

2015年5月に発生した口永良部島噴火活動に伴う海底地震観測の実施

○平野舟一郎¹, 内田和也²

鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所¹

九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター²

1. はじめに

2015年5月29日09時29分、屋久島の西方約12kmに位置する口永良部島に於いて爆発的噴火が発生した。噴煙は火口縁上9,000m以上まで上がり、噴火に伴い発生した火砕流は新岳火口の北西約2kmにある向江浜地区の海岸まで達した。直後の10時07分に気象庁は噴火警報を発表し、噴火警戒レベルを3(入山規制)から最高レベルの5(避難)に引き上げ、口永良部島の住民や滞在者は同日中に屋久島へ全島避難した。噴火警戒レベル5の発表は2007年12月のレベル導入以後、初めてのことであった。

この噴火活動を受け、火山活動の更なる活発化や長期化に対応することを目的として、鹿児島大学・九州大学・長崎大学・神戸大学・京都大学は合同で、口永良部島周辺海域に於いて2015年7月～2015年10月の期間、海底地震観測を実施したので報告する。尚、本観測は気象庁・火山噴火予知連絡会に設置された口永良部島総合観測班が策定した調査・観測ガイドラインに基づき実施された。

2. 海底地震計投入

海底地震計(Ocean Bottom Seismometer:以下、OBS)の投入は、長崎大学水産学部附属練習船長崎丸(総トン数842トン)の第417次航海(2015年7月2～7月7日、長崎市出入港)によって、7月3日に実施された。当初、本航海では、OBSの投入や揚収を甬島周辺海域ならびにトカラ東方海域で行うことを計画していた。両海域間の移動の際に口永良部島付近を航行することが予想されたため、研究者は口永良部島周辺海域へのOBS投入作業を追加することを長崎大学に打診し、了承された。観測点配置を図1に示す。追加投入の計画立案時は、口永良部島周辺海域に広がる明瞭な地震活動は認められず、より島に近接した位置にOBSを投入することが望ましいと考えられた。その一方で、新岳火口から半径2海里の範囲内には火山現象に関する海上警報が発表されており(5月29日10時34分気象庁発表)、活動次第では観測期間中に海上警報の範囲が拡大され、OBS揚収が不可能になる懸念があった。また、投入作業中に顕著な噴火が発生する可能性もあり、海上警報の範囲からさらに外側に安全な間隔を保つ必要が考えられた。以上のことから、OBSは火口から半径3.5海里(約6.5km)離れた4箇所、島を囲むように設置された。

水産学部練習船の航海は教育関係共同利用に基づき実施され、学生が乗船するため、安全策をより強化する必要がある。出港から投入作業終了までの航行中は、観測の現場責任者である研究者が火山活動に関する情報を(火山性地震・微動の発生回数・火山構造成地震等)、気象庁や防災科学

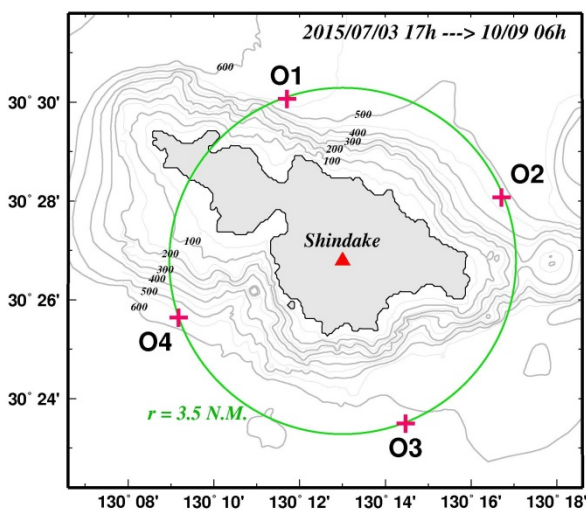


図1. 観測点配置

技術研究所等、複数の情報ソースから密に収集を行い、活動状況を把握した。作業当日は上記情報に加え、沿岸域情報提供システム(MICS)やレーダー・ナウキャストにより、気象・海象情報の把握を強化した。作業中、研究者は船上ブリッジより火口の状況を目視で確認した。噴煙高度3,000mを超える噴火が発生した場合は即刻作業を中断し、船長が船内退避を指示するか、現場海域を離脱することとした。これよりも小規模な噴火の場合は、噴煙の上昇・流向・移動速度の確認、火山灰降下状況の確認を行い、作業再開または退避の判断を行う体制を取ることとした。また、通常であればOBS投入後は、OBSが着底した位置を測量するが、現場海域での滞在時間を少しでも短くする為に今航海では実施しなかった。結果として、投入作業中に目立った噴火は発生せず、作業は順調に終了した。

表 1. 各観測点の着底位置ならびに設定パラメータ

観測点名	緯度	経度	深さ	センサー	サンプリング	分解能	ゲイン	観測期間	レコーダー
O1	30.50117°	130.19509°	-564m	1.0Hz	200Hz	20bit	300倍	2015/07/03-2015/10/09	HDDR-5
O2	30.46797°	130.27857°	-480m	4.5Hz	200Hz	22bit	300倍	2015/07/03-2015/10/30	HDDR-5
O3	30.39159°	130.24125°	-606m	1.0Hz	200Hz	20bit	300倍	2015/07/03-2015/10/09	HDDR-5
O4	30.42741°	130.15294°	-565m	4.5Hz	200Hz	24bit	1倍	2015/07/03-2015/10/30	LS-9100

今回使用した OBS は短周期短期観測型である。地動センサーはジンバル機構を備えた固有周波数 1Hz (Lennartz 1D/V) もしくは 4.5Hz (Mark Products L28-BL) の 3 成分速度型地震計を使用した。レコーダーは勝島製作所 HDDR-5 または白山工業 LS-9100 を使用した。HDDR-5 は分解能 24bit, サンプリング周波数 200Hz でセンサー出力が A/D 変換され、そのうち上位 22bit または 20bit が 40GB のハードディスクに収録された。ハードディスクは 40GB×2 個を接続し、障害が発生した場合でも残りの 1 個に収録される。LS-9100 は 32GB の SDHC カード 2 枚にミラーリングで収録された。他、各観測点の着底位置ならびに設定パラメータは表 1 の通りである。1Hz の地動センサーは OBS 揚収までにジンバルがロックされている必要がある。したがって、O1 ならびに O3 は揚収航海実施の予定日である 10 月 9 日の 6 時にレコーダーが停止するようにタイマー設定した(但し、実際には延期日程の 10 月 30 日に揚収を実施)。なお、OBS 耐圧ガラス球内部の組立て作業は、九州大学 (O1, O3 設置機体)、鹿児島大学 (O2, O4 設置機体) でそれぞれ分担し、トランスポンダ、錘等の外装取付けについては出港前の 6 月 29 日～30 日の期間、長崎丸船上にて行った。

3. 着底位置測量

OBS 着底位置測量は、9 月 17 日、小型兼用船第三葵丸 (総トン数 4.9 トン) を備船して行われた (屋久島永田港出入港)。観測乗船者は研究者 1 名、技術職員 1 名であった。現場海域到着後は、投入位置の 1 点と、これを中心に囲む OBS の水深分離した三角形の頂点である 3 点の計 4 点に船を移動させ、船上の音響呼出し装置と OBS 間の直線距離を 4～5 回程度測定した。本船は測量予定位置へ精度良く導く航海計器が装備されていない為、DGPS 機能を備えた GPS コンパス (Hemisphere, V-110) を設置し、1Hz サンプリングで出力される船首方位と船位を、電子海図を利用したビューアソフト (ピーシースタジオアルファ, AlphaMap Pro 版) をインストールした PC に表示させ誘導した。距離測定時の船位情報についても同様に GPS コンパスより得られた。

4. 海底地震計揚収

OBS 揚収航海は、前述の通り当初 10 月 9 日を予定していたが、海上時化の為、延期日程の 10 月 30 日に実施された。使用船舶は着底位置測量航海と同じである。観測乗船者は研究者 2 名、技術職員 1 名であった。着底位置付近の海上に到着後、船上の音響装置から切り離し信号を送信した。本船は大学の練習船のように揚貨装置を装備していない為、OBS が海面に浮上したのを確認した後は、船体を近づけ、先端にフックを取付けた長ポールで OBS を引き寄せ、人力で船上に引き上げた。揚収した OBS は、時刻較正用データ取得、レコーダー停止等の作業を船上で行った。OBS は全 4 台、無事揚収することができ、時刻較正の為の動作、観測期間中のレコーダー動作も全て正常であった。作業当日は波高 1.5m, 雨天の中の決行であった。筆者は小型船舶による海底地震観測を、これまで比較的海上が穏やかな鹿児島湾では幾度も経験していたが、外洋に於いては初めてであった。このような小型船舶で揚収作業を行うには、波高 1.5m 程度でも揺れが大きく、これ以上波高が高ければ揚収作業の実施は不可能であった。OBS 外装部の分解・洗浄等は、帰港後に永田港岸壁に積み下ろして行った。揚収した OBS は全て鹿児島大学に持ち帰り、11 月 9 日、全 4 台のガラス球内部解体、データ取り出し作業等を行った。

謝辞

観測航海は、長崎丸の兼原壽生船長はじめ乗組員の皆様方、第三葵丸の柴一直船長の多大な御協力のもと実施されました。また、本発表は研究発表ではない為、研究者の方々を連名とすることを割愛させて頂きましたが、観測は、八木原寛助教はじめ (鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所)、清水洋教授 (九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)、山下裕亮助教 (京都大学防災研究所) 等の研究者が中心となり実施されました。さらに、八木原寛助教には本報告書作成にあたって、図の提供ならびに内容の指導等を行っていただきました。皆様方にこの場を借りて深く感謝致します。