

2015年口永良部島噴火に関する総合調査（2）

井口正人*・2015年口永良部島火山噴火総合研究グループ

* 京都大学防災研究所

要 旨

2015年5月29日に口永良部島の新岳火口において火山噴火が発生し、我が国の火山において初めての特別警報（噴火警戒レベル5）が発表され、島外への避難が行われた。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。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。火山灰の大気中の拡散は移流・拡散モデルで再現できる。また、火砕流についてもシミュレーションを行った。火砕流の堆積後、土石流が発生している。現地調査によって、浸透能などの特性を調査した。島外への脱出を含む避難計画および避難の実施に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、住民の避難についての意識との乖離が大きい。噴火後に、火山性地震の活動は低下し、火山ガスの放出量は低下した。2015年10月には警戒区域を新岳火口からおおよそ2.5kmとする決定がなされ、多くの島民の帰島が実現した。さらに、2016年2月ごろから火口周辺の地盤の収縮傾向が検知されたので、警戒区域が2kmに縮小され（噴火警戒レベル3に引き下げ）、避難が解除された。

1. はじめに

口永良部島は屋久島の西14kmにある火山島である。噴火に関する古い記録は残っていないが、1841年の噴火以降、新岳の山頂あるいはその東の割れ目火口において頻繁に噴火が繰り返されてきた。1841年、1933年の噴火では集落において犠牲者が出るような噴火が発生している。1841年の噴火では現在の本村に集落が移転され、1933年の噴火では落下した岩塊により七釜集落が焼滅した。岩塊の飛散距離は大きく、1966年の噴火では北東方向の3km以上の距離に達した。1966年以降1980年まで、1～2年の間隔で頻繁に小規模な噴火が繰り返されたが、1980年9月の噴火以降、2014年8月の噴火までは噴火が発生しない状態が続いていた。

一方、地下の火山活動については1999年以降、次の噴火の準備過程にあることを示す観測データが得られていた。1999年7月に火山性地震の発生回数が急激に増加し、その後も、1～2年の間隔で火山性地震が群発的に発生した。また、新岳火口を中心とする

地盤の隆起・膨張も1999年ごろから始まり、2014年までに20cmを超える変位が観測された。2003年ごろからは火口内および周辺に熱異常が現れるようになり、それと同時に地下の蓄熱を示す全磁力変化が観測された。さらに、2008年10月には新岳火口南壁に噴気が現れて徐々に活動的となり、二酸化硫黄ガスもDOASにより検知できるレベルまで増大した。

様々な観測量の緩やかな変化を示す15年間の準備過程を経てついに2014年に噴火は発生した。噴火開始時刻は8月3日12時24分ごろである。噴火発生としては1980年から34年ぶりある。噴煙高度は800m程度と低かったものの火砕流が発生し、それに伴う熱風は約2kmの距離まで達した。噴火発生後に、気象庁は警戒レベルを1から3へ引き上げ、立ち入り規制区域を新岳火口から2kmの範囲に設定した。住民91名は新岳から4.7km離れた番屋ヶ峰に避難した。レベル3は居住区には影響のない噴火活動への警戒を意味するが、台風が接近していたために、61名がさらに島外へ自主避難し、台風通過後に帰島した。

2015年5月29日の噴火は、2014年噴火以降も、火山

活動が高まった状態で発生した。噴火は9時59分に新岳火口において始まり、噴煙高度は9000mを超え、火砕流は全方位へ流下、特に北西側の向江浜集落方向では海岸付近まで達した。噴火後に、気象庁は噴火警戒レベル運用開始後初めてレベル5を発表し、ただちに始まった住民の避難は、当日夕方には屋久島への全島避難で完了した。

2015年噴火は、2014年8月3日の噴火後、火山ガス放出量の急増など様々な観測量の急速な変化が認められる中で発生しており、噴火に至るまでの過程を解明しておく必要がある。また、前回噴火の経験を活かし全島避難がスムーズに進んだものの、6月18日にもレキが8kmの距離に達するような噴火が発生するなど現在も火砕流を伴う噴火の危険性が高い状態が続き、帰島に向けての判断に関する研究が求められた。

本研究計画では、2015年5月29日噴火に至る前駆過程と噴火そのものの実態、噴火により発生した火砕流による土砂災害、避難、さらに火山活動の推移と帰島に向けての判断に関する調査・研究を総合的に行った。2015年の自然災害シンポジウムにおいて10月までの研究成果を暫定的に取りまとめ、報告したが、本稿では、その後の調査結果と2015年10月以降の火山活動の推移と帰島について報告する。

2. 5月29日噴火に至る前駆過程の解明

2014年8月3日の噴火直後の二酸化硫黄ガスの放出

量は300トン/日に増加した(図1)。それ以降も徐々に増加していたが、劇的に増えたのは2014年11月末である。以降、1000~3000トン/日の状態が続いた。このレベルの二酸化硫黄放出量はマグマ性噴火が発生している桜島や阿蘇山と同等の噴出率であり、噴火が発生していないとされる火山では極めて異常な値である。

2014年11月末の二酸化硫黄放出量の増加と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)。2015年3月に行った島内山麓のGNSSキャンペーン観測では、新岳を中心とする放射状の変位ベクトルが得られており、屋久島と口永良部島間の基線長の短縮は口永良部島の新岳を中心とする膨張と解釈できる。また、2015年3月に行った新岳西山麓の水準測量では、2014年8月に比べ火口側隆起の上下変動が検出されたことも口永良部島の山体の隆起・膨張を裏付ける。2014年以前の地盤変動は新岳山頂において極めて大きい、山麓には顕著な変動はなかった。山麓において地盤変動が検出されたのは、1996年に地盤変動観測を開始して初めてのことである。

地盤変動と同期して、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。口永良部島において発生する火山性地震は、新岳直下の深さ500m以浅を震源とする極浅部火山構造性地震である。火山活動が高まった時期には低周波地震やモノクロマティック地震が発生することもある。1月24

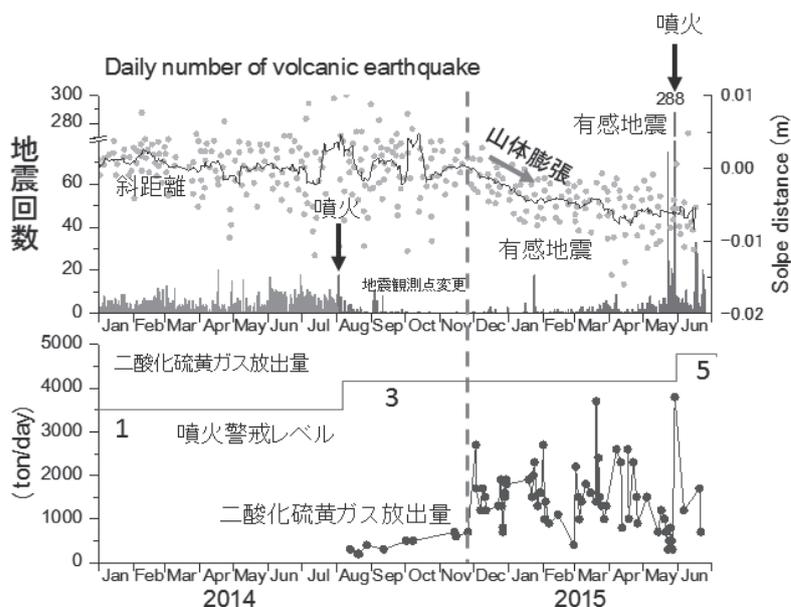


図-1 2014年8月噴火から2015年5月噴火までの火山活動のまとめ。上段:地震回数および地盤変動。2014年8月3日以前の日別地震回数は京都大学、それ以降は気象庁。斜距離は国土地理院の屋久島永田と気象庁口永良部島七釜観測点のGNSS観測による斜距離。下段:東大・京大及び気象庁による二酸化硫黄放出量。

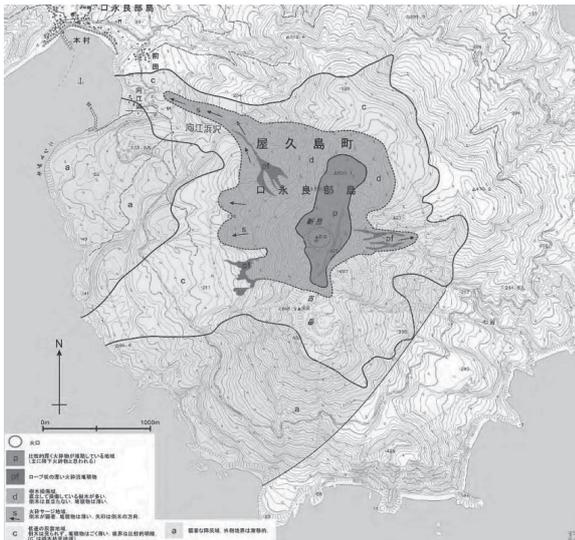


図-2 火砕流及び火砕サージの分布範囲（産業技術総合研究所）

日の地震の震源位置は大多数の火山性地震の震源からはずれるが、山頂以外の場所で地震が発生する場所として以前から注目されてきた場所である。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発化していた。

5月19日ごろからは、UAVを用いて新岳火口近傍に設置した地震計に観測されるような極微小地震が増加していたが、5月23日には新岳西山腹浅部を震源とする有感地震（震度3、M2.3）が発生した。5月23日の地震は1月24日の地震と同様に新岳西山麓に震央をもつが、深度が1kmと浅くなっている。

5月23日の有感地震発生以降も地震活動は高い状態が続いた。注目すべきは、火山構造性地震の多発から低周波地震やモノクロマティック地震への地震活動の推移が見られたことである。また、二酸化硫黄放出量は300~700トン/日に減少し、明らかに2014年12月以降とは異なる状況を示した。二酸化硫黄放出量の減少は火道上端部の閉塞を意味していたのかもしれない。

2015年5月23日に口永良部島で発生した有感地震は、1回だけであり、他の火山における有感地震に比べて地震エネルギーの放出量ははるかに小さい。しかしながら、5月23日の有感地震は単なる偶発的な地震発生ではなく、様々な観測項目で検出できる活発化を示す現象が段階的に進行した上で発生した火山体浅部の破壊現象である。さらにこれら前駆現象は2014年噴火の先行する15年間の現象よりもはるかに強いものである。2014年噴火以前では、火山性地震に有感規模のものではなく、地盤変動は火口周辺にと

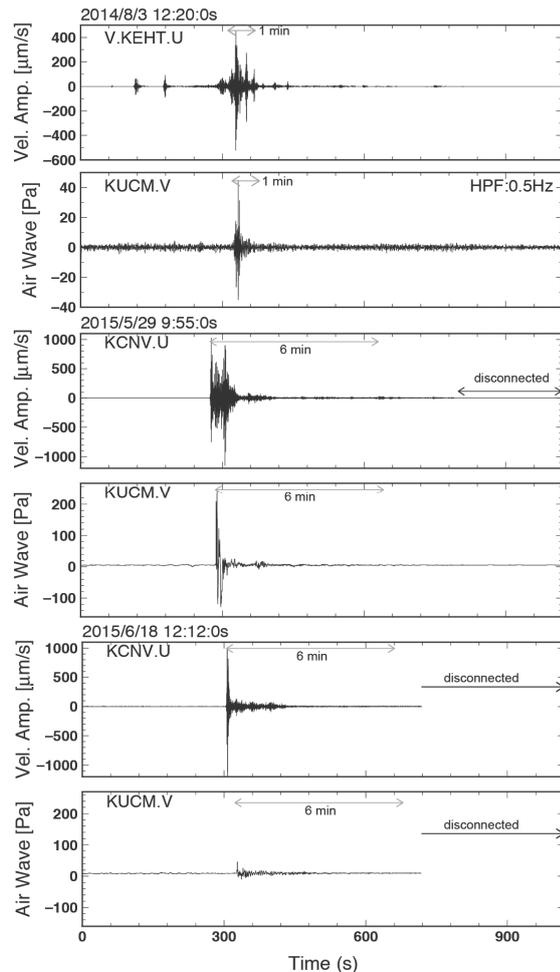


図-3 2014年及び2015年に発生した噴火に伴う地震動及び空気振動

どまっていた。二酸化硫黄放出量は最大で200~300トン/日にしか達しておらず、地熱活動の活発化を示す火映は見えたことはない。

口永良部島の過去に災害を伴った噴火では有感地震が直前に発生している。1931年4月2日の19時半頃に発生した噴火では、午前7時、12時、午後3時に山上で、さらに午後4時40分と6時40分には、山麓にても有感となる地震が発生した。1966年11月22日11時の噴火では、噴煙高度5000m、噴石は北東側の3km超まで達したが、その直前の地震は、爆発約10分前に前田で、さらに、2~3分前には新岳8合目西斜面でも有感であった。いずれも複数回の有感地震が発生しているが、1931年及び1966年噴火とも20年程度の休止期のあとに発生した噴火であり、わずか10か月前の2014年8月に先行噴火のあった2015年噴火に比べて地震は発生しやすい状態にあったと考えられる。

3. 5月29日噴火の実態の解明

噴火発生後、口永良部島全島に対して立ち入り規制されたので、島内において噴出物の分布範囲やサンプリングは十分できていない。5月30日から7月7日に撮影された空中写真から火砕流の分布範囲や影響について評価した。高密度の火砕流分布範囲やその周辺の火砕サージ分布範囲を図2に示す。火砕流は全方位に流下したが、特に、北西側の向江浜に向かう火砕流の流下距離が大きく海岸付近まで到達した。

5月29日および6月18日に発生した噴火の噴出物の微細組織解析を行ったが、結晶化が進行しほぼ固結したマグマが噴出していることが明らかとなった。

2014年8月3日、2015年5月29日および6月18日に発生した噴火に伴う地震動及び空気振動記録を比較して図3に示す。2014年8月噴火の地震波形は複雑である。2015年5月噴火に伴う地震波形は最初にパルス状の波が立ち上がり、その後、それよりもやや小さい振幅の微動が1分程度続いた。微動は火砕流を含む多量の火山灰の急速な噴出に関連している可能性がある。図3に示した波形は異なる観測点における地震波形を示しているため、防災科学技術研究所の広帯域地震計F-net屋久島永田（KYKF）観測点（新岳から東南東方向約20km）で観測された速度と変位波形の両方で比較した。2014年8月3日の噴火時の方が、2015年5月29日より振幅は倍近く大きいようである。一方、空気振動は2014年8月噴火では40Pa程度であるのに対し、2015年5月噴火では200Paを超えている。2014年噴火では、爆発のエネルギーが火口の破壊に使われて新岳火口の地形が大きく変わったのに対し、2015年噴火では、火口の地形はそれほど変わっておらず、地表面への爆発にエネルギーが使われた。一方、2015年6月8日噴火の地震動は、強いパルスが最初に見られるだけで、典型的なブルカノ式噴火に伴う爆発地震に類似している。

4. 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

火口上9000m以上に達した火山灰は南東方向に流れた。PUFFモデルを用いて2015年5月29日噴火により放出された火山灰の遠距離輸送の数値実験を行なった。ひまわり8号の高解像度動画と比較した結果、上層の南東への輸送と下層の西への輸送は的確に再現されていた。

土石流の発生は降雨と明確な関係がある。2015年6月2日の7:00に時間雨量15mm、6月3日の14:00と15:00に各々、14mm、33mmの強い雨があったことから、これらの日時に土石流が発生したものと考えられる。向江浜に氾濫・堆積した土石流の堆積物は、

逆級化現象が顕著であることが大きな特徴であり、石礫型土石流の流れ状態で氾濫・堆積したと考えられる。土石流の相対水深(h/d)は約10、流速係数(v/u*)は5程度の値と考えられる。相対水深と流速係数の組み合わせから石礫型土石流に近いといえる。土石流堆積物のマトリックスは、いずれも砂成分が多く、土石流の氾濫・堆積のプロセスにおいて、構成材料のマトリックス成分は、流れ方向に細粒化している。火砕流本体部、熱風部の堆積範囲、その後のガリ侵食の発達状況から、土石流の構成材料は細粒の火砕流堆積物を主体としたものではなく、侵食により旧地盤を多く取り込んだものと考えられる。浸透能の低い火砕流堆積物によって発生した表面流により旧地盤が侵食された。

2016年1月～2月に立ち入ることができたので、散水型浸透能試験を実施した。前田地区のスギ林においては火砕流発生直後には火山灰が数cm堆積していたと思われるが、その後の降雨により火山灰は流出し、調査時は1cm程度の厚さで、まばらに分布していた。浸透能は176mm/hrまで回復し、表面流による侵食は発生しない状態であった。遠望調査によると、浸透能の低下による表面流発生、リル・ガリ侵食による土砂移動現象が確認されるので、今後も降雨による土砂流出は継続する状況にある。

5. 避難に関する調査

2015年5月噴火時の避難行動を明らかにするために、6月及び7月にヒアリング調査を実施した。

5-1 過去の噴火による避難

昭和6年での噴火では、過去に噴火を経験した島民がいなかったこともあり、1097名に大規模な島外避難が行なわれた。実際の被害は島外資本の硫黄採掘会社関係者や施設に集中しており、古くからの集落（前田地区や本村地区）での被害は小さかったと聞いている。

昭和41年の噴火では、昭和6年に比べて規模が大きかったものの、大規模な島外避難はなかった。

5-2 2014年8月噴火以前の意識

2014年噴火以前にも、住民は避難体制の不備を認識しており、行政に対して申し入れを行っていたが、具体的に現実化することはなかった。

地域の消防団のメンバーは、民宿の運営やガイド、火山観測機器を含む各種インフラ整備の作業等にかかわっており、そのような作業や交流を通じて、インフラ維持や火山噴火に関する新しい知識を得られる環境にあった。

2001年に地震活動の活発化（100～200回／日程度：記憶として）があったものの、島内での危機意識は高くなかった印象で、実際、火口周辺への登山も行なわれていた。

消防団員が小中学生だった昭和50年代頃は小中学校での噴火避難訓練があったが、その後のことは島を離れていたこともあり詳細は不明。ただし、20～30年に一度程度は噴火があるという認識を持っていた記憶がある。

5-3 2014年8月噴火以降の問題意識

2014年以降は、消防団員で顔を合わせる機会も自然と増えており、情報交換をするとともに、噴煙の様子を観察する習慣もできた。

2014年前にも避難行動指針があったが、2014年の経験から、番屋ヶ峰の施設を避難所として整備とすることに予算措置があり、具体的な避難行動指針も作成し直され、各家庭にも伝えられていた。

2014年8月3日の噴火後に、噴火の経験をふまえて、学校・住民が防災体制の見直し・拡充を図った。避難所は、それまでの指定避難所（本村公民館など）から、番屋ヶ峰に移すよう住民が町と交渉し、整備が進められていた。避難所に向かう緊急避難道路も整備された。また、11月には、突発的な噴火に備えた実践的な避難訓練へと内容を変更して実施された。学校も、火砕流・噴石などのさまざまなケースに備えた避難体制を詳細に検討・訓練していた。

一方、本村地区に多い年配者は昭和41年の噴火では大きな被害がなかったことから、2014年および2015年とも相対的に危機感が小さかった印象がある。

5-4 2015年5月噴火前後の災害対応と問題意識

災害対応と避難についての主なヒアリング先は、鹿児島県庁、屋久島町役場（宮之浦支所、口永良部支所）、口永良部消防団長、口永良部本村区長、金ヶ岳小学校長、京都大学である。

2015年5月23日の有感地震後に、鹿児島県は火山防災連絡会を開催した。火山防災連絡会には、コアグループのメンバー（鹿児島県危機管理局・屋久島町・鹿児島地方気象台・海上保安庁・京都大学など）が集まり、火山の活動状況を共有するとともに、噴火時の避難体制の確認を行った。同連絡会を受けて各機関は噴火に備え避難体制を整備した。海上保安庁は巡視船を同海域に配置した。屋久島町営船フェリー「太陽」は、噴火時に島民全員を避難させられるよう乗船人数変更のための手続きを行った。また、気象庁は23日に島内で住民に火山の活動状況に関する説明会を実施した。

事前に住民に対して火山活動が活発化しているとは情報は伝えられてはいたものの、2015年5月29日の噴火は突然であった。住民は噴煙を見る、音を聞くなどの直接の知覚情報から避難を開始し、事前に定められた避難先に避難した。本村地区の住民は、昨年の噴火後に避難場所に新たに指定された番屋ヶ峰に避難し、避難先にて災害対策本部（屋久島町支所職員、区長、消防団長から構成）を設置し、そこで昼過ぎまで待機した。

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つて、迅速に避難を行なうことが出来た。

一方、以下のような問題が浮かび上がった。

1) 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。

2) 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。

3) 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。

6. 火山活動推移予測と帰島にむけての判断に関する研究

火山活動の推移を把握するために以下の観測を実施した。

京都大学防災研究所では、1996年に水準測量路線を島の西山麓に設置し、測量を繰り返してきたが、2015年7月29日および30日に、この路線の北部において水準測量の繰返し観測を実施した（路線南部については立ち入り禁止のため測量不可）。その結果、2015年5月29日の噴火を含む、2015年3月4日・5日～7月29日・30日の期間には明瞭な地盤上下変動がないことがわかった。すなわち、2014年以降に起こった新岳方向の地盤隆起は保持されている状態である。

5月29日の噴火後の二酸化硫黄放出率の推移をとらえるため、トラバース測定を繰り返し実施した。簡易型トラバース装置は電源を入れるだけで自動的に上空の二酸化硫黄量を測定できる装置であり、この装置を漁船に取り付けてもらい、口永良部島の周囲を航行してもらうことで、トラバース測定を実施した。5月29日噴火の直後は、4000トン/日と非常に高い放出率を示した。この高い値は継続しなかったようで、噴火後1週間～1か月は800～1700トン/日の

レベルで推移したが、噴火後50日以降は500トン/日のレベルに低下、さらに8月末現在では200トン/日レベルになっている。二酸化硫黄放出率は、噴火後着実に減少しており、2014年8月3日噴火前のレベル(数十トン/日)には戻っていないものの、8月3日噴火直後のレベルまで下がっており、現在の状況は、2014年12月から2015年5月の噴火前の火山ガス放出状況とは大きく異なる。

7月7日に、セスナ機を用いた火山ガス組成観測を実施した。その結果、噴火直後の6月1日と比較して火山ガスのSO₂/H₂Sには変動が生じていないことが示された。また、火山ガス組成の定量化とその変動の把握を目的として、8月19日に本村地区に、火山ガス組成測定用の観測装置を設置し、連続観測を開始した。

鹿児島大学は、九州大学、長崎大学、神戸大学と共同で、口永良部島の周辺海域下や、やや深部(深さ数km~10km)で生じる火山構造的な地震活動の検出と解析を目的として、長崎大学水産学部附属練習船・長崎丸の教育関係共同利用に基づき、4台の自己浮上・短期収録型海底地震計(SOBS:鹿児島大学2台、九州大学2台)を口永良部島の新岳火口から半径3.5海里(約6.5km)の円付近くの4地点へ7月3日に投入し、10月30日に回収した。観測期間中の口永良部島周辺の地震活動は活発化せず、深さは5~7kmに深いVT地震が決定できた。震央は島の東~北東部および西部に決まった。

東京大学地震研究所は、9月にUAVを用いて新岳火口周辺に5台の地震計を設置した。4月にも同様の計画で設置したが、5月29日の噴火で全点が被災した状態であった。完全なリアルタイムではないものの、携帯電話によりデータが10分以内に取得できる。5月29日噴火の直前の地震活動と9月以降の地震活動と比較して図4に示す。火山構造的な地震、低周波地震とも5月29日噴火の直前に比べて、9月の地震発生回数は減少しており、10月以降は発生回数の現象が著しい。

UAVにより、地熱活動の低下も確認された。空中赤外線熱映像では、新岳火口西縁の温度は噴火直前の4月には368℃であったが、9月には70℃まで低下した。また、空中磁気測定によると、4月には新岳火口の北で全磁力の増加、南で低下を示しており、新岳下で消磁が進んでいたことが明らかとなったが、9月の測定では帯磁していることがわかった。これは新岳火口下の帯磁に加え、噴出物が堆積したことによる磁化の獲得という複合的な効果があったものと考えられる。さらに、UAVにより火山ガスのサンプリングも行った。硫化水素と二酸化硫黄ガスの組成比からみかけ平衡温度を算出したところ、4月の測定では

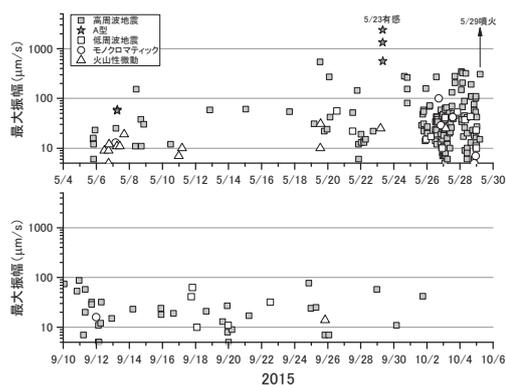


図4 2015年5月29日噴火前の地震活動と2015年9月の地震活動の比較

550℃であったものが、9月には450℃まで低下していることがわかった。

5月29日の噴火後、それよりもやや小さい規模の噴火が6月18日に発生したもの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。GNSS観測や水準測量による地盤変動に大きな変化はなく、有感となるような火山構造的な地震は発生していない。また、新岳火口内の地熱活動は明らかに低下している。現在の火山活動状況を2014年12月から2015年5月29日の噴火が発生する直前1週間の状況と比較すると地盤変動はほぼ停止、火山ガスの放出量は著しく減少した状態にある。また、火山性地震の活動度は明らかに低い。噴火警戒レベルが5に上げられた直後の状態と比較すると、火山性地震は時々多発するものの、地盤変動と火山ガス放出量には変化がない。地盤変動がないことは5月29日以前に貫入したマグマの大半は依然として火山体内にあることを意味するが、それがすぐに噴火に結び付く段階にない。

7. 帰島の判断

2015年9月の段階では、地震活動、火山ガス放出量、地熱活動に明瞭な低下が認められ、地盤変動は停止していたので、警戒区域の縮小をもって、帰島を議論できた。屋久島町の要請を受け、鹿児島県は10月7日に警戒区域について議論するため、口永良部島火山防災連絡会を開催した。先に述べた火山活動の低下については、共通の理解があったが、警戒区域の縮小については、鹿児島地方気象台は10月21日に予定されている火山噴火予知連絡会で決めるとして、口永良部島火山防災連絡会で規制区域の縮小について決めることに同意しなかった。本来、火山噴火予知連絡会は活火山の活動について評価するのが任務であり、規制区域については議論する場ではない。

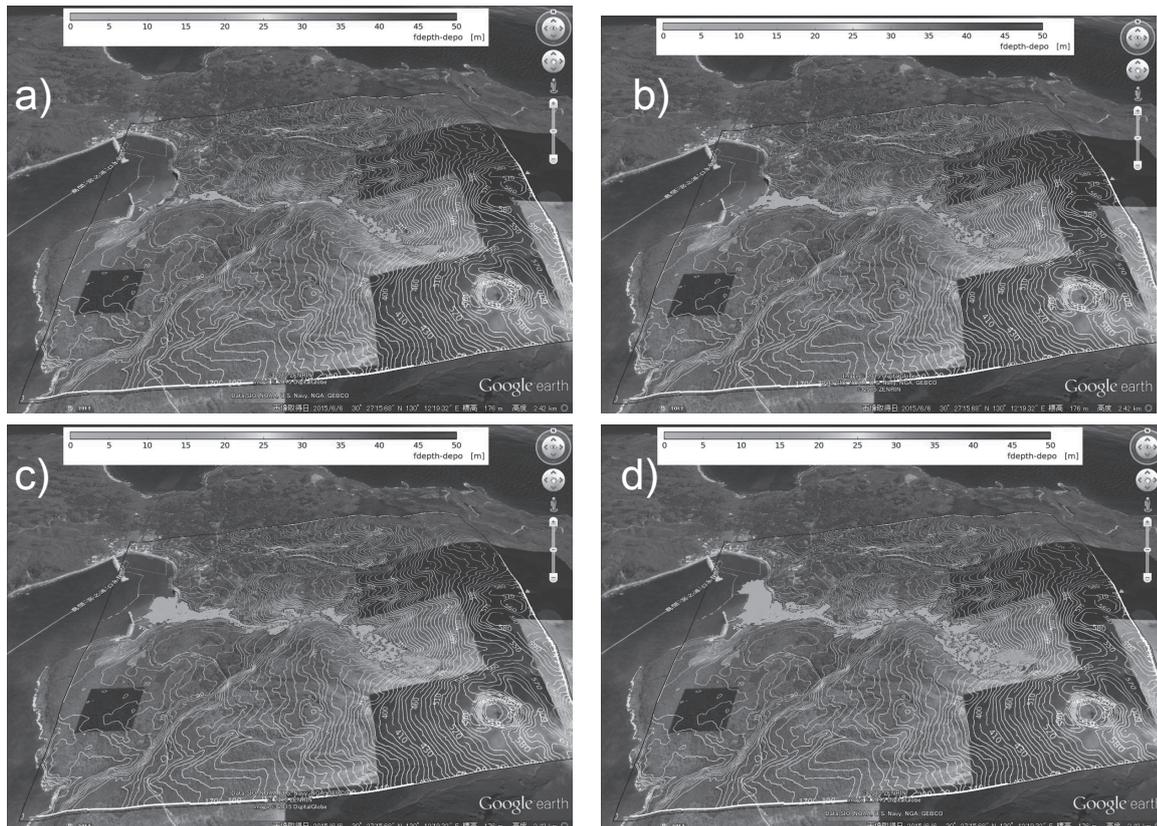


図-5 火砕流シミュレーションの結果。流動深で示す。火砕流の総体積を10万 (a) , 20万 (b) , 50万 (c) , 100万 (d) m^3 とした場合

むしろ、活火山を有する自治体に対して鹿児島県を始め、関係機関が規制区域について助言を行うのが目的である防災連絡会で決めるべきことである。10月7日の防災連絡会の鹿児島地方気象台の対応は適切さを著しく欠くものである。

10月21日の火山噴火予知連絡会の検討を受け、気象庁は始めて、2.5kmという規制区域の明確化を行い、その後帰島が実現することになったが、5月29日の噴火発生直後からそれまでは、火砕流の危険が及ぶ口永良部島の居住地域としているだけで、それがどこであるかについては一切触れていない。火山活動状況が集落に影響を及ぼすような噴火の可能性があるかどうかを評価することがより必要がある。そこで集落への危険性が最も懸念される口永良部島新岳北西斜面から向江浜を対象としてシミュレーションを行い、火砕流の危険性を評価した。使用した火砕流モデルはYamashita and Miyamoto (1993)であり、2003年7月26日に作成された鹿児島県の地形データを用いた。火砕流の体積は10万、20万、30万、50万、100万 m^3 とし、継続時間を30秒及び60秒とする矩形もしくは三角形のハイドグラフを仮定した。粒子間摩擦係数は0.5、0.7とした。継続時間を30秒、ハイドログラフを矩形、粒子間摩擦係数 μ を0.5として、

火砕流の総体積を10万、20万、50万、100万 m^3 とした場合の流下域を図5に示す。火砕流は、総体積を20万 m^3 とした場合、海岸まで達することから、5月29日噴火の火砕流に伴う向江浜への流入体積は10~20万 m^3 と推定される。50万、100万 m^3 とした場合でも海まで達するが、向江浜への谷をあふれることはない。したがって、5月29日と同等規模の噴火が発生したとしても本村集落への影響はないと考えられる。一方、このシミュレーションはサージを考慮していないので、5月29日と同等規模の噴火であれば、前田集落へのサージの影響が残る。

8. 2015年10月以降の火山活動

図6に2015年以降の火山性地震の日別の発生回数と二酸化硫黄放出量を示す。2015年10月以降の地震回数は少なく、2016年3月は6回の火山性地震しか発生しなかった。また、二酸化硫黄の放出量も少なく100トン/日以下で推移した。新岳火口を跨ぐ七釜観測点とヘリポート観測点の間の基線長に2016年1月以降、収縮が継続して見られたので、気象庁は2016年6月14日に噴火警戒レベルを3に引き下げ、すべての島民が帰宅することが可能となった。レベルの引

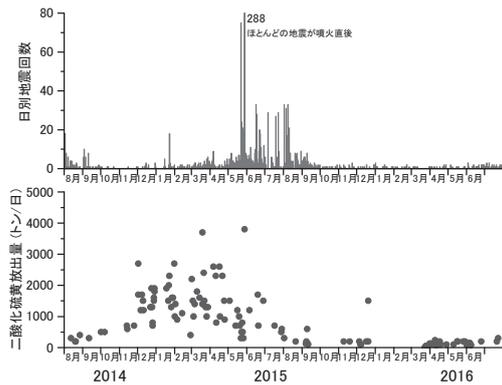


図-6 2014年8月の噴火以降の地震活動と二酸化硫黄放出量の推移

き下げにより、居住区域での復旧・復興が加速されることになる。

一方、地震活動や二酸化硫黄放出量の5月29日噴火後の低下は一連の火山活動がこのまま終息に向かうことを意味しない。2016年6月に水準測量を実施したが、新岳火口方向の隆起が検出された。また、発生回数は依然として少ないが、地震活動は2016年4月以降、増加の傾向が見られる。二酸化硫黄の放出量も2014年噴火以前の100トン/日を下回るレベルに戻っていない。1933年には4月、5月、6月と立て続けに噴火し、静穏期を経たのち、1933年12月～1934年1月にかけて噴火活動が激化した。噴火警戒レベル3は噴火

発生の可能性を意味するものである。

謝 辞

本研究計画は、自然災害協議会で立案され、平成27年度科学研究費特別研究促進費の配当を受けて実施されたものである。研究代表者を井口正人、研究分担者を神田径（東京工業大学）、大湊隆雄、森俊哉、関谷直也（以上東京大学）、下司信夫（産業技術総合研究所）、田中博（筑波大学）、久利美和（東北大学）、阪本真由美（名古屋大学）、橋本学、牧紀男（以上京都大学）、中尾茂、地頭菌隆（以上鹿児島大学）市古太郎（首都大学）、山田孝（三重大学）の各氏とする研究組織により構成されている。また、連携研究者は以下の通りである。中道治久、味喜大介、山本圭吾、為栗健、大倉隆敬（以上京都大学）、中田節也、鈴木雄治郎、小山崇夫（以上東京大学）、野上健治（東京工業大学）、小林哲夫（鹿児島大学）、篠原宏志、宝田晋治（以上産業技術総合研究所）、棚田俊収、小澤拓、三輪学央、長井雅史（以上防災科学研究所）。

SATREPSプロジェクト「火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究」で開発したシミュレータを使用した。