

西之島における海底地震観測速報[†]

岡田千明^{*1}, 小野智三^{*2}, 濱崎翔五^{*2}, 高橋日登美^{*2},
森下泰成^{*3}, 糸井洋人^{*2}, 田代俊治^{*2}, 西澤あずさ^{*4}

Preliminary result of the ocean bottom seismographic observation at Nishinoshima volcano[†]

Chiaki OKADA^{*1}, Tomozo ONO^{*2}, Shogo HAMASAKI^{*2}, Hitomi TAKAHASHI^{*2},
Taisei MORISHITA^{*3}, Hiroto ITOI^{*2}, Toshiharu TASHIRO^{*2}, and Azusa NISHIZAWA^{*4}

Abstract

Ocean bottom seismographic observation is able to provide precious information beneath the active submarine volcano. We conducted a seismic experiment to detect seismic activity and structure of the continuously active Nishinoshima volcano since Nov. 2013. Tectonic earthquake activity was very low during the observation period of Jun. 26-Jul. 3, 2015. However, we observed characteristic seismic signals probably related to volcanic eruption activity. Fan shooting of an airgun array as a controlled seismic source suggested a high seismic attenuation area just below Nishinoshima volcano. N-type earthquake activity was detected at Nishinoshima-Minami Knoll, the small seamount to the south of Nishinoshima volcano.

1 はじめに

2013 年 11 月よりほぼ 40 年ぶりに活発な噴火活動を開始した小笠原諸島の西之島は、伊豆・小笠原島弧-海溝系の火山フロントに存在する火山である (Fig. 1)。「日本周辺海域火山通覧 (第 4 版)」(伊藤・他, 2012)によれば、西之島の 12 km 西部に位置するより古い火山体と西之島を含む新しい火山体からなり、Fig. 2 からも見取れるように、古い火山体は山体斜面に多くの谷が刻まれているが、新しい火山体では谷の発達は顕著でなく、表面の堆積物がスランプしたシワが見られる。これらの火山体には側火山がいくつか認めら

れ、顕著なものは西之島の南方 10 km にある西之島南海丘である。

2013 年 11 月 20 日 16 時 17 分頃に海上保安庁航空機によって小笠原諸島の海域火山西之島付近の海上において新島が出現し黒色の噴煙を上げている様子が確認されてから、海上保安庁は観測頻度を上げることにより噴火活動の監視を強化している (例えば、小野・他, 2015)。その後も多量の溶岩が噴出し、西之島本島を取り込みながら 2015 年 9 月現在も依然拡大を続けている。

西之島が 1 年半以上もの長期にわたり溶岩流による拡大を続けている一方で、航空機による観測

[†] Received September 25, 2015; Accepted November 9, 2015

*1 海洋調査課 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office, Hydrographic Surveys Division

*2 海洋調査課 海洋防災調査室 Geodesy and Geophysics Office, Hydrographic Surveys Division

*3 技術・国際課 Technology Planning and International Affairs Division

*4 技術・国際課 海洋研究室 Ocean Research Laboratory, Technology Planning and International Affairs Division

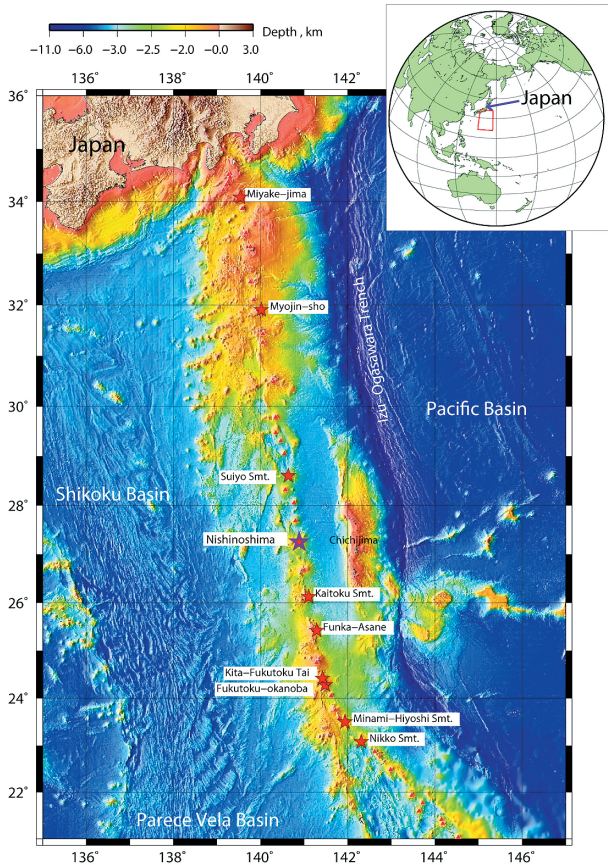


Fig. 1. Topographic map around the Izu-Ogasawara (Bonin) island arc system. The bathymetry data are obtained mainly by the multibeam echo sounder systems of the Japan Coast Guard (JCG) survey vessels. Red triangles indicate volcanoes and asterisks are active submarine volcanoes monitored by JCG. The largest asterisk indicates Nishinoshima volcano.

図 1. 伊豆・小笠原島弧域における活動的な火山の分布 (赤三角). 赤い星印の火山においては、以前に海上保安庁による海底地震観測を実施した。西之島の位置を大きな星印で示す。

しか行われておらず海面下の情報が全くなかったことから、海上保安庁では 2015 年 6 月から 7 月にかけて測量船「昭洋」を用いた総合的な海洋調査 (平成 27 年度海域火山基礎情報図調査「西之島」) を行った。これまでも、伊豆・小笠原弧上の海域火山に対して、海底地形以外にも海底下の構造や地震活動を把握するために海底地震観測を実施してきており (西澤・他, 2000, 2001, 2002; Nishizawa et al., 2002, 2004), 西之島火山に対し

でも同様な観測を行うこととした。本報告では、西之島周辺に設置した海底地震計 5 台から得られた記録の解析結果について速報する。

2 調査

海上保安庁の海底地震計 (Ocean Bottom Seismograph: OBS) の設置は、2015 年 6 月 25 日に行われた。海底地震計 5 台の位置を Fig. 3 に示す。この領域には既に 2 月 28 日より東京大学地震研究所が 5 台、6 月 21 日より気象研究所が 5 台の OBS を設置して観測を開始していた (高木・他, 2015)。気象研究所の OBS は 6 月 6 日に海洋気象観測船「啓風丸」によって設置されている。西之島を中心とする半径 4 km 以内の噴火に警戒を要する区域 (噴火警戒区域) は測量船の航海ができないため、海上保安庁の OBS は噴火警戒区域外で西之島を囲むように 4 点、および南側の西之島南海丘上に 1 点設置した。回収は測量船「昭洋」によって 7 月 6 日に行われた。OBS の設置・回収に関連した各パラメーターを Table 1 に示す。OBS の海底における設置位置決定のための測量船と OBS 間斜め距離測定は 6 月 25 日および 26 日に行われた。OBS の距離測定およびマスター時計の較正は GPS (Global Positioning System) を使用して行った。

使用した OBS は音響切離装置付きの自己浮上式であり、速度センサー (GEOSPACE HS-1) として固有周波数 4.5 Hz の上下動 1 成分、水平動直交 2 成分、ハイドロフォンを有する。それぞれのセンサーからの出力は 24 bit, 200 Hz でハードディスクに連続的に記録される。

また、7 月 4 日、5 日に人工震源としてエアガンレイを使用した屈折法地震探査を行った。測線設定の際には、海上保安庁の OBS の他、既設の東京大学地震研究所、気象研究所の OBS の直上をできるだけ通るように配慮した。エアガン測線位置を Fig. 3 に赤線で示す。発震間隔は 40 秒で、1500 inch³ (約 25 liter) のエアガンを 3 基 (総容量 74 liter) 使用した。7 月 4 日の調査中に No.1 エアガンがエア漏れを起こしたので、以降

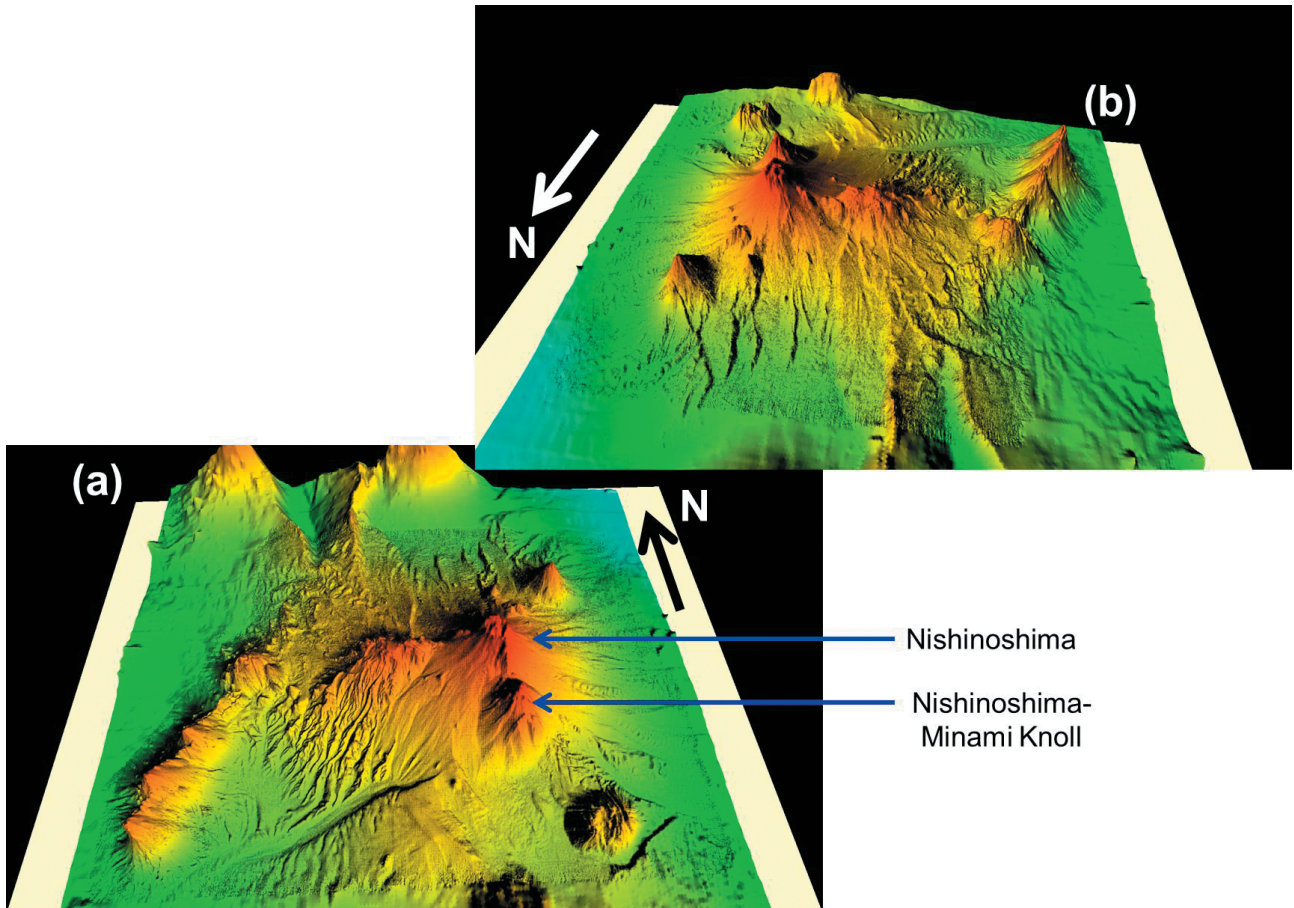


Fig. 2. Three-dimensional view of the seafloor topography around Nishinoshima volcano. (a) View from the south, (b) view from the north.

図 2. 西之島近傍における海底地形の 3 次元表示. (a) 西之島の南方から, (b) 北方から見た図.

Table 1. List of OBS parameters.

表 1. OBS のパラメーターリスト.

OBS name	position		depth (m)	deployment date	time (JST)	retrieval date	time (JST)
	N	E					
St1	27° 18.046'	140° 51.780'	1307	2015/6/25	11:33	2015/7/6	10:37
St2	27° 15.850'	140° 56.346'	1310	2015/6/25	10:55	2015/7/6	12:36
St3	27° 11.659'	140° 53.531'	890	2015/6/25	09:13	2015/7/6	14:59
St4	27° 14.140'	140° 49.146'	1051	2015/6/25	08:26	2015/7/6	16:25
St5	27° 10.332'	140° 53.992'	213	2015/6/25	09:59	2015/7/6	13:57

はエアガンを 2 基 (総容量 49 liter) のみ発震させた。エアガンおよびシングルストリーマーケー

ブル (イール) の曳航深度は約 10 m であった。

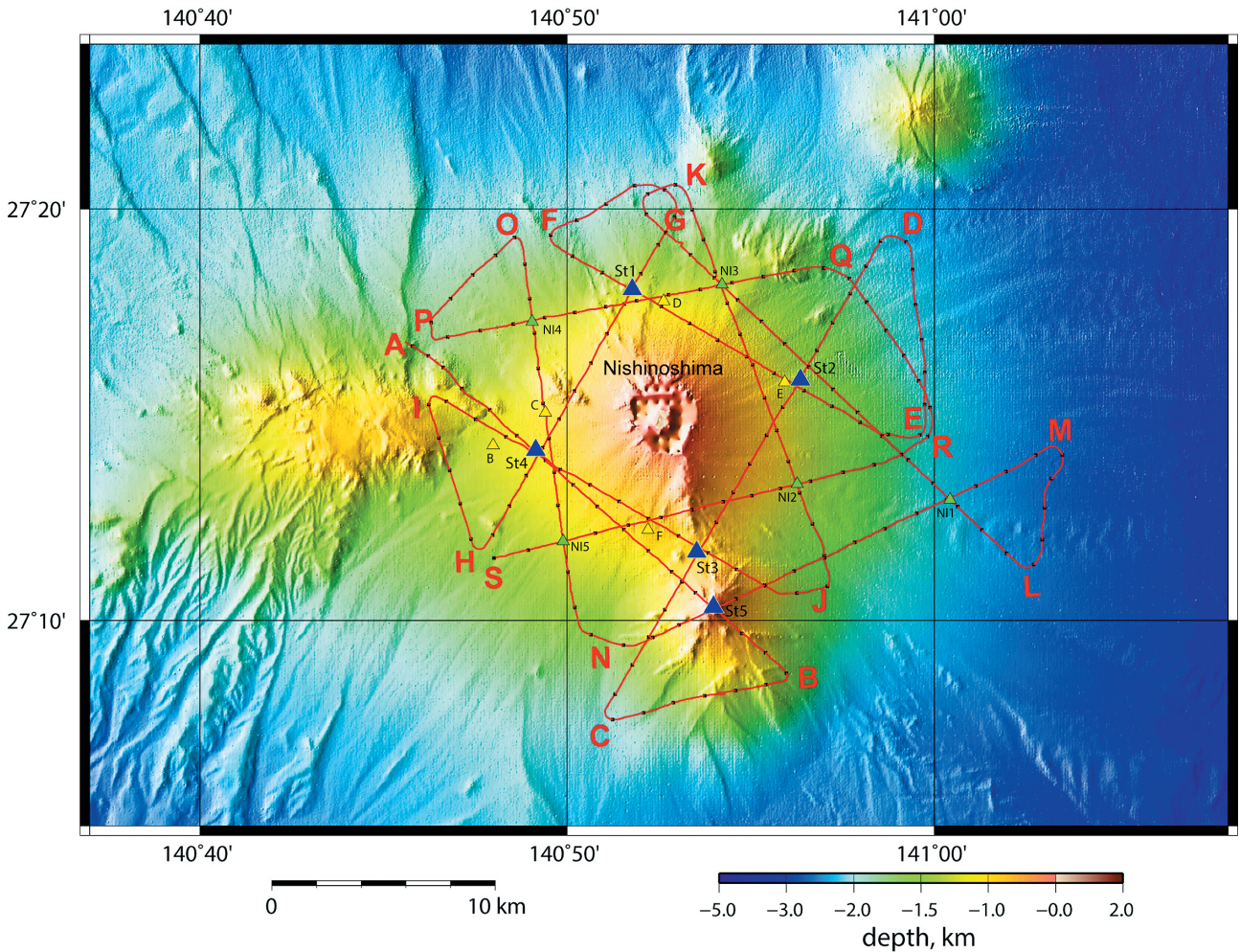


Fig. 3. Positions of the OBS (triangle) and airgun shooting track (red line) on the shaded bathymetry around Nishinoshima volcano. Blue: JCG, yellow: Metrological Research Institute, green: Earthquake Research Institute.
 図3. OBS (三角) およびエアガン測線 (赤線) の位置. 青: 海上保安庁, 黄: 気象研究所, 緑: 東京大学地震研究所.

3 結果

3.1 自然地震活動

海上保安庁のOBSによる自然地震活動の観測期間は、2015年6月25日から7月6日（日本標準時）までである。各OBSで得られた連続記録は、SEGY形式に変換し、フリーソフトウェアであるSeiSeeを使用して出力した。記録例として、6月30日および7月3日におけるそれぞれ4時間分のSt1からSt5までの地震記象をFigs. 4-5に示す。5分間の連続記録が1つの直線上に並ぶようになっている。

St3を除いて各OBSでS/Nの良好な記録を得ることができた。記録内の赤棒で示されている部

分はほぼ1時間おきに行われるハードディスクへの書き込み時の振動によるノイズである。西之島と西之島南海丘の間に設置されたSt3では、後述するが、ほぼ12時間おきに雑微動が大きくなる現象が観測された。Fig. 4およびFig. 5の双方の記録の中心部に見られる振幅の大きなイベントはいずれも遠地地震である。特に7月3日のイベントでは、水深の最も浅い地点（213 m）に設置されたSt5において、振幅の大きなT相が観測されている。

3.2 噴火に伴うと推定される震動

6月25日-7月6日の12日間の観測期間中、遠

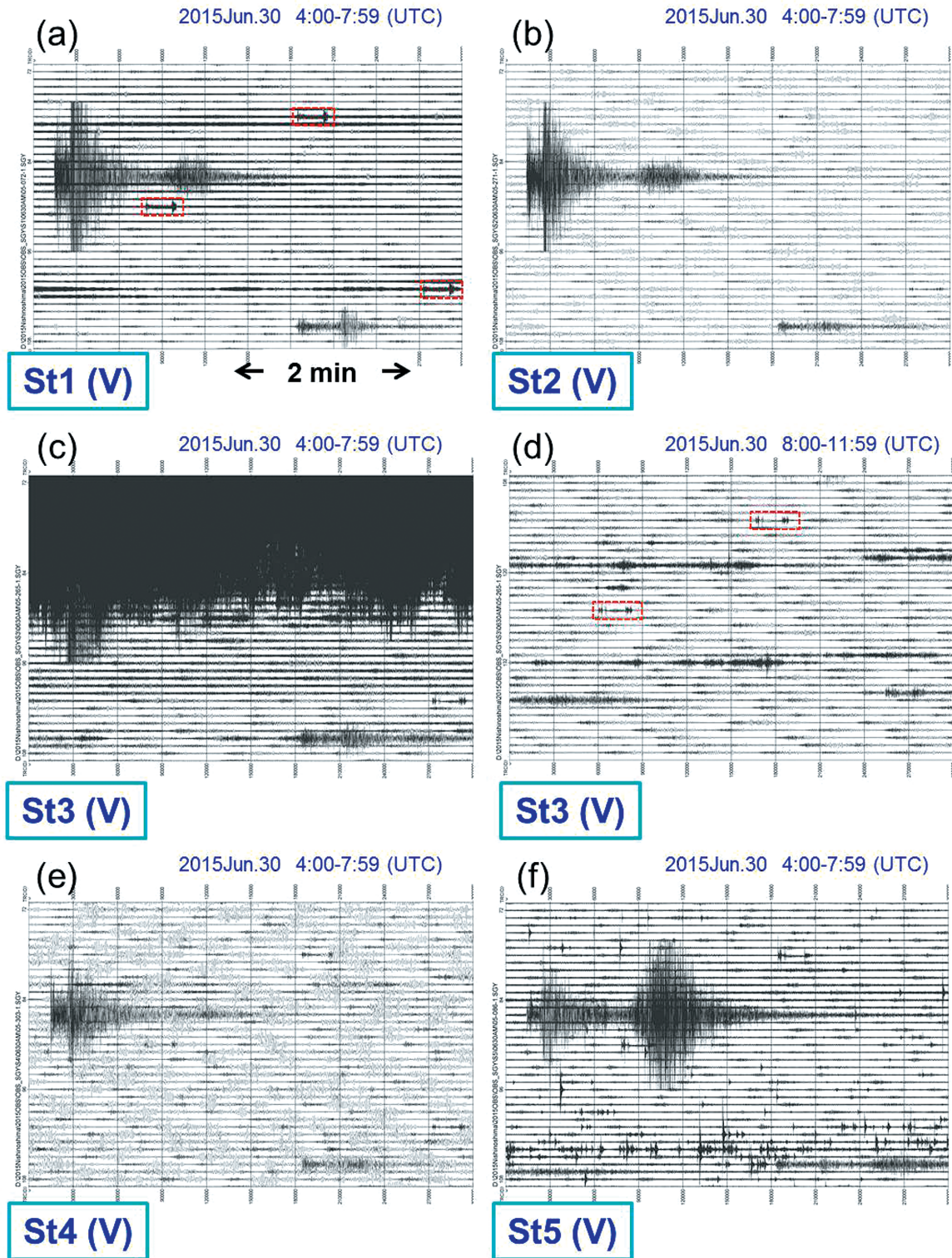


Fig. 4. Continuous records of Jun. 30, 2015, at each OBS. The signal component is vertical seismometer. The records for five minutes are aligned on a trace. Amplifier gain for each OBS is different depending on noise level. (a) St1, (b) St2, (c) St3, (d) St3, (e) St4 and (f) St5. (d) shows the period during 8:00 – 11:59 (UTC) and the others show 4:00 – 7:59 (UTC).

図 4. 2015 年 6 月 30 日における 4 時間分の各 OBS 上下動の連続記録. 1 本のトレースは 5 時間に対応する. それぞれの OBS 設置位置のノイズレベルが異なるので, 異なるゲインでプロットしてある. (a) St1, (b) St2, (c) St3, (d) St3, (e) St4, (f) St5. (d) は 8:00 – 11:59 (UTC), その他は 4:00 – 7:59 (UTC) の期間の連続記録である.

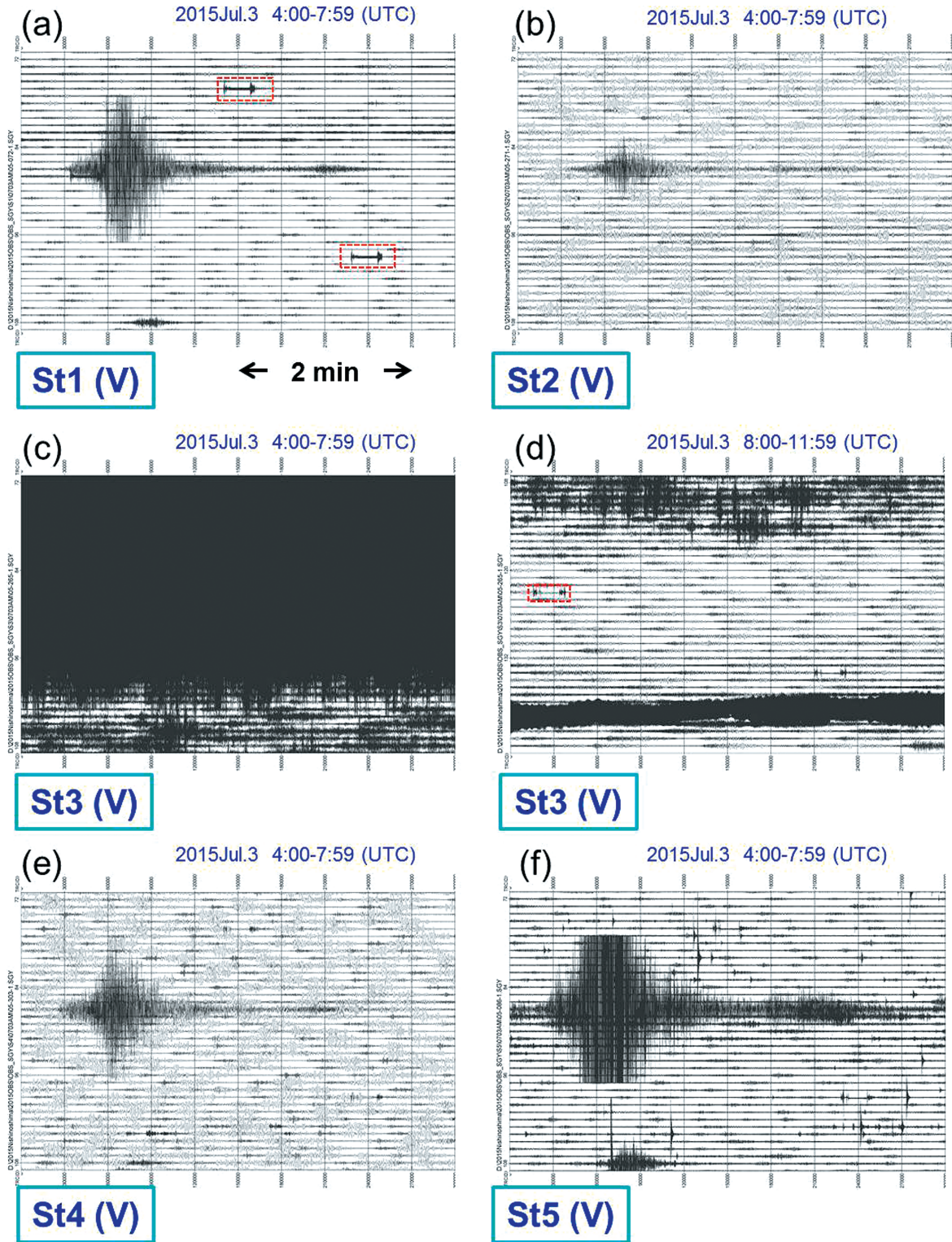


Fig. 5. Continuous records of Jul. 3, 2015, at each OBS. The signal component is vertical seismometer. The records for five minutes are aligned on a trace. Amplifier gain for each OBS is different depending on noise level. (a) St1, (b) St2, (c) St3, (d) St3, (e) St4 and (f) St5. (d) shows the period during 8:00 – 11:59 (UTC) and the others show 4:00 – 7:59 (UTC).

図5. 2015年7月3日における4時間分の各OBS上下動の連続記録。1本のトレースは5分間に対応する。それぞれのOBS設置位置のノイズレベルが異なるので、異なるゲインでプロットしてある。(a) St1, (b) St2, (c) St3, (d) St3, (e) St4, (f) St5。(d)は8:00–11:59 (UTC), その他は4:00–7:59 (UTC)の期間の連続記録である。

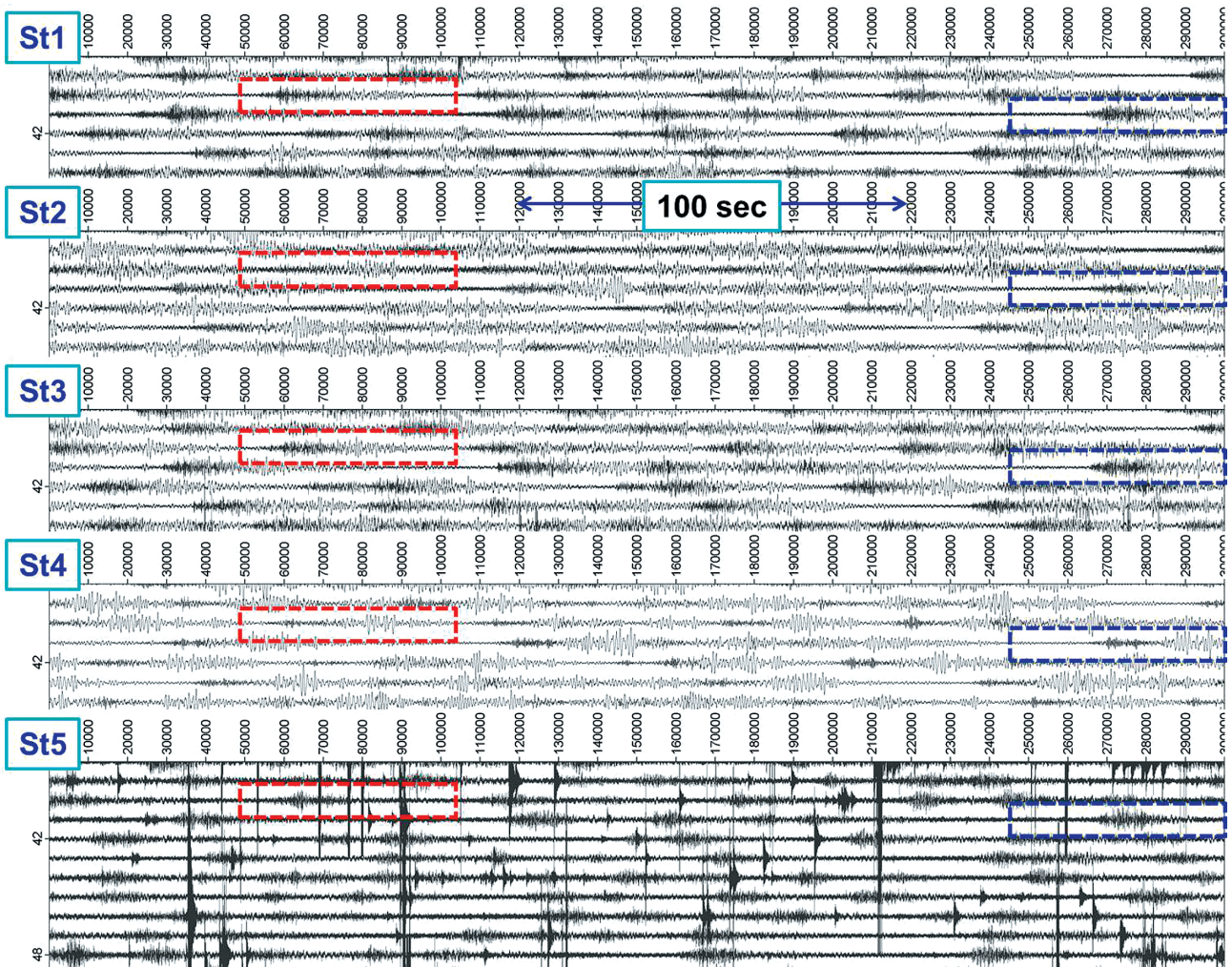


Fig. 6. Continuous records during 15:10 – 15:40 (UTC), Jul. 3, 2015 at each OBS. The signal component is vertical seismometer. The records for five minutes are aligned on a trace. As examples of the seismograms presumably related to volcanic eruption, two events are shown by enclosed squares.

図 6. 噴火活動に伴うと推定される地震記象. 記録期間は 1 本のトレースは 5 分間に対応する. 各 OBS で同じ時刻に, 同様な記録が観測されている. 見やすいように, 2 つのイベントをそれぞれ赤と青の点線の四角で囲った.

地震を除いては P 波と S 波を区別できるような近地の明らかな構造的な地震は検出されなかった. しかしながらすべての地震計において 1 分程度の間隔で発生している特徴的な震動が各 OBS に共通に記録されていた. 7 月 3 日 15:10–15:50 (UTC) に記録された St1 から St5 の観測記録を Fig. 6 に示す. St1 から St5 の OBS の観測波形を比較してみると, 各 OBS において震動継続時間が 50 秒程度で初期は高周波成分に富むが後半はより低周波に変化する特徴的な震動がほぼ同じ時刻で記録されていることがわかる. 震動の中で高周波成分が卓越して見られる時間から 20 秒ほど

遅れて低周波成分が卓越することから, 逆分散が起きていると解釈することもできる. 低周波成分の伝播速度が遅くなっていることから, 例えば, 火山体下深部に遅い伝播速度を持つ物質の存在可能性も考えられるが, さらなる検討が必要である.

一方, この震動の発生時刻と, 火山噴火活動の船上からの目視観察を対比させると (Fig. 7), 両者は非常によく対応しており, OBS 記録上の震動開始から数秒遅れて火口からの噴火が発生していることが判明した (森下・他, 2015). Fig. 7 で黄色で示されている期間が, 火口からの噴煙が

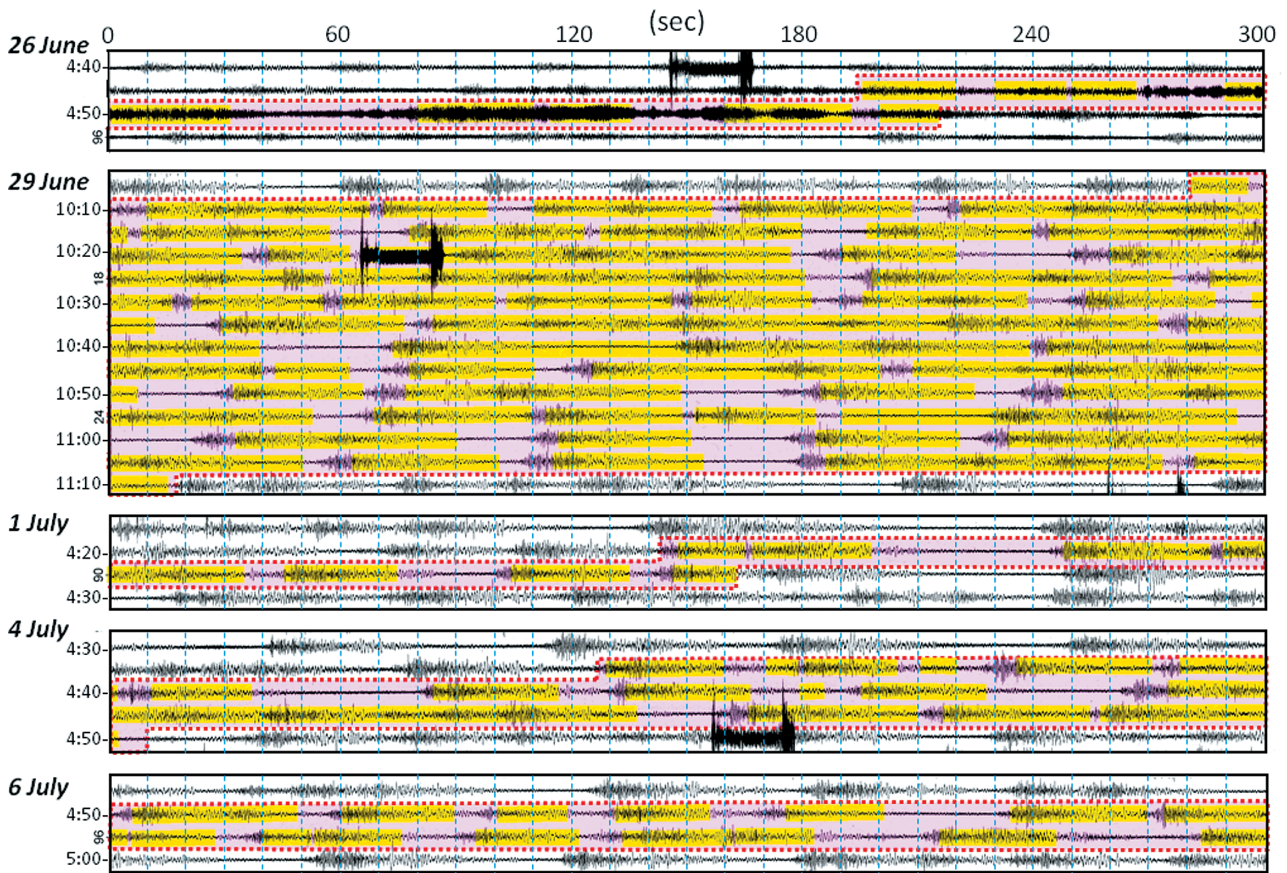


Fig. 7. Correlation between eruptions at the summit crater confirmed by visual observation and seismographs recorded at St1. Visual observation periods on S/V *Shoyo* are shown in pink areas and times of volcanic fume emission correspond to yellow parts.

図7. 目視により確認された火口からの噴煙放出と OBS St1 で記録された地震波形との対比. ピンク色で示されている部分が測量船「拓洋」上から目視観察を実施した時間帯であり、そのうち黄色で示されている部分が噴煙放出時間を表している。

見られる時間帯であり、また低周波成分が卓越する時間帯と概ね一致する。ほぼ同時刻にこの特徴的な震動がすべての OBS で観測されているので、ここでは、これを噴火に伴う震動であると解釈した。ここで、1回の震動において、火山体内で噴火の発端となるイベントが起こっている時に高周波成分が卓越し、低周波成分が卓越する時間帯に火口から噴煙が放出されていると推定した。

噴火に伴う震動と解釈される波形の周波数特性を調べるために、それぞれの OBS で記録された震動のスペクトログラム (Gabor Spectrogram) を求めた (Figs. 8–9)。計算にはフリーソフトウェアである Seismic Unix (Cohen et al., 2015) を使用した。St1 の記録に注目し、Fig. 8(b) の

拡大図を見ると、震動の初期 (30–32 s) 部分では 10 Hz を超えて高周波域にも信号はあるが、その後の 15 秒間 (32–47 s) 程度では信号の帯域は 10 Hz 以下となり、さらにその後 (47 s) 以降では 5 Hz 以下になる。St2 から St4 の記録では、前半部分で見られる高周波成分は約 10 Hz 以下となっている。St5 のスペクトログラムでは、噴火に伴うと考えられる信号の振幅が小さいことと、St5 特有に見られる周波数が単色で減衰の遅い地震 (火山体では N 型地震と呼ばれる) のスペクトル振幅が大きすぎてわかりにくい (Fig. 9(c)) が、他の OBS と同様に、信号の前半の卓越周波数は 5–10 Hz、後半は 5 Hz 以下という特徴を示した。

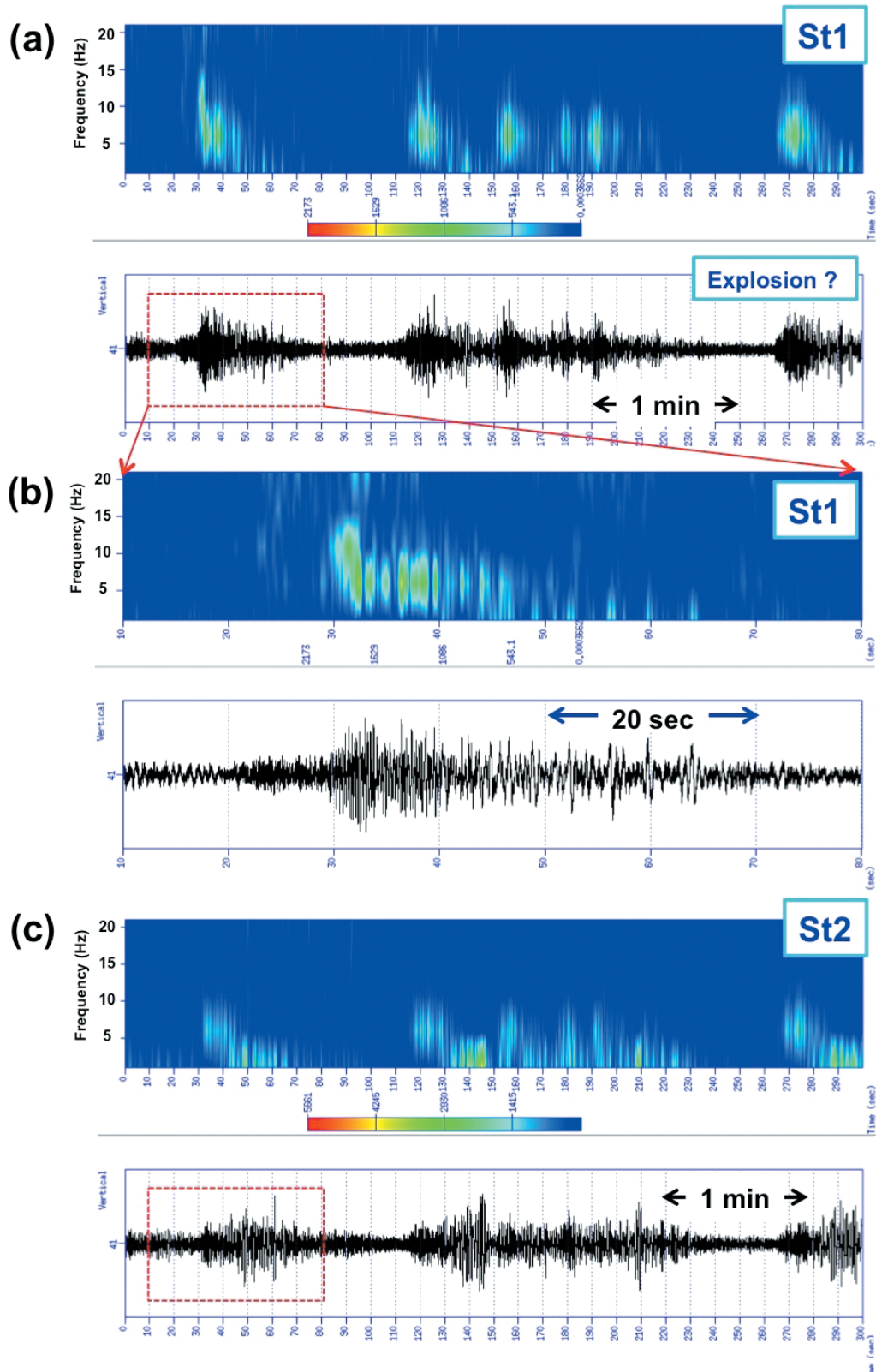


Fig. 8. Spectrograms of events presumably related to volcanic eruption. (a) Spectrogram (top) of the seismogram (bottom) for St1. (b) The area in a dotted red square in (a) is enlarged in (b). (c) Spectrogram (top) of the seismogram (bottom) for St2.

図 8. 噴火活動に伴うと推定される地震記象のスペクトログラム. (a) St1 で得られた地震記象 (下図) とそのスペクトログラム (上図). 赤四角で囲った部分を (b) で拡大した. (b) St1 における地震記象 (下図) とそのスペクトログラム (上図). (c) St2 における地震記象 (下図) とそのスペクトログラム (上図).

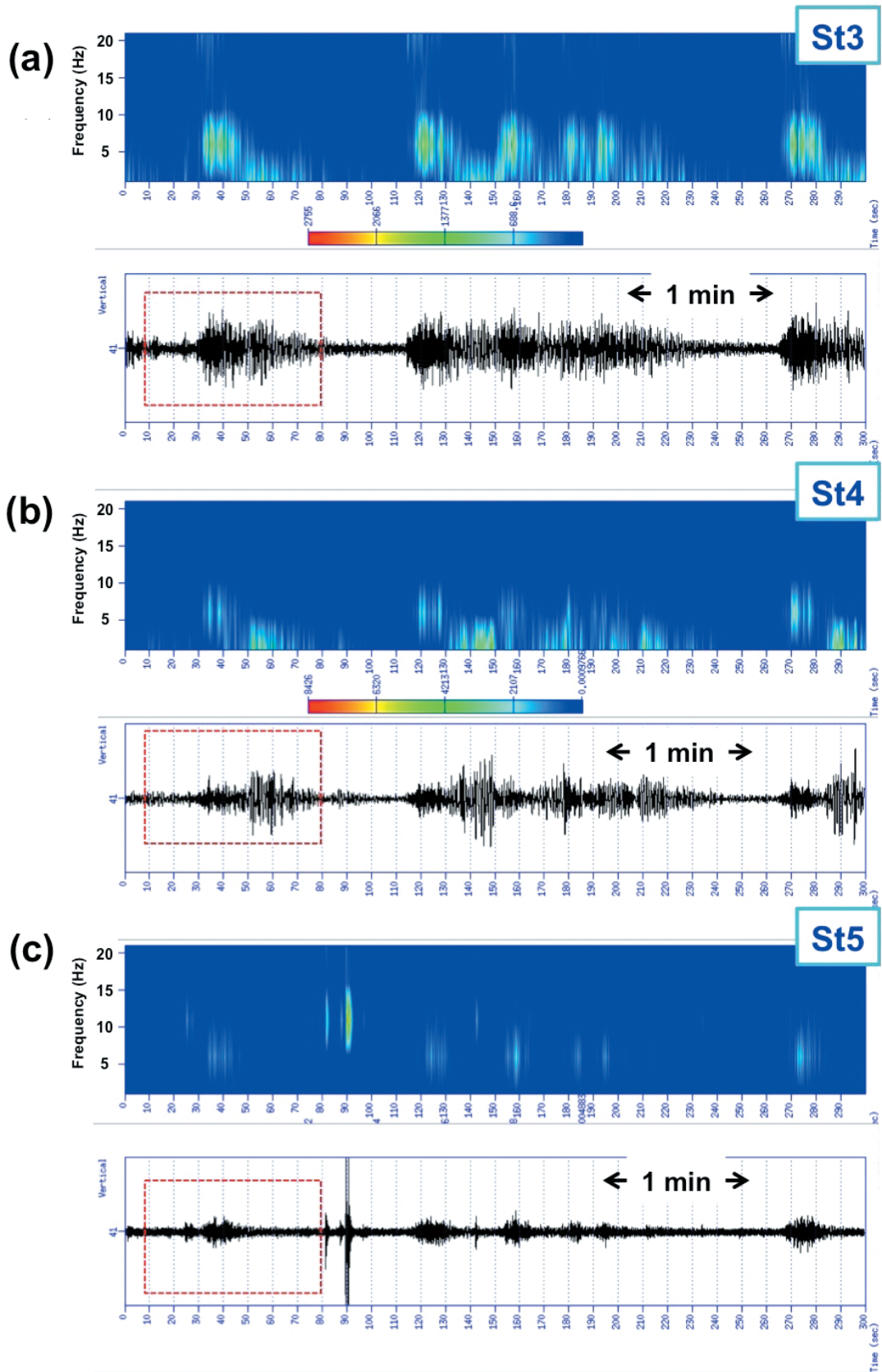


Fig. 9. (a) Spectrogram (top) of the seismogram (bottom) for St3. (b) Same as (a) but for St4. (c) Same as (a) but for St5.

図 9. (a) St3 における地震記象 (下図) とそのスペクトログラム (上図). (b) St4 における地震記象 (下図) とそのスペクトログラム (上図). (c) St5 における地震記象 (下図) とそのスペクトログラム (上図).

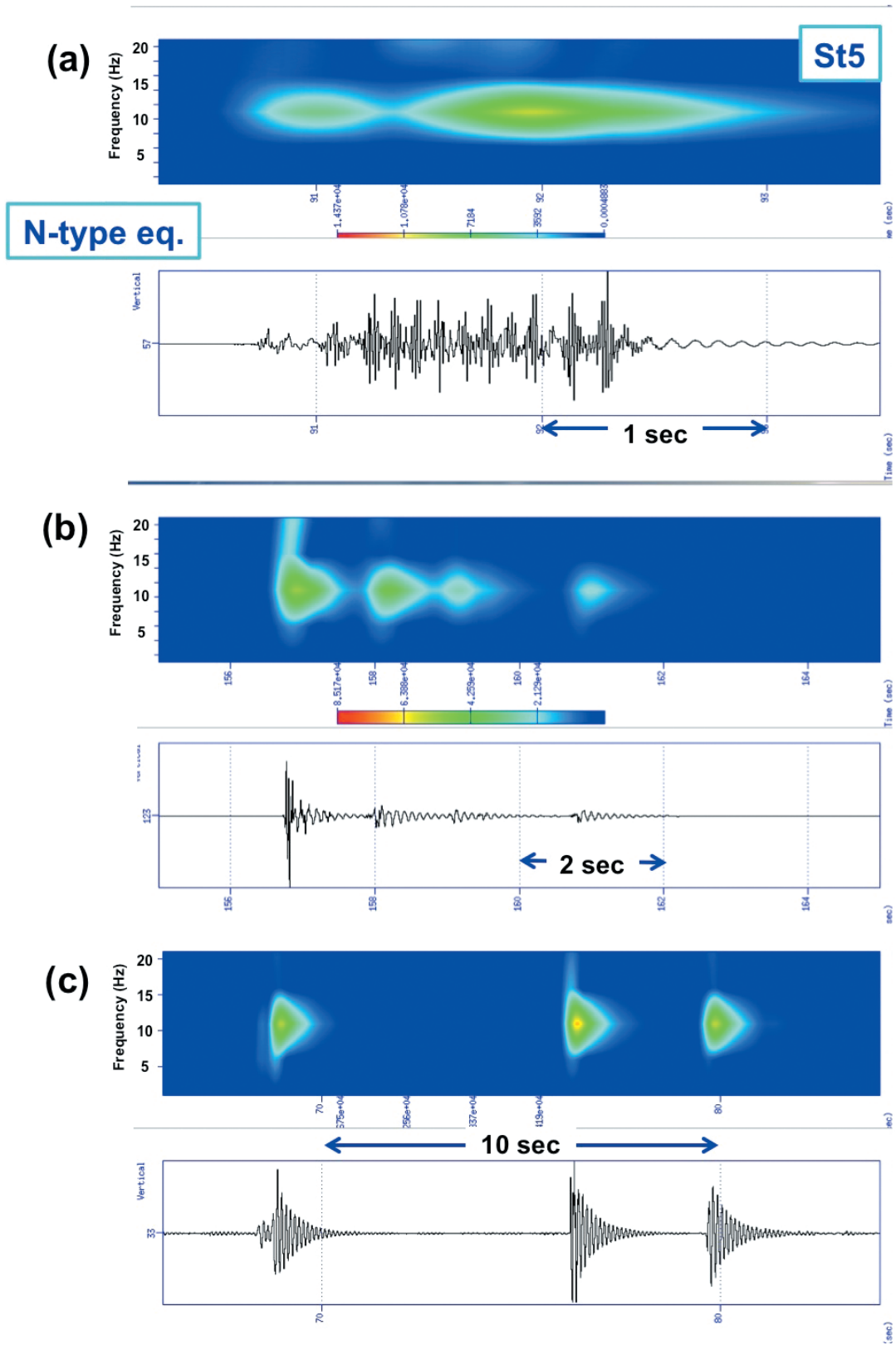


Fig. 10. N-type (T-type) earthquakes observed at St5. Three seismograms with different time sequences are shown in (a), (b) and (c).

図 10. St5 で観測された N 型 (T 型) 地震の記象とスペクトログラム. 発生頻度の異なる 3 つの例について, それぞれ (a), (b), (c) に示す.

3.3 St5 における N 型地震記録

前述したように西之島南海丘に設置された St5 においては、N 型地震あるいは T 型地震（気象庁の呼称）と呼ばれる単色の震動がゆっくり減衰する小規模な地震が頻繁に観測された。この地震の活動間隔はさまざまであり、異なる間隔の例として 3 つの地震波形とそのスペクトログラムを Fig. 10 に示した。いずれのイベントもほぼ 11 Hz にスペクトルのピークが見られるが、Fig. 10 (b) の最初のイベントは 20 Hz を超える高周波成分を有している。

ここで、このような震動は生物活動によるものではないかという懸念があるが、高木・他 (2015) による解析からは観測期間中の b 値として 1.3 が求められており、火山活動に関連したものであると推定している。また、西之島南海丘付近では、2013 年 11 月 21 日に直径約 1000 m の緑色の変色水域が確認されている。さらに、2014 年 9 月 17 日には西之島南海丘付近に直径約 150 m の円形で薄い緑色の変色水域が分布しており、熱赤外画像によると付近海面と比較して若干低温であ

ることが観測された（海上保安庁ホームページ）。これらは海底から火山性変色水の湧出があることを示唆していることから、本イベントは火山性のものであるとすることが妥当であろう。

3.4 St3 における地震記象と潮位変化

St3 の自然地震活動に注目すると、1 日に数回振幅が非常に大きくなる時間帯が見られる (Figs. 4(c), 4(d), 5(c), 5(d))。雑微動が大きくなる時間帯と気象庁設置の父島二見港験潮所の潮位記録（気象庁ホームページ、潮汐観測資料）と比較すると、干潮から満潮にかけて雑微動が大きくなり満潮直前で雑微動が見られなくなっている (Fig. 11)。雑微動が観測される時間帯と潮位変化の大きさとの関係をより定量的に確認するために、潮位の 1 時間ごとの変化率をプロットする (Fig. 12) と、潮位変化が極大となる時に雑微動が発生していることがわかった。また、7 月に入ると潮位変化率が極小（高潮位から低潮位への変化大）の時間帯でも雑微動が発生している。6 月中は干潮から満潮にかけての 1 日 2 回雑微動が見

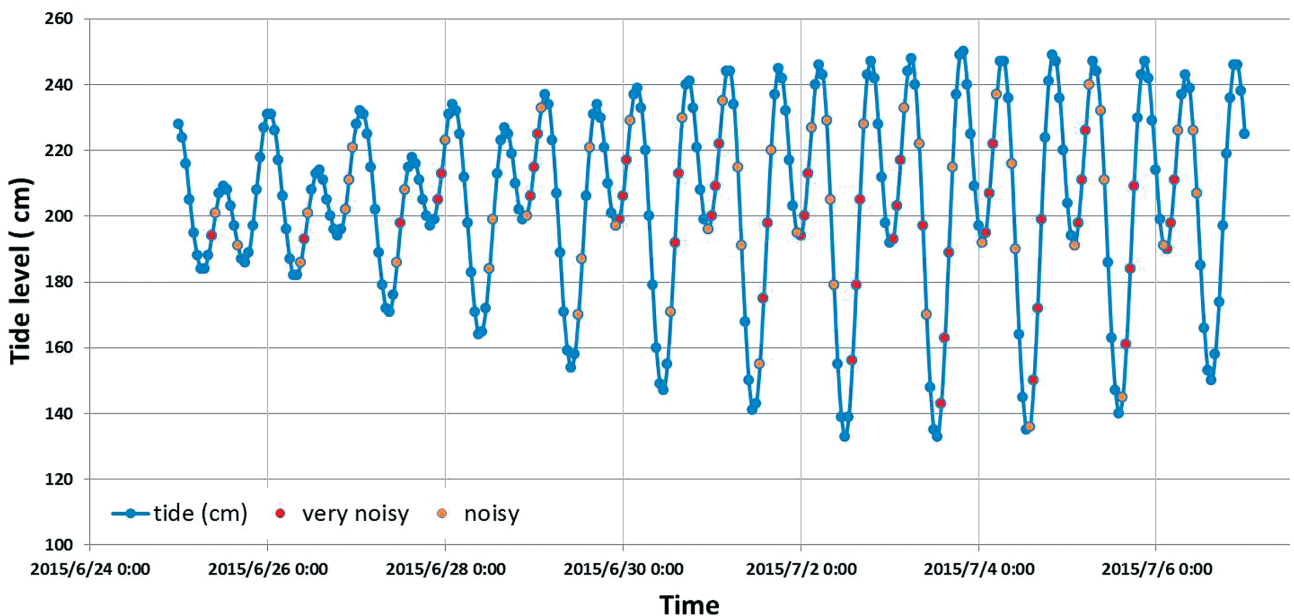


Fig. 11. Relation between tide level at Futami port, Chichijima observed by Japan Meteorological Agency and noisy records at St3 during the OBS observation. The position of Chichijima is shown in Fig. 1.

図 11. 父島二見港の潮位記録（気象庁ホームページ、潮汐観測資料）と OBS St3 の雑微動記録との関係。父島は西之島の東に位置する (Fig. 1)。

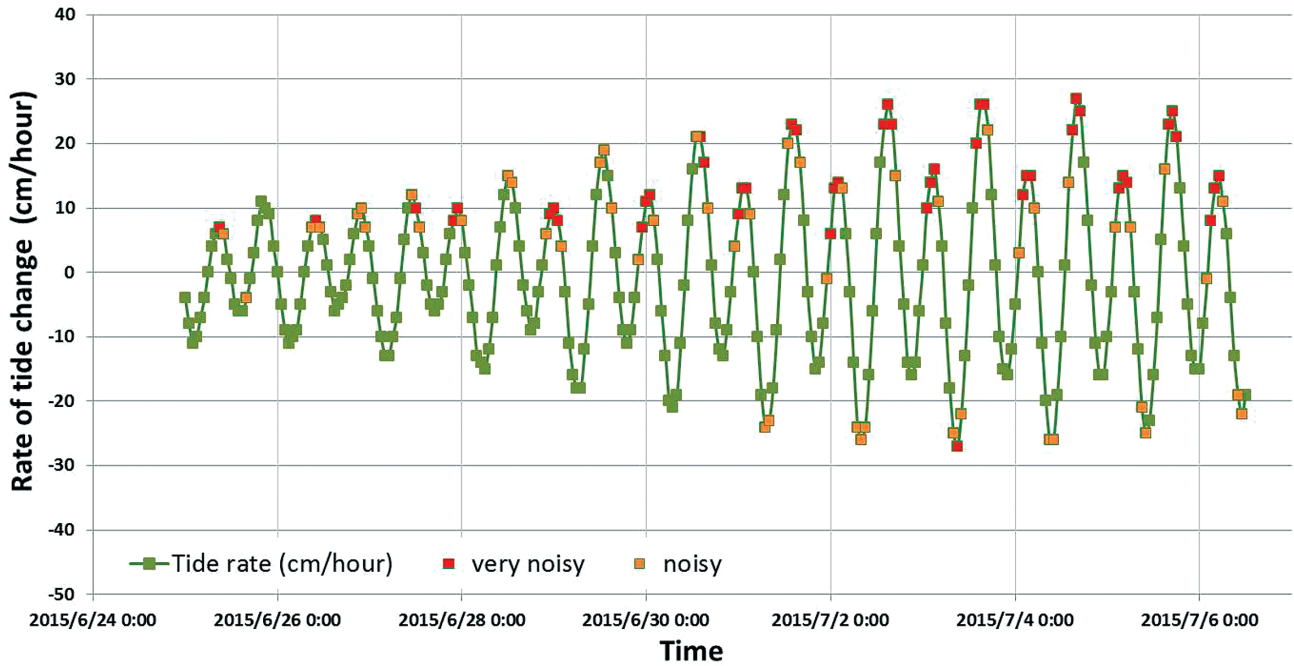


Fig. 12. Relation between the rate of tide change in every one hour at Futami port, Chichijima (JMA: Japan Meteorological Agency) and noisy records at St3.

図 12. 父島二見港の 1 時間ごとの潮位変化率と OBS St3 の雑微動記録との関係。

られたが、7 月に入ると潮が引く間にも雑微動が見られることもあり 1 日 5 回確認された日もあった。

上記で見られたような潮位変化と関連する雑微動が St3 以外の OBS でも観測されているかどうかを調べたところ、St5 の記録でも雑微動が大きい時間帯は確認されたが、潮位変化との関連は見られなかった。また、St1, St2, St4 ではほとんど雑微動と見られる震動は確認できなかった。St3 は西之島と南側にある西之島南海丘との間にある鞍部に設置されており、この場所は潮流の影響を受けやすかったのかもしれない。

3.5 エアガン記録の特徴

観測期間中には、西之島周辺の浅部地震波速度構造を求めるために、Fig. 3 で示すように各 OBS を通る測線を合計 11 測線実施した。速度構造解析には時間を要するので、ここでは予備的な解析として、エアガン発震位置から西之島山体下を伝播した波線が各 OBS に達するまでにどのように減衰するかを調べてみた。

Fig. 13 にはエアガン探査期間中に各 OBS で得られたレコードセクションを示してある。Fig. 13 の上段には St1 において減衰が検出された記録部分の拡大図と減衰した波線が存在すると推定される領域を青い影で示した。速度構造が不明であるので、青い影の部分の深度やその水平方向の広がりを正確に決めることはできないが、西之島火山体の直下に地震波を減衰させる領域が存在することが推定できる。

同様な図を各 OBS に対して作成し、すべてを重ね合わせたものが Fig. 14 である。すべての OBS 記録において、西之島下の減衰域の存在が示唆された。

4 まとめ

2015 年 6 月から 7 月にかけて行われた平成 27 年度海域火山基礎情報図調査「西之島」の測量船による観測の際に、OBS を用いた自然地震観測および地殻構造調査を実施したので、その解析結果について速報した。各 OBS では近地の構造性の地震は観測されなかったが、噴火現象に関連す

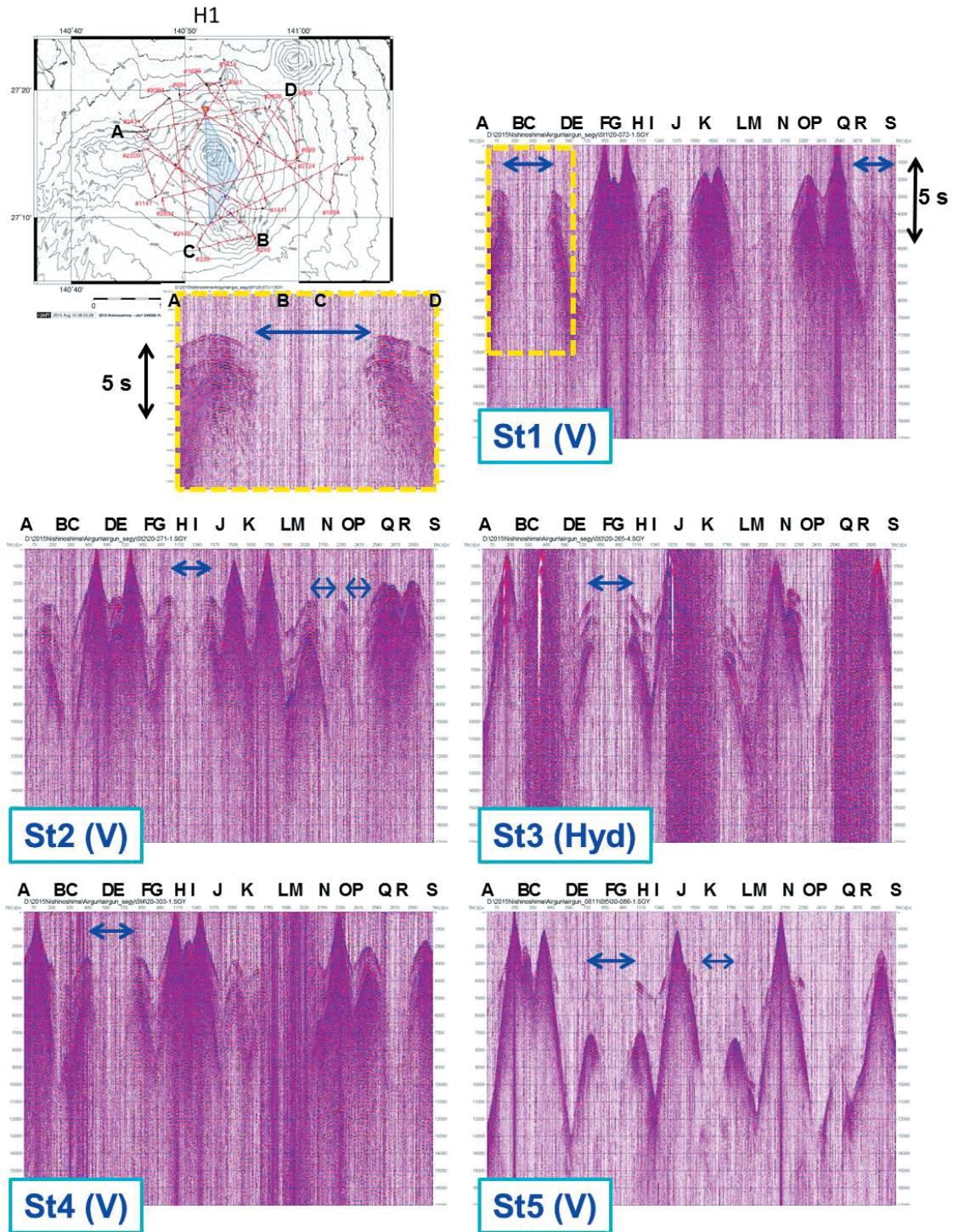


Fig. 13. Airgun record section obtained each OBS. Alphabets on the top of the record show positions on the airgun shooting track. The records were applied bandpass filter of 5 – 30 Hz. Vertical geophone outputs are shown except for St3 of Hydrophone output. Top left shows the enlarged part of the top right record section of St1. Blue arrows indicate the region with weak signals. Blue shaded area in the map corresponds to an estimated attenuation zone.

図 13. 各 OBS で得られたエアガン発震の記録。記録上のアルファベットは Fig. 3 におけるエアガン測線上の位置を示す。右上図の St1 の記録上の黄四角で囲まれた部分を拡大した図を左上に示す。エアガンからの信号の振幅が小さくなる記録上の範囲を青矢印で、対応する地震波線が存在すると推定される領域を地図上に青影で示した。St3 はハイドロフォンセンサーからの記録であり、その他は OBS の上下動出力を示す。各記録には 5–30 Hz のバンドパスフィルターを施した。

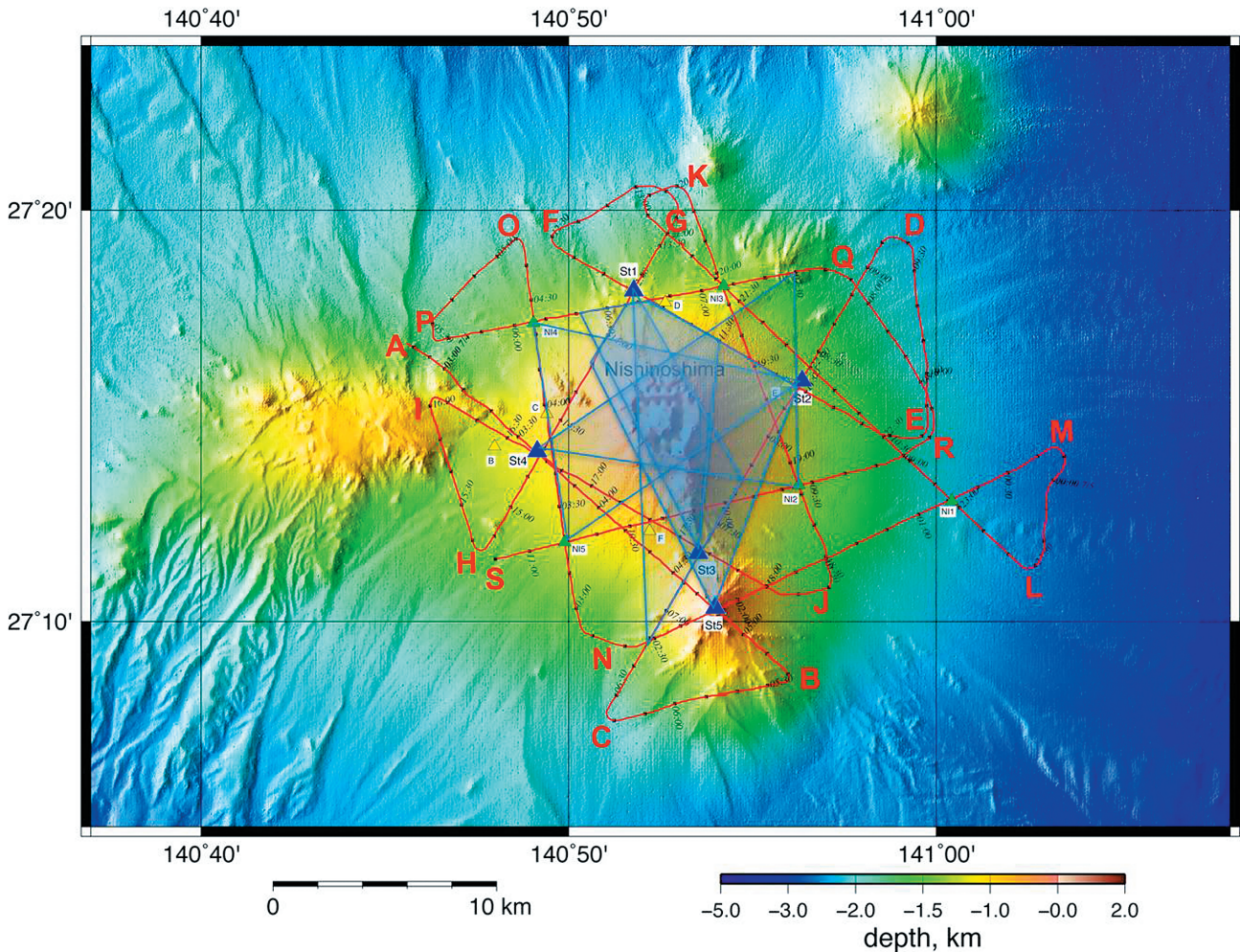


Fig. 14. Overlap of the attenuation zone estimated for each OBS.
 図 14. 各 OBS に対して推定された減衰域の重ね合わせ。

ると考えられる 1 分以内の間隔で頻繁に発生している震動がすべての OBS で同時に観測された。このほか、西之島南海丘では、しばしば N 型地震が発生していることがわかった。

また、エアガンを人工震源とした構造探査からは、西之島火山体下に地震波を減衰させる領域が存在することが示唆された。

今後は、東京大学地震研究所、気象研究所 OBS データと総合して解析されることにより、例えば、N 型地震の震源モデルやマグマの分布の推定が可能となることを期待している。

謝 辞

本調査にあたり、測量船「昭洋」の船長を始め乗組員の方々には、調査機器の運用を安全に遂行

していただいたことに感謝いたします。海底地震観測計画策定に際しては、東京大学地震研究所の篠原雅尚氏、気象研究所の高木朗充氏には大変お世話になりました。本原稿を書く上で、査読者及び編集者の方には有益で適切なお助言を頂きました。また、海底地形図や航跡図の作成には GMT (Generic Mapping Tools; Wessel and Smith, 1998) を使用しました。ここに記して感謝いたします。

文 献

Cohen, J. K. and J. W. Stockwell Jr. (2015) CWP/SU: Seismic Unix Release No.44: an open source software free package for seismic research and processing, Center for Wave Phenomena, Colorado School of Mines.

- 伊藤弘志・堀内大嗣・芝田厚・鈴木晃・小山薫 (2012) 日本周辺海域火山通覧 (第4版), 海洋情報部研究報告, 48, 41-73.
- 海上保安庁海洋情報部, 海域火山データベース (西之島), <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GI-JUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/kaiyo18-2.htm>.
- 気象庁, 潮汐観測資料, <http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/genbo/index.php>.
- Kodaira S., T. Sato, N. Takahashi, S. Miura, Y. Tamura, Y. Tatsumi, and Y. Kaneda (2007) New seismological constraints on growth of continental crust in the Izu-Bonin intra-oceanic arc. *Geology* 35: 1031-1034 doi: 10.1130/G23901A.
- 森下泰成・小野智三・濱崎翔五・高橋日登美・野上健治 (2015) 西之島火山の調査航海結果 (速報), 日本火山学会 2015 年秋季大会講演予稿集.
- 西澤あずさ・小野智三・大谷康夫・古川博康 (2000) 明神礁における海底地震観測, 水路部研究報告, 36, 37-56.
- 西澤あずさ・小野智三・大谷康夫・志岐俊郎 (2001) 2000 年 7 月の三宅島・神津島・新島近海における海底地震観測 (速報), 水路部研究報告, 37, 57-71.
- 西澤あずさ・小野智三・坂本平治・松本良浩・大谷康夫 (2002) 福徳岡ノ場における海底地震観測, 水路部研究報告, 38, 101-124.
- Nishizawa, A., T. Ono, and Y. Otani (2002) Seismicity and crustal structure related to the Miyake-jima volcanic activity in 2000, *Geophys. Res. Lett.*, 29, doi:10.1029/2002 GL015008.
- Nishizawa, A., N. Sasahara, and Y. Nishimura (2004) Local Seismicity beneath Suiyo Seamount, an active submarine volcano, on the Izu-Ogasawara (Bonin) Island-arc System, American Geophysical Union, Fall Meeting, abstract #V 41 B-1376.
- 小野智三・濱崎翔五・矢島広樹・伊藤弘志・野上健治 (2015) 西之島火山の 2013-2014 年噴火活動, 海洋情報部研究報告, 52, 56-78.
- 高木朗充・西澤あずさ・篠原雅尚・長岡優・木村一洋・森下泰成・小野智三 (2015) 西之島火山周辺の海底地震合同観測, 日本火山学会 2015 年秋季大会講演予稿集.
- Wessel, P., and W. H. F. Smith (1998) New, improved version of the Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. AGU*, 79, 579.

要 旨

2013 年 11 月以来活発な火山活動を継続している西之島火山において, 海底地震観測を実施した. 各海底地震計 (OBS) では近地の構造的な地震は観測されなかったが, 噴火現象に関連すると考えられる震動がすべての OBS で同時に観測されていた. 西之島南海丘では, しばしば N 型地震が発生していることがわかった.

また, エアガンを人工震源とした構造探査からは, 西之島火山体下に地震波を減衰させる領域が存在することが示唆された.