

2006年口永良部島火山活動の評価

井口正人・斎藤英二*・為栗 健
Hetty TRIASTUTY**・山崎友也

* 産業技術総合研究所, ** 京都大学大学院理学研究科

要 旨

口永良部島火山では1999年7月以降、火山性地震の活動期がほぼ毎年のように繰り返されるようになった。2006年も例外ではなく、8月ごろから新岳火口直下の浅部においてモノクロマティック地震が発生するようになり、10月には低周波地震が多発した。さらに11月には高周波地震が頻発した。火山性地震活動の活発化に伴い、火口周辺での地盤の膨張や高温流体の上昇を示す地磁気変化、火口底での温度上昇などが観測された。2007年4月現在、口永良部島では噴火に至っておらず、2006年の火山活動は、1999年以降繰り返されてきた火山活動の活発化の1つと考えられるが、(1)低周波地震およびモノクロマティック地震の発生頻度が最も観測を1992年以降、最も高かったこと、(2)新岳火口周辺の地盤の膨張を引き起こしたと考えられる圧力源の深さが100~200mと浅くなっていること、(3)新岳火口周辺の噴気ガスの組成が変化し、SO₂などの濃度が増加したことは注目に値する。

キーワード: 口永良部島, 火山活動, 火山性地震, 火山性地盤変動

1. はじめに

口永良部島火山は、屋久島の西方14kmにある安山岩質の活火山島である。島の中心には新岳、古岳、野池などの中央火口丘を有する。記録に残されている最も古い噴火は1841年5月23日(天保12年4月3日)の噴火であり、この噴火により集落が焼失した。それ以降、新岳あるいはその東の割れ目から噴火が繰り返されており、桜島の正噴火の直後にも鳴動が聞かれている。口永良部島は昭和の初期に活動的であり、1931年、1932年、1933年から1934年にかけて比較的規模の大きい噴火が発生した。特に1933年12月24日から翌年1月11日までの爆発では新岳南東の距離1.9kmにある七釜集落が噴石によって全滅し、死者8名、負傷者26名の被害をもたらした。その後、口永良部島火山は1945年にも爆発が発生した。1966年11月22日の噴火では、新岳の北から東北東にかけて噴石が飛散し、3kmの距離に達した。1980年にも新岳の東に形成されていた割れ目から爆発が発生するなど、口永良部島は水蒸気爆発を繰り返してきた。

一方、口永良部島は離島であるために、火山観測・調査は十分行われているといいがたい。1966年11月

22日の噴火の3ヶ月前には地震観測が行われたが、火山性地震はほとんど観測されなかった(吉川・他, 1969)。1969年から鹿児島県地震火山協議会による地震の連続観測が始まったが、火口からの距離が遠いために、微小火山性地震の検出が困難であった。京都大学防災研究所桜島火山観測所(現:火山活動研究センター)は、1991年12月の新岳の噴気異常を契機に、新岳火口の西方0.4kmの地点(KUC観測点)において火山性地震の常時観測を開始した(京都大学防災研究所, 1992)。新岳山腹の地震観測点から山麓まで無線テレメータにより地震計の出力信号を伝送し、パソコンを用いたトリガー方式により地震波形を記録した後、桜島火山観測所まで加入回線を用いて波形を伝送してきた(Iguchi, 1991)。1996年に火山性地震が増加した際には新岳火口から3.3kmの距離にある山麓のGPS観測室に地震計を増設した。2000年には集中総合観測が実施され、口永良部島において観測される火山性地震は新岳直下の浅い部分で発生していることなどが明らかになった(井口・他, 2001)。

しかしながら、常設観測点が2点だけでは、火山性地震の震源位置も十分に把握できないため、京都大

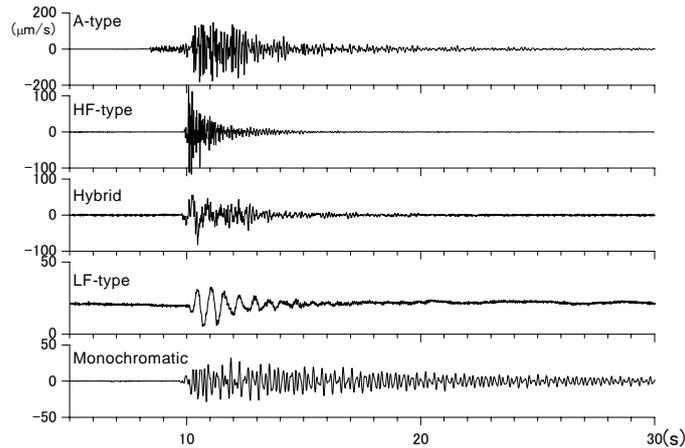


Fig. 1 Typical waveforms of volcanic earthquakes and tremors at Kuchinoerabujima volcano

学防災研究所では2002年5月に新岳火口の北西、北および古岳に常設観測点を増設し、観測を継続してきた。1999年の火山性地震活動の活発化以降、毎年のように地震活動が活発化する時期が現われるようになり、特に、2006年11月には330回の火山性地震が観測された。また、最近の観測によって火山性地震の活動期には火口周辺の地盤の膨張(斎藤・井口, 2006)や蓄熱現象(神田・藤井, 2003)が進行していることが観測されており、新岳火口浅部における火山性流体の動態について詳細なデータが蓄積されつつある。本稿では、1992年以降の火山性地震観測結果と近年、強化された地盤変動などの観測結果に基づき、口永良部島における2006年の火山活動の評価を行い、今後の活動について考察する。

2. 火山性地震活動

2.1 火山性地震の特徴

Fig. 1に口永良部島火山において観測された火山性地震の典型的な記録を示す。特徴的な6種類の火山性地震・微動が認められており、次のような特徴をもつ。

A型地震：構造的な局地地震に似ており、P波およびS波の位相が明瞭である。ここでは、S-P時間が3秒以下のものをA型地震とした。

高周波地震：5Hz以上の高周波成分が卓越する地震であり、S-P時間が0.2秒程度と短いため地震記象からS波の位相の識別が困難である。数秒の間隔をおいて連発することが多い。

低周波地震：5Hz以下の低周波成分が卓越する地震

であり、S波の位相の識別が困難である。

ハイブリッド地震：5Hz以下の低周波成分に高周波成分が重畳した地震である。高周波地震と低周波地震の両方の特徴を併せ持つものを特に、ハイブリッド地震とした。

モノクロマティック地震：正弦波的な振動からなるコーダ部が様にゆっくりと減衰していく地震である。浅間山火山でしばしば観測されるN型(Sawada, 1998)あるいはT型(浜田・他, 1975)と呼ばれる地震に類似している。5Hz以下の低周波成分が卓越するものと6Hz以上の高周波成分が卓越するものに分けられる。

高周波微動：5Hz以上の高周波成分が卓越する微動であり、単独で発生する場合と高周波地震のあとに継続する場合がある。

2.2 震源位置

Fig. 2に高周波地震、低周波地震およびモノクロマティック地震の震源位置を示す。P波速度2.1km/sの半無限均質構造を仮定して計算した。使用した観測点は新岳火口を取り囲む4~6点である。これらの3種類の地震の震源は、いずれも新岳直下の浅い場所で海水面より上方に求まった。高周波地震は新岳火口から深さ100~500mまでであるが、低周波地震は100~300mであり、より浅い場所において発生する傾向がある。山本・他(1997)、井口・他(2001)と比較すると傾向はほぼ同じであるが、観測点の配置が新岳を取り囲むようより適正に配置されているため、新岳火口内に分布するという特徴がより、明瞭になっている。

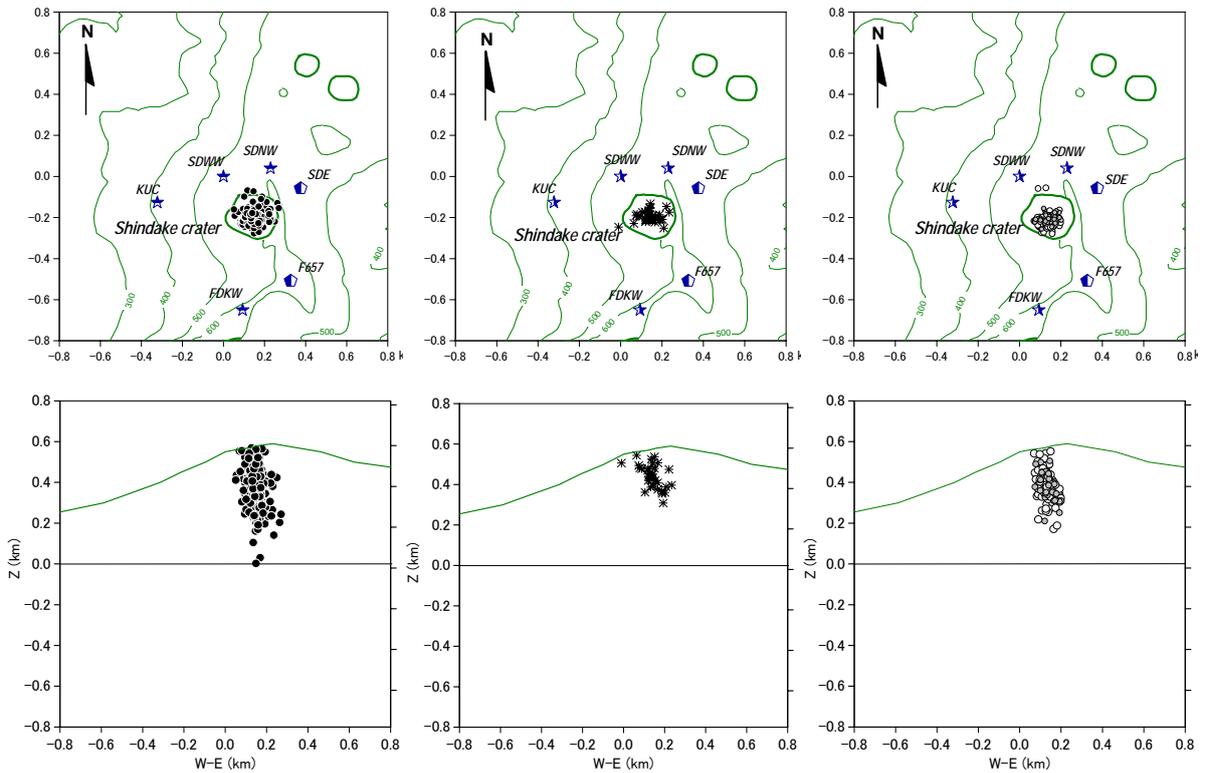


Fig. 2 Hypocenter distribution. (a) HF events, (b) LF events and (c) Monochromatic events. Grey and open circles indicate low-frequency and high-frequency monochromatic events, respectively. Epicenters are plotted on the upper figures and hypocenters are plotted in the vertical cross-section oriented east-west as shown in bottom figures.

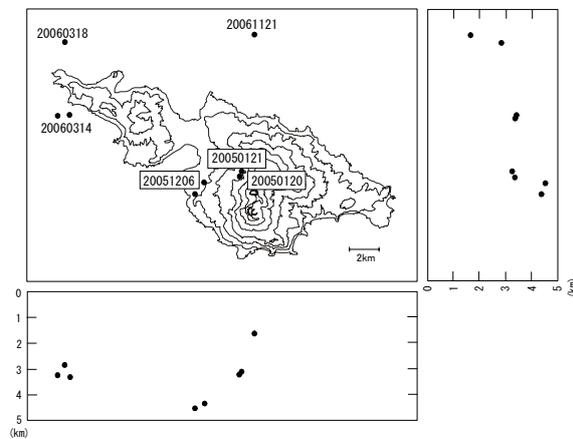


Fig. 3 Hypocenter distribution of A-type earthquakes. Epicenters are plotted on upper-left and hypocenters are plotted on vertical cross-section oriented east-west and north-south in lower-left and upper-right, respectively.

Fig. 3にA型地震の震源分布を示す。高周波地震とA型地震の相違はS波の位相が識別できないほどP波初動に接近しているか、独立した位相として識別できる程度に時間的に離れているかということである。したがって、震源位置が異なる。Fig. 3に示した震源は2004年以降の記録に基づき、口永良部島島内の6観測点におけるP波およびS波の着震時を用い、海水

面より浅い部分を $V_p=2.1\text{km/s}$ 、それよりも深い部分を 3.3km/s として求めたものである。 V_p/V_s は1.73と仮定した。2005年1月および12月に地震が多発した。1月20日～21日にかけて6個の地震が発生し、そのうち震源決定できた2個の地震は新岳火口北西約0.8kmの深さ3km付近に求められた。12個の地震が発生した12月6日の地震群では、震源は新岳火口の西側2km付近、深さは約4.5kmに求められた。

2.3 地震活動の推移

Fig. 4にKUC観測点において最大振幅が $10\mu\text{m/s}$ 以上に達した火山性地震の月別頻度を示す。これらの地震のほとんどが高周波地震である。1999年7月以前は火山性地震の発生頻度は少なく、発生頻度が50回を超えたのは、1992年4・5月、1996年3月から6月・8月、1997年1月にすぎない。1999年7月以降、火山性地震の活動が活発化していることがみてとれる。1999年10月には300回の火山性地震が観測された。それ以降、ほぼ毎年のように地震活動の活発な時期が現れるようになり、2001年4月、2003年2月、2004年2月、2005年1月にはそれぞれ285回、147回、227回、258回の火山性地震が観測された。

2006年にはいっても3月には166回、4月には151回の地震が発生したが、その後火山性地震の発生頻度

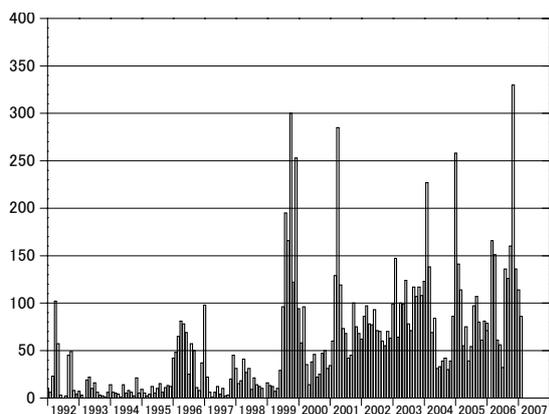


Fig. 4 Monthly number of volcanic earthquakes and tremors at Kuchinoerabujima volcano

は減少し、7月の発生回数は32回であった。ところが8月ごろからモノクロマティック地震が頻繁に発生するようになり、10月には低周波地震も発生するようになった (Triastuty et al., 2007)。更に11月には高周波地震が頻発し330回に達した。11月2日には42回の地震が発生した。それ以降、減少傾向にあるが、依然として高い活動のレベルにあることには変わらない。1999年7月以降、火山性地震の活動期が波状的に繰り返され、しかもより活動的になっていることがいえる。

次に1992年以降の火山性地震の震源位置について述べる。定常的に震源決定が出来るようになったのは2002年6月以降であるが、高周波地震、低周波地震、モノクロマティック地震については、1996年の臨時観測 (山本・他, 1997)、2000年の集中総合観測 (井口・他, 2001) と比較して震源位置の顕著な相違がないため、新岳火口直下の浅部において発生していることに変化はないと思われる。一方、A型地震については、1992年から2004年までは、1996年5月と1999年11月から12月にかけて口永良部島と屋久島の間の海域において地震が多発したことが知られているものの、S-P時間から推定すると口永良部島新岳の山体を震源とする地震は発生していなかった。2005年に新岳の北西及び西山麓においてA型地震が発生したことは注目すべきである。1980年に発生した水蒸気爆発の7ヶ月前の臨時観測によっても新岳北西山麓においてA型地震が発生したことが知られている (京都大学防災研究所, 1980)。

3. 地盤変動

火山性地震活動の活発化に伴い、地盤の膨張も進行していることが明らかになった。井口・他(2002)

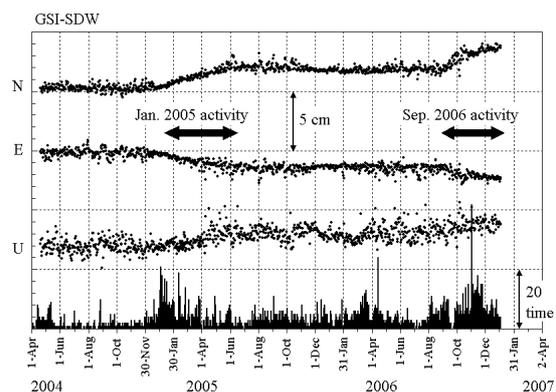


Fig. 5 Temporal change of position of station SDW northwest of the crater. The positions are referred to GSI725, northwestern flank of Shindake. N, E and U represent northward, eastward and upward displacement. Bottom histogram indicates daily number of volcanic earthquakes.

は1995年・1996年と1999年のGPS観測から得られた水平変位から新岳を中心に地盤が膨張したことを見出した。地盤が膨張した時期については繰り返し観測からは分からないが、2004年4月に産業技術総合研究所と京都大学防災研究所により開始されたGPS連続観測では、2005年1月から5月までの火口周辺の地盤の膨張に対応する新岳北西の観測点 (SDW) の北西方向への変位は火山性地震の活動期に対応することが明らかになった (斎藤・井口, 2006)。新岳北西の観測点におけるGPS連続観測の結果をFig. 5に示す。2006年9月から同様な北西方向への変位が観測されるようになり、2007年1月現在も変動が進行している。2006年9月～10月における変動の進行速度が速い。この時期はモノクロマティック地震や低周波地震の活動が活発であった期間に対応し、高周波地震の発生頻度が増加した11月では地盤変動の速度が鈍化している。Fig. 6にGPS繰り返し観測によって得られた新岳周辺の地盤の水平変位ベクトルを示す。期間は2006年1月から2006年12月/2007年2月である。新岳火口周辺の観測点において新岳火口を中心とする明瞭な放射状のベクトルが得られており、変動量は2cm程度に及ぶ。新岳北西の観測点SDWの北西方向への変動は新岳の火口周辺の地盤の膨張によるものであることが分かる。一方、新岳の山麓の観測点での変動量は0.1～0.2cm程度であり、ほとんど変動していない。2006年1月から2006年12月/2007年2月までの期間については、力源の水平位置は新岳火口内にあることは明らかである。一方、深さについては、新

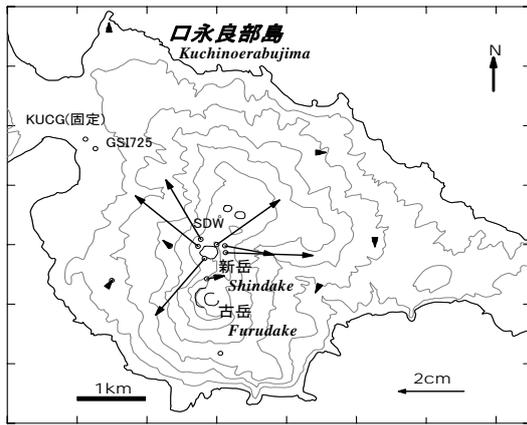


Fig. 6 Horizontal displacement obtained by GPS campaigns during the period from January 2006 to December 2006 and February 2007

岳火口中心から0.5kmしか離れていないKUC1でも0.3cmの水平変位しか求められなかったので力源の深さは極めて浅いことが推定できる。GPS繰り返し測定誤差を考慮し、KUC1の変位を0.5cmとすると深さ130m、体積変化量は6200 m³と求められる。斎藤・井口(2006)は2005年1月から5月までの期間の地盤変動を引き起こした力源の深さを300mと見積もっているが、その深さを仮定するとKUC1における水平変位は1.2cmと予測されるが、そのような変動は検出されておらず、2006年1月から2006年12月/2007年2月までの期間の地盤変動の力源は2005年2月から2006年1月のそれに比べて明らかに浅く、精度の良い見積もりはできないが100~200m程度の深さと推定される。

4. 熱活動

地震活動の活発化および地盤の膨張に連動して熱活動も活発化している。口永良部島の新岳の東側の割れ目の南の端、および西側から南の火口縁にかけて多数の噴気が存在する。神田・他(2001)は2000年8月から衛星通信を利用した全磁力測定を開始し、新岳火口直下で熱消磁が火山性地震活動の活発化に連動して進行していることを指摘している(神田・藤井, 2003)。新岳火口内でも噴気が確認されはじめた2003年には熱消磁を示す全磁力変化がさらに進み、高温流体の新岳火口浅部への移動と解釈した。2006年9月ごろからGPS連続観測によって新岳火口付近の地盤の膨張が観測され始めたが、これと同期して熱消磁を示す全磁力変化が再度繰り返されている(神田, 2007)。全磁力測定から推定される新岳火口浅部における温度上昇に伴い、噴気活動の活発化

が目視され、地表面温度が上昇していることが観測されている。2001年には新岳火口底には噴気がみられなかったが(井口・鍵山, 2002)、2003年2月ごろから目視できるようになり、熱赤外映像観測により温度異常域が確認された。また、西側から南側縁の噴気地帯でも温度異常域が拡大しているのが観測された。地盤の膨張や全磁力変化は2006年9月から検出され始めているが、2006年10月に実施された空中赤外熱映像観測でも新岳、火口底および南西側の熱異常域がさらに進んでいることが観測されている(井口, 2007)。平林・他(2007)は新岳の南側の噴気地帯において噴気温度の連続観測を行っているが、92℃まで低下していた温度が2006年8月ごろから急激な上昇に転じ、9月には98℃まで達したことを報告しており、地表付近の温度上昇・熱異常域の拡大も地盤の膨張が始まった時期に進行したことがわかる。

5. 2006年火山活動の評価

口永良部島において2007年3月時点では火山性地震の発生回数は減少傾向にあり、まだ、噴火に至っていないことから2006年の火山活動の活発化は、1999年7月から毎年のように繰り返されてきた活動の高まりの1つであると一応解釈できる。しかしながら、一連の活動の高まりの中で、火山性地震活動、地盤変動、熱活動、火山ガスのデータが観測を開始してから最も高いレベルにあり、次の点には特に注目すべきである。

1) モノクロマティック地震および低周波地震活動

口永良部島では1996年、1999年の地震活動の活動期の初期にもモノクロマティック地震や低周波地震が観測されており(井口, 2002)、2006年の活動でも同様に火山性地震活動のピークであった11月に先行してモノクロマティック地震は8月、低周波地震は10月を中心として多数観測された。これらのタイプの地震回数は1996年、1999年よりもはるかに多い。モノクロマティック地震や低周波地震が火山性流体の動態と関連していることは従来から他の多くの火山において指摘されているとおりであり(例えば、Aoyama and Takeo, 2001)、活動の初期にこれらの地震が多数発生したことは、多量の火山性流体が浅部まで上昇してきたと考えられる。

2) 圧力源の浅部への移動

GPS繰り返し観測によれば、水平変動がみられる領域が明らかに新岳火口周辺に集中してきていることが分かる。2006年の地盤変動を引き起こした圧力源の深さは100~200mと見積もられ、圧力源が極浅

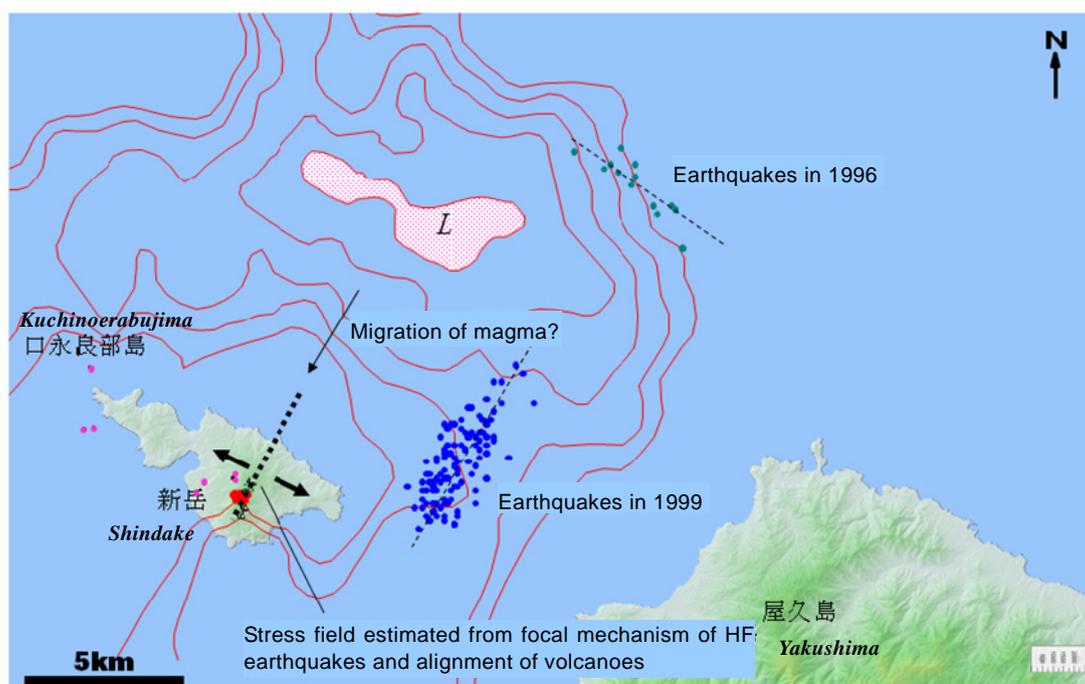


Fig. 7 Schematic figure of magma supply system of Kuchinoerabujima volcano inferred from geophysical observations. L: Low gravity anomaly. It is inferred that the zone corresponds to caldera. ● High-frequency earthquakes beneath the Shindake crater, ● A-type earthquake, ● Earthquakes in May 1999, ● Earthquakes in November and December, 1999. Volcanoes are aligned from NNE to SSE as shown by dotted line and focal mechanism of high-frequency earthquakes at the summit show WSW-ESE extension.

部まで移動してきていることは間違いない。この膨張は火山性流体が極浅部まで上昇してきたことによるものと解釈できる。同じ時期に熱消磁を示す全磁力変化が進んだこと（神田，2007）はこの流体が高温であることを示す。

3) 噴気ガスの組成変化

平林・他（2007）は、新岳火口周辺の噴気ガスを繰り返し採取し、分析を行っているが、2006年9月の時点で火口南側の噴気のSO₂濃度が明らかに上昇していることを示した。このことは、南山麓からのSO₂放出量測定によっても40ton/日と測定できるほどまでになっている（森，2007）ことからわかる。また、2005年2月ごろからあらわれているが、火山活動指標となるH₂ガス濃度やSO₂/H₂Sモル比も上昇している。

以上のような特徴的な変化を考慮すると2006年の活動の高まりは次のような過程であったと推定される。8月にはモノクロマティック地震が多数発生したことから火山性流体が上昇し始めた。9月に入るとその供給量が増加し、地盤の膨張が急激に進行し、全磁力変化として現れるようになった。また、火山流体の運動の活発化に対応し、モノクロマティック地

震や低周波地震が多数発生した。11月には高周波地震が多数発生しているが、その一方で、地盤の膨張率は低下した。高周波地震はその発震機構からみて岩石の破壊によって生じると考えられるが、火山流体の上昇に伴う圧力の増加によって周辺の岩石が破壊され始め、その破砕領域の間隙や従来からあった噴気への通路を通して火山ガスの一部がリークし始め、圧力が急激に上昇しなかったと考えれば、急激に膨張しなかったことを解釈できる。12月に実施されたSO₂放出量の測定は口永良部島では初めてのことであり、いつからSO₂放出量が増加したかは明らかではないが、その時点で口永良部島火山から放出されている火山ガスの総量は日量約3,200ton（森，2007）と推定されており、火山ガスの放出により圧力増加が緩和され2006年の時点では噴火に至らなかったと思われる。しかしながら、火山流体の上昇に伴う圧力変動源の上昇は新岳火口の極浅部に至っており、また高周波地震の多発により新岳火口浅部の破壊が進行していると考えられることから次の活動の高まりにおいても2006年と同様に穏やかな火山ガスの放出により圧力が開放されるかどうかはわからない。

6. 今後の推移予測

これまで述べてきたようにすべての観測結果が火山活動の活発化を示しており、近い将来噴火する可能性が極めて高い。1980年の噴火は、新岳東側の割れ目で発生した小規模なマグマ水蒸気爆発であったが（京都大学防災研究所・他，1981），20世紀には2回のブルカノ式噴火が発生しているとされており（下司・小林，2006），また，新岳溶岩は8世紀または11世紀ごろ噴出したと推定されている（味喜・他，2002）ことから，仮に次の噴火が水蒸気爆発で始まるにしてもその後，マグマ性噴火に移行する可能性は十分あると考えられる。また，最近の観測によってもマグマが新岳の地下に存在すると考えられるいくつかのデータが得られている。(1)平林・他（2007）は新岳西側および南側の噴気ガスにはマグマ由来の高温のガスに特徴的なCOガスが含まれていることを指摘している。噴気ガス温度が100℃前後と低く，HClガスが含まれていないことからマグマはまだ，火山体内の地下水よりも深い場所にあると推定しているが，注目すべき分析結果である。(2)新岳の西側山麓の水準測量によって新岳火口方向に近い点では2005年9月から2006年12月までの間に最大3～4mm程度の隆起が検出されている（高山・他，2007）。GPS観測から推定された圧力源の位置と変動の強度から見積もられる西側山麓における上下変動量は水準測量でも検出できる量ではなく，更に深い場所にも圧力源が存在すると考えざるを得ない。2005年1月には新岳の北西山麓，同12月には西山麓，2006年3月には新岳から北西へ7km離れた，いずれも深さ3～4kmの場所でA型地震が発生しており（為栗・井口，2007），これらはマグマの貫入を示唆するものかもしれない。

最後に，マグマ溜まりについて考察してみる。駒澤・他（2007）は重力の残差分布から口永良部島の北側にある負の重力残差はカルデラに対応し，口永良部島はカルデラの南壁に位置すると考えた。口永良部島のマグマ溜まりについては全くわかっていないのが実情ではあるが，もし存在するとすれば，重力残差分布からカルデラとされた領域が最も可能性のある場所に思われる（Fig. 7）。1996年5月および1999年11月下旬から12月にかけての口永良部島北東海域における地震活動はこの領域の北および東側に位置する。これらの地震活動は新岳直下の火山性地震活動の活発化とほぼ同じ時期であり，距離はやや離れているものの，マグマあるいは熱水流体・火山ガスなどを媒介としてお互いに関連し合っている可能性も否定できない。

新岳直下の高周波地震の発震機構は一様に東南東—西北西に伸長軸をもつ正断層型であることから，口永良部島は東南東—西北西の伸長場にあると考えられる。口永良部島島内における重力探査によって野池，新岳，古岳などの中央火口丘に沿った負の重力残差が検出されている（駒澤・他，2007）。野池，新岳，古岳は東南東—西北西の伸長場において北北東から南南西へむけて形成された火山列と考えることができる。口永良部島周辺においても東南東—西北西の伸長場にあるすれば，北北東—南南西方向の割れ目が形成されやすく口永良部島北部のカルデラ下のマグマ溜まりから南南西方向へマグマがダイク状に貫入してきたとも考えることもできる。1999年以降，新岳火口直下の地震活動がそれ以前と比較して明らかに活発していること，1999年にはマグマ溜まりの可能性のあるカルデラ東方において地震活動が多発したこと，1999年の活動を含む期間のGPS観測から推定される圧力源が海水面よりも深い場所にあったことからマグマの貫入は1999年ごろから始まったと考えるのが最も妥当であろう。

謝 辞

口永良部島火山の観測を実施するにあたり，鹿児島県危機管理局，上屋久町役場および同口永良部島出張所にご協力をいただきました。特に空中赤外熱映像測定を行うにあたって，防災ヘリコプター「さつま」を運行していただいた防災航空センターの皆様には大変お世話になりました。記してお礼申し上げます。また，繰り返し観測に使用したGPS受信機は北海道大学大学院理学研究科の大島弘光准教授と京都大学大学院理学研究科の大倉敬宏准教授より拝借した。あわせて御礼申し上げます。

参考文献

- 井口正人(2002)：口永良部島火山における火山活動—1992年～2000年—，薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測，pp. 77-84.
- 井口正人(2007)：空中赤外熱測定による口永良部島新岳周辺の地熱異常域変化の検出，平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」，pp. 45-50.
- 井口正人・鍵山恒臣(2002)：口永良部島火山における空中赤外熱測定，薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測，pp. 137-142.

- 井口正人・斎藤英二・鈴木敦生(2007) : 口永良部島火山におけるGPS 繰返し観測—1995年～2006年—, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp. 25-31.
- 井口正人・山本圭吾・高山鉄朗・前川徳光・西村太志・橋野弘憲・八木原寛・平野舟一郎(2001) : 口永良部島火山における火山性地震観測—2000年集中総合観測—, 京都大学防災研究所年報, 第44号B, pp. 53-58.
- 井口正人・山本圭吾・味喜大介・高山鉄朗・寺石真弘・園田保美・藤木繁男・鬼澤真也・鈴木敦生・八木原寛・平野舟一郎(2002) : 口永良部島火山における最近の地盤変動—1995年～2001年—, 京都大学防災研究所年報, 第45号B, pp. 601-608.
- 神田 径(2007) : 口永良部島火山の最近の地磁気変化について, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp. 37-40.
- 神田 径・藤井郁子 (2003) : カルマンフィルターによる火山性磁場変動検出の試み, 京都大学防災研究所年報, 第46号 B, pp. 797-803.
- 神田 径・田中良和・宇津木充・井口正人・石原和弘 (2001) : 衛星通信を利用した口永良部島火山における地磁気全磁力連続観測, 京都大学防災研究所年報, 第44号 B-1, pp. 327-332.
- 京都大学防災研究所 (1980) : 1980年 (9月28日) の口永良部島新岳の噴火 (概報), 火山噴火予知連絡会会報, 第20巻, pp. 1-9.
- 京都大学防災研究所(1992) : 薩南諸島における火山活動 (1991年1月～1992年5月), 火山噴火予知連絡会会報, 第53巻, pp. 101-107.
- 京都大学防災研究所・東京工業大学工学部・鹿児島大学理学部(1981) : 1980年 (9月28日) の口永良部島新岳の噴火 (概報), 火山噴火予知連絡会会報, 第20巻, pp. 1-9.
- 下司信夫・小林哲夫(2006) : 鹿児島県口永良部島火山最近3万年間の噴火活動, 火山, 第51巻, pp. 1-20.
- 駒澤正夫・中村佳重郎・山本圭吾・井口正人・赤松純平(2007) : 口永良部火山の重力異常, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp.41-43.
- 斎藤英二・井口正人(2006) : 口永良部島火山におけるGPS連続観測による気象要素を加味した3次元変位検出, 火山, 第51巻, pp. 21-30.
- 斎藤英二・井口正人(2007) : 口永良部島火山におけるGPS連続観測結果, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp.21-24.
- 高山鉄朗・山崎友也・米田 格(2007) : 口永良部島火山における精密水準測量—2006年12月—, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp.33-36.
- 為栗 健・井口正人(2007) : 口永良部島火山の広域地震活動観測, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp.17-20.
- 浜田信生・神宮博・生本光二(1975) : 減衰の遅い終期微動を伴う火山性地震について, 火山, 第21巻, pp. 167-183.
- 平林順一・野上健治・大島弘光・井口正人(2007) : 口永良部島の火山ガス観測, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp.51-56.
- 味喜大介・井口正人・江頭庸夫・Agus Solihin(2002) : 口永良部島新岳の溶岩流の古地磁気学的年代推定, 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測, pp. 159-168.
- 森 健彦 (2007) : 口永良部島火山におけるCOMPUSS を用いた二酸化硫黄放出率の測定, 平成18年度防災研究所特別事業報告書「口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究」, pp.57-61.
- 山本圭吾・井口正人・高山鉄朗・石原和弘(1997) : 1996年口永良部島火山の地震活動の活発化について, 京都大学防災研究所年報, 40B-1, pp. 39-47.
- 吉川圭三・江頭庸夫・西潔(1968) : 口永良部島の地球物理学的調査, 京都大学防災研究所年報, 第11号A, pp. 133-140.
- Aoyama, H. and Takeo, M. (2001) : Wave properties and focal mechanisms of N-type earthquakes at Asama volcano, J. Volcanol. Geotherm. Res., Vol. 105, pp. 163-182.
- Iguchi, M. (1991) : Geophysical Data Collection Using an Interactive Personal Computer System (part 1) -Experimental Monitoring at Suwanosejima Volcano-, Bull. Volcanol. Soc. Jpn., Vol. 36, pp. 335-343.
- Sawada, M. (1998) : The source mechanism of B-type and explosion earthquakes and the origin of N-type earthquakes observed at Asama volcano, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol. 73, pp. 155-265.
- Triastuty, H., Iguchi, M., Tameguri, T. and Yamazaki, T. (2007) : Hypocenters, spectral analysis and source mechanism of volcanic earthquakes at

Kuchinoerabujima: high-frequency, low-frequency and monochromatic events, Report of Special Project on Practical study on prediction of phreatic eruption and its change at Kuchinoerabujima volcano, Japan, pp.9-15.

Evaluation of Volcanic Activity of Kuchinoerabujima in 2006

Masato IGUCHI, Eiji SAITO*, Takeshi TAMEGURI,
Hetty TRIASTUTY** and Tomoya YAMAZAKI

* AIST, ** Graduate School of Science, Kyoto University

Synopsis

Increase in seismic activity as been repeated beneath the Shindake crater of Kuchinoerabujima volcano in time intervals of 1-2 years since the increase of high-frequency earthquakes in July 1999. Similar seismicity was observed in 2006. Monochromatic events began to occur immediately beneath the Shindake crater in August and the seismicity transferred to low-frequency event in October. In November, high-frequency events were frequently observed. Associated with increase in seismicity, inflation of the ground around the crater was detected by continuous GPS observation and change in magnetic total force indicating uprise of high-temperature volcanic fluid began to be detected. Furthermore, temperature of ground surface became high at the bottom and south of the crater as observed by aerial infrared thermal measurement. The volcanic activity in 2006 was one of the increases of activity, which have been repeated since 1999, however, the following remarkable observation facts should be pointed out. (1) Seismicity of low-frequency and monochromatic events attained the highest level during the observation period since 1992. (2) Inflation of the ground dominantly appeared around the Shindake crater and the location of the pressure source became quite shallow (100 – 200m). (3) Composition of fumarolic gas around the crater has changed, especially SO₂ gas.

Keywords: Kuchinoerabujima volcano, volcanic activity, volcanic earthquake, ground deformation