

無人ヘリによる口永良部島火口周辺域における地震観測点の再構築  
 Reconstruction of the seismic observation network at the summit area of Kuchinoerabu-jima by  
 using an unmanned helicopter

○大湊隆雄・金子隆之・小山崇夫・渡邊篤志・神田径・為栗健  
 ○Takao OHMINATO, Takayuki KANEKO, Takao KOYAMA, Atsushi WATANABE,  
 Wataru KANDA, Takeshi TAMEGURI

On August 3, 2014, a moderate eruption occurred at Kuchinoerabu-jima and all the observation stations at the summit area were destroyed. A summit eruption on May 29, 2015 caused entire evacuation of the island. In order to reconstruct the observation network at the summit area, we newly developed seismometers suitable for the observation and conducted seismometer installations at the summit area by using an unmanned helicopter. Helicopter operations were conducted twice. 4 and 5 stations were installed in April and September 2015, respectively. The reconstructed seismic network could successfully detect the sudden increase and decrease in shallow earthquakes few days before the eruption. Comparison of the April and September observations clearly shows the declined trend of volcanic activity.

## 1. はじめに

火山活動の活発化が進んでいた口永良部島では2014年8月3日の噴火で火口付近の観測点の大半が被災した。また、2015年5月29日には再び山頂噴火が発生し居住地域に達する火砕流も伴ったため、全島民が島外へ避難した。2014年8月噴火後、火口周辺2kmは立ち入り禁止となったため観測点復旧ができなくなり、火山活動のモニタリングにおいて重要である火口近傍観測データが得られなくなった。無人ヘリによる火口近傍観測手法の開発を進めていた地震研究所では、京都大学防災研究所と共同で、山頂付近における地震観測を再開するため、2015年4月に無人ヘリによる地震計設置を実施した。この時に設置した地震計は5月29日噴火で被災したため、2015年9月に再度地震計設置を行った。本発表では、無人ヘリによる山頂付近への地震計設置作業の概要と設置により得られたデータを紹介する。

## 2. 地震観測装置の新開発

無人ヘリコプターによる火山山頂付近への地震計設置は桜島などですでに実績があったが、以下の理由でこれまでの地震計をそのまま口永良部島で使用することはできなかった。1) これまでに設置された地震計はセンサーとして加速度計を使用しているため消費電力が大きい。そのため、必要

とするソーラーパネルの枚数が多くなり、強風により飛ばされる危険性が大きく、台風の通り道となりやすい口永良部島では致命的な欠点となり得る。2) 旧型ではUSB接続のデータ通信モジュールを使用していたが、消費電力が大きくかつ機器の電源コントロールをきめ細やかに行うことも難しかった。また、内部通信に9.6kbpsのシリアル通信を用いていたため、通信モジュールの帯域を十分に生かすことができなかった。電力の逼迫と低い通信効率により、連続データを送信することが困難であったため、火山活動をモニタリングする、という目的には不十分であった。

これらの欠点を克服するため、口永良部島に設置する地震計においては、1) 電力を必要としないムービングコイル型の速度計をセンサーとして採用した。これにより、消費電流が100mAから20mA程度に激減し、これまでは6Wのソーラーパネル6枚を要していたが、6Wのパネル1枚と1.5Wのパネル6枚で十分となり、風で飛ばされる危険性が大幅に減少した。2) 新型では、NTTドコモがFOMAの無線パケット通信用に開発したユビキタスモジュールを使用するロガーを採用した。また、ボトルネックとなっていた内部の低速度通信を解消した。このロガーは観測時間の大半は通信モジュールの電源を落としており、間歇的に通信接続する際に効率的に連続データを送信している。これに

より、ロガー消費電力を従来とほぼ同じ 20mA@12V 程度に抑えたまま、連続データを送信することが可能となった。

### 3. 地震計の設置・火口近傍観測

2015年4月14-18日に無人ヘリによる地震計設置、空中磁気測量、火山ガス採取、赤外・可視画像撮影をおこなった。地震計は京都大学防災研究所の定常観測点の近傍4か所に4月17日までに設置を終えた。Fig. 1に4観測点の位置と、4-5月の震源分布を示す。これらの観測点は2015年5月29日9:59の山頂噴火後、データが途絶えたが、噴火前の9:55までのデータが得られている。

4月に設置した観測点は5月29日噴火後に通信が途絶えたため、2015年9月8-12日に再び無人ヘリによる観測を実施した。観測内容は4月と同様であるが、山頂南西側に地震観測点を1ヶ所増やした。Fig. 2に観測点位置と9-11月の震源分布を示す。

### 4. 観測データ

5月23日に山頂西方2kmで有感地震が発生し、その震源付近でVT地震数が一時的に急増したことが気象庁から報告されている。4月に設置した山頂観測網ではそれらの中で比較的大粒の地震は捉えられたが、小さなものは捉えられていない。そのかわり、山頂付近で発生するM -1~1の微小な地震活動は山頂観測網が明瞭に捉えられている。特に、山頂観測網により噴火直前の地震発生数の変化が明瞭に捉えられた点は特筆すべきである。山頂付近の地震数は噴火の3日前から急増し、噴火前日に減少した後、噴火に至ったが、この変化は噴火に至る準備過程の一端を示すと考えられる (Fig. 3)。

9月の観測で得られた地震データは、地震数が噴火前の4月の水準程度まで低下したことを示している。地震以外のデータも明瞭な温度および表面活動の低下を示しており、9月には火山活動が十分に低下していたことが、無人ヘリの観測データのより確認された。

### 5. 謝辞

本観測費用の一部として京都大学防災研究所共同研究費 (課題番号 27G-6) を使用しました。記して感謝申し上げます。

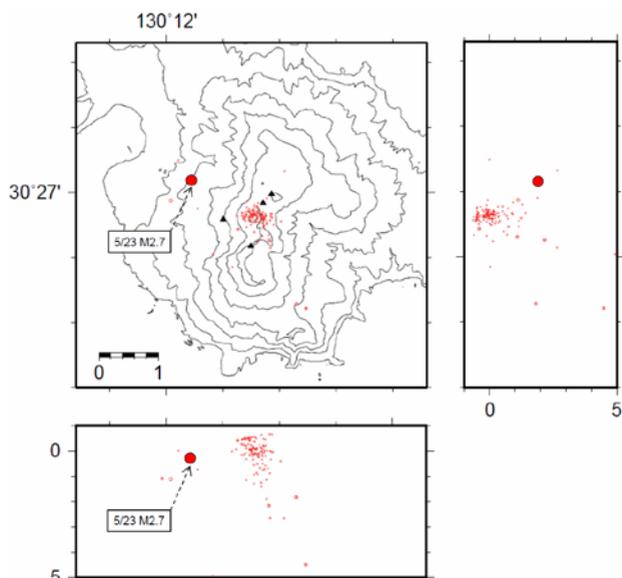


Fig.1 Four seismic stations installed in April, 2015 (▲) and hypocenter from April 17 to May 29, 2015. Red circles indicate M2.7 event on May 23.

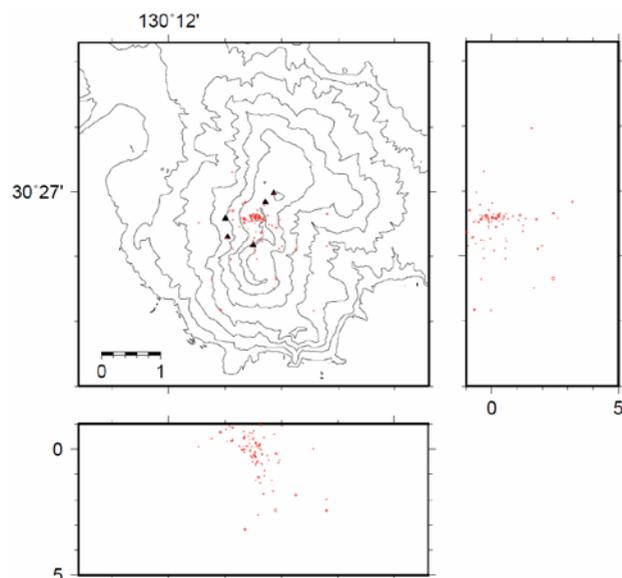


Fig.2 Five seismic stations installed in September, 2015 (▲) and hypocenter from September 11 to November 30, 2015.

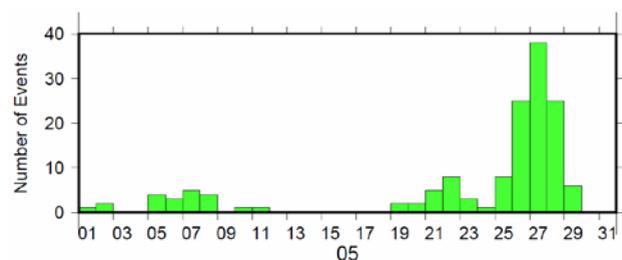


Fig.3 Daily number of earthquakes in May 2015, detected by the summit seismic network.