

西之島周辺海域における噴火の概況*

Volcanic activity of Nishi-no-shima, Bonin Islands, Japan

海上保安庁
Japan Coast Guard

2013 年 11 月 20 日に発見された西之島周辺海域における噴火活動の概況について報告する。

1 調査手法

調査日時：2013 年 11 月 20、21、22、24、26、30 日、12 月 1、4、7、13、24、26、2 日、2014 年 1 月 3、12、13、20 日、2 月 2、3、10、11 日

使用航空機：LAJ501(ジェット機)、MA722、MA725(プロペラ機) (海上保安庁)

調査手法：目視観測(スティルカメラ、ビデオカメラ)、赤外線観測、航空磁気測量

2 西之島火山の地形と過去の活動

西之島火山は伊豆 - 小笠原弧の火山フロント上にある玄武岩～安山岩質の成層火山である。海底からの比高は約 3,000m であり、周囲には西之島火山より古い山体がいくつも存在している。山頂部には側火山体も認められる(図 1)。これまでに知られている噴火は 1973-74 年の噴火であるが、その噴火前には山頂に最大水深 107m の火口があり、その北西縁上に西之島が存在していた(図 2 (a))。1973-73 年の噴火でその火口はほぼ埋め立てられたが、今回の噴火の前にはまだ一部が残っていたようである(図 2 (b))。今回の噴火位置は、1973-73 年に初めて新島が出現した位置(第二火孔)とほぼ一致する(図 3)。1973-74 年噴火では、第二火孔からは溶岩が流れ出るなど活発な活動が続き西之島新島の一部を形成したが、その後の波浪の浸食などによって再び海に戻っていた。

3 噴火活動の推移

マグマ水蒸気爆発(2013 年 11 月 20～21 日)

2013 年 11 月 20 日に噴火活動が発見された際には長径約 100m の新島が形成されており、島の中央部に火口が形成されていた。火口からは常時白色の噴気が大量に立ち昇っており、1～2 分毎に激しいマグマ水蒸気爆発が発生していた。爆発時にはコックステイルジェットがみられ、赤熱した噴出物も認められた(図 4 (a))。このようなマグマ水蒸気爆発を主とする活動は、11 月 21 日までの二日間続いた(図 4 (b))。変色水は、11 月 20 日から 2014 年 2 月 11 日現在まで褐色の変色水が常時見られているが、他に 11 月 21 日には新島の南 10km に直径約 1km の緑色の変色水が見つかった(図 4 (c))。この変色水は、翌 22 日以降は観測されていない。

マグマ噴火(2013 年 11 月 22 日～2014 年 2 月 11 日)

2013 年 11 月 22 日からは、噴火様式はマグマ噴火(ストロンボリ式噴火)に移行した(図 5)。島中央部の火口からは常時青白いガスが放出されるとともに、数分毎に茶色の噴煙を伴う爆発が起き、その際には溶岩のしぶきも周辺に飛び散っていた。山腹には溶岩の流出口が形成され、島を取り巻くように溶岩原が形成されていった。11 月 22 日から 12 月 1 日までは東山腹の流出口が活動したが、12 月 4 日には西山腹の流出口へ活動が移っており、2 月 11 日現在までそこから溶岩の流出が続いている。溶岩流はヤツデの葉状に分岐しながら流れ、島の周囲を次々に埋めていっている。赤外線画像からは溶岩流の先端部分が特に高温になっていることが見てとれ、溶岩トンネルを通った溶岩が先端部を割って出ながら成長していると考えられる(図 6)。

* 2014 年 3 月 24 日受付

3 西之島の面積変化

航空写真を用いて西之島の面積変化を求めた。面積は GIS 上で写真を地図と合わせるように変形させて求めており、12 月 4 日と 17 日に撮影された国土地理院の垂直写真も位置の基準として利用している。その結果、11 月 20 日に噴火が発見されて以来、これまでほぼ一定の割合で西之島が成長してきたことが明らかになった(図 7)。これは、地下深部からのマグマの供給量がほぼ一定であることを示している。比較のため 1973-74 年の西之島新島の面積の変化をプロットすると、今回噴火の西之島の拡大速度は前回噴火時の約 8 倍になるが、前回の噴火では噴火地点付近に火口があるなど水深が大きかったため、この西之島の拡大速度比をそのままマグマ供給率の比であると考えすることは出来ない。

4 噴火の開始時期

今回の噴火に関する第一報は偶然通りかかった自衛隊機からの報告であり、常時観測を行って得られたものではないため、噴火活動がいつ開始されたのかは明らかではない。しかし、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の地球観測研究センター(EORC)が公開している MODIS 画像のうち、海面水温及び海面放射輝度の画像に西之島噴火の様子が捉えられていることがわかったため(図 8)、噴火開始時期についての検討を行った。

噴火中の時期の西之島付近の海域を拡大すると、島の南側に高温異常や海面の変色が認められる(例えば 2014 年 1 月 2 日; 図 8 (a))。これは、他の海水温の分布と比較すると非常に局所的でかつ変化量が大きいこと、高温の火山噴出物そのものあるいは火山活動により熱せられた海水による異常であると判断できる。ただし海面水温における温度の絶対値としてはおよそ 25~30 程度とそれほど高くはない。これは分解能が低いため周囲の海水温と平均されて温度が低くみえるか、あるいは熱水が周囲の海水と混合することにより実際に温度が低くなっている可能性がある。海面の変色は、変色水の存在を示していると考えられる。

噴火が確認された 11 月 20 日からさかのぼって海面水温及び海面放射輝度を調べると、11 月 7 日までは今回の噴火位置付近に断続的に高温域及び変色域が確認できるものの、11 月 4 日以前には見られない。雲に遮られてデータが得られていない日があるため詳細なことは分からないが、遅くとも、11 月 7 日には高温かつ輝度の異なる物質が海面上に現れるような活動が始まっていたと考えられる。

なお、2013 年 6 月 28 日に当庁航空機による目視観測及び熱計測を行っているが、西之島の南東岸から東方向に帯状に約 2,000m 伸びる薄青白色の変色水を確認した他は、特段の異常は認められていない。

5 参考文献・URL

青木斌、小坂丈予(1974) 海底火山の謎 西之島踏査記, 東海大学出版会, 250 pp.

国土地理院における西之島付近の噴火活動関連情報のページ

<http://www.gsi.go.jp/gyoumu/gyoumu41000.html>

大川史郎、横山泉(1977) 西之島火山における重力異常, 北海道大学地球物理学研究報告, 36, 83 - 95.

小坂丈予(1991) 日本近海における海底火山の噴火, 東海大学出版会, 279 pp.

宇宙航空研究開発機構地球観測研究センターによる MODIS 準リアルタイム画像のページ

http://kuroshio.eorc.jaxa.jp/ADEOS/mod_nrt_new/index.html

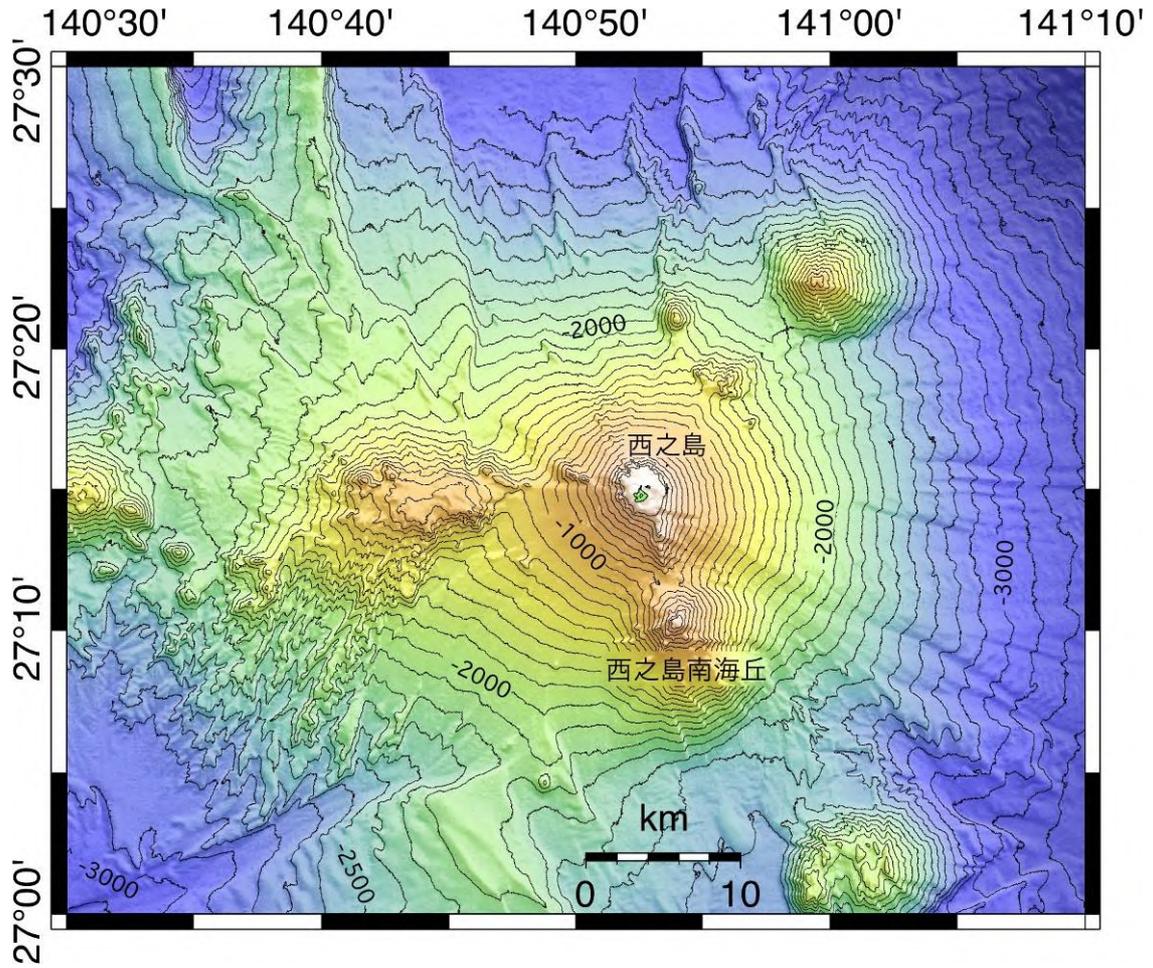


図1 西之島周辺の海底地形図。西之島火山の西、北東、南南東に位置する山体はいずれも西之島火山の活動以前に形成された古い火山体である。

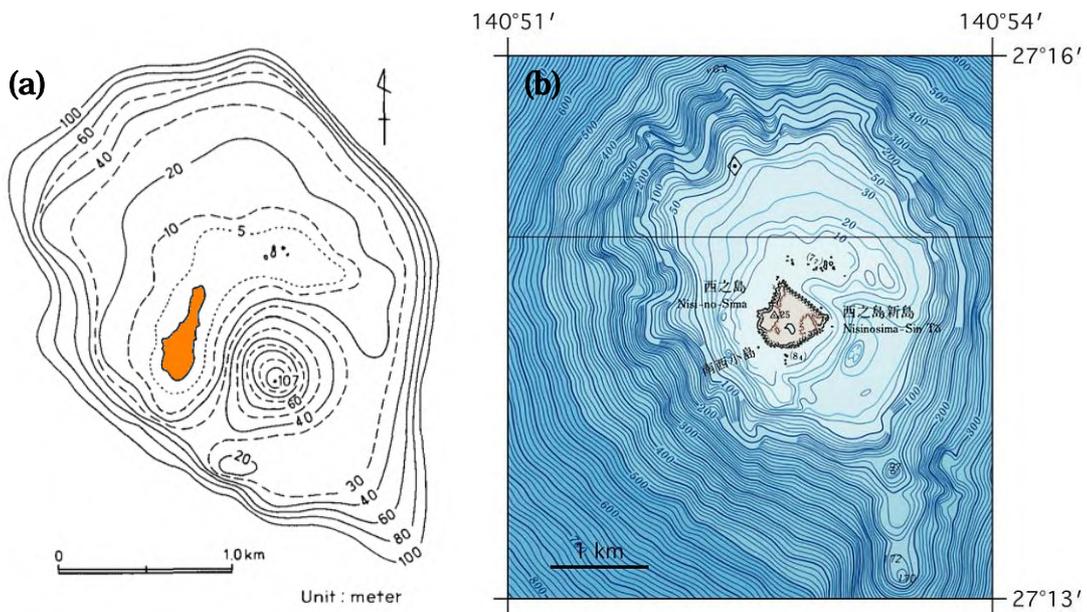


図2 西之島火山の山頂部分の地形。(a)1911年測定の地形(大川・横山, 1977)、(b)1992年測定の地形(緯度経度は日本測地系)。



図3 1973-74年噴火と2013-14年噴火における噴火位置の比較。ピンク色の楕円は2013年11月21日の新島の概形。灰色の楕円は火口。1973-74年噴火時の島の形状は小坂(1991)による。

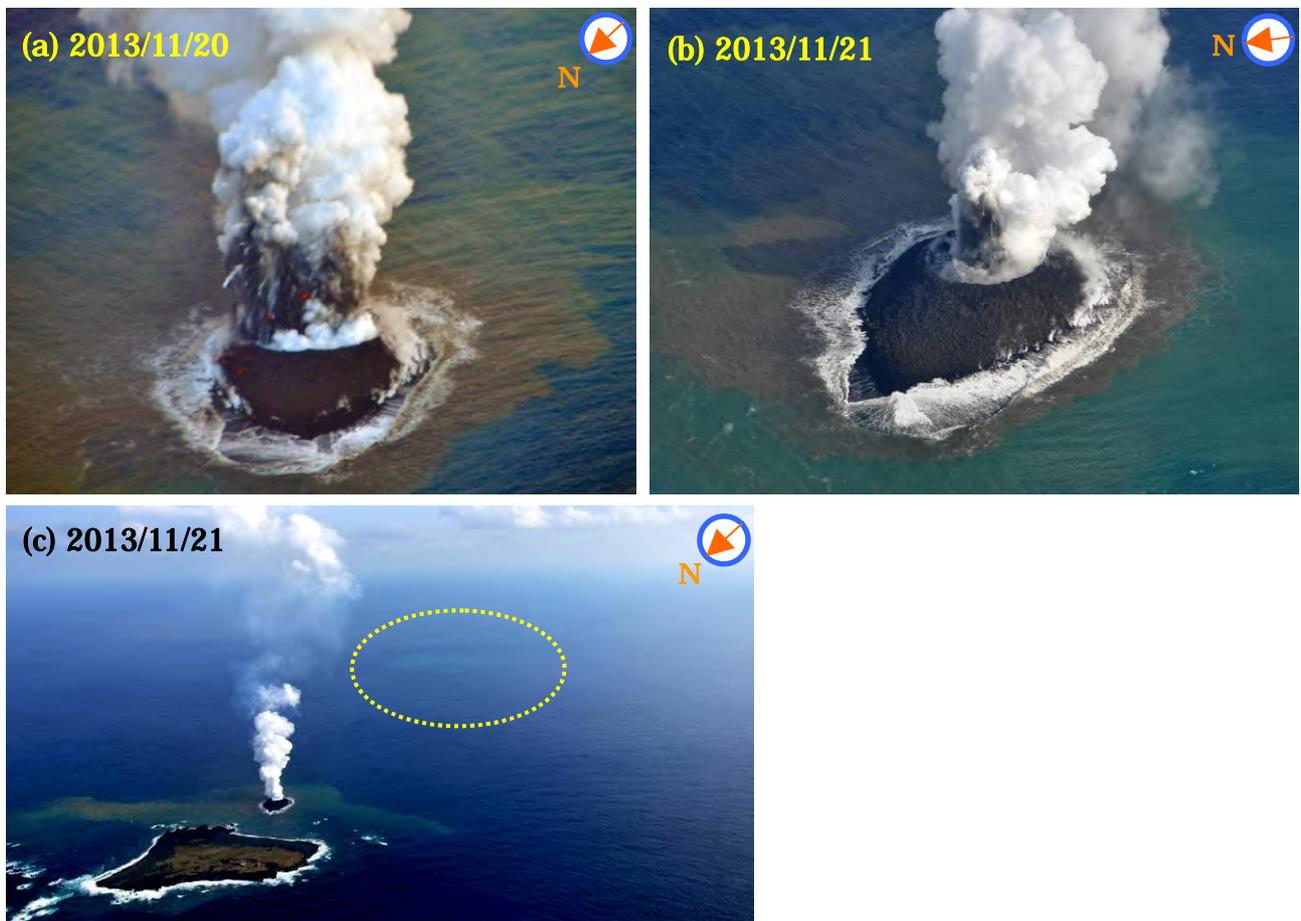


図4 マグマ水蒸気爆発の様子。(a)11月20日、コックステイルジェットと赤熱した噴出物が見られる。(b)11月21日、山体は20日に比べて一回り大きくなっている。(c)11月21日、西之島の南約10kmに緑色の変色水が出現した(点線の内部)。しかし、翌日以降は見られなくなった。

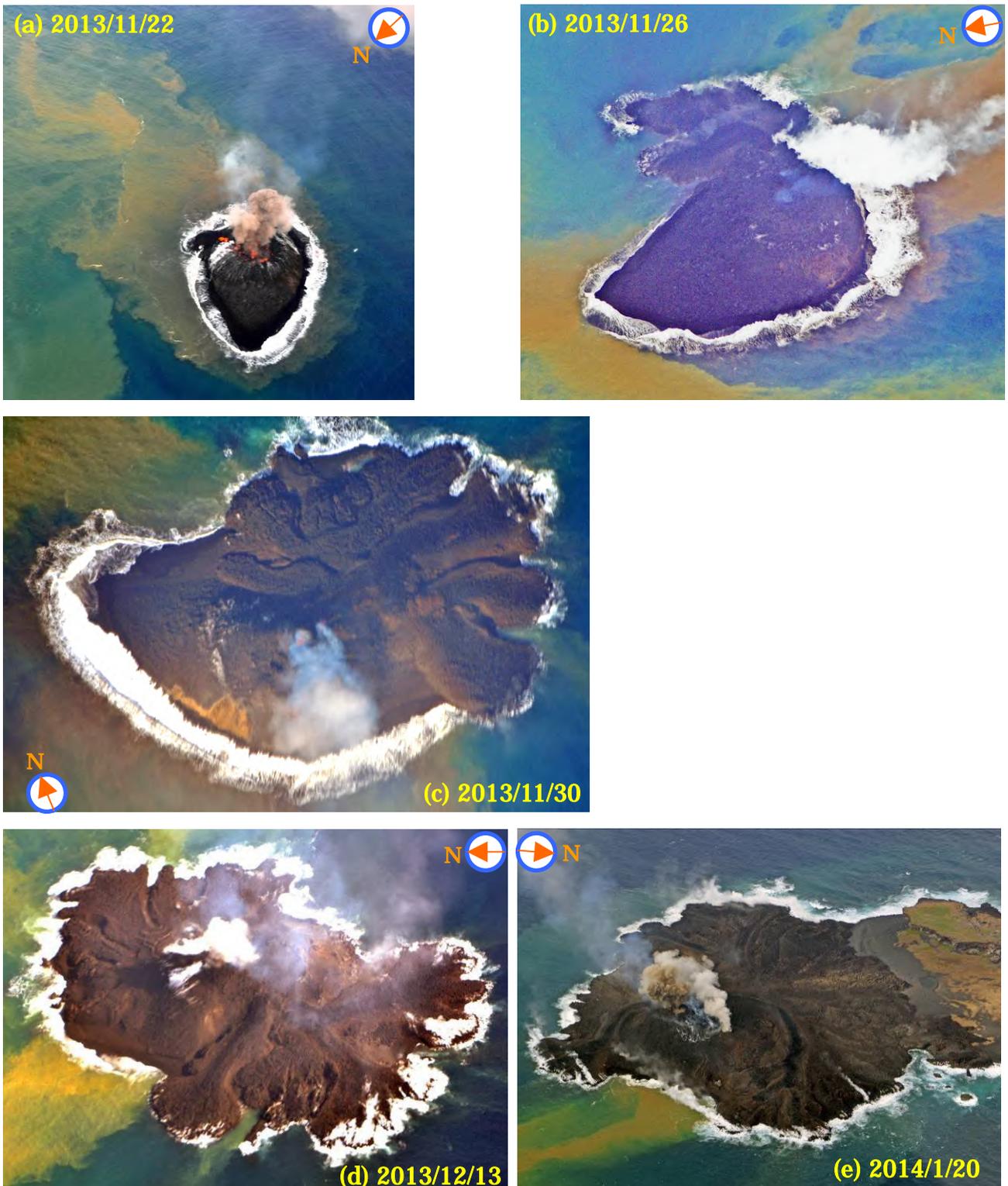


図5 マグマ噴火の様子。(a)11月22日、ストロンボリ式噴火の開始。火口内には赤熱した溶岩が見え、東山腹から溶岩が流出している。(b)11月26日、波食により、南側と西側が浸食を受けている。(c)11月30日、溶岩流が拡大している。(d)12月13日、12月上旬から溶岩流出口は西側に位置を変え、東側の溶岩は拡大を止めた。(e)1月20日、西山腹の流出口から流れ出した溶岩は北、西、東方向へ拡張を続け、12月26日に西之島と接合したことが確認された後も拡大を続けている。

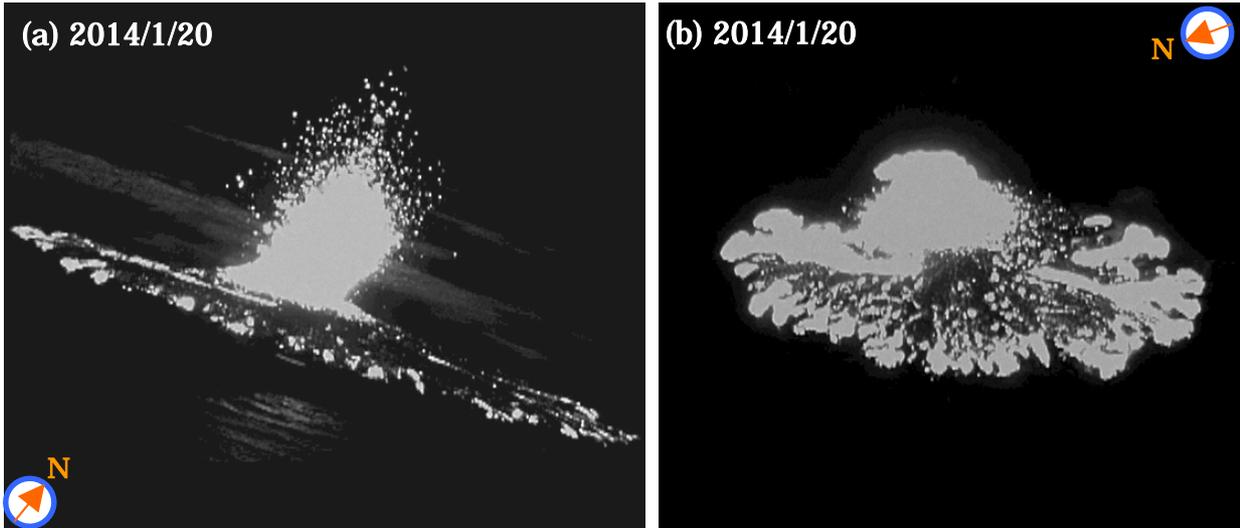


図 6 赤外線で見えた溶岩流の温度分布。白色部分が高温。(a) 1月20日、溶岩流は海岸付近の先端部分のみが高温であり、ここから新しい溶岩流が流出して成長していると考えられる。山頂の火口では噴火が起きている。(b) 1月20日、最新の溶岩流は流出口から先端まで高温である。

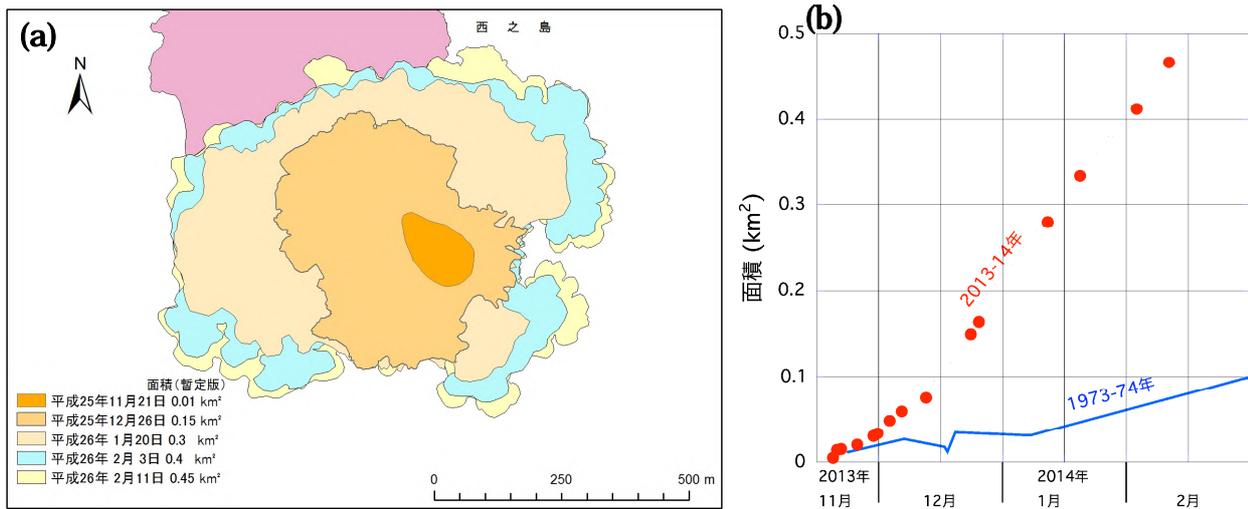


図 7 西之島拡大の様子。面積の算出には海上保安庁撮影の航空写真を用いたが、位置の補正には国土地理院撮影の航空写真も用いた。(a) 2月11日までの新島の成長の様子。一定の速度で島の拡大が続いている。(b)今回噴火の新島の成長速度と1973-74年噴火の際の成長速度との比較。今回の噴火で出現した新島は約8倍の速さで成長しているが、噴火時の海底地形が同じ条件ではないため、これがそのままマグマ供給率の違いであると考えすることはできない。1973-74年噴火時の島の面積は青木・小坂(1974)による。

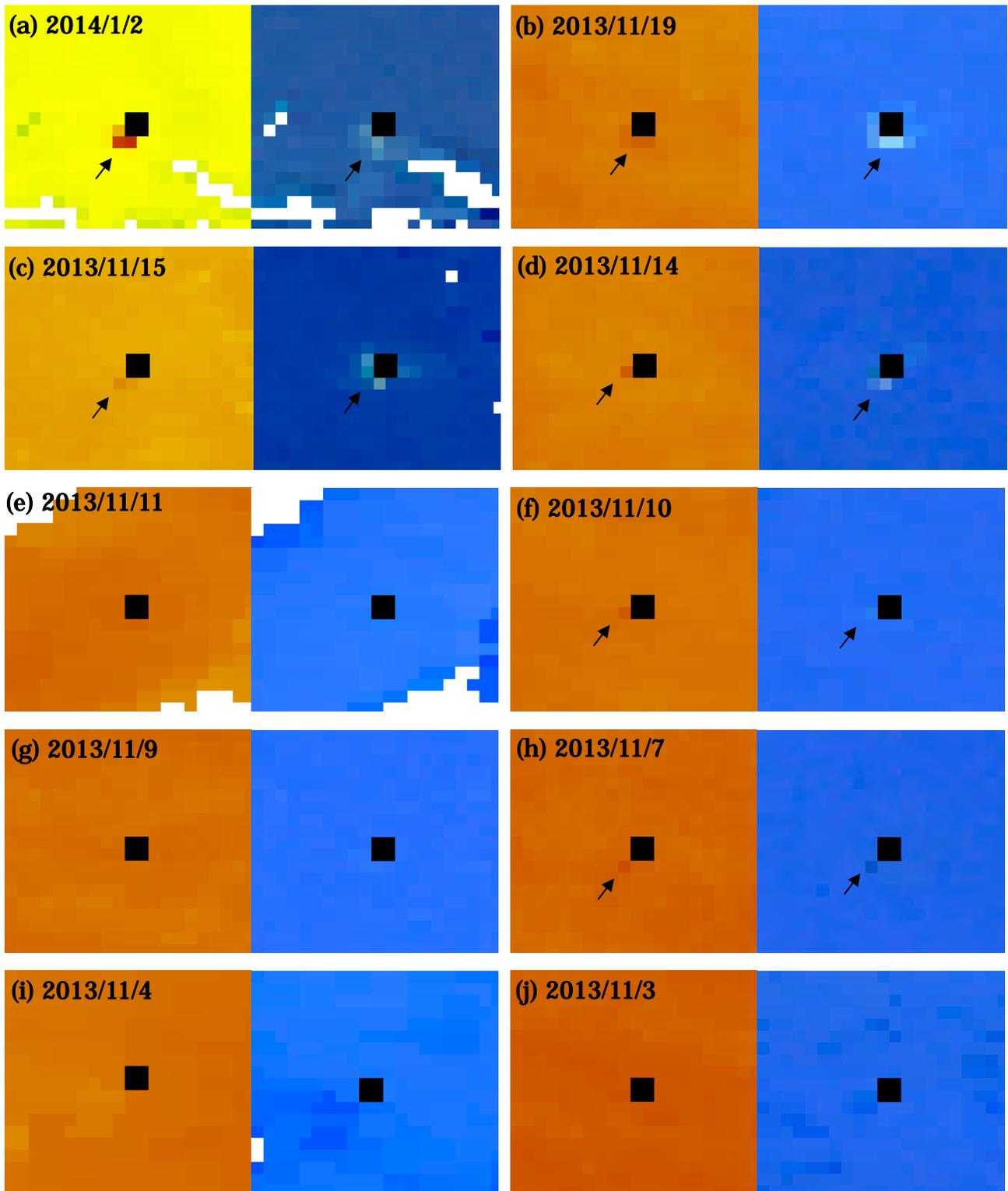


図 8 MODIS により得られた海面水温（左図）と海面放射輝度（右図）（地球観測研究センター，2014）。矢印は温度異常及び変色域を示す。海面水温は、色が濃いほど温度が高い。海面放射輝度は実際の視覚と同様な表示色になっている。分解能は 1 km であり、中央の黒い四角が西之島で白色は雲を表す。11 月 7 日を最後に高温域や変色域は見られない。