation of activity by this project is useful to reduction of restricted zone and decision making for returning.

研究分野：火山物理学

キーワード：火山噴火 火山災害 警報 避難 帰島

## 1. 研究開始当初の背景

(1)口永良部島では、2015年5月29日9時59分に噴煙高度9000m超に達する噴火が発生し、火砕流も海岸まで達した。噴火後、気象庁が噴火警戒レベルを導入して初めての噴火警戒レベル5が発表され、ただちに住民の避難が始まり、噴火当日午後には屋久島への全島民の避難が完了した。2014年8月3日に34年ぶりの噴火が発生し、その後火山ガス放出量の急増や様々な観測量の変化が認められる中で今回の噴火が発生した。前回噴火の経験を活かし全島避難は整然と行われたものの、火砕流を伴う噴火の危険性が高い状態が続き、避難住民の帰島の見通しは立っていない。

(2)口永良部島は有史以来、活発な噴火活動の記録が残る。中でも1933-34年の活動では、島東部の七釜集落が全焼し、死者8名、負傷者26名におよぶ大被害が出た。2年前の1931年から爆発的噴火や噴煙・鳴動が観測されたが、もし2014年の噴火と今回の2015年噴火が1933-1934年噴火に先行する1-2年前の状態に対応するならば、今後数年の間に更に大規模な活動に発展する可能性がある。

(3)マグマ水蒸気噴火は前兆となる現象が観測されることは少なく、噴火のメカニズム自体も未解明の点が多い。今回の口永良部島の噴火は、比較的多くの観測がなされている中で起きている。また、警戒レベル5による初めての避難事例であるにもかかわらず、極めて迅速に避難が完了した。既存データの再解析や新たな観測に基づき今回噴火の全体像を把握するとともに、住民の噴火に対する対応を調査することにより、今後の火山防災に生かすべき貴重な教訓が得られることが期待できる。

## 2. 研究の目的

(1)2014年8月3日に発生した34年ぶりの噴火の後、得られた様々な観測量の変化を精査することで5月29日の噴火に至る前駆プロセスを明らかにする。

(2)現地調査や噴火前後の多様なデータを解析することにより、5月29日の噴火の規模、推移、火砕流の流下状況等の実体を解明する。

(3)山腹西側を中心に堆積した大量の火砕流堆積物から発生する土砂災害及び噴火時の火山灰拡散状況を把握する。

(4)今回の避難成功例を今後の火山災害における避難行動に生かすべく、今回の避難行動に関する詳細な調査を行う。

(5)可能な限り早期の帰島を目指すため、火山活動の推移予測と帰島が実現できるレベル3相当まで活動が低下したと判断するためのデータ収集とその評価を行う。

## 3. 研究の方法

(1)5月29日噴火に至る前駆過程の解明：5月29日の噴火に先駆する二酸化硫黄放出量の増加、それに伴う地盤の膨張、ひずみ蓄積に伴う有感地震の発生、火口周辺の熱的状态の活発化を示すデータを精査することにより、前回噴火から今回噴火に至る一連のプロセスを明らかにする。地震データについては地震発生数、震源位置の移動、地震波形の特徴の変化に着目して地震波形データを精査する。また、GPSや干渉SAR、傾斜、水準等の地殻変動データの再検討を行う。熱的变化は噴火に先行する期間の電磁気観測データを再検討し、必要であれば再解析を行う。

(2)5月29日噴火の実態の解明：噴火に伴う地震・地盤変動・空振データを解析することにより、力学的な観点から見た噴火の描像を確立する。衛星画像や航空機からの観察に加え、小型無人機を用いたレーザー測量等により火山体、特に火口周辺の詳細な3次元データを取得し、噴火による噴出物の飛散範囲・堆積量・堆積状況を精査することにより、噴火の規模、推移、火砕流の流下状況を詳細に明らかにする。採取火山灰や岩石コアの詳細な分析を行う。また、噴煙シミュレーションと火砕流シミュレーションを行い、観測データと比較することにより噴火の様々な物理パラメータを拘束し、噴火の実体を解明する。

(3)火砕流堆積後の土砂災害及び火山灰拡散に関する調査・研究：上空からの観察、航空写真測量、レーザー測量等により、噴火による噴出物の飛散範囲・堆積量・堆積状況を詳細に捉えるとともに、火山灰粒径と火山灰に覆われた斜面の雨水浸透性を調査することにより土砂災害予測に資するデータを得る。また、火山灰分布調査を行うとともに、気象データを考慮した火山灰拡散シミュレーションを行いその結果を比較することにより、大規模噴火時に火山灰がどのように拡散するかを詳細に検討する。

(4)避難に関する調査：今回の事例から今後の火山災害による避難において生かすべき教訓を得るために、噴火前に得られていた火山活動情報や島という地理・社会条件における避難行動等に関する調査を現地でのアンケートにより実施する。その中で、研究者(専門家)による火山情報発信と住民避難・帰島にかかわる意思決定に関する調査を行う。また、本災害における住民避難に着目し、噴火に先駆けて行われていた火山防災対策、噴火後の災害情報の提供、住民の避難誘導、住民の避難行動を、ヒアリング調査・住民への意識調査などを通して検証する。

(5)火山活動推移予測と帰島にむけての判断に関する研究：推移予測と活動低下の判断に資するデータを得るため、火山周辺の観測網を再構築するとともに、地殻変動・地震・火山ガス・地球電磁気等の観測を強化する。地盤変動については、島内にGPS観測点2点を設置して観測を強化する。また、だいち2号等のSAR画像を用いて、地盤変動を検出する。地震に関しては、島周辺に海底地震計を設置する。二酸化硫黄放出量の推移や火山ガス組成の観測に関しては、セスナ機や漁船チャーターによる観測を実施するとともに、島内に連続観測装置を設置する。山頂付近の立ち入りが困難な場所においては、無人ヘリを用いた地震計の設置、空中磁気探査、火口周辺で火山ガス組成の測定、熱赤外観測を行う。口永良部島における過去の火山活動資料に基づき、口永良部島における噴火事象系統樹を作成し、噴火推移予測の基礎資料とする。一方、避難が長期に及んだ場合、火山活動状況のみから帰島の判断を行うのではなく、島民の意向も踏まえた判断を行う必要がある。住民の帰島に関する意向等についての現地調査を実施するとともに、帰島に向けた意思決定に資する情報提供を行なえるよう、避難の期間や避難の状況、過去の様々な事例を検討し、その際に避難住民がどのように判断したかに関する調査・研究を進める。

#### 4. 研究成果

(1) 2014年8月3日にも噴火が発生しており、それ以降、火山噴火発生の前兆過程である火山ガス放出量の増加、地盤変動、火山性地震活動の活発化は段階的に進行した後、5月29日に噴火が発生した。二酸化硫黄放出量が2014年11月末に劇的に増え、1000~3000ト

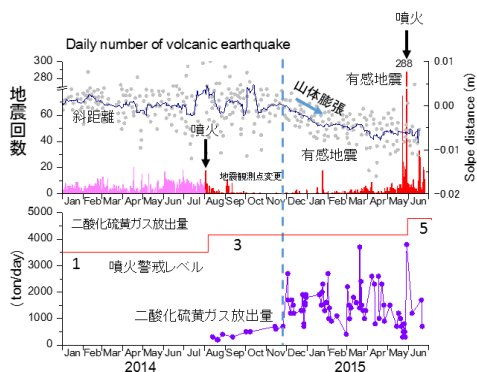


図1 2014年8月噴火から2015年5月噴火までの火山活動のまとめ

ン/日の状態が続いた。これに同期して屋久島と口永良部島間のGNSS観測による基線長の短縮が始まった(国土地理院、気象庁の連続観測)。また、徐々に火山性地震発生回数も増加し、2015年1月24日には、最初の有感地震(震度1)が新岳西山麓の深さ5kmで発生した。さらに、3月24日には気象庁の監視カメラで新岳火口に火映が観測されるようになっており、火口周辺での熱活動が活

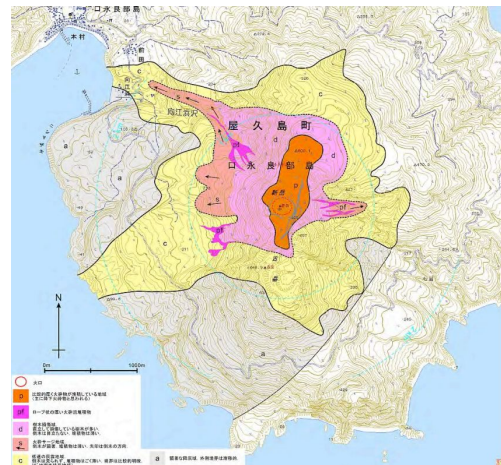


図2 火砕流及び火砕サージの分布範囲(産業技術総合研究所)

発化していた。

(2) 2015年5月の火山噴火では噴煙高度は火口上9km以上に達し、火砕流も2km超離れた海岸線あたりまで到達した。噴火に伴う爆発地震は2014年噴火が大きい、火山灰放出量や空気振動の大きさを考慮した噴火の規模は2015年噴火が大きい。噴出物の観察から2015年噴火に先行して結晶化が進んでいることが明らかとなった。脱ガスと結晶化は1999年に推定されるマグマ貫入以降時間をかけて進み、特に、2014年噴火発生後は、形成されたクラックを通して火山ガスの放出が効率的に行われた。クラックの閉塞が急激な圧力増を持たしたことにより2015年噴火に至ったものと推定される。

(3) 火山灰の大気中の拡散は移流・拡散モデルで再現できた。

(4) 島外への移動を含めた避難およびその前の計画に2014年噴火の経験が極めて重要な役割を果たした。2015年5月29日の噴火の6日前に発生した有感地震後に、国および自治体は必要な措置を講じたが、住民の避難状態についての意識との乖離が大きい。2015年の避難については、2014年の経験をもとにした具体策、直前に有感地震もあったことから実質的な避難準備、消防団らの早急な対応があって、迅速に避難を行なうことが出来た。

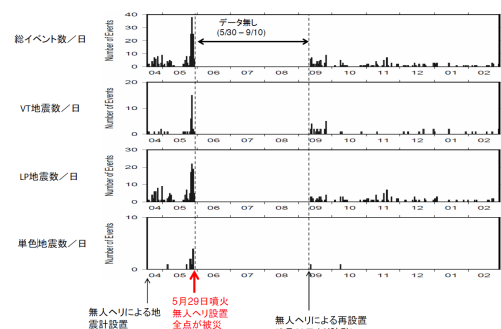


図3 無人ヘリにより火口周辺に設置した地震計により観測された火山性地震活動の変化

一方、以下のような問題が浮かび上がった。

2014年噴火の経験が「全島避難をしても消防団は残るはず」「全島避難は長くとも1週間ほどで終わるはず」という問題を発生させた。全島避難は1週間ほどで解除されるという認識は、長期間にわたり島を離れるための準備ではなく、当面の避難生活を凌ぐだけの準備で構わないという判断へとつながった。避難後に全島避難が長期にわたることが明らかとなった段階で、作物や家畜に十分な対応が出来ていない、自宅の台風対策を行っていない、貴重品類の持ちだしが出来ていないといった状況が発生した。

(5) 噴火後の火山活動にはさらに大規模な噴火に発展する兆候はなく、火山性地震は発生し続けているもののその活動状態は2015年5月噴火の直後よりも低く、地盤変動は停止、火山ガスの放出量は減少した状態にある。帰島に向けての判断を検討していく段階にある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

Kuri, M., Science communication for hazard with scientific uncertainty: in the case of volcanic activity, Journal of Disaster Research, 査読有, Vol. 11, No. 4 (印刷中)

大湊 隆雄、金子 隆之、小山 崇夫、渡邊 篤志、神田 径、為栗 健、無人ヘリによる口永良部島火山口周辺域における地震観測点の再構築、京都大学防災研究所年報、査読無、59B号(印刷中)

井口 正人、中道 治久、続発する日本の水蒸気噴火、京都大学防災研究所年報、査読無、58A号、2015、1-7

小林 哲夫、プラストを伴う噴火現象の再検討、月刊地球、査読無、37巻、4号、2015、220-227

〔学会発表〕(計15件)

Mori, T., Morita, M., Iguchi, M., Fukuoka Regional Headquarters of JMA, Repetitive sulfur dioxide flux measurements between and after the 2014 and 2015 eruptions of Kuchinoerabujima volcano, Japan, The 26<sup>th</sup> Goldschmidt Conference, June 26 - July 1, 2016, Yokohama (Japan)

神田 径、宇津木 充、小川 康雄、口永良部島火山の3次元比抵抗構造、日本地球惑星科学連合大会、2016年5月24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県・千葉市)

小山 崇夫、金子 隆之、大湊 隆雄、渡邊 篤志、神田 径、無人ヘリコプターを利用した口永良部島繰り返し空中磁気測量、日本地球惑星科学連合大会、2016年5月23日、幕張メッセ国際会議場(千葉県・千葉市)

久利 美和・Suppasri Anawat・寅屋敷 哲

也、サイエンスコミュニケーション視点でみる火山活動情報:科学の不確実性を伝える、日本地球惑星科学連合大会、2016年5月23日、幕張メッセ国際会議場(千葉県・千葉市)

山田 孝、2015年口の永良部島噴火後の降雨によって発生した土石流の堆積物の特性、平成28年度砂防学会研究発表会、2016年5月18~20日、富山県民会館(富山県・富山市)

為栗 健、2014~2015年口永良部島噴火の調査報告、京都大学防災研究所研究発表講演会、2016年2月23日、おおばくプラザ(京都府・宇治市)

Ohminato, T., Kaneko, T., Koyama, T., Watanabe, A., Kanda, W., Tameguri, T., Kazahaya, R., Observations at Kuchinoerabu-jima volcano, southern Kyushu, Japan, by using unmanned helicopter, American Geophysical Union Fall Meeting, December 14 to 18, 2015, San Francisco (USA)

中道 治久、井口 正人、為栗 健、園田 忠臣、2014年・2015年口永良部島火山噴火に伴う地震・空振の比較、日本火山学会秋季大会、2015年9月28~30日、富山大学(富山県・富山市)

井口 正人、中道 治久、山本 圭吾、為栗 健、森 俊哉、大湊 隆雄、口永良部島において5月23日にレベル5に上げる理由、日本火山学会秋季大会、2015年9月28~30日、富山大学(富山県・富山市)

下司 信夫、小林 哲夫、井村 隆介、井口 正人、口永良部島火山2014-15年噴火とその火砕流、日本火山学会秋季大会、2015年9月28~30日、富山大学(富山県・富山市)

大湊 隆雄、金子 隆之、小山 崇夫、渡邊 篤志、神田 径、為栗 健、風早 竜之介、口永良部島における無人ヘリ観測(序報)、日本火山学会秋季大会、2015年9月28~30日、富山大学(富山県・富山市)

森 俊哉、森田 雅明、井口 正人、屋久島町、福岡管区気象台、口永良部島火山の二酸化硫黄放出率の繰り返し観測:その2、日本火山学会秋季大会、2015年9月28~30日、富山大学(富山県・富山市)

山本 圭吾、園田 忠臣、口永良部島水準測量班、精密水準測量による口永良部島火山の地盤上下変動(2)、日本火山学会秋季大会、2015年9月28~30日、富山大学(富山県・富山市)

小林 哲夫、口永良部島・新岳の2014・2015年噴火:水蒸気噴火の可能性、日本地質学会第122年学術大会、2015年9月11~13日、信州大学(長野県・長野市)

Masato Iguchi, Long-term and short-term precursors to the 2014 eruption at Kuchinoerabujima volcano, Ryukyu Islands, Japan, General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, June 22 to July 2, 2015, Prague

(Czech Republic)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/news/4794/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

井口 正人 (IGUCHI, Masato)  
京都大学・防災研究所・教授  
研究者番号： 6 0 1 4 4 3 9 1

### (2) 研究分担者

神田 径 (KANDA, Wataru)  
東京工業大学・火山流体研究センター・准教授  
研究者番号： 0 0 3 0 1 7 5 5

森 俊哉 (MORI, Toshiya)  
東京大学・理学系研究科・准教授  
研究者番号： 4 0 2 7 2 4 6 3

下司 信夫 (GESHI, Nobuo)  
産業技術総合研究所・活断層火山研究部門・グループ長  
研究者番号： 7 0 3 5 6 9 5 5

田中 博 (TANAKA, Hiroshi)  
筑波大学・生命環境科学研究科・教授  
研究者番号： 7 0 2 3 6 6 2 8

関谷 直也 (SEKIYA, Naoya)

東京大学・大学院情報学環・特任准教授  
研究者番号： 3 0 4 2 2 4 0 5

久利 美和 (KURI, Miwa)  
東北大学・災害科学国際研究所・講師  
研究者番号： 9 0 3 7 4 9 1 7

阪本 真由美 (SAKAMOTO, Mayumi)  
名古屋大学・減災連携研究センター・特任准教授  
研究者番号： 6 0 5 8 7 4 2 6

橋本 学 (HASHIMOTO, Manabu)  
京都大学・防災研究所・教授  
研究者番号： 2 0 2 9 3 9 6 2

中尾 茂 (NAKAO, Shigeru)  
鹿児島大学・理学部・教授  
研究者番号： 9 0 2 3 7 2 1 4

大湊 隆雄 (Ohminato, Takao)  
東京大学・地震研究所・准教授  
研究者番号： 7 0 3 2 2 0 3 9

牧 紀男 (MAKI, Norio)  
京都大学・防災研究所・教授  
研究者番号： 4 0 2 8 3 6 4 2

市古 太郎 (ICHIKO, Taro)  
首都大学東京・都市環境科学研究科・准教授  
研究者番号： 1 0 3 1 8 3 5 5

山田 孝 (YAMADA, Takashi)  
三重大学・生物資源学研究科・教授  
研究者番号： 2 0 3 3 3 6 3 5

地頭蘭 隆 (JITOZONO, Takashi)  
鹿児島大学・農学部・教授  
研究者番号： 5 0 1 4 5 4 5 5

### (3) 連携研究者

棚田 俊収 (TANADA, Toshikazu)  
防災科学技術研究所・観測・予測研究領域・副ユニット長  
研究者番号： 0 0 4 1 6 0 7 5

為栗 健 (TAMEGURI, Takeshi)  
京都大学・防災研究所・助教  
研究者番号： 7 0 3 3 5 2 2 2

中道 治久 (NAKAMICHI, Haruhisa)  
京都大学・防災研究所・准教授  
研究者番号： 0 0 4 2 0 3 7 3

鈴木 雄治郎 (SUZUKI, Yujoro)

東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号：30392939

宝田 晋治 (TAKARADA, Shinji)  
産業技術総合研究所・活断層火山研究部  
門・主任研究員  
研究者番号：80357392

味喜 大介 (MIKI, Daisuke)  
京都大学・防災研究所・助教  
研究者番号：60243101

中田 節也 (NAKADA, Setsuya)  
東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号：60128056

小林 哲夫 (KOBAYASHI, Tetsuo)  
鹿児島大学・(理学部)・名誉教授  
研究者番号：70112430

山本 圭吾 (YAMAMOTO, Keigo)  
京都大学・防災研究所・助教  
研究者番号：40283676

篠原 宏志 (SHINOHARA, Hiroshi)  
産業技術総合研究所・活断層火山研究部  
門・首席研究員  
研究者番号：80357194

野上 健治 (NOGAMI, Kenji)  
東京工業大学・火山流体研究センター・教  
授  
研究者番号：70251676

小澤 拓 (OZAWA, Taku)  
防災科学技術研究所・主任研究員  
研究者番号：70455252

三輪 学央 (MIWA, Takahiro)  
防災科学技術研究所・研究員  
研究者番号：80615659

長井 雅史 (NAGAI, Masashi)  
防災科学技術研究所・契約研究員  
研究者番号：10571317

小山 崇夫 (KOYAMA, Takao)  
東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号：00359192

大倉 敬宏 (OHKURA, Takahiro)  
京都大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号：40233077